



REPÚBLICA DE EL SALVADOR  
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y DE TRANSPORTE  
VICEMINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS  
DIRECCIÓN DE PLANIFICACIÓN DE LA OBRA PÚBLICA

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO:  
“CONSTRUCCIÓN DE VIADUCTO Y AMPLIACIÓN DE  
CARRETERA CA01W (TRAMOS LOS CHORROS), ENTRE  
AUTOPISTA MONSEÑOR ROMERO Y CA01W; MUNICIPIOS DE  
SANTA TECLA, COLÓN Y SAN JUAN OPICO, DEPARTAMENTO  
DE LA LIBERTAD”**

**INFORME FINAL**



MINISTERIO DE  
OBRAS PÚBLICAS  
Y DE TRANSPORTE



**FINANCIAMIENTO:**

***FONDO SALVADOREÑO PARA ESTUDIOS DE PREINVERSIÓN  
(FOSEP)***

CONSORCIO CA01W LOS CHORROS



SAN SALVADOR, EL SALVADOR, C.A.  
MARZO DE 2022

## Contenido

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>20</b>
<b>2</b>	<b>TITULO Y AUTORES. ....</b>	<b>21</b>
<b>3</b>	<b>RESUMEN EJECUTIVO. ....</b>	<b>24</b>
<b>4</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y DE SUS ALTERNATIVAS. ....</b>	<b>83</b>
4.1	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO. ....	83
4.2	PROPÓSITO Y NECESIDAD DEL PROYECTO PROPUESTO. ....	84
4.3	ANÁLISIS Y DESARROLLO DE ALTERNATIVAS. ....	85
4.3.1	Alternativa 1. ....	85
4.3.1.1	Ampliación de la carretera en el tramo de la estación 13+560 a la estación 18+400. ....	85
4.3.1.2	Intercambiador P.K. 16+100. ....	89
4.3.1.3	Construcción de un viaducto (18+400 A 19+250).....	89
4.3.1.4	Ampliación de la carretera existente desde la estación 19+250 a la estación 28+312. ....	90
4.3.1.5	Intercambiador P.K. 19+700. ....	93
4.3.1.6	Intercambiador P.K. 26+100. ....	93
4.3.2	Alternativa 2. ....	94
4.3.2.1	Ampliación de la carretera en el tramo de la estación 13+560 a la estación 18+400. ....	94
4.3.2.2	Construcción de un viaducto (estación 18+400 a la estación 19+250) .....	97
4.3.2.3	Ampliación de la carretera existente desde la estación 19+250 a la estación 28+312. ....	98
4.3.2.4	Intercambiador P.K. 16+100 .....	100
4.3.2.5	Intercambiador P.K. 19+700. ....	100
4.3.2.6	Intercambiador P.K. 26+100 .....	100
4.3.2.7	Alternativas de estudio para el intercambiador para el acceso a la ciudad de Colón. ....	101
4.3.3	Ventajas y desventajas de las alternativas en análisis. ....	103
4.3.3.1	Impacto Ambiental. ....	103
4.3.3.2	Impacto Social. ....	104
4.3.3.3	Plan de Acción de Reasentamientos (PAR). ....	104
4.3.3.4	Técnico – Funcional (Ingeniería). ....	105
4.3.3.5	Afectaciones. ....	105
4.3.4	Conclusiones. ....	106
4.4	Descripción del proyecto. ....	106
4.4.1	Trazo general y localizaciones. ....	106
4.4.2	Estudio topográfico. ....	107
4.4.2.1	Corrida de circuitos cerrados entre pares de monumentos geodésicos. ....	107
4.4.3	Plano de conjunto .....	112
4.4.3.1	Intersecciones principales y accesos a propiedades públicas y privadas. ....	112
4.4.3.2	Cursos de agua. ....	112
4.4.3.3	Sistema de drenaje longitudinal. ....	112
4.4.3.4	Drenaje transversal. ....	113
4.4.3.5	Tramo de la estación 13+560 A 18+354. ....	115
4.4.3.6	Tramo de la estación 18+354 a la 19+256.....	118
4.4.3.7	Tramo de la Estación 19+256 a la 28+321 .....	119
4.4.4	Diseño de pavimentos. ....	121
4.4.5	Señalización vial. ....	123
4.4.5.1	Etapa de construcción. ....	123
4.4.5.2	Etapa de funcionamiento. ....	125
4.4.6	Estudio de infraestructura vial. ....	132
4.4.6.1	Infraestructura vial. ....	132
4.4.6.2	Elementos urbanos. ....	135

4.4.7	Volúmenes de corte y de relleno.....	151
4.4.8	Estimación de los volúmenes de desechos a ser generados.....	151
4.4.9	Identificar potenciales sitios de disposición de material o botaderos (nuevos o existentes), incluyendo localización (proveer mapa), capacidad y propietarios.....	151
4.4.10	Descripción de los materiales a utilizar.....	152
4.4.11	Identificación potencial de sitios de préstamo, incluyendo localización, volúmenes, propietarios y permisos a tramitar.....	154
4.4.12	Descripción y justificación de las instalaciones para equipo y/o personal provisional y/o permanente.....	157
4.4.12.1	Plantel e Instalaciones Provisionales.....	157
4.4.12.2	Instalaciones para suministros (Concreto hidráulico, Concreto asfáltico).....	159
4.4.13	Niveles de distribución de empleo y estimación de beneficiados.....	161
4.4.14	Inversión total.....	162
4.4.15	Describir la etapa de consultoría del proyecto con las diferentes comunidades, cantones, etc. (Estudio de opinión).....	162
4.4.16	Localización de zonas protegidas, parques nacionales, áreas en proceso de ser protegidas, áreas sensibles y áreas que integren el corredor biológico nacional.....	171
4.4.17	Localización de zonas arqueológicas.....	171
4.4.18	Actividades básicas enmarcadas dentro de las fases de preparación del sitio, construcción y funcionamiento.....	172
4.4.19	Descripción cualitativa y cuantitativa de cada uno de los servicios básicos y de infraestructura necesarios para la ejecución del proyecto en cada una de las etapas del proyecto.....	174
4.4.19.1	Vías de acceso.....	174
4.4.19.2	Abastecimiento de agua potable.....	174
4.4.19.3	Abastecimiento de agua para riego y procesos constructivos.....	174
4.4.19.4	Medida para mitigar el riesgo en los sitios de abastecimiento de agua.....	176
4.4.19.5	Manejo y disposición final de las aguas residuales de tipo ordinario y de tipo especial.....	176
4.4.19.6	Manejo y disposición de los desechos sólidos.....	176
4.5	ALCANCE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	181
4.6	DERECHOS DE VÍA INDICANDO LA NECESIDAD DE FORMULACIÓN DE UN PLAN DE ACCIÓN DE REASENTAMIENTO (PAR) Y LA REALIZACIÓN DE UN PAR ESPECÍFICO.....	182
<b>5</b>	<b>CONSIDERACIONES JURÍDICAS Y NORMATIVA AMBIENTAL APLICABLE RELATIVA A LA ACTIVIDAD, OBRA O PROYECTO.....</b>	<b>183</b>
5.1	ANALISIS CONSTITUCIONAL.....	183
5.1.1	Jerarquía institucional.....	183
5.1.2	El interés social.....	183
5.1.3	Recursos naturales y desarrollo económico.....	184
5.1.4	Remisión a la Ley Secundaria.....	184
5.1.5	Potestad legislativa.....	184
5.1.6	Desarrollo sostenible.....	185
5.2	ANALISIS LEGAL.....	185
5.2.1	Ley de medio ambiente.....	185
5.2.2	Leyes, reglamentos nacionales y ordenanzas.....	188
5.2.3	Interpretación de Artículos citados de la Ley de Medio Ambiente.....	200
5.2.4	Reglamento General de la Ley del Medio Ambiente.....	201
5.2.5	Acciones que deberá realizar el Ministerio de Obras Públicas y de Transporte, luego de finalizada la Consultoría en el Estudio de Impacto Ambiental.....	202
5.2.6	Reglamento Especial de Normas Técnicas de Calidad Ambiental.....	203
5.2.7	Calidad del Aire Ambiente.....	204
5.2.8	Control de Ruido. Intensidad y Frecuencia.....	204
5.2.9	Reglamento General de Tránsito.....	205
5.2.10	Ley de Conservación de Vida Silvestre, Decreto No. 844.....	205

5.2.11	Ley y Reglamento de Urbanismo y Construcción .....	206
5.2.12	Ley Forestal.....	206
5.2.13	Código Municipal.....	207
5.2.14	Ley de Ordenamiento y Desarrollo Territorial .....	208
5.2.15	Código penal. ....	209
5.2.16	Ley de Especial de Protección a Patrimonio Cultural. Ministerio de Cultura.....	210
5.2.17	Ordenanza del municipio de Santa Tecla relacionada con el proyecto.....	210
5.2.18	Ordenanzas de los municipios de San Juan Opico y del municipio de Colón, relacionadas con el proyecto.....	210
5.3	ANÁLISIS DE CONVENIOS INTERNACIONALES.....	211
5.4	ANÁLISIS JURÍDICO SOBRE LAS ORDENANZAS DE ZONAS DE PROTECCIÓN Y RECURSOS NATURALES Y LOS PROYECTOS DE INTERÉS NACIONAL.....	214
<b>6</b>	<b>DESCRIPCIÓN, CARACTERIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE ACTUAL DE LOS COMPONENTES FÍSICOS, BIOLÓGICOS Y SOCIOECONÓMICOS DEL SITIO Y DEL ÁREA DE INFLUENCIA.....</b>	<b>215</b>
6.1	GENERALIDADES.....	215
6.2	ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.....	215
6.2.1	Área de influencia directa .....	215
6.2.2	Área de influencia indirecta .....	216
6.3	DESCRIPCIÓN DEL ESCENARIO AMBIENTAL Y SOCIAL.....	218
6.3.1	Medio físico. ....	218
6.3.1.1	Geología.....	218
6.3.1.2	Litografía y estratigrafía.....	218
6.3.1.3	Geomorfología.....	226
6.3.1.4	Tectónica.....	227
6.3.1.5	Hidrogeología .....	229
6.3.1.6	Riesgos geológicos. ....	231
6.3.1.7	Suelos.....	234
6.3.1.8	Calidad del aire.....	238
6.3.1.9	Clima .....	253
6.3.1.10	Hidrología e hidráulica del proyecto.....	257
6.3.2	Medio Biológico .....	309
6.3.2.1	Zonas de Vida. ....	309
6.3.2.2	Vegetación.....	311
6.3.2.3	Fauna. ....	322
6.3.3	Medio socioeconómico.....	334
6.3.3.1	Generalidades.....	334
6.3.3.2	Descripción general de los municipios influenciados con el proyecto .....	335
6.3.3.3	Caracterización socio económica del proyecto.....	346
6.3.3.4	Medio construido de los municipios del área de influencia del proyecto.....	372
6.3.3.5	Valores históricos, culturales y arqueológicos.....	374
6.3.3.6	Valores paisajísticos y recreacionales .....	374
<b>7</b>	<b>IDENTIFICACIÓN, PRIORIZACIÓN, PREDICCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....</b>	<b>377</b>
7.1	INTRODUCCIÓN.....	377
7.2	IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.....	377
7.3	PREDICCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	384
7.4	PRIORIZACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	386
7.5	DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS POTENCIALES NEGATIVOS.....	387
7.5.1	Impactos severos .....	387
7.5.1.1	Cambio en el uso actual del suelo. ....	387

7.5.1.2	Afectación morfodinámica.....	388
7.5.1.3	Daños a la flora.....	390
7.5.1.4	Cambios en la hidrología superficial.....	395
7.5.1.5	Afectaciones a la propiedad privada y desalojo de asentamientos humanos.....	396
7.5.1.6	Afectación de las fuentes de agua (fuentes de obtención de agua (manantiales)).....	397
7.5.1.7	Afectación a los servicios públicos.....	400
7.5.1.8	Afectación a los medios de subsistencia.....	406
7.5.1.9	Incremento al tráfico vehicular y peatonal.....	409
7.5.2	Impactos moderados.....	411
7.5.2.1	Daños a la fauna y avifauna.....	411
7.5.2.2	Alteración del hábitat y ecosistemas.....	415
7.5.2.3	Pérdida de estabilidad geológica.....	416
7.5.2.4	Arrastre y deposición de sedimentos en las áreas cercanas a cauces de aguas.....	418
7.5.2.5	Alteración (contaminación) de la calidad del aire.....	418
7.5.2.6	Alteración de los lechos de los ríos.....	424
7.5.2.7	Cambios en la calidad del agua.....	425
7.5.2.8	Daños a la salud pública.....	426
7.5.2.9	Afectación a vías de acceso (caminos vecinales y propiedades privadas).....	427
7.5.2.10	Afectación a los patrones culturales (estilo de vida).....	430
7.5.2.11	Disminución en la recarga de acuíferos.....	431
7.5.2.12	Alteración al clima.....	432
7.5.2.13	Incremento de los riesgos ocupacionales.....	432
7.5.3	Impactos compatibles (Poco significativos).....	433
7.5.3.1	Alteración de las vistas panorámicas.....	433
7.5.3.2	Pérdida de carácter visual del área.....	434
7.6	DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS POTENCIALES POSITIVOS.....	435
7.7	ESTUDIO DE RIESGOS.....	437
7.7.1	Metodología.....	437
7.7.2	Estudios previos.....	437
7.7.3	Determinación de eventos históricos y línea base.....	437
7.7.3.1	Eventos asociados a fenómenos hidrológicos.....	438
7.7.3.2	Eventos geológicos.....	438
7.7.3.3	Eventos sísmicos.....	438
7.7.3.4	Eventos volcánicos.....	439
7.7.4	Amenaza hidrológica.....	439
7.7.5	Amenaza geológica y geotécnica.....	441
7.7.5.1	Deslizamientos.....	441
7.7.5.2	Desprendimiento de rocas.....	441
7.7.6	Amenaza sísmica.....	443
7.7.6.1	Amenaza por sismos.....	443
7.7.6.2	Licuefacción.....	443
7.7.7	Amenaza volcánica.....	444
7.7.8	Amenaza por Tsunamis.....	445
7.7.9	Análisis de vulnerabilidad física por exposición.....	445
7.7.10	Análisis de riesgo.....	446
7.7.10.1	Riesgo hidráulico.....	446
7.7.11	Análisis de riesgos geológico o geotécnico.....	450
7.7.11.1	Riesgos por deslizamientos en taludes.....	450
7.7.11.2	Amenaza por deslizamiento en taludes.....	450
7.7.11.3	Riesgo por deslizamiento.....	451
7.7.11.4	Riesgo por caída de bloques.....	452
7.7.11.5	Vulnerabilidad por caída de rocas.....	452

7.7.11.6	Riesgo por caída de rocas .....	453
7.7.11.7	Riesgo residual por caída de rocas.....	454
7.7.12	Análisis de riesgo sísmico.....	455
7.7.12.1	Riesgo por sismos.....	455
7.7.12.2	Riesgo sísmico asociado a licuefacción.....	457
7.7.12.3	Riesgo sísmico en estructuras.....	457
7.7.13	Análisis de riesgos por Tsunami.....	458
7.7.14	Análisis de riesgo volcánico.....	459
7.7.14.1	Amenaza volcánica.....	459
7.7.14.2	Vulnerabilidad debido a eventos volcánicos.....	463
7.7.14.3	Vulnerabilidad debido a flujos de escombros y lahares.....	463
7.7.14.4	Riesgo volcánico.....	464
7.7.15	Plan de Contingencia.....	465
7.7.15.1	Sismicidad.....	465
7.7.15.2	Inundaciones.....	466
7.7.15.3	Peligro volcánico.....	467
7.7.15.4	Resumen del Plan de Contingencia para el Proyecto.....	467
7.7.15.5	Capacidad institucional.....	468
7.7.16	CONCLUSIONES.....	470
7.7.17	RECOMENDACIONES.....	471
<b>8</b>	<b>INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL ANÁLISIS BENEFICIO-COSTO, RENTABILIDAD Y EFICIENCIA, CONSIDERANDO FACTORES TÉCNICOS, ECONÓMICOS, SOCIALES Y AMBIENTALES (APLICABLE A ACTIVIDADES, OBRAS O PROYECTOS DEL SECTOR PÚBLICO).....</b>	<b>473</b>
8.1	INTRODUCCIÓN.....	473
8.1.1	Información base.....	473
8.2	FACTORES TÉCNICOS.....	473
8.3	FACTORES AMBIENTALES Y SOCIALES.....	475
8.4	FACTORES ECONOMICOS.....	475
8.5	ANALISIS BENEFICIO COSTO.....	476
8.5.1	Beneficios.....	476
8.5.2	Costos económicos y financieros.....	476
8.5.3	Resultados de la evaluación económica y financiera.....	477
8.5.4	Interpretación de resultados de la evaluación global.....	479
8.5.4.1	Valor Actual Neto (VAN).....	479
8.5.4.2	Tasa Interna de Retorno (TIR).....	479
8.5.4.3	Relación Beneficio/Costo (B/C).....	480
8.6	CONCLUSIONES.....	481
8.7	RECOMENDACIONES.....	481
<b>9</b>	<b>PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL.....</b>	<b>482</b>
9.1	JERARQUÍA DE LA MITIGACIÓN.....	482
9.2	PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL.....	482
9.2.1	Preparación de sitio.....	486
9.2.1.1	Medida Ambiental No. 1. Instalación de la oficina de gestión ambiental del proyecto.....	486
9.2.1.2	Medida Ambiental No. 2. Acopio del suelo vegetal para ser reutilizado durante las labores de revegetación del proyecto.....	490
9.2.2	Construcción.....	491
9.2.2.1	Medida Ambiental No. 3. Campaña de concientización ambiental para el proyecto.....	491
9.2.2.2	Medida Ambiental No. 4. Establecimiento de medidas de seguridad vial.....	496
9.2.2.3	Medida Ambiental No. 5. Plan de manejo de riesgos laborales del proyecto.....	500

9.2.2.4	Medida Ambiental No. 6. Monitoreo de la calidad de las aguas del río Los Chorros (quebrada El Guarumal o río Colón), río Belén, río Agua Amarilla y aguas acopiadas en piletas del sector Los Chorros, para prevenir alteraciones físicas, químicas y biológicas. ....	504
9.2.2.5	Medida Ambiental No. 7. Programa de mantenimiento de la maquinaria durante la etapa de construcción. ....	508
9.2.2.6	Medida Ambiental No. 8. Monitoreo de la calidad del aire (hidrocarburos (HC), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ), dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> ) y dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> ))....	510
9.2.2.7	Medida Ambiental No. 9. Monitoreo del ruido en el proyecto. ....	513
9.2.2.8	Medida Ambiental No. 10. Programa de humectación y monitoreo del material particulado. ....	515
9.2.2.9	Medida Ambiental No. 11. Plan de manejo de desechos sólidos comunes y peligrosos en los frentes de trabajo.....	519
9.2.2.10	Medida Ambiental No. 12. Dotación de agua potable para los trabajadores del proyecto. ....	524
9.2.2.11	Medida Ambiental No. 13. Establecimiento de sanitarios portátiles en los frentes de trabajo. ...	526
9.2.2.12	Medida Ambiental No. 14. Manejo de la escorrentía superficial.....	528
9.2.2.13	Medida Ambiental No. 15. Plan de prevención ante hallazgos de sitios arqueológicos y culturales. ....	531
9.2.2.14	Medida Ambiental No. 16. Obras preventivas de daños a la fauna. ....	532
9.2.2.15	Medida Ambiental No. 17. Tratamiento a los taludes de corte para prevenir deslizamientos. ....	538
9.2.2.16	Medida Ambiental No.18. Revegetación del proyecto. ....	541
9.2.2.17	Medida Ambiental No. 19. Construcción de pasarelas y paradas de buses. ....	545
9.2.2.18	Medida Ambiental No. 20. Restauración de los accesos a propiedades privadas y caminos vecinales.....	547
9.2.2.19	Medida Ambiental No. 21. Manejo de las fuentes de agua (Planta de bombeo y acopios de agua). ....	551
9.2.2.20	Medida Ambiental No. 22. Compensación ambiental. ....	554
9.2.2.21	Medida Ambiental No. 23. Reinstalo de monumentos a difuntos. ....	570
9.2.2.22	Medida Ambiental No. 24. Manejo ambiental del Plantel. ....	572
9.2.2.23	Medida Ambiental No. 25. Manejo ambiental de los sitios de disposición final de material excedente. ....	582
9.2.2.24	Medida Ambiental No. 26. Manejo ambiental de los bancos de materiales. ....	585
9.2.3	Cierre de la etapa de Construcción.....	587
9.2.3.1	Medida Ambiental No. 27. Retiro del proyecto de cualquier instalación provisional, servicios utilizados, limpieza del corredor vial y unidades de apoyo, al finalizar la construcción del proyecto. ....	587
9.2.4	Funcionamiento.....	589
9.2.4.1	Medida Ambiental No. 1. Mantenimiento por tres años del zacate barrenillo (Cynodon dactylon) plantado en los taludes de corte del proyecto.....	589
9.2.4.2	Medida Ambiental No. 2. Mantenimiento por tres años de la revegetación realizada en el proyecto.....	591
9.2.4.3	Medida Ambiental No. 3. Mantenimiento de la compensación ambiental realizada en las áreas naturales protegidas.....	594
9.2.4.4	Medida Ambiental No. 4. Monitoreo del ruido en el proyecto. ....	597
9.2.4.5	Medida Ambiental No. 5. Mantenimiento de los pasos de fauna terrestre, derramaderos y drenajes del proyecto. ....	599
9.2.5	Inversión Total del Programa de Manejo Ambiental (Cuadro resumen).....	601
9.3	<b>PLAN DE MONITOREO AMBIENTAL. ....</b>	<b>619</b>
9.3.1	Introducción.....	619
9.3.2	Preparación de sitio.....	619
9.3.2.1	Medida Ambiental No. 1. Instalación de la oficina de gestión ambiental del proyecto. ....	619
9.3.2.2	Medida Ambiental No. 2. Acopio del suelo vegetal para ser reutilizado durante las labores de revegetación del proyecto. ....	620

9.3.3	Construcción.....	621
9.3.3.1	Medida Ambiental No. 3. Campaña de concientización ambiental para el proyecto. ....	621
9.3.3.2	Medida Ambiental No. 4. Establecimiento de medidas de seguridad vial. ....	623
9.3.3.3	Medida Ambiental No. 5. Plan de manejo de los riesgos laborales del proyecto. ....	624
9.3.3.4	Medida Ambiental No. 6. Monitoreo de la calidad de las aguas del río Los Chorros (quebrada El Guarumal o río Colón), río Belén, río Agua Amarilla y aguas acopiadas en piletas del sector Los Chorros, para prevenir alteraciones físicas, químicas y biológicas. ....	626
9.3.3.5	Medida Ambiental No. 7. Programa de mantenimiento de la maquinaria durante la etapa de construcción. ....	627
9.3.3.6	Medida Ambiental No. 8. Monitoreo de la calidad del aire (hidrocarburos (HC), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ), óxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> ) y dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )).	629
9.3.3.7	Medida Ambiental No. 9. Monitoreo del ruido en el proyecto. ....	630
9.3.3.8	Medida Ambiental No. 10. Programa de humectación y monitoreo del material particulado. ....	632
9.3.3.9	Medida Ambiental No. 11. Plan de manejo de desechos sólidos comunes y peligrosos en los frentes de trabajo.....	633
9.3.3.10	Medida Ambiental No. 12. Dotación de agua potable para los trabajadores del proyecto. ....	635
9.3.3.11	Medida Ambiental No. 13. Establecimiento de sanitarios portátiles en los frentes de trabajo. ...	636
9.3.3.12	Medida Ambiental No. 14. Manejo de la escorrentía superficial.....	637
9.3.3.13	Medida Ambiental No. 15. Plan de prevención ante hallazgos de sitios arqueológicos y culturales. ....	639
9.3.3.14	Medida Ambiental No. 16. Obras preventivas de daños a la fauna.....	640
9.3.3.15	Medida Ambiental No. 17. Tratamiento a los taludes de corte para prevenir deslizamientos. ....	641
9.3.3.16	Medida Ambiental No. 18. Revegetación del proyecto. ....	643
9.3.3.17	Medida Ambiental No. 19. Construcción de pasarelas y paradas de buses. ....	644
9.3.3.18	Medida Ambiental No. 20. Restauración de los accesos a propiedades privadas y caminos vecinales.....	645
9.3.3.19	Medida Ambiental No. 21. Manejo de las fuentes de agua (Planta de bombeo y acopios de agua). ....	646
9.3.3.20	Medida Ambiental No. 22. Compensación ambiental. ....	648
9.3.3.21	Medida Ambiental No. 23. Reinstalo de monumentos a difuntos. ....	649
9.3.3.22	Medida Ambiental No. 24. Manejo ambiental del plantel.....	650
9.3.3.23	Medida Ambiental No. 25. Manejo ambiental de los sitios de disposición final de material excedente. ....	652
9.3.3.24	Medida Ambiental No. 26. Manejo ambiental de los bancos de materiales. ....	653
9.3.4	Cierre de la etapa de Construcción.....	655
9.3.4.1	Medida Ambiental No. 27. Retiro del proyecto de cualquier instalación provisional, servicios utilizados, limpieza del corredor vial y unidades de apoyo, al finalizar la construcción del proyecto. ....	655
9.3.5	Funcionamiento.....	656
9.3.5.1	Medida Ambiental No. 1. Mantenimiento por tres años del zacate barrenillo (Cynodon dactylon) plantado en los taludes de corte del proyecto.....	656
9.3.5.2	Medida Ambiental No. 2. Mantenimiento por tres años de la revegetación realizada en el proyecto.....	657
9.3.5.3	Medida Ambiental No. 3. Mantenimiento de la compensación ambiental realizada en las áreas naturales protegidas.....	658
9.3.5.4	Medida Ambiental No. 4. Monitoreo del ruido en el proyecto. ....	660
9.3.5.5	Medida Ambiental No. 5. Mantenimiento de los pasos de fauna terrestre, derramaderos y drenajes del proyecto. ....	661
9.4	CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DEL PMA.....	677
9.5	CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DEL MONITOREO AMBIENTAL.....	682
9.6	PROPUESTA DE CIERRE DE OPERACIONES Y REHABILITACIÓN DEL SITIO (CUANDO PROCEDA). ....	690



9.7	PLAN DE CONTINGENCIA Y MANEJO AMBIENTAL .....	690
9.7.1	Introducción.....	690
9.7.2	Objetivos.....	690
9.7.3	Desarrollo del plan de contingencia. ....	690
9.7.4	Identificación de Riesgos. ....	691
9.7.5	Medidas ambientales incluidas en el Programa de Manejo Ambiental y en el cronograma de las medidas ambientales en respuesta a los riesgos identificados, en donde se describe ampliamente la ejecución de las mismas. ....	693
<b>10</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>695</b>
<b>11</b>	<b>APÉNDICES. ....</b>	<b>696</b>
11.1	HOJAS DE PRESTADORES DE SERVICIOS AMBIENTALES DEL PERSONAL CONSULTOR. ...	696
11.2	PLANOS DE CONJUNTO DEL PROYECTO. ....	696
11.3	NOTAS DE AUTORIZACIÓN FIRMADAS POR PROPIETARIOS DE TERRENOS PROPUESTOS PARA SITIOS DE DISPOSICIÓN FINAL DE MATERIAL EXCEDENTE PARA EL PROYECTO.....	696
11.4	RESOLUCIONES MARN DE PERMISO AMBIENTAL DE BANCOS DE MATERIALES PROPUESTOS PARA EL PROYECTO.....	696
11.5	NOTAS DE AUTORIZACIÓN FIRMADAS POR PROPIETARIOS DE TERRENOS PROPUESTOS PARA EL PLANTEL DEL PROYECTO.....	696
11.6	INFORMES DE LAS CONSULTAS PÚBLICAS DESARROLLADAS EN EL PROYECTO.....	696
11.7	RESOLUCIÓN DEL MINISTERIO DE CULTURA .....	696
11.8	RESOLUCIÓN DE PERMISO AMBIENTAL DE EMPRESA PROVEEDORA DE AGUA.....	696
11.9	FACTIBILIDADES MUNICIPALES DE RECOLECCIÓN DE DESECHOS SOLIDOS. ....	696
11.10	NOTA DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA SOBRE EL USO DEL SUELO DEL PROYECTO.....	696
11.11	ESTUDIO GEOLOGICO. ....	696
11.12	CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE EQUIPO DE MEDICION DE CALIDAD AIRE AMBIENTAL. ....	696
11.13	ESTUDIO HIDROLOGICO E HIDRAULICO DEL PROYECTO. ....	696
11.14	RESULTADO DE MUESTREO CALIDAD DEL AGUA.....	696
11.15	PLANO DE VEGETACION CON POTENCIAL IMPACTO. ....	696
11.16	INTERACCIONES DEL PROYECTO-RUTINA DE CÁLCULO. ....	696
11.17	PLANO DE UBICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES. ....	696
11.18	GUÍAS EDUCATIVAS DEL MARN. ....	696
11.19	PLANO DE PASOS DE FAUNA TERRESTRE. ....	696
11.20	PLANO TIPO DE PLANTEL (PROPUESTO). ....	696
11.21	PLANO TIPO DE SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL DE MATERIAL EXCEDENTE (PROPUESTO)..	696
11.22	PLANOS DE MEDIDAS AMBIENTALES DEL PROYECTO. ....	696
11.23	PLANOS DE MONITOREO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO. ....	696

## Índice de Tablas

Tabla 1.	Jerarquización de impacto a los factores ambientales evaluados del proyecto .....	35
Tabla 2.	Impactos positivos identificados en la evaluación del Proyecto .....	36
Tabla 3.	Medidas ambientales propuestas para el proyecto.....	37
Tabla 4.	Cuadro resumen de Programa de Manejo Ambiental (PMA). Etapa de ubicación y construcción. ....	42
Tabla 5.	Cuadro resumen del Programa de Manejo Ambiental. Etapa de Funcionamiento.....	54
Tabla 6.	Cuadro resumen de aplicación del Plan de Monitoreo Ambiental. Etapa de Ubicación y Construcción.	56
Tabla 7.	Cuadro resumen de aplicación del Plan de Monitoreo Ambiental. Etapa de Funcionamiento. ....	68
Tabla 8.	Cronograma de ejecución del Programa de Manejo Ambiental. Etapa de Ubicación y Construcción. ...	70
Tabla 9.	Cronograma de ejecución del Programa de Manejo Ambiental. Etapa de Funcionamiento. ....	74
Tabla 10.	Cronograma de ejecución del monitoreo ambiental. Etapa de Ubicación y Construcción. ....	75
Tabla 11.	Cronograma de ejecución del Monitoreo Ambiental. Etapa de Funcionamiento. ....	82
Tabla 12.	Tabla de ventajas y desventajas desde el punto de vista Ambiental.....	103

Tabla 13. Tabla de Ventajas y Desventajas desde el punto de vista Social.....	104
Tabla 14. Tabla de Ventajas y Desventajas desde el punto de vista PAR. ....	104
Tabla 15. Tabla de Ventajas y Desventajas desde el punto de vista Ingeniería. ....	105
Tabla 16. Afectaciones por alternativa analizada. ....	105
Tabla 17. Identificación de cauces y obras de drenaje existentes.....	113
Tabla 18. Diseños de pavimentos y tipos de intervención para el Proyecto.....	122
Tabla 19. Señalización permanente y señalización temporal. ....	124
Tabla 20. Cantidades de señalización vertical de la estación 13+560 hasta la estación 18+354. ....	128
Tabla 21. Cantidades de señalización vertical de la estación 18+354 hasta la estación 19+256. ....	128
Tabla 22. Cantidades de señalización vertical de la estación 19+256 hasta la estación 28+321. ....	129
Tabla 23. Cantidades de señalización horizontal de la estación 13+560 hasta la estación 18+354. ....	131
Tabla 24. Cantidades de Señalización Horizontal de la estación 18+354 hasta la estación 19+256. ....	131
Tabla 25. Cantidades de Señalización Horizontal de la estación 19+256 hasta la estación 28+321. ....	131
Tabla 26. Obras estructurales ubicadas en el tramo de la estación 13+560 hasta la estación 18+354. ....	133
Tabla 27. Obras estructurales ubicadas de la estación 19+256 hasta la estación 28+321.....	133
Tabla 28. Obras de retención (Muros). ....	134
Tabla 29. Áreas de urbanismo. ....	149
Tabla 30. Volumen de corte y de relleno.....	151
Tabla 31. Estimación de volúmenes de desechos a generarse por cada fase del proyecto. ....	151
Tabla 32. Materiales demandados por el proyecto. ....	154
Tabla 33. Características de explotación de canteras propuestas. ....	157
Tabla 34. Estimación de personal que estará laborando en el proyecto. ....	162
Tabla 35. Comentarios, preguntas y recomendaciones que las personas generaron sobre el proyecto en el proceso de consulta pública y su incorporación en el Diseño Final y el Estudio de Impacto Ambiental.....	165
Tabla 36. Actividades del proyecto “Construcción de Viaducto y Ampliación de Carretera CA01W (Tramos los Chorros), entre autopista Monseñor Romero y CA01W; municipios de Santa Tecla, Colón y San Juan Opico, departamento de La Libertad”.....	172
Tabla 37. Sanitarios fijos y portátiles que serán utilizados en la etapa de construcción del proyecto. ....	176
Tabla 38. Manejo propuesto para los residuos sólidos peligrosos. ....	179
Tabla 39. Leyes y reglamentos aplicables al proyecto. ....	188
Tabla 40. Parámetros mínimos de la calidad de aire ambiente. ....	204
Tabla 41. Dispositivos sonoros de vehículos automotres. ....	204
Tabla 42. Niveles máximos de ruido permitidos en zonas residenciales y otros. ....	205
Tabla 43. Área de influencia directa del proyecto. ....	215
Tabla 44. Área de zona de influencia indirecta del proyecto. ....	217
Tabla 45. Material geológico presente en el trazo del proyecto.....	224
Tabla 46. Puntos de muestreo de ruido ambiental. ....	239
Tabla 47. Resultados del nivel de ruido muestreado en la actual carretera. ....	241
Tabla 48. Análisis de nivel de cumplimiento de la medición de ruido ambiental. Abril 2021. ....	242
Tabla 49. Métodos de muestreo utilizados para los parámetros indicados. ....	250
Tabla 50. Puntos de muestreo. ....	251
Tabla 51. Resultados obtenidos del muestreo de calidad de aire ambiental realizado en el proyecto. ....	251
Tabla 52. Inicios y finales de estaciones climáticas en El Salvador. ....	254
Tabla 53. Identificación de cauces y obras de drenaje existentes.....	261
Tabla 54. Estaciones meteorológicas en la región de interés.....	265
Tabla 55. Datos de las cuencas de drenaje. ....	266
Tabla 56. Resultados del método racional de las cuencas de área inferior a 1.5 km <sup>2</sup> . ....	272
Tabla 57. Resultados del método SCS de las cuencas de área superior a 1.5 km <sup>2</sup> .....	273
Tabla 58. Resultados del estudio hidrológico.....	276
Tabla 59. Resultados del estudio hidrológico de los sitios que presentaron socavación. ....	277
Tabla 60. Resultados de simulación para TR = 200 años. ....	281
Tabla 61. Resultados de la Modelación Hidráulica del Cauce 1 TR = 200 años.....	284

Tabla 62. Resultados de la Modelación Hidráulica del Cauce 2 Proyectado (n = 0.030).....	285
Tabla 63. Resultados de la Modelación Hidráulica del Cauce 3 Proyectado (n = 0.025).....	287
Tabla 64. Resultados de laboratorio de las aguas muestreadas de los ríos presentes en el proyecto.....	307
Tabla 65. Especies de flora y número de individuos vegetales (árboles y arbustos) con potencial impacto (afectadas) con la construcción del proyecto. ....	315
Tabla 66. Participación de cada una de las especies vegetales inventariadas y con potencial impacto por el proyecto. ....	318
Tabla 67. Reptiles registrados en los distintos tramos del proyecto. Febrero 2021. ....	324
Tabla 68. Valores de los índices de diversidad de Shannon y de Simpson de las comunidades de aves presentes en el área del proyecto. ....	327
Tabla 69. Avifauna registrada y con posibilidades de ser impactada con la construcción de la carretera. ....	329
Tabla 70. Mamíferos registrados en el proyecto. Febrero 2021. ....	332
Tabla 71. Cantones y población de área de influencia directa. ....	334
Tabla 72. Cantón y población de área de influencia indirecta ....	334
Tabla 73. Actividades económicas y personal ocupado ....	337
Tabla 74. Cantones y caseríos del municipio de Colón. ....	339
Tabla 75. Actividades económicas y personal ocupado ....	340
Tabla 76. Población del municipio de Colón ....	341
Tabla 77. Cantones y caseríos del municipio de San Juan Opico.....	342
Tabla 78. Actividades económicas y personal ocupado ....	345
Tabla 79. Muestra distribuida por cantón y estación.....	347
Tabla 80. Escolaridad según sexo de población de 5 años y más. ....	347
Tabla 81. Población estudiantil en centros escolares según sexo de miembros del hogar. ....	348
Tabla 82. Religión según sexo de miembros del hogar. ....	350
Tabla 83. Enfermedades prevalecientes en miembros de hogares del proyecto. ....	350
Tabla 84. Centros de Salud según área de influencia y sexo de miembros del hogar usuario. ....	351
Tabla 85. Discapacidades en los integrantes del hogar según sexo. ....	352
Tabla 86. Problemas comunitarios identificados según sexo de entrevistados.....	352
Tabla 87. Organizaciones existentes en las comunidades del proyecto. ....	354
Tabla 88. Participación en organizaciones según sexo de miembros del hogar. ....	354
Tabla 89. Ocupación principal según sexo de miembros del hogar. ....	355
Tabla 90. Tipo de negocio según sexo de propietario. ....	356
Tabla 91. Ingresos mensuales según sexo de miembros del hogar.....	357
Tabla 92. Remesas según rango y sexo de receptor en el hogar. ....	357
Tabla 93. Forma de tenencia de la vivienda según sexo de jefatura de hogar. ....	358
Tabla 94. Costo mensual de alquiler/pago a plazos de vivienda según sexo de jefatura de hogar. ....	358
Tabla 95. Forma de abastecimiento de agua en vivienda según sexo de jefatura de hogar. ....	359
Tabla 96. Viviendas con energía eléctrica según sexo de jefatura de hogar. ....	359
Tabla 97. Tipo de servicio sanitario en vivienda según sexo de jefatura de hogar. ....	360
Tabla 98. Hogares por tipo de tratamiento de basura no reciclada según sexo de jefatura de hogar. ....	360
Tabla 99. Recursos utilizados para cocinar según sexo de jefatura de hogar. ....	361
Tabla 100. Servicio e infraestructura social. ....	362
Tabla 101. Tipo de actividad según sexo de miembro del hogar que la realiza. ....	364
Tabla 102. Distribución del tiempo en actividades productivas según sexo de miembro del hogar.....	364
Tabla 103. Actividades comunitarias como porcentaje de horas semanal según sexo de quien la realiza. ....	365
Tabla 104. Necesidades prácticas identificadas por mujeres en el tramo de la estación 13+560 a la estación 18+354 del proyecto. ....	365
Tabla 105. Necesidades prácticas identificadas por mujeres para el tramo de la estación 18+356 a la estación 19+256 del proyecto. ....	366
Tabla 106. Necesidades prácticas identificadas por mujeres para el tramo de la estación 19+256 a la estación 28+321 del proyecto. ....	366
Tabla 107. Intereses Estratégicos identificados por mujeres en la estación 13+560 – 18+354 del proyecto. ....	368

Tabla 108. Intereses Estratégicos identificados por mujeres en la estación 18+356 – 19+256 del proyecto. ....	368
Tabla 109. Intereses Estratégicos identificados por mujeres en la estación 19+256 – 28+321 del proyecto. ....	369
Tabla 110. Riesgos identificados según sexo de entrevistados. ....	370
Tabla 111. Actividades del proyecto “Construcción de Viaducto y Ampliación de Carretera CA01W (Tramos los Chorros), entre autopista Monseñor Romero y CA01W; municipios de Santa Tecla, Colón y San Juan Opico, departamento de La Libertad” .....	378
Tabla 112. Factores ambientales con potencial impacto en el Proyecto .....	380
Tabla 113. Matriz de Interacción del proyecto .....	381
Tabla 114. Impactos ambientales identificados. ....	382
Tabla 115. Actividades a llevar a cabo en la etapa de construcción del Proyecto .....	383
Tabla 116. Actividades a llevar a cabo en la etapa de funcionamiento del proyecto. ....	383
Tabla 117. Matriz de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto .....	385
Tabla 118. Criterios y puntaje utilizados para el cálculo del Índice de Valoración del Impacto Ambiental (IVIA) .....	386
Tabla 119. Parámetros de relevancia para evaluar los impactos ambientales del proyecto .....	386
Tabla 120. Jerarquización de impacto a los factores ambientales evaluados del proyecto .....	386
Tabla 121. Distribución de la ocupación del suelo aledaño al trazo del proyecto .....	387
Tabla 122. Taludes presentes en el proyecto, con posibilidades de perder estabilidad en el suelo. ....	388
Tabla 123. Especies de flora y número de individuos vegetales (árboles y arbustos) con potencial impacto (afectadas) con la construcción del proyecto. ....	390
Tabla 124. Afectaciones del proyecto. ....	396
Tabla 125. Ubicación del tendido eléctrico (postes eléctricos y cableado) que será necesario movilizar. ....	400
Tabla 126. Ubicación del tendido telefónico (postes y cableado) que será necesario movilizar. ....	403
Tabla 127. Ubicación de postes del servicio de cable (postes y cableado) que será necesario movilizar. ....	404
Tabla 128. Pasarelas que resultarán impactadas por el proyecto. ....	405
Tabla 129. Medios de subsistencia con potencialidad de resultar afectados por el proyecto. ....	406
Tabla 130. Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) total en el horizonte de proyección – Escenario 08F (08 carriles) .....	410
Tabla 131. Avifauna registrada y con posibilidades de ser impactada con la construcción de la carretera. ....	412
Tabla 132. Herpetofauna registrada y con posibilidades de ser impactada con la construcción de la carretera. ....	415
Tabla 133. Masto fauna registrada y con posibilidades de ser impactada con la construcción de la carretera. ....	415
Tabla 134. Taludes ensayados en la campaña geotécnica del proyecto. ....	416
Tabla 135. Resultados obtenidos del muestreo de calidad de aire ambiental realizado en el proyecto. ....	419
Tabla 136. Puntos de muestreo. ....	419
Tabla 137. Resultados del nivel de ruido muestreado en la actual carretera. ....	421
Tabla 138. Puntos de muestreo de ruido ambiental. ....	421
Tabla 139. Maquinaria de combustión interna que circulará por el proyecto. ....	423
Tabla 140. Resultados de laboratorio de las aguas muestreadas de los ríos presentes en el proyecto. ....	425
Tabla 141. Accesos (caminos vecinales y propiedades privadas) identificados a los laterales de la actual carretera. ....	428
Tabla 142. Impactos positivos identificados en la evaluación del Proyecto .....	435
Tabla 143. Registro histórico de los principales sismos que sacudieron San Salvador .....	438
Tabla 144. Valoración de Amenaza en función de los parámetros. ....	440
Tabla 145. Grado de vulnerabilidad en función de las capacidades hidráulicas de las obras de drenaje. ....	440
Tabla 146. Valoración SMR para clase de estabilidad de talud. ....	442
Tabla 147. Valoración de amenaza según SMR (modificada para el presente estudio) .....	443
Tabla 148. Valoración de amenaza sísmica. ....	443
Tabla 149. Criterios para considerar amenaza por licuefacción. ....	444
Tabla 150. Grado de amenaza volcánica. ....	444
Tabla 151. Amenaza por Tsunamis. ....	445
Tabla 152. Clases de vulnerabilidad. ....	446

Tabla 153. Matriz valoración del riesgo según Mora-Varson.....	446
Tabla 154. Grado de Amenaza hidráulica en ODM y tuberías. ....	446
Tabla 155. Grado de Vulnerabilidad en ODM y tuberías. ....	447
Tabla 156. Matriz de Riesgos para ODM y tuberías. ....	448
Tabla 157. Matriz de Riesgos residual para ODM y tuberías. ....	449
Tabla 158. Análisis de taludes naturales y de relleno.....	451
Tabla 159. Matriz de riesgo por deslizamiento en taludes.....	451
Tabla 160. Matriz de evaluación de la amenaza por caída de rocas, redactada según el método SMR.....	452
Tabla 161. Resumen de daños ocasionados por caídas de rocas en carretera.....	453
Tabla 162. Resultado de la evaluación del riesgo asociado a caída de rocas. ....	453
Tabla 163. Resultado de la evaluación del riesgo residual asociado a caída de rocas. ....	454
Tabla 164. Valoración de amenaza sísmica. ....	455
Tabla 165. Matriz valoración de vulnerabilidad debido a fallamiento geológico. ....	456
Tabla 166. Matriz valoración de vulnerabilidad debido a fallamiento geológico para cada tramo de carretera. ....	456
Tabla 167. Matriz de riesgos debido a fallamiento geológico. ....	457
Tabla 168. Resumen de aceleraciones con $\xi = 5\%$ obtenido del PSHA para el punto de control, Suelo tipo B ( $V_{s30} \geq 760$ m/s). ....	458
Tabla 169. Matriz de riesgos en estructuras. ....	458
Tabla 170. Posibles flujos de Lahar sobre los ríos y quebradas provenientes del volcán de San Salvador, según simulaciones del MARN. ....	463
Tabla 171. Matriz de vulnerabilidad volcánica debido a flujo de piroclastos en carretera. ....	463
Tabla 172. Matriz de vulnerabilidad volcánica debido a flujo de escombros en carretera. ....	464
Tabla 173. Matriz de riesgos volcánico debido a flujo piroclástico. ....	464
Tabla 174. Matriz de riesgos volcánico debido a flujo de escombros.....	465
Tabla 175. Resumen del Plan de Contingencia para el Proyecto.....	467
Tabla 176. Resumen institucional relacionado con atención a emergencias ante eventos relacionados con amenazas naturales. ....	468
Tabla 177. Alternativas analizadas en el proyecto, inversión y rentabilidad.....	473
Tabla 178. Parámetros geométricos del diseño final. ....	474
Tabla 179. Resultados de Análisis Económico para Alternativas Seleccionada. ....	478
Tabla 180. Relaciones Beneficio/Costo para Alternativas analizadas. ....	478
Tabla 181. Medidas ambientales propuestas para el proyecto.....	482
Tabla 182. Inversión de la medida ambiental.....	489
Tabla 183. Inversión propuesta para el desarrollo de la campaña de concientización ambiental para el proyecto. ....	495
Tabla 184. Contenido del botiquín de primeros auxilios. ....	503
Tabla 185. Línea base de calidad del agua del proyecto.....	506
Tabla 186. Parámetros y límites máximos permisibles que serán monitoreados en la medida ambiental. ....	507
Tabla 187. Inversión a realizar en el monitoreo de la calidad de las aguas de los ríos y piletas del sector del turicentro Los Chorros, para prevenir alteraciones físico, químico y biológicas. ....	508
Tabla 188. Línea base y valores máximos permitidos para la calidad del aire.....	511
Tabla 189. Inversión a realizar en el monitoreo de la calidad del aire (hidrocarburos (HC), dióxido de carbono ( $CO_2$ ), monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno ( $NO_2$ ), dióxido de azufre ( $SO_2$ )).....	512
Tabla 190. Resultado de la medición de ruido ambiental (dBA). Marzo de 2021.....	514
Tabla 191. Inversión a realizar en el monitoreo de ruido. ....	515
Tabla 192. Línea base de la medición de la calidad del aire efectuada en el proyecto. ....	517
Tabla 193. Inversión en el programa de humectación y en el monitoreo de material particulado.....	519
Tabla 194. Empresas recicladoras de desechos sólidos comunes y desechos peligrosos. ....	522
Tabla 195. Inversión para el manejo de los desechos sólidos comunes y peligrosos. ....	523
Tabla 196. Parámetros que involucra el análisis intermedio del agua para consumo humano.....	525
Tabla 197. Inversión en la dotación de agua para consumo humano a los trabajadores del proyecto.....	525
Tabla 198. Inversión a realizar en la implementación de sanitarios portátiles en los frentes de trabajo.....	528

Tabla 199. Ubicación de las canaletas de drenaje y de las cajas de rebalse en el proyecto. ....	529
Tabla 200. Inversión a realizar en el manejo de la escorrentía superficial. ....	531
Tabla 201. Estructuras consideradas que pueden cumplir la función de pasos de fauna terrestre en el proyecto. ....	535
Tabla 202. Estructuras de drenaje, que pueden cumplir la función de pasos para reptiles. ....	537
Tabla 203. Inversión a realizar en la señalización para prevenir daños a la fauna y avifauna. ....	537
Tabla 204. Taludes de corte que serán conformados y revegetados. ....	539
Tabla 205. Análisis de costos unitarios de establecimiento del zacate barrenillo (Cynodon dactylon). ....	540
Tabla 206. Costo total de protección de los taludes de corte. ....	541
Tabla 207. Áreas que serán revegetadas en el proyecto. ....	542
Tabla 208. Análisis de costos unitarios de establecimiento de grama común y zacate vetiver. ....	543
Tabla 209. Costo total de protección de las zonas desnudas con grama común y zacate vetiver. ....	543
Tabla 210. Ubicación de las pasarelas y paradas de buses en el proyecto. ....	546
Tabla 211. Accesos (caminos vecinales y propiedades privadas) identificados en el proyecto. ....	549
Tabla 212. Inversión de la medida ambiental. ....	553
Tabla 213. Compensación ambiental por tala de árboles a efectuar en el proyecto. ....	555
Tabla 214. Total, de arbustos que resultarán afectados (talados). ....	556
Tabla 215. Costos de la compensación ambiental del proyecto. ....	557
Tabla 216. Especies de árboles a plantar en el ANP San Lorenzo. ....	564
Tabla 217. Especies de árboles a plantar en el ANP Talcualuya. ....	565
Tabla 218. Especies a plantar en el perímetro de las Áreas Naturales protegidas. ....	567
Tabla 219. Inversión en las acciones a implementar en las Áreas Naturales Protegidas. ....	569
Tabla 220. Ubicación y descripción de los monumentos religiosos identificados en el proyecto. ....	571
Tabla 221. Análisis de costos unitarios para remoción de monumentos. ....	571
Tabla 222. Análisis de costos unitarios para la reinstalación de los monumentos. ....	571
Tabla 223. Inversión total en la medida ambiental. ....	571
Tabla 224. Empresas que se dedican al reciclaje, reúso o tratamiento final de desechos sólidos comunes y peligrosos. ....	578
Tabla 225. Inversión a ejecutar en la medida ambiental. ....	581
Tabla 226. Inversión a realizar en el manejo ambiental del sitio de disposición final de material excedente propuesto y sin permiso ambiental. ....	584
Tabla 227. Inversión a ejecutar en el cierre ambiental de la etapa de construcción. ....	588
Tabla 228. Análisis de costos unitarios del mantenimiento del zacate barrenillo. ....	591
Tabla 229. Costo total de mantenimiento de los taludes de corte. ....	591
Tabla 230. Análisis de costos unitarios del mantenimiento para la grama común y el zacate vetiver. ....	593
Tabla 231. Costo total de mantenimiento de la revegetación del proyecto. ....	594
Tabla 232. Inversión a realizar en reforestación y brechas conraíncendios. ....	597
Tabla 233. Inversión a realizar en el monitoreo de ruido en la etapa de funcionamiento del proyecto. ....	599
Tabla 234. Inversión en el mantenimiento de los derramaderos, drenajes y pasos de fauna terrestre del proyecto. ....	600
Tabla 235. Inversión total del Programa de Manejo Ambiental del Proyecto. Etapa de Ubicación y Construcción. ....	602
Tabla 236. Inversión total del Programa de Manejo Ambiental del Proyecto. Etapa de Funcionamiento. ....	604
Tabla 237. Inversión total del Programa de Manejo Ambiental (afianzado). ....	604
Tabla 238. Cuadro resumen de Programa de Manejo Ambiental (PMA). Etapa de ubicación y construcción. ....	605
Tabla 239. Cuadro resumen del Programa de Manejo Ambiental. Etapa de Funcionamiento. ....	617
Tabla 240. Puntos donde las pasarelas y paradas de buses serán construidas en el proyecto. ....	644
Tabla 241. Cuadro resumen de aplicación del Plan de Monitoreo Ambiental. Etapa de Ubicación y Construcción. ....	663
Tabla 242. Cuadro resumen de aplicación del Plan de Monitoreo Ambiental. Etapa de Funcionamiento. ....	675
Tabla 243. Cronograma de ejecución del Programa de Manejo Ambiental. Etapa de Ubicación y Construcción. ....	677

Tabla 244. Cronograma de ejecución del Programa de Manejo Ambiental. Etapa de Funcionamiento. ....	681
Tabla 245. Cronograma de ejecución del monitoreo ambiental. Etapa de Ubicación y Construcción. ....	682
Tabla 246. Cronograma de ejecución del Monitoreo Ambiental. Etapa de Funcionamiento. ....	689
Tabla 247. Magnitud de la consecuencia de los riesgos identificados. ....	692

## Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Esquema de ubicación de tramos. ....	84
Ilustración 2. Sección típica general Alternativa 1. ....	86
Ilustración 3. Intercambiador (estación 16+100) Alternativa 1. ....	87
Ilustración 4. Parque Alternativa 1. ....	88
Ilustración 5. Sección típica viaducto Alternativa 1. ....	90
Ilustración 6. Dispositivo P.K. 19+600 Alternativa 1. ....	91
Ilustración 7. Sección típica Intercambiador Colón Alternativa 1. ....	92
Ilustración 8. Dispositivo P.K. 26+100 Alternativa 1. ....	93
Ilustración 9. Sección Típica general Alternativa 2. ....	94
Ilustración 10. Intercambiador P.K. 16+100 Alternativa 2. ....	95
Ilustración 11. Parque Alternativa 2. ....	96
Ilustración 12. Sección Típica Viaducto Alternativa 2. ....	97
Ilustración 13. Dispositivo P.K. 19+600 Alternativa 2. ....	98
Ilustración 14. Sección típica Intercambiador Colón Alternativa 2. ....	99
Ilustración 15. Dispositivo P.K. 26+100 Alternativa 2. ....	99
Ilustración 16. Intercambiador Colón, rotonda en desnivel. ....	101
Ilustración 17 - Intercambiador Colón, paso bajo el Viaducto Los Chorros. ....	102
Ilustración 18. Intercambiador Colón, Viaducto sobre la carretera. ....	103
Ilustración 19. Imagen satelital de la ubicación del proyecto. ....	107
Ilustración 20. Esquema general de trazado de las poligonales. ....	108
Ilustración 21. Obras de drenaje longitudinal. ....	113
Ilustración 22. Sección típica general. ....	115
Ilustración 23. Intercambiador P.K. 16+100. ....	116
Ilustración 24. Parque Recreativo Los Chorros. ....	117
Ilustración 25. Puente Los Guarumos. ....	118
Ilustración 26. Sección típica del viaducto. ....	119
Ilustración 27. Intercambiador P.K. 19+640. ....	120
Ilustración 28. Características geométricas de la sección tipo Tramo III (segmento 22+040 – 28+204.76). ....	121
Ilustración 29. Intercambiador P.K. 26+000. ....	121
Ilustración 30. Señales verticales tipo temporales que serán utilizadas en el proyecto. ....	124
Ilustración 31. Carretera rural, altura libre 2.00 m para señales preventivas y reglamentarias. ....	126
Ilustración 32. Carretera urbana, altura libre 2.10 m para señales preventivas y reglamentarias. ....	126
Ilustración 33. Carretera urbana, altura libre 2.10 m para señales informativas. ....	127
Ilustración 34. Altura libre 5.50 m para señales informativas elevadas. ....	127
Ilustración 35. Dimensiones y características de vialetas. ....	130
Ilustración 36. Detalle típico de rampa tipo I. ....	135
Ilustración 37. Detalle típico de rampa tipo II. ....	136
Ilustración 38. Detalle típico de rampa tipo III. ....	136
Ilustración 39. Detalle típico de rampa tipo IV. ....	137
Ilustración 40. Detalle de piso táctil. ....	138
Ilustración 41. Detalle típico de acera bajada en cruce. ....	138
Ilustración 42. Detalle señalización en cruce de peatones en vías secundarias. ....	140
Ilustración 43. Detalle señalización complementaria parada obligatoria. ....	140
Ilustración 44. Detalle típico de las pasarelas. ....	142
Ilustración 45. Mirador Los Guarumos. ....	144

Ilustración 46. Mirador Los Chorros. ....	144
Ilustración 47. Detalle de elevación de paradas de buses. ....	145
Ilustración 48. Detalle de sección de la cubierta de las paradas de buses. ....	146
Ilustración 49. Detalle de zona de descanso para ciclistas 1. ....	147
Ilustración 50. Detalle de zona de descanso para ciclistas 2. ....	147
Ilustración 51. Detalle de zona de descanso para transportistas 1. ....	148
Ilustración 52. Detalle de zona de descanso para transportistas 2. ....	148
Ilustración 53. Detalle del sistema de iluminación para el proyecto (lateral derecho). ....	150
Ilustración 54. Sitios de disposición final de material excedente propuestos. ....	152
Ilustración 55. Condiciones actuales del banco de materiales La Cantera S.A de C.V. Coordenadas 13°29'26.25"N y 89°17'29.85"O. ....	155
Ilustración 56. Sitios propuestos para planteles. ....	159
Ilustración 57. Sitios propuestos para planteles. ....	159
Ilustración 58. Instalaciones de la planta dosificadora de concreto hidráulico Holcim. ....	160
Ilustración 59. Ubicación de la planta de concreto asfáltico cercana al proyecto. ....	160
Ilustración 60. Presentación del área de Ingeniería del proyecto. ....	163
Ilustración 61. Presentación del Área Ambiental del proyecto. ....	163
Ilustración 62. Presentación del Área Social del Proyecto. ....	164
Ilustración 63. El Ingeniero Alex Guardado, presentó lo relacionado al área del PAR. ....	164
Ilustración 64. Ubicación del proyecto. ....	171
Ilustración 65. Fuente de abastecimiento de agua para humectaciones, proveniente del sector del turicentro Los Chorros. ....	175
Ilustración 66. Fuente de abastecimiento de agua para humectaciones, proveniente del río Los Chorros. ....	175
Ilustración 67. Área de influencia directa del proyecto. ....	216
Ilustración 68. Área de influencia indirecta del proyecto. ....	217
Ilustración 69. Toba freato magmática o surge. ....	220
Ilustración 70. Estrato de cenizas volcánicas (s4) ....	221
Ilustración 71. Toba café. ....	222
Ilustración 72. Epiclastita o aglomerado volcánico. ....	223
Ilustración 73. Río Los Chorros en las cercanías del Poliedro (Estación 8+300). ....	230
Ilustración 74. Grupos de suelos presentes en el área de influencia del proyecto. ....	234
Ilustración 75. Clases de suelos presentes en el área de influencia del proyecto. ....	236
Ilustración 76. Rangos de pendientes en el área de influencia del proyecto. ....	237
Ilustración 77. Distribución del uso actual del suelo aledaño al actual trazo. ....	238
Ilustración 78. Puntos de muestreo de ruido ambiental. ....	240
Ilustración 79. Dispersión del ruido. ....	243
Ilustración 80. Puntos. Dispersión del ruido con receptores a diferentes niveles. ....	244
Ilustración 81. Sitio de ubicación de muestras subdivisión 1. ....	244
Ilustración 82. Ejemplo de sitio de ubicación de muestras subdivisión 2. ....	245
Ilustración 83. Ejemplo de sitio de ubicación de muestras subdivisión 3. ....	246
Ilustración 84. Ejemplo de sitio de ubicación de muestras Subdivisión 4. ....	247
Ilustración 85. Ejemplo de sitio de ubicación de muestras Subdivisión 5. ....	248
Ilustración 86. Ejemplo de sitio de ubicación de muestras Subdivisión 6. ....	249
Ilustración 87. Puntos de muestreo llevados a cabo en campo. ....	251
Ilustración 88. Altura sobre el nivel del mar del trazo del proyecto. ....	253
Ilustración 89. Mapa de zonas climáticas de El Salvador. ....	254
Ilustración 90. Temperatura, estación meteorológica de Santa Tecla. ....	255
Ilustración 91. Precipitación, Estación Meteorológica de Santa Tecla. ....	256
Ilustración 92. Humedad relativa. Estación Meteorológica de Santa Tecla. ....	256
Ilustración 93. Viento (Velocidad media y rumbo dominante), Estación Meteorológica de Santa Tecla. ....	257
Ilustración 94. Mapa de regiones hidrográficas de El Salvador. ....	258
Ilustración 95. Área del proyecto y delimitación de cuencas. ....	259



Ilustración 96. Hidrografía y cuencas de la región del estudio.....	260
Ilustración 97. Sitios de las obras de drenaje existentes .....	261
Ilustración 98. Estaciones meteorológicas.....	262
Ilustración 99. Datos de la Estación San Andrés.....	263
Ilustración 100. Datos de la Estación Santa Tecla.....	264
Ilustración 101. Polígonos de Thiessen para las estaciones meteorológicas identificadas .....	265
Ilustración 102. Simulación del estudio hidrológico de las cuencas de área superior a 1.5 km <sup>2</sup> .....	274
Ilustración 103. Simulación del estudio hidrológico de las cuencas que contribuyen al Viaducto.....	275
Ilustración 104. Simulación del estudio hidrológico de las cuencas que contribuyen al Cauce 1.....	276
Ilustración 105. Ubicación del Viaducto diseñado.....	278
Ilustración 106. Visualización 3D de la región del Viaducto con la línea de agua calculada.....	280
Ilustración 107. Ubicación del Cauce 1 .....	284
Ilustración 108. Ubicación del Cauce 2 .....	285
Ilustración 109. Ubicación del Cauce 3.....	286
Ilustración 110. Diseño del Cauce 3 y conexión con la ODM1 Existente .....	287
Ilustración 111. Detalle típico de cajas y dimensiones.....	291
Ilustración 112. Detalle y dimensiones del cabezal tipo A .....	292
Ilustración 113. Detalle y dimensiones del cabezal tipo B .....	292
Ilustración 114. Detalle y dimensiones del cabezal tipo C .....	294
Ilustración 115. Secciones de Canaletas para el Viaducto .....	295
Ilustración 116. Sección de Cuneta.....	296
Ilustración 117. Secciones de Canaletas Trapezoidales .....	296
Ilustración 118. Secciones de Canaletas Rectangulares.....	297
Ilustración 119. Detalle y ejemplos de dimensiones del derramadero.....	298
Ilustración 120. Sección de la plataforma en tramo tangente .....	299
Ilustración 121. Sección de la plataforma en tramo curvo .....	299
Ilustración 122. Barrera con dos aberturas de 0.75 m de longitud y 0.10 m de altura .....	300
Ilustración 123. Tipo de protección en pilas, en todo el ancho del cauce.....	302
Ilustración 124. Tipo de protecciones locales en pilas.....	303
Ilustración 125. Protección local en pilas mediante bloques prefabricados de concreto.....	304
Ilustración 126. Protección local en pilas mediante tablestacas .....	305
Ilustración 127. Puntos de muestreo de calidad del agua realizados en el proyecto.....	306
Ilustración 128. Zonas de Vida presentes en el proyecto.....	310
Ilustración 129. Zonas de Vida presentes en el proyecto.....	311
Ilustración 130. Estacionalidad de las aves silvestres registradas en el proyecto.....	325
Ilustración 131. Agrupación por el uso de hábitat de las aves silvestres registradas en el proyecto.....	326
Ilustración 132. Agrupación de los gremios alimenticios de las aves silvestres registradas en el proyecto.....	326
Ilustración 133. División político-administrativa de Santa Tecla.....	335
Ilustración 134. Paisaje de la zona montañosa del proyecto.....	375
Ilustración 135. Paisaje de las zonas con desarrollo en el proyecto.....	376
Ilustración 136. Distribución del uso actual del suelo aledaño al actual trazo.....	388
Ilustración 137. Taludes de corte con potencial vulnerabilidad a fenómenos erosivos.....	389
Ilustración 138. Taludes presentes en el proyecto, con posibilidades de erosionarse.....	390
Ilustración 139. Ejemplo de vegetación que resultará afectada con el proyecto.....	394
Ilustración 140. Ejemplo de vegetación con potencialidad de ser impactada con la ampliación con el proyecto.....	394
Ilustración 141. Zonas de potenciales cambios en la hidrología superficial.....	395
Ilustración 142. Zonas de ampliación para alcanzar el ancho de la plataforma.....	396
Ilustración 143. Piletas de acopio de agua proveniente de fuentes subterráneas, sector del turicentro Los Chorros.....	397
Ilustración 144. Pileta de acopio de agua proveniente de fuentes subterráneas, sector del turicentro Los Chorros y punto de llenado de los camiones cisternas.....	398

Ilustración 145. Caseta existente en donde se encuentran estructuras de acopio de agua proveniente de fuentes subterráneas del sector del turicentro Los Chorros. ....	398
Ilustración 146. Zona de drene de agua ubicado bajo pavimento existente y punto de abastecimiento de agua donde cargan los camiones cisternas. ....	399
Ilustración 147. Planta de acopio y bombeo de ANDA, ubicada en el lateral izquierdo del proyecto, estación 16+900. ....	399
Ilustración 148. Servicios públicos que será necesario su movilización. ....	405
Ilustración 149. Algunas de las pasarelas que serán removidas y reinstaladas bajo mejoras. ....	406
Ilustración 150. Ejemplo de presencia de medios de subsistencia aledaños a la carretera, con potencialidad de resultar impactado por el proyecto. ....	407
Ilustración 151. Ejemplo de negocios aledaños a la carretera, con potencialidad de resultar impactado por el proyecto. ....	408
Ilustración 152. Ejemplo de presencia de algunas empresas que generan trabajo a lugareños. ....	408
Ilustración 153. Ejemplos de tráfico y su saturación en la actual carretera. ....	411
Ilustración 154. Zona del proyecto con mayor potencialidad de alteración de hábitat y ecosistemas. ....	416
Ilustración 155. Ejemplo de taludes presentes en el proyecto con potencialidad de generar pérdidas de estabilidad geológica. ....	417
Ilustración 156. Ejemplo de taludes con alguna vulnerabilidad a pérdidas de estabilidad geológica. ....	417
Ilustración 157. Ejemplo de taludes presentes en el proyecto que presentan alguna vulnerabilidad a pérdidas de estabilidad geológica. ....	418
Ilustración 158. Puntos de muestreo llevados a cabo en campo. ....	420
Ilustración 159. Puntos de muestreo llevados a cabo en campo. ....	422
Ilustración 160. Zona de influencia del viaducto con posibilidades de impacto en el lecho del río. ....	424
Ilustración 161. Zona de posible prolongación de obras de drenaje mayor, con posibilidades de impacto en el lecho de ríos. ....	424
Ilustración 162. Puntos de muestreo de calidad del agua realizados en el proyecto. ....	426
Ilustración 163. Ejemplo de acceso a comunidades aledañas a la carretera. ....	430
Ilustración 164. Ejemplo de acceso a propiedades privadas aledañas a la carretera. ....	430
Ilustración 165. Sitios en donde los lugareños conviven en sus actividades cotidianas. ....	431
Ilustración 166. Ejemplo de sitios en donde se han identificado recuerdos mortuorios. ....	431
Ilustración 167. Vistas actuales del paisaje en el inicio del proyecto en dirección norte. ....	434
Ilustración 168. Vistas actuales del paisaje en zonas antropizadas. ....	434
Ilustración 169. Visualidad de las zonas actuales aledañas al proyecto. ....	435
Ilustración 170. Extracto de mapa de multiamenazas, susceptibilidad a inundaciones. ....	450
Ilustración 171. Mapa de inundación por Tsunamis, recuadro morado zona de estudio. ....	459
Ilustración 172. Escenarios de flujos piroclásticos y afectación directa en la zona del proyecto. ....	460
Ilustración 173. Escenarios de oleada de piroclastos; afectación directa en la zona del proyecto. ....	461
Ilustración 174. Escenarios de simulación de flujo lahar, afectación directa en la zona. ....	462
Ilustración 175. Ejemplo de esquema básico de los rótulos que puede ser retomado. ....	493
Ilustración 176. Control de tráfico en las zonas de trabajo. ....	497
Ilustración 177. Banderillas de color rojo. ....	499
Ilustración 178. Conos reflectivos. ....	499
Ilustración 179. Barriles reflectivos. ....	500
Ilustración 180. Vista del río Colón, quebrada El Guarumal o río Los Chorros. ....	505
Ilustración 181. Aspecto del río Belén y del río Agua Amarilla. ....	505
Ilustración 182. Aspecto del agua de las piletas de acopio provenientes del turicentro Los Chorros. ....	506
Ilustración 183. Pipas con rociadores para humectación del proyecto y zonas aledañas. ....	516
Ilustración 184. Fuente de abastecimiento de agua para humectaciones, proveniente del sector del turicentro Los Chorros. ....	517
Ilustración 185. Fuente de abastecimiento de agua para humectaciones, proveniente del río Los Chorros. ....	518
Ilustración 186. Ejemplo de basureros. ....	522
Ilustración 187. Ejemplo de sanitarios portátiles y proceso de limpieza. ....	527

Ilustración 188. Ejemplo de caja de rebalse (izquierda) y canal de drenaje (derecha). .....	530
Ilustración 189. Especies faunísticas (terrestre y avifauna) amenazadas identificadas en el proyecto. ....	534
Ilustración 190. Señalización vertical permanente para prevenir daños a la fauna. ....	535
Ilustración 191. Esquema de paso de fauna terrestre en obras de drenaje mayor. ....	536
Ilustración 192. Sector del proyecto, entre la estación 18+354 y la estación 19+256. ....	536
Ilustración 193. Ejemplos de zonas revegetadas con grama común y zacate vetiver. ....	543
Ilustración 194. Diseño de pasarela tipo. ....	546
Ilustración 195. Estructuras de acopio y bombeo de agua procedente del sector del turicentro Los Chorros. ....	552
Ilustración 196. Pileta de acopio de agua proveniente de fuentes subterráneas (sector del turicentro Los Chorros). .....	553
Ilustración 197. Área Natural Protegida San Lorenzo. ....	558
Ilustración 198. Área Natural Protegida San Andrés. ....	559
Ilustración 199. Área Natural Protegida Cráter Volcán de San Salvador. ....	560
Ilustración 200. Área Natural Protegida Talcualuya. ....	561
Ilustración 201. Ejemplo de reforestación perimetral. ....	567
Ilustración 202. Sitios propuestos para planteles. ....	573
Ilustración 203. Sitios propuestos para planteles. ....	573
Ilustración 204. Sitios de disposición final de material excedente propuestos. ....	583

## 1 INTRODUCCIÓN

El Proyecto "ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑO FINAL DEL PROYECTO 7215: "Construcción de Viaducto y Ampliación de Carretera CA01W (Tramo Los Chorros), entre Autopista Monseñor Romero y CA01W; municipios de Santa Tecla, Colón y San Juan Opico, departamento de La Libertad", contiene entre sus alcances la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental.

El proyecto se ubica en la ruta CA01W desde el kilómetro 13+560 sector de las Delicias del municipio de Santa Tecla, hasta el entronque del desvío conocido como de Opico, kilómetro 28+321, municipio de San Juan Opico, incluyendo la construcción de un viaducto en el costado Sur de la CA01W, desde la estación 18+354 hasta la estación 19+256 (0.902 km aproximadamente de longitud), punto de intersección con el acceso al municipio de Colón (zona urbana).

El diseño final propone el análisis de la ampliación de la actual carretera a ocho (8) carriles desde el inicio del proyecto (estacionamiento 13+560), hasta el intercambiador conocido como el poliedro (Estación 22+060), incluyendo el viaducto y luego ampliación a seis (6) carriles hasta el entronque del desvío de Opico, kilómetro 28+321.

La construcción del proyecto consistirá en la ampliación de un tramo de 14.761 km, con un ancho propuesto de 3.65 m por carril, un separador central formado por una barrera tipo New Jersey de 0.60 m de ancho y hombros internos de 1.00 m a cada lado de la barrera, conformando un ancho total de 2.60 m.

En los extremos de cada lateral, se han proyectado hombros de 2.50 m y una ciclo ruta de 1.50 m (en lado derecho de la vía) separados por un espacio de 0.60 m de los hombros, en la parte más externa se ha considerado un espacio adicional de 0.50 m para una banquina en donde se tiene dispuesto la colocación de la señalización vertical en sectores definidos como poblados o de alto índice de afluencia de peatones que caminan al lateral de la carretera, finalmente se ha considerado un espacio adicional de 1.50 m para alojar el drenaje longitudinal que drene la escorrentía superficial de la plataforma.

Para llevar a cabo el Estudio de Impacto Ambiental, se ha realizado un diagnóstico de los factores físicos, bióticos y socioeconómicos del área de influencia del proyecto y las repercusiones en las áreas adyacentes, producto de las actividades que conlleva la construcción de la obra vial, así como también sobre el Plan de Acción de Reasentamientos (PAR).

En tal sentido, se ha analizado cada uno de los componentes de los factores físicos, bióticos, socioeconómicos y del PAR, con la finalidad de evaluarlos y generar un Programa de Manejo Ambiental, con medidas que atenúen, prevengan, mitiguen o compensen los impactos adversos resultantes durante el desarrollo de las diferentes etapas que conllevará el proyecto.

## 2 TITULO Y AUTORES.

El Consorcio Geométrica Engenharia de Projetos LTDA., Concremat Engenharia e Tecnologia S.A., fue seleccionada para desarrollar el Estudio de Factibilidad y Diseño Final del Proyecto 7215: “Construcción de Viaducto y Ampliación de Carretera CA01W (Tramos los Chorros), entre autopista Monseñor Romero y CA01W; municipios de Santa Tecla, Colón y San Juan Opico, departamento de La Libertad”, que en sus alcances conlleva la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental.

El Consorcio Geométrica Engenharia de Projetos LTDA., Concremat Engenharia e Tecnologia S.A., es de origen Brasileño, con Sucursal en El Salvador y una amplia experiencia en Estudios y Diseños de proyectos.

Para el desarrollo del Estudio de Impacto Ambiental, se ha contado con un equipo multidisciplinario de profesionales nacionales e internacionales, según el siguiente detalle: **MSc. Ing. Gilberto Sandoval Brizuela** – Líder de equipo/Especialista Ambiental; **Lic. José Nilton Menjivar** – Biologo, Especialista Ambiental; **Lic. Carlos Alberto Cáceres Rosales** – Botánica; **Felipe Franco** – Ornitólogo; **Lic. Romy Vanessa Hércules** – Abogada y Notaria; **Lic. Miguel Miranda** – Especialista en el Área Social; **MSc. Ing. Mildred de los Angeles Mendoza Escobar** – Calidad del Aire Ambiental; **Lic. Alex Dagoberto Molina García** – Especialista en Análisis Económico; **Ing. Carlos Aguilar** – Geología.

Finalmente, el titular del proyecto es el Ministerio de Obras Públicas y de Transporte del Gobierno de El Salvador, representado por el Señor Ministro.

### Representante Legal del Titular

---

**Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera**  
 Ministro de Obras Públicas y de Transporte  
 Representante Legal.

A continuación se presenta el cuadro con el nombre de los miembros del equipo, su número de inscripción del Registro de Prestadores de Servicios Ambientales, el área en la que cada uno participó y su firma.

Nombre del profesional.	RPSEA-MARN.	Area de participacion profesional.	Firma.
<b>Gilberto Sandoval Brizuela.</b>  Ingeniero Agrónomo. MSc. Economía en Medio Ambiente y Recursos Naturales.	0434.	Líder de equipo/ Especialista Ambiental.	
<b>José Nilton Menjívar.</b>  Licenciado en Biología Master en Medio Ambiente y Recursos Naturales.	0395.	Biólogo Ambiental.	
<b>Mildred de los Angeles Mendoza Escobar.</b>  Ingeniera Química. Master en Gestión del Medio Ambiente.	710.	Calidad del Aire Ambiental.	
<b>Carlos Alberto Cáceres Rosales.</b>  Licenciado en Biología.	-	Botánico.	
<b>Felipe Franco.</b>  Licenciado en Biología	-	Ornitólogo.	
<b>Romy Vanessa Hércules.</b>  Licenciada en Ciencias Jurídicas.	-	Abogada y Notaria.	

<b>Nombre del profesional.</b>	<b>RPSEA-MARN.</b>	<b>Area de participacion profesional.</b>	<b>Firma.</b>
<b>Miguel Miranda.</b> Licenciado en Sociología.	-	Especialista en el Área Social.	
<b>Alex Dagoberto Molina García.</b> Licenciado en Economía	-	Análisis Económico.	
<b>Carlos Aguilar.</b> Ingeniero Civil.	-	Geología.	

En el Apéndice 1, se presentan las hojas de prestadores de servicios ambientales del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN).

### 3 RESUMEN EJECUTIVO.

El Consorcio Geométrica Engenharia de Projetos LTDA., Concremat Engenharia e Tecnologia S.A., fue seleccionada para desarrollar el Estudio de Factibilidad y Diseño Final del Proyecto 7215: “Construcción de Viaducto y Ampliación de Carretera CA01W (Tramos los Chorros), entre autopista Monseñor Romero y CA01W; municipios de Santa Tecla, Colón y San Juan Opico, departamento de La Libertad”, que en sus alcances conlleva la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental.

El proyecto inicia en el estacionamiento 13+560 finalizando en el desvío del municipio de San Juan Opico, estacionamiento 28+321, debido a la naturaleza del terreno y del tipo de infraestructura que será desarrollada, estratégicamente el proyecto se ha dividido en tres tramos, siendo los siguientes: Tramo I: estacionamiento 13+560-estacionamiento 18+354, Tramo II: estacionamiento 18+354-estacionamiento 19+256 y Tramo III: estacionamiento 19+256- estacionamiento 28+321.

El Tramo I, será una ampliación de la actual carretera a 8 carriles (4 por sentido vial) y se caracteriza por encontrarse en un terreno montañoso, especialmente fincas cafetaleras, el cual inicia en la intersección con el Boulevard Oscar Arnulfo Romero y finaliza en las proximidades del turicentro Los Chorros (Talleres TADISA), luego parte el Tramo II en el cual será emplazado un viaducto desplazándose al lateral izquierdo de la actual carretera para prevenir riesgos generados por desprendimientos de la montaña cercana en la actual vía.

El Tramo II finaliza a la altura de ciudad Colón, para iniciar el Tramo III que sigue la actual ruta en forma ampliada a 8 carriles (4 por sentido vial) hasta el derivador hacia Sonsonate conocido como El Poliedro, para luego convertirse en seis carriles (3 por sentido vial) hasta el final del proyecto, en donde se ha finalizado una rotonda que marca el inicio del Boulevard Claudia Lars.

El proyecto en su totalidad contempla 3 retornos y el acceso a la ciudad de Colón, así como las obras de drenaje mayor y menor, las cuales han sido evaluadas de acuerdo a la nueva carga hidráulica y mejoradas en los casos necesarios.

La carretera actualmente en diseño, tiene el propósito de mejorar la fluidez por medio de la conectividad directa que existe entre la zona central y occidental del país, bajo una alternativa de diseño inclusiva, generando mejores condiciones de movilidad entre la zona central y occidental del país, consideradas como de mayor tráfico y comercio, siendo de las principales carreteras del país, por donde se tiene el principal acceso a la ciudad capital de El Salvador.

Tomando en cuenta la dinámica tanto poblacional como económica en el proyecto, la viabilidad legal, ambiental y social, los riesgos naturales y el nivel de servicio que actualmente proporciona la carretera actual, así como el congestionamiento que se genera en horas pico en la CA:1 y CA:8 en el sector del cantón Lourdes, Poliedro, Los Chorros, acceso a la ciudad



de Santa Tecla y zonas aledañas, se justifica la necesidad de construir el viaducto y ampliar la actual carretera, la cual pondrá en mayor vigor el desarrollo económico y social incrementando la demanda de servicios, la generación de empleo y la reducción de riesgos especialmente en la zona conocida como Los Chorros.

Durante el desarrollo del estudio de factibilidad fueron analizadas dos alternativas de diseño del proyecto de acuerdo a los estudios de apoyo, como lo fue la geotecnia, estudio de tráfico, estudio de riesgos, medio ambiente, socioeconomía de la zona de influencia y la afectación de terrenos aledaños, entre otros. La primera alternativa consistió en una ampliación de la actual carretera a seis carriles (3 carriles por sentido vial), considerándose igual para el viaducto y la segunda alternativa consistió en ampliar la actual carretera a ocho carriles (4 por sentido vial) y de igual forma el viaducto. Por parte del Ministerio de Obras Públicas y de Transporte fue aprobada tomando de base los estudios de respaldo presentados por el Consultor una alternativa que ha combinado una ampliación a ocho carriles (4 por sentido vial) desde el inicio del proyecto hasta el derivador hacia Sonsonate que incluye también el viaducto, luego seis carriles (3 por sentido vial) hasta el final del proyecto, sobre la cual se ha realizado el diseño final que contempla ciclovía, obras de drenaje mayor y menor, pasarelas, bahías para paradas de buses, señalización vial, aceras, retornos, etc.

La topografía del proyecto consistió en el establecimiento de Redes Primarias: 7 pares geodesicos (vértice y MKZ, amarrados a la red geodésica nacional) con precisión de primer orden, clase II. Establecidos con sistema GNSS y observación con un tiempo mínimo de dos horas.

Redes Secundarias: 3 puntos pares (vértice y MKZ) con precisión de segundo orden, clase I. Establecidos con sistema GNSS y observación con un tiempo mínimo de dos horas.

Redes Terciarias: 71 vértices, con precisión de tercer orden, clase I, establecida con estación total.

Para la nivelación se realizaron itinerarios de ida y vuelta; utilizando nivel fijo y partiendo del banco de marca ubicado al inicio del proyecto. Siguiendo el alineamiento longitudinal del trazo de ruta, se obtuvieron secciones transversales a cada 20 m sobre el eje del alineamiento horizontal sobre una franja de 150 m de ancho (75 m a cada lado del eje).

Los criterios de diseño utilizados para el trazo estuvieron basados en el Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras, 3ª Edición, 2011(SIECA) y/o A Policy On Geometric Design of Higways and Streets 2004 Fifth Edition (AASHTO) y se ha tipificado la vía como una carretera tipo arterial rural en terreno montañoso.

El Estudio de Pavimento fue desarrollado con base en los Estudios de Tráfico y ensayos de suelo, utilizando el Término de Referencia, la Guía para Diseño de Estructuras de Pavimentos,

AASHTO-1993, la Guía de la Portland Cement Association (PCA) y el Acuerdo Centroamericano sobre Circulación por Carreteras, SIECA, 2000, COMITRAN XXIII.

De acuerdo con la Guía AASHTO 1993, las estructuras obtenidas para los tramos de la estación 13+560 hasta la estación 18+354 y de la estación 19+256 hasta la estación 28+321 fueron: Losa de concreto hidráulico 50 kg/cm<sup>2</sup> entre 23 – 25 cm de espesor y base estabilizada con cemento 28 kg/cm<sup>2</sup> a 7 días de 25 cm de espesor.

Para la etapa de construcción el manejo del tráfico se cumplirá con el marco legal referido a leyes, reglamentos, normativas o lineamientos según detalle:

- Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control de Tráfico, SIECA 2000 y sus modificaciones.
- Ley de Tránsito Terrestre y Seguridad Vial, El Salvador.
- Reglamento General de Tránsito, El Salvador.
- Manual de Seguridad y Señalización para trabajos en vías terrestres, MOPT, El Salvador.

La empresa constructora establecerá señales verticales convencionales de seguridad, así como también conos reflectivos y rótulos visibles. Instalará pasos provisionales a fin de evitar accidentes a los transeúntes y trabajadores y utilizar pintura reflectiva, colores apropiados en la elaboración de los avisos y/o señales, también utilizará cintas reflectivas, barricadas, etc. Lo anterior será apoyado con charlas informativas necesarias al personal de la obra por personal propio de la empresa constructora con experiencia de al menos 3 años en ejecución de trabajos similares.

Para la etapa de funcionamiento el proyecto constará con la señalización horizontal y vertical establecida en la normativa relacionada.

Para suplir la demanda de materiales han sido identificados los bancos de materiales siguientes: Cantera “La Cantera S. A. de C. V.” la cual se localiza en el cuadrante topográfico 1:50,000 denominado La Libertad, hoja 2356 IV, en el cantón Tepeagua, municipio y departamento de La Libertad, de acuerdo a las coordenadas geográficas siguientes: latitud 263,000 a 263,500 hacia el norte y longitud 467,700 a 468,500 hacia el este. Cantera Protersa, S.A de C.V. que se encuentra más o menos a un kilómetro del desvío del cantón Ateos, a orillas de la carretera pavimentada que conduce a Tepecoyo, a una distancia aproximada de 6 kilómetros del proyecto y posee permiso ambiental para su explotación y un Banco de extracción de tierra conocido como Venta de tierra Dulce María, ubicado aproximadamente 950 m al norte del km 39 de la carretera CA-8, Cantón El Rosario, municipio de Armenia, departamento de Sonsonate, aproximadamente a 12 km del proyecto, con una disponibilidad de 425,000 m<sup>3</sup> de agregado fino (tierra blanca).

Para el manejo de los materiales excedentes del proyecto, se han localizado dos sitios, los cuales son: Cantera y relleno La Florida, ubicada en la estación 34+700 en dirección de la

carretera que conduce a Jayaque, departamento de La Libertad, con una capacidad disponible de un millón (1,000,000.00) de m<sup>3</sup>, con Resolución MARN-No. 3899-MOD-50-2020 aún vigente, a una distancia de aproximadamente 3 km del proyecto y una propiedad de 17.50 mz, ubicada sobre el km 24.5 LD (estación 23+880 LI), aledaño a la carretera sentido Santa Ana-San Salvador, Cantón Lourdes, municipio de Colón, departamento de La Libertad con una capacidad disponible de quinientos mil (500,000) m<sup>3</sup>.

Para el abastecimiento de agua para riego y procesos constructivos fueron identificadas fuentes de agua para abastecer los camiones cisternas que realizarán las humectaciones, siendo las siguientes: Fuente de agua del sector Los Chorros, siendo una fuente que es acopiada en pilas y procede de fuentes subterráneas del sector del turicentro, se encuentra ubicada aledaño a la actual carretera en la estación 17+050 LI. Fuente de agua proveniente del río Los Chorros o río Colón o quebrada El Guarumal a 100 m de la actual carretera, lateral izquierdo, estación 18+500 LI y a 200 m de la actual carretera, lateral izquierdo, estación 20+300 LI y la Planta embotelladora de agua empresa Gorco Ltda de C.V. Ubicada a 200 m de la actual carretera en el lateral derecho, cantón Arenera, cuenta con Resolución MARN No. 6319-611-2009, aún vigente.

Entre las instalaciones provisionales del proyecto, se encuentra el plantel a ser utilizado por la empresa a la cual se le asigne el proyecto, se ubicará de acuerdo a la estrategia para desplazarse a lo largo de la obra, por lo cual su ubicación definitiva y dimensiones quedará sujeta por la logística que emplee la empresa constructora. Se le deberá exigir que cuente con los permisos respectivos. Para la ubicación del plantel se han previsto sitios que se encuentran con cierto grado de perturbación, alejados de viviendas, lo que permitirá ocasionar el menor daño posible. Los sitios propuestos están ubicados en los estacionamientos 21+140 LI, estación 23+880 LI y 25+660 LI, los cuales cuentan con acceso a servicios básicos, siendo estos: energía eléctrica, agua potable y recolección de desechos sólidos. El permiso ambiental deberá ser tramitado por la empresa que construirá el proyecto, antes de iniciar las labores, debido a que no se cuenta con él.

Los suministros serán abastecidos desde las siguientes plantas: Planta dosificadora de Concreto Hidráulico Holcim ubicada en el km 25 carretera a Santa Ana, como fuente de suministro para la construcción de estructuras o cualquier obra realizada con concreto hidráulico, la Planta Dosificadora Holcim, es capaz de producir cualquier tipo de concreto y posee una capacidad de producción de 80 a 100 m<sup>3</sup>/h y la Planta de mezcla asfáltica (Grupo ECON San Andrés), se ubica en el lateral derecho del km 28 carretera a Santa Ana, es capaz de producir la cantidad necesaria de concreto asfáltico. Las dos plantas se encuentran dentro del área de influencia directa del proyecto.

El proyecto requerirá de recurso humano para su construcción, lo cual generará empleos tanto directos como indirectos, beneficiando a las personas que habitan en su cercanía, así como fuera de su área de influencia.

La cantidad de mano de obra a la cual se estima que generará empleo el proyecto se considera en un promedio de 700 trabajadores (210 mujeres y 490 hombres), siendo la población beneficiaria junto a sus familias. Para la contratación se generarán igualdad de oportunidades entre mujeres y hombres.

Con el objetivo de informar a la población del área de influencia, sobre el propósito del Proyecto de Carretera en la Fase de Factibilidad, Diseño Final y elaboración del Estudio de Impacto Ambiental, y posibilitar el proceso de participación para la toma de decisiones conjuntas, evitando falsas expectativas respecto al proyecto y aumentar los beneficios sociales para sus comunidades, fueron desarrolladas tres (3) consultas públicas.

En la primera consulta pública la participación fue de cincuenta y una (51) persona en total, siendo treinta y cuatro (34) hombres y diecisiete (17) mujeres, pertenecientes a diferentes sectores de la población del área de influencia del proyecto, notándose la importancia brindada a la actividad y al proyecto.

En la segunda consulta pública la participación fue de 100 personas en total, siendo sesenta (60) hombres y cuarenta (40) mujeres pertenecientes a diferentes sectores de la población del área de influencia del proyecto.

La tercera consulta pública fue desarrollada con la participación de 84 personas en total, sesenta y tres (63) hombres y veintiún (21) mujeres, pertenecientes a diferentes sectores de la población.

Las conclusiones del proceso de consulta pública desarrollado en el proyecto, son las siguientes:

- La participación de los pobladores de la zona de influencia del proyecto en el proceso de consulta pública fue considerado muy amplia, debido a que estuvieron presentes representantes de las municipalidades de Colón, Santa Tecla, San Juan Opico, Presidentes de las Juntas Directivas de comunidades y residenciales, Instituciones Públicas, Empresas Privadas, Colegios, entre otros.
- Se generó un ambiente de amplia participación, a los cuales se les brindó respuestas de acuerdo a lo manifestado tanto en la primera, segunda y tercera consulta pública desarrollada en el proyecto.
- Algunos representantes de comunidades y negocios, solicitaron la presentación del proyecto para compartirla con el resto de habitantes, lo cual fue accedido por la empresa Consultora.
- La consulta pública fue desarrollada con toda normalidad, manifestando los presentes sus opiniones a la presentación del proyecto brindada y su beneplácito a las demandas realizadas por los medios disponibles.

- Los participantes de la tercera consulta pública, manifestaron su agrado por el proceso de consulta pública desarrollado y por la próxima ejecución del proyecto e instaron a iniciar la etapa de construcción lo más pronto posible.

En resumen, las recomendaciones y comentarios de los participantes fueron los siguientes:

- Iniciar el proyecto (etapa de construcción) lo más pronto posible para corregir el problema del tráfico que se genera en las horas de la mañana y de la tarde en el tramo de la carretera.
- Tomar en cuenta el manejo del tráfico con toda la seriedad posible al momento de la construcción para prevenir accidentes y retrasos de la población que debe desplazarse a Santa Tecla y los que deben viajar hacia los otros municipios del área de influencia del proyecto.
- Instaron a que debe complementarse el proyecto con el paso de doble nivel sobre la rotonda del boulevard Claudia Lars, esto ayudará a mejorar la movilidad sobre la carretera principal y prevenir accidentes de tránsito.

Las recomendaciones han sido retomadas en el diseño final del proyecto y en el presente Estudio de Impacto Ambiental, para la tranquilidad de los participantes.

En el área de influencia del proyecto, bajo los recorridos efectuados no se localizaron zonas protegidas, parques nacionales, áreas en proceso de ser protegidas, sin embargo, en forma aledaña a la actual vía especialmente en la zona de la cordillera del Bálsamo se tiene un área de conservación para lo cual el proyecto en su diseño final retomó en su estudio de riesgos las vulnerabilidades de la zona para prevenir su deterioro, también es importante mencionar que no fue identificada la presencia de materiales culturales, muebles de interés arqueológicos y no se observan restos de estructuras o edificaciones prehispánicas, coloniales o republicanas con potencial arqueológico, según informe de MICULTURA.

Jurídicamente el proyecto "ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑO FINAL DEL PROYECTO 7215: "Construcción de Viaducto y Ampliación de Carretera CA01W (Tramo Los Chorros), entre Autopista Monseñor Romero y CA01W; municipios de Santa Tecla, Colón y San Juan Opico, departamento de La Libertad", se justifica ya que:

En el Artículo 203 de la Constitución de la República de El Salvador se lee "Los Municipios están obligados a colaborar con otras instituciones públicas en los planes de desarrollo nacional o regional".

De acuerdo a los Artículos 10 y 11 de La Ley de Carreteras y Caminos Vecinales, el Ministerio de Obras Públicas y de Transporte, tiene entre sus facultades la planificación, diseño y construcción de carreteras siguiendo los lineamientos del desarrollo integral del país.

La Ley del Medio Ambiente no restringe la construcción de carreteras, en los Artículos del 12 al 15 se hace mención únicamente que, para la elaboración de planes de desarrollo, deberá considerarse la dimensión ambiental y en el Artículo 21 inciso a) se menciona que las obras viales son objeto de Estudio de Impacto Ambiental.

Las ordenanzas y reglamentos decretados en los códigos municipales son de menor jerarquía que las leyes, quienes a su vez son de menor jerarquía que la Constitución de la República tal y como aparece, en el Artículo 246 de la Constitución de la República de El Salvador, que establece que “La Constitución prevalecerá sobre todas las leyes y reglamentos”.

El proyecto es considerado de desarrollo nacional, de acuerdo a la Ley de Carreteras y Caminos Vecinales, la construcción de carreteras va de acuerdo a los lineamientos de desarrollo integral del país y la Ley de Medio Ambiente no está en contra de la construcción de carreteras siempre y cuando la obra obtenga el permiso ambiental respectivo.

Al estudiar los COMPONENTES FÍSICOS, BIOLÓGICOS Y SOCIOECONÓMICOS DEL SITIO Y DEL ÁREA DE INFLUENCIA, definiendo el área de influencia directa (AID) y el área de influencia indirecta (AII), se obtuvieron los siguientes resultados:

De acuerdo al Estudio Geológico del proyecto y a lo observado a lo largo del trazo vial los estratos geológicos presentes consisten en su mayoría en materiales piroclásticos que reciben los nombres de cenizas volcánicas (s4), tobas de color café (s3'a), epiclastitas volcánicas (b1) y tobas freato magmáticas, con alturas máximas en el caso de las tobas café de 15 m. La excepción la constituyen las andesitas laminares que se ven en las cercanías de Colón, con alturas mayores de 30 metros.

La obra vial proyectada será emplazada mayoritariamente desde el estacionamiento inicial hasta aproximadamente el estacionamiento 5+700 sobre tobas de color café (s3'a).

Los materiales piroclásticos están relativamente poco consolidados por lo que cualquier labor de corte se puede llevar a cabo con el empleo de maquinaria y en algunos casos en forma manual, no así con las andesitas laminares que requieren el uso de explosivos debido a su dureza.

En lo que respecta a los taludes conformados por las andesitas laminares se recomienda no efectuar ninguna labor de corte por medios explosivos en ellas con el objetivo de no desestabilizar los taludes existentes.

Prácticamente desde el estacionamiento inicial hasta el estacionamiento 3+000 corre en las cercanías del lateral derecho de la vía una quebrada sin nombre atravesándola aproximadamente en el estacionamiento 3 + 000 para integrarse a la quebrada El Guarumal, que más adelante recibe el nombre de río El Guarumal o Los Chorros, el cual se desplaza en

el lateral izquierdo sobrepasando El Poliedro. En ningún momento de su trayectoria representa amenaza de erosión o de inundación para la carretera.

Las tobas freato magmáticas, surge o talpetate que se presentan en el valle de Zapotitán se caracterizan por ser impermeables, por lo que pueden dan lugar a anegamientos de agua.

En lo que respecta a riesgos de naturaleza geológica el que merece mayor atención es el que está relacionado con la actividad sísmica, tomando en cuenta que en el área de estudio se presentan algunas fallas geológicas que, si bien no son un impedimento para el desarrollo del proyecto, deben ser tomadas en cuenta en el diseño estructural.

El riesgo volcánico debe ser tomado en cuenta ya que la obra vial se desplazará en uno de los costados del volcán de San Salvador, el cual, desde el punto de vista geológico es activo, aun cuando su última erupción ocurrió en el año de 1917. Si bien en el momento actual no muestra ninguna señal de reactivación en un momento dado lo hará. Las erupciones volcánicas ocurridas en los últimos 800 años han tenido la tendencia de seguir una dirección noroeste, sin embargo, una erupción de cenizas volcánicas sigue la dirección que tenga el viento en este momento, en dicho caso, el daño causado no sería de mucha trascendencia para la obra vial, pero sí, para los seres vivos existentes en las zonas de afectación.

Si bien no se observaron problemas de deslizamientos ni desprendimientos significativos en el trazo vial, sí los hubo en las instalaciones del turicentro Los Chorros durante el desarrollo de la depresión tropical Amanda, la cual provocó un enorme movimiento de tierras que sepultó las piscinas y otras zonas, por lo que en el momento actual se mantiene fuera de servicio. Se debe mencionar también que, en ocasión del terremoto del 13 de enero del 2001, un tramo de la vía sufrió las consecuencias de un deslizamiento que provocó su obstrucción, durante cierto período de tiempo.

A lo largo del trazo vial es improbable que se manifieste el riesgo de licuefacción, pero sí se considera posible en el turicentro de Los Chorros debido a la poca profundidad del agua subterránea.

En el desarrollo del estudio geológico los riesgos de erosión e inundación en el trazo vial no han sido de mayor trascendencia, por lo que no se hará ningún comentario al respecto.

Desde el punto de vista geológico el proyecto es viable.

El uso actual del suelo aledaño al trazo, de acuerdo Visualizador de Información Geográfico de Evaluación Ambiental (VIGEA) del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales del proyecto y a los recorridos de campo efectuados, es el siguiente:

- Tejido urbano continuo (1.0 km), especialmente como parte de la zona urbana del municipio de Santa Tecla y sus colonias cercanas al trazo.

- Cultivo de café (4.80 km), representada por la zona montañosa del trazo vial de la cordillera del Bálsamo.
- Tejido urbano discontinuo (4.83 km), ubicándose desde la entrada a Villa Colón hasta las cercanías del Centro Comercial Metrocentro en el cantón Lourdes.
- Tejido urbano discontinuo y zonas comerciales o industriales (1.10 km), representadas por los Centros Comerciales, caso de Metrocentro y El Encuentro, además de pequeños negocios y viviendas aledañas a la carretera en ese sector.
- Mosaico de cultivos y pastos (0.30 km), ubicados en las zonas aledañas al Distrito de Riego de Zapotitán, especialmente en el lateral izquierdo de la vía aledañas al Centro Industrial Intercomplex.
- Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes (1.0 km): Se ubican en las zonas aledañas al Distrito de Riego de Zapotitán, especialmente en el lateral izquierdo de la vía en sitios cercanos al desvío de Opico.
- Tejido urbano precario (0.50 km), especialmente en las cercanías al desvío de Opico.
- Cultivo de caña de azúcar (0.30 km), ubicado en las zonas aledañas al Distrito de Riego de Zapotitán, especialmente en las zonas aledañas al desvío de Opico.
- Zonas comerciales o industriales (0.80 km), especialmente representadas por el Complejo industrial El Rinconcito, ubicado en las cercanías del desvío de Opico.

Respecto a la calidad del aire se puede afirmar:

Las muestras colectadas para determinar la calidad de aire como línea base del proyecto cumplen con los límites máximos permitidos de los parámetros de la norma vigente Calidad de Aire NSO 13.11.01:01.

El material particulado ( $PM_{2.5}$ ) está por debajo del límite máximo permitido, es decir no existen concentraciones de partículas de tipo respirable a lo largo del recorrido, siendo una confirmación de que las partículas  $PM_{10}$  suspendidas no están relacionadas a la combustión, sino que provienen del polvo o de partículas suspendidas causadas por condiciones externas al proyecto.

Los resultados obtenidos muestran que la operación del proyecto una vez finalizado no tendrá impacto en la calidad de las emisiones de fuentes móviles producidas por los vehículos que circulan.

El estudio hidrológico e hidráulico para el proyecto presenta los criterios utilizados para el diseño de las obras de drenaje mayor y menor tomando en cuenta las variables climatológicas de la Estación metrológica de Santa Tecla, la cual por su altura sobre el nivel del mar y por su cercanía al proyecto presenta mayor confiabilidad, especialmente en la variable de precipitación tan necesaria para la modelación tanto de las obras de drenaje como del Viaducto.



En el medio biológico las zonas de vida bajo las cuales se ubica el proyecto, de acuerdo al Doctor Holdridge (1979) y al Visualizador de Información Geográfica de Evaluación Ambiental (VIGEA) del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, son las siguientes:

- Bosque húmedo subtropical (con biotemperatura y temperatura del aire, medio anuales < 24°)
- Bosque húmedo subtropical, transición a tropical (con biotemperatura > 24°)

Como resultado fueron inventariados 5,772 individuos (2,689 árboles y 3,083 arbustos), involucrando 54 familias y 149 especies vegetales.

Según el Acuerdo No. 74. Actualización del Listado Oficial de Especies de Vida Silvestre Amenazadas o en Peligro de Extinción, que se emitió mediante Acuerdo Ejecutivo No. 36 de fecha once de mayo de dos mil nueve, se observan trece (13) especies en la categoría de amenazadas con 460 individuos vegetales (árboles y arbustos) y una (1) especies en peligro de extinción con 66 individuos vegetales (árboles y arbustos). Basado en el índice de Shannon (3.67), puede considerarse la zona de estudio con diversidad media en vegetación.

Se registraron siete (7) especies de reptiles y un (1) anfibio; seis (6) identificadas por observación directa y una por identificación de madriguera. De las seis (6) especies identificadas, dos (2) se encuentran enlistadas en la Categoría Amenazada según el Acuerdo No. 74. Actualización del Listado Oficial de Especies de Vida Silvestre Amenazadas o en Peligro de Extinción, que se emitió mediante Acuerdo Ejecutivo No. 36 de fecha once de mayo de dos mil nueve, las cuales son: “garrobo” (*Ctenosaura similis*) e “iguana verde” (*Iguana iguana*), estas especies presentan la categoría de LC según UICN (2020), que indica que son especies de reptiles de preocupación menor. El “tenguereche” (*Basiliscus vittatus*), el “bebeleche” (*Anolis serranoi*), la “lagartija escamosa” (*Sceloporus squamosus*), la “Ameiva centroamericana” (*Holcosus festivus*) y la “lisa” (*Scincella assata*) son especies de lagartijas generalistas, no enlistadas por el MARN (2015), y clasificadas como preocupación menor o “LC” por UICN (2020).

En avifauna se registraron un total de 75 especies y 1,121 individuos, agrupados en 25 familias taxonómicas. De las especies de aves registradas, 54 son aves residentes (R) (anidan en el país), 15 son migratorias (M) (no anidan en el país y son observadas eventualmente), 2 son visitantes reproductoras (VR) (son observadas eventualmente) y 3 que pueden ser residentes y/o migratorias (R y M).

En los recorridos realizados se identificaron 5 especies de mamíferos: 2 especies determinadas por entrevistas a las personas residentes del área, 2 por visualización directa y una especie identificada por rastros.

Una de las especies registradas, el tepezcuintle (*Cuniculus paca*) tiene categoría amenazada según el Acuerdo No. 74. Actualización del Listado Oficial de Especies de Vida Silvestre

Amenazadas o en Peligro de Extinción, que se emitió mediante Acuerdo Ejecutivo No. 36 de fecha once de mayo de dos mil nueve, el resto de especies identificadas no se encuentran enlistadas. Todas las especies tienen categorías de preocupación menor (LC), según UICN (2020).

De acuerdo al estudio de impacto social se tienen tres municipios como área de influencia del proyecto, siendo estos: Santa Tecla, Colón y San Juan Opico, siendo los impactos sociales identificados por la población los siguientes:

Los impactos sociales negativos identificados por la población del área de influencia del proyecto, fueron los siguientes:

- Riesgos de accidentes de tránsito
- Aumento de la suspensión de finos
- Aumento de la contaminación por desechos sólidos, líquidos
- Afectación a terrenos, construcciones y linderos
- Afectación a accesos
- Riesgo de acoso sexual
- Afectación de servicios públicos
- Conflicto Potencial
- Tráfico vehicular
- Afectación a pasarelas
- Interrupción del servicio de agua potable de planta de bombeo de ANDA.
- Interrupción en el abastecimiento de agua de nacimiento
- Riesgo peatonal al hacer uso de la vía
- Afectación para acceder a planta de transferencia de desechos sólidos
- Eliminación de retornos actuales

Entre las ventajas se identificaron:

- Mejorará la conectividad vial para los diferentes usos, tanto para la comercialización como para los usos comunitarios.
- Integración de la participación comunitaria en el desarrollo del proyecto.
- Se fortalecerá a través del proyecto y la ejecución de campañas de educación que promuevan la educación vial para los residentes de las comunidades.
- Planificación y ordenamiento del uso de la vía.
- Iluminación de la vía.
- Mejoraría la forma de manejo de los desechos sólidos.
- Manejo adecuado de las aguas lluvias.
- Mejorar la señalética de la vía.
- Plusvalía de la tierra.
- Menor tiempo de traslado para las emergencias médicas.
- Disminución el tiempo de ocio en el traslado de los transeúntes.

- Evaluación de la capacidad estructural de los puentes.
- Mejorará el sistema de drenaje.
- Mayor seguridad con la construcción del viaducto.

Para la identificación, evaluación y priorización de impactos ambientales se aplicó la metodología de CRITERIOS RELEVANTES INTEGRADOS (CRI), con la cual, mediante la participación de un equipo multi e interdisciplinario, se generaron matrices de interacción causa-efecto por medio de las cuales se predice con la mayor precisión posible, el impacto que la ejecución de las obras podría ocasionar en los componentes del medio ambiente.

Es importante hacer notar que para identificar los impactos ambientales se tomó en cuenta los estudios realizados en el marco del diseño de ingeniería, los datos de línea base, de igual forma las recomendaciones brindadas por los participantes en la consulta pública desarrollada, también los resultados del informe de tráfico, etc.

Para la implementación y operación del proyecto, durante la fase de construcción, incluyendo la preparación del sitio, fueron contabilizadas 31 actividades, de las cuales 8 se consideran positivas y 23 negativas. En la etapa de funcionamiento, fueron contabilizadas 7, siendo 5 positivas y 2 negativas.

El resultado de la evaluación de cada uno de los componentes ambientales realizado mediante el Índice de Evaluación Ambiental (IVIA), generó la jerarquización que se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Jerarquización de impacto a los factores ambientales evaluados del proyecto

Clasificación de los impactos ambientales	Índice de Evaluación Ambiental (IVIA)
<b>Impactos severos</b>	<b>Jerarquización del IVIA</b>
Cambio en el uso actual del suelo.	7.43
Afectación morfodinámica.	7.40
Daños a la flora.	7.37
Cambios en la hidrología superficial.	7.22
Afectaciones a la propiedad privada y desalojo de asentamientos humanos.	7.00
Afectación de las fuentes de agua.	6.75
Afectación a los servicios públicos.	6.70
Afectación a los medios de subsistencia.	6.50
Incremento al tráfico vehicular.	6.28
<b>Impactos moderados</b>	<b>IVIA</b>
Daños a la fauna y avifauna.	5.82
Alteración del hábitat y ecosistemas.	5.76
Pérdida de estabilidad geológica.	5.70
Arrastre y deposición de sedimentos en las áreas cercanas a cauces de aguas.	5.37
Alteración (contaminación) de la calidad del aire.	5.29
Alteración de los lechos de los ríos.	5.00
Cambios en la calidad del agua.	4.75
Daños a la salud pública.	4.65
Afectación a vías de acceso (caminos vecinales y propiedades privadas).	4.50
Afectación a los patrones culturales (estilo de vida).	4.40
Disminución en la recarga de acuíferos.	4.40
Alteración al clima.	4.33
Incremento de los riesgos ocupacionales.	4.32
<b>Impactos compatibles (poco significativos)</b>	<b>IVIA</b>

Alteración de las vistas panorámicas.	3.93
Pérdida de carácter visual del área.	3.82

Fuente: Elaboración propia

Los impactos positivos identificados en el proceso de evaluación ambiental del proyecto son los que se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Impactos positivos identificados en la evaluación del Proyecto

Impactos Positivos.	Descripción de los impactos
Plusvalía.	<p>Incremento en el valor económico de los terrenos aledaños al proyecto, debido a los beneficios que genera una autopista moderna y a la conectividad que ofrece una de las carreteras más importantes del país.</p> <p>Se considera que con el funcionamiento del proyecto, las probabilidades de que se generen mayores desarrollos a los actualmente en funcionamiento, es inminente, especialmente los habitacionales y comerciales, situación que podrán incrementar el precio de la vara cuadrada de terreno respecto a la actual, dependiendo de las zonas, considerándose en mayor proporción en los tejidos urbanos continuos del municipio de Colón y San Juan Opico y en menor escala en los sectores considerados como rurales, generando beneficios relacionados con mayores ingresos a los habitantes de la región y mejores condiciones de vida.</p>
Desarrollo económico.	<p>Mediante el funcionamiento de la autopista, se activa la economía de los municipios del área de influencia y aledaños, generando empleos tanto directos como indirectos, además el tiempo y costo de viaje interdepartamental tendrá a ser menor propiciando economías de escala.</p> <p>Es importante señalar que la <u>generación de empleo</u> se inicia con la etapa constructiva del proyecto, beneficiando a familias del área de influencia. En este tema se tiene proyectado la generación de 400 puestos de trabajo, contemplando desde personal gerencial, administrativo y de campo de diferentes edades, considerándose como principal fuente de recurso humano los municipios del área de influencia del proyecto. La inversión en nuevos negocios también se volverá atractivo, partiendo que la zona posee varios de ellos y de diversa cuantía, generando mayor empleo en la región durante la etapa de funcionamiento del proyecto.</p>
Movilización.	<p>Reducción de los tiempos de movilización para transporte de personas y mercancías, así como la reducción de los costos. Se ha estimado que el proyecto traerá ahorros en el tiempo de traslado considerablemente, de igual forma esta movilización mejorará la intervención del transporte de mercancías, propiciando precios de mercado más favorables, debido a la facilidad de circulación que ofrecerá la etapa de funcionamiento.</p> <p>Es importante mencionar que el tramo de carretera en estudio, generará conectividad entre la zona central y zona occidental del país propiciando condiciones adecuadas que volverá más atractiva la movilización, propiciando un incremento en la actividad económica, dadas las condiciones de facilidad en la movilización.</p>
Reducción de costes de mantenimiento de vehículos.	<p>El tener una vía primaria adecuada con buen nivel de servicio, reduce los costos de mantenimiento de los vehículos comparados con las condiciones que actualmente presenta la carretera.</p> <p>Tomando como base el tiempo de movilización y las condiciones que ofrece una carretera primaria de seis y ocho carriles, los beneficios para la población, el transporte público y de carga, serán mayores, bajo la perspectiva de la reducción de los costos de mantenimiento que actualmente las asociaciones de transporte público de la zona de influencia los consideran cuantiosos, debido a las reparaciones en frenos, cambios de llantas, sistemas hidráulicos, reparaciones de motores, etc.</p> <p>Con el funcionamiento de la nueva carretera, los vehículos serán menos exigidos por las mismas condiciones del proyecto, alargando su buen funcionamiento y recurriendo en menor escala a las reparaciones, generando ahorros económicos para los empresarios y población en general.</p>
Mejoramiento del paisaje de la zona de influencia del proyecto.	<p>Algunos sectores serán mejorados en sus vistas panorámicas debido a que la ampliación de la vía traerá consigo mayor visibilidad en algunos tramos de la carretera, especialmente las vistas hacia el norte del departamento de La Libertad, en donde al inicio del proyecto puede visualizarse parte de la cordillera del bálsamo en los sitios más altos.</p> <p>De igual forma se considera que la ampliación de la carretera brindará mejores condiciones de salubridad a la zona, generando limpieza en los sitios que actualmente cuentan con mayor población.</p>

Impactos Positivos.	Descripción de los impactos
	Las posibilidades de que la población aledaña, especialmente los propietarios de negocios, inviertan en mejorar sus establecimientos también traerán efectos positivos sobre el paisaje aledaño al proyecto.
Reducción de congestionamientos.	Especialmente en horas de la mañana en el desplazamiento hacia San Salvador y por la tarde en el desplazamiento hacia el occidente del país, con esto el usuario tendrá más comodidad durante el viaje, reduciendo el cansancio del tiempo de viaje, debido a que la zona central del país, es uno de los destinos de mayor visita, sea por negocios, educación, placer, etc. La ampliación de la actual carretera traerá consigo menores congestionamientos por ser una vía diseñada tomando en cuenta las proyecciones de tráfico.
Reducción de costos de combustible.	Al reducir los congestionamientos y el tiempo de movilización en el proyecto, se reduce el gasto de combustible, lo cual se traduce directamente en el mejoramiento de la economía familiar, de igual manera el medio ambiente resulta beneficiado, así como el componente social, especialmente por la generación de menores emisiones de gases contaminantes, lo cual también genera beneficios a la salud de la población especialmente por enfermedades respiratorias reportadas por el Sistema de Salud local.  Es decir, al reducir el gasto de combustible durante la circulación por el proyecto, también se generan otros beneficios en cadena que hacen mejorar el componente social y ambiental del área de influencia.

Fuente: Elaboración propia

Al haberse identificado y cuantificado los principales impactos ambientales negativos que las actividades del proyecto generarán sobre los factores ambientales y sociales, se proponen a continuación las medidas, cuya aplicación reducirá los efectos negativos potenciales que el proyecto podría generar sobre el medio ambiente (Tabla 3).

Tabla 3. Medidas ambientales propuestas para el proyecto.

Impactos ambientales potenciales.	Medidas Ambientales.
<b>Impactos severos.</b>	
Cambio en el uso actual del suelo.	Tratamiento a los taludes de corte para prevenir deslizamientos.
	Revegetación del proyecto.
	Acopio del suelo vegetal para ser reutilizado durante las labores de revegetación del proyecto.
	Manejo ambiental de los sitios de disposición final de material excedente.
Afectación morfodinámica.	Manejo ambiental del plantel.
	Tratamiento a los taludes de corte para prevenir deslizamientos.
	Revegetación del proyecto.
	Manejo ambiental de los bancos de materiales.
Daños a la flora.	Manejo ambiental de los sitios de disposición final de material excedente.
	Manejo ambiental del plantel.
Cambios en la hidrología superficial.	Compensación ambiental.
	Compensación ambiental.
	Tratamiento a los taludes de corte para prevenir deslizamientos.
	Revegetación del proyecto.
Afectaciones a la propiedad privada y desalojo de asentamientos humanos.	Manejo ambiental de los bancos de materiales.
	Manejo ambiental de los sitios de disposición final de material excedente.
	Manejo ambiental del plantel.
Afectación de las fuentes de agua.	Instalación de la oficina de gestión ambiental del proyecto.
	Restauración de los accesos a propiedades privadas y caminos vecinales.
	Campaña de concientización ambiental para el proyecto.
Afectación a los servicios públicos.	Manejo de las fuentes de agua (Planta de bombeo y acopios de agua).
Afectación a los medios de subsistencia.	Restauración de servicios públicos.
	Campaña de concientización ambiental para el proyecto.
Incremento al tráfico vehicular.	Establecimiento de medidas de seguridad vial.
	Instalación de pasarelas y paradas de buses.
<b>Impactos moderados.</b>	<b>Medidas Ambientales.</b>
Daños a la fauna y avifauna.	Obras preventivas de daños a la fauna.

Impactos ambientales potenciales.	Medidas Ambientales.
Alteración del hábitat y ecosistemas.	Obras preventivas de daños a la fauna. Compensación ambiental.
Pérdida de estabilidad geológica.	Tratamiento a los taludes de corte para prevenir deslizamientos <sup>1</sup> . Manejo de la escorrentía superficial.
Arrastre y deposición de sedimentos en las áreas cercanas a cauces de aguas.	Tratamiento a los taludes de corte para prevenir deslizamientos. Revegetación del proyecto. Manejo ambiental de los sitios de disposición final de material excedente. Manejo ambiental del plantel.
Alteración (contaminación) de la calidad del aire.	Monitoreo de la calidad del aire (hidrocarburos (HC), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ), óxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> ) y dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> ). Monitoreo del ruido en el proyecto. Programa de humectación y monitoreo de material particulado. Manejo ambiental de los sitios de disposición final de material excedente. Manejo ambiental del plantel.
Alteración de los lechos de los ríos.	Tratamiento a los taludes de corte para prevenir deslizamientos. Revegetación del proyecto.
Cambios en la calidad del agua.	Monitoreo de la calidad de las aguas del río Los Chorros (quebrada El Guarumal o río Colón), río Belén y río Agua Amarilla, para prevenir alteraciones físicas, químicas y biológicas.
Daños a la salud pública.	Programa de humectación y monitoreo de material particulado. Plan de manejo de desechos sólidos comunes y peligrosos en los frentes de trabajo. Monitoreo del ruido en el proyecto. Monitoreo de la calidad del aire (hidrocarburos (HC), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ), óxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> ) y dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> ). Programa de mantenimiento de la maquinaria durante la etapa de construcción. Campaña de concientización ambiental para el proyecto. Retiro del proyecto de cualquier instalación provisional, servicios utilizados, limpieza del corredor vial y unidades de apoyo, al finalizar la construcción del proyecto. Manejo ambiental de los sitios de disposición final de material excedente. Manejo ambiental del plantel.
Afectación a vías de acceso (caminos vecinales y propiedades privadas).	Restauración de los accesos a propiedades privadas y caminos vecinales.
Afectación a los patrones culturales (estilo de vida).	Campaña de concientización ambiental para el proyecto. Reinstalo de monumentos a difuntos.
Disminución en la recarga de acuíferos.	Compensación ambiental.
Alteración al clima.	Compensación ambiental.
Incremento de los riesgos ocupacionales.	Plan de manejo de los riesgos laborales del proyecto. Dotación de agua potable para los trabajadores del proyecto.
Impactos compatibles (poco significativos).	Medidas Ambientales.
Alteración de las vistas panorámicas.	Tratamiento a los taludes de corte para prevenir deslizamientos. Revegetación del proyecto. Manejo ambiental de los sitios de disposición final de material excedente. Manejo ambiental del plantel.
Pérdida de carácter visual del área.	Tratamiento a los taludes de corte para prevenir deslizamientos. Revegetación del proyecto. Manejo ambiental de los sitios de disposición final de material excedente. Manejo ambiental del plantel.

Fuente: Elaboración propia

La distribución de las medidas ambientales por etapa del proyecto se presenta a continuación.

<sup>1</sup> Se incluye la revegetación de los taludes de corte para mejorar la estética visual de los mismos.

Fase de construcción.

- Preparación de sitio.
  - Medida Ambiental No. 1. Instalación de la oficina de gestión ambiental del proyecto (Prevención).
  - Medida Ambiental No. 2. Acopio del suelo vegetal para ser reutilizado durante las labores de revegetación del proyecto (Atenuación).
  
- Construcción.
  - Medida Ambiental No. 3. Campaña de concientización ambiental para el proyecto (Prevención y Atenuación).
  - Medida Ambiental No. 4. Establecimiento de medidas de seguridad vial (Prevención).
  - Medida Ambiental No. 5. Plan de manejo de los riesgos laborales del proyecto (Prevención).
  - Medida Ambiental No. 6. Monitoreo de la calidad de las aguas del río Los Chorros (quebrada El Guarumal o río Colón), río Belén, río Agua Amarilla y aguas acopiadas en piletas del sector Los Chorros, para prevenir alteraciones físicas, químicas y biológicas (Prevención).
  - Medida Ambiental No. 7. Programa de mantenimiento de la maquinaria durante la etapa de construcción (Prevención).
  - Medida Ambiental No. 8. Monitoreo de la calidad del aire (hidrocarburos (HC), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), óxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)). (Prevención).
  - Medida Ambiental No. 9. Monitoreo del ruido en el proyecto (Prevención)
  - Medida Ambiental No. 10. Programa de humectación y monitoreo del material particulado (Prevención).
  - Medida Ambiental No. 11. Plan de manejo de desechos sólidos comunes y peligrosos en los frentes de trabajo (Prevención).
  - Medida Ambiental No. 12. Dotación de agua potable para los trabajadores del proyecto (Prevención).
  - Medida Ambiental No. 13. Establecimiento de sanitarios portátiles en los frentes de trabajo (Prevención).
  - Medida Ambiental No. 14. Manejo de la escorrentía superficial (Prevención)
  - Medida Ambiental No. 15. Plan de prevención ante hallazgos de sitios arqueológicos y culturales (Prevención).
  - Medida Ambiental No. 16. Obras preventivas de daños a la fauna (Prevención y Atenuación).
  - Medida Ambiental No. 17. Tratamiento a los taludes de corte para prevenir deslizamientos (Prevención y Atenuación).
  - Medida Ambiental No. 18. Revegetación del proyecto (Prevención y Atenuación).
  - Medida Ambiental No. 19. Construcción de pasarelas y paradas de buses (Prevención).

- Medida Ambiental No. 20. Restauración de los accesos a propiedades privadas y caminos vecinales<sup>2</sup> (Compensación).
- Medida Ambiental No. 21. Manejo de las fuentes de agua (Planta de bombeo y acopios de agua (Atenuación y compensación).
- Medida Ambiental No. 22. Compensación ambiental (Compensación).
- Medida Ambiental No. 23. Reinstalo de monumentos a difuntos (Compensación).
- Medida Ambiental No. 24. Manejo ambiental del plantel (Prevención, compensación y mitigación).
- Medida Ambiental No. 25. Manejo ambiental de los sitios de disposición final de material excedente (Prevención, compensación y mitigación).
- Medida Ambiental No. 26. Manejo ambiental de los bancos de materiales (Prevención, compensación y mitigación).
- Cierre de la etapa de Construcción.
  - Medida Ambiental No. 27. Retiro del proyecto de cualquier instalación provisional, servicios utilizados, limpieza del corredor vial y unidades de apoyo, al finalizar la construcción del proyecto (Atenuación).
- Funcionamiento.
  - Medida Ambiental No. 1. Mantenimiento por tres años del zacate barrenillo (*Cynodon dactylon*) plantado en los taludes de corte del proyecto (Mitigación).
  - Medida Ambiental No. 2. Mantenimiento por tres años de la revegetación realizada en el proyecto (Mitigación).
  - Medida Ambiental No. 3. Mantenimiento de la compensación ambiental realizada en las áreas naturales protegidas (Compensación).
  - Medida Ambiental No. 4. Monitoreo del ruido en el proyecto (Prevención).
  - Medida Ambiental No. 5. Mantenimiento de los pasos de fauna terrestre, derramaderos y drenajes del proyecto (Prevención).

Cada una de las medidas ambientales han sido desarrolladas ampliamente tomando en cuenta el tipo de medida, objetivos, factores ambientales o sociales a verse afectados, impacto a mitigar y su descripción, actividad generadora del impacto, tiempo de ejecución, descripción, inversión a realizar, responsable de su ejecución e indicadores de desempeño. De igual forma se agrega el monitoreo de cada una de las medidas ambientales, en el cual se toma en cuenta: El objetivo, descripción del monitoreo, parámetros de verificación e informes a presentar, puntos de monitoreo, frecuencia de monitoreo, métodos a utilizar, responsabilidades del personal involucrado, recursos requeridos, interpretación del resultado, retroalimentación e inversiones estimadas.

En las Tablas 4 y 5, se presenta los cuadros resumen del PMA y en las Tablas 6 y 7, los cuadros resumen del Plan de Monitoreo del PMA, en las Tablas 8 y 9, el Cronograma de PMA

---

<sup>2</sup> Se aclara que son los accesos (calles vecinales o entradas a terrenos, casas privadas y comercios) que han sido deteriorados durante la construcción, los cuales deberán ser restaurados, para que las comunidades y los propietarios de los terrenos privados aledaños a la nueva autopista no tengan inconvenientes para desplazarse a sus destinos habitacionales o de generación de ingresos.



y en las Tablas 10 y 11 el Cronograma del Plan Monitoreo del PMA, todos tanto para la etapa de construcción como de funcionamiento.

Tabla 4. Cuadro resumen de Programa de Manejo Ambiental (PMA). Etapa de ubicación y construcción.

Etapa del Proyecto.	Actividades del proyecto.	Descripción del Impacto Ambiental Generado.	Medida Ambiental.	Descripción de la Medida Propuesta.	Ubicación de la Medida de Mitigación Ambiental.	Responsable de su ejecución.	Monto calculado que forma parte de la Ingeniería del proyecto, no afianzado (US\$).	Monto Calculado de la Medida Ambiental (US\$).	Momento de su ejecución.	Resultado esperado.
Preparación de sitio.	Ejecutar las medidas ambientales contenidas en el PMA, brindando el monitoreo y su fiel cumplimiento hasta el cierre ambiental auditable del proyecto.	Todos los impactos provenientes de la construcción del proyecto, por medio de la ejecución y seguimiento para el cumplimiento del Programa de Manejo Ambiental.	Medida ambiental No. 1. Instalación de la oficina de gestión ambiental del proyecto. (Prevención).	La oficina tendrá como responsabilidad la ejecución de todas las medidas ambientales de acuerdo a los requerimientos de cada una de las mismas.	En el plantel del contratista.	MOPT por medio de la empresa constructora del proyecto.	Presupuesto de construcción.	-	Toda la etapa de construcción del proyecto.	Medidas ambientales ejecutadas y con el respaldo de archivos físicos y digitales.
	Descapote de la zona de ampliación del proyecto.	Destrucción de fertilidad del suelo. El área que será impactada por el descapote en el proyecto, se estima en 417,873.17 m <sup>2</sup> , bajo un volumen estimado de 62,680.96 m <sup>3</sup> de suelo de descapote.	Medida ambiental No. 2. Acopio del suelo vegetal para ser reutilizado durante las labores de revegetación del proyecto. (Atenuación).	Será acopiado en promontorios no mayores a los 1.5 m de altura, los cuales deberán ser resguardados en zonas estratégicas cercanas a los sitios en donde se generarán taludes de corte y de relleno o almacenados temporalmente en los sitios de disposición final que utilice la empresa constructora, separado del material de desalojo, para ser utilizado en el enriquecimiento de los mismos.	Zonas estratégicas en el proyecto cercanas a los taludes de corte o de relleno o en sitios de disposición final separado del material de desecho.	MOPT por medio de la empresa constructora del proyecto.	Presupuesto de construcción.	-	En la preparación de sitio del proyecto, primeros meses de iniciada la obra.	Protección y reutilización del suelo fértil para la reutilización.

**Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.**  
 Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
 Representante Legal.

Etapa del Proyecto.	Actividades del proyecto.	Descripción del Impacto Ambiental Generado.	Medida Ambiental.	Descripción de la Medida Propuesta.	Ubicación de la Medida de Mitigación Ambiental.	Responsable de su ejecución.	Monto calculado que forma parte de la Ingeniería del proyecto, no afianzado (US\$).	Monto Calculado de la Medida Ambiental (US\$).	Momento de su ejecución.	Resultado esperado.
Construcción.	Todas las actividades constructivas del proyecto.	Brindar los conocimientos necesarios a las comunidades (personas que habitan en la zona) y trabajadores del proyecto, sobre las diversas actividades constructivas que involucrará la obra vial y como estas pueden impactar a los recursos ambientales de zona de influencia.	Medida Ambiental No. 3. Campaña de concientización ambiental para el proyecto. (Prevención y atenuación).	Por medio de la oficina de gestión ambiental se desarrollarán dos componentes: comunicación e información, los cuales involucran la entrega de material escrito, capacitaciones en escuelas y jornadas públicas en las comunidades, así como charlas a los trabajadores en los frentes de trabajo, todas estas actividades estarán relacionadas con prevención de daños a los recursos ambientales de la zona de influencia del proyecto.	En toda el área de influencia del proyecto.	MOPT por medio de la empresa constructora del proyecto.	-	13,000.00	Desde la etapa de preparación de sitio y construcción.	Población y trabajadores del proyecto, concientizados en la protección del medio ambiente.
	Movilización de maquinaria, transporte de materiales y desalojos, entradas y salidas a los planteles, etc.	Incremento del tráfico vehicular y peatonal, Afectación a vías de acceso (caminos vecinales y propiedades privadas).	Medida Ambiental No. 4. Establecimiento de medidas de seguridad vial (Prevención).	La medida ambiental será desarrollada tomando en cuenta los siguientes aspectos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contratación y capacitación de banderilleros.</li> <li>• Dotación de equipo completo de protección personal.</li> <li>• Dotación de señales temporales preventivas, así como dispositivos de manejo del tráfico.</li> <li>• Uso de señalización vial y zonas peatonales seguras.</li> </ul>	Unidades de apoyo, frentes de trabajo, en donde sea necesario el manejo del tráfico.	MOPT por medio de la empresa constructora del proyecto.	Presupuesto de construcción.	-	Durante toda la construcción del proyecto.	Ausencia de accidentes producto del tráfico vehicular.

**Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.**  
Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
Representante Legal.

Etapa del Proyecto.	Actividades del proyecto.	Descripción del Impacto Ambiental Generado.	Medida Ambiental.	Descripción de la Medida Propuesta.	Ubicación de la Medida de Mitigación Ambiental.	Responsable de su ejecución.	Monto calculado que forma parte de la Ingeniería del proyecto, no afianzado (US\$).	Monto Calculado de la Medida Ambiental (US\$).	Momento de su ejecución.	Resultado esperado.
Construcción.	Todas las actividades constructivas requirieren personal con dotación de equipo de protección personal, así como la adecuada capacitación en su uso.	Incremento de los riesgos ocupacionales, debido a la falta de dotación del equipo de protección personal de acuerdo a las actividades del proyecto.	Medida Ambiental No. 5. Plan de manejo de riesgos laborales del proyecto. (Prevención).	Dotación de cascos protectores, mascarillas, lentes, guantes de cuero, botas de hule y botas de cuero con cubo de acero, tapones auditivos, chalecos de seguridad, capas, etc., de acuerdo a las actividades de trabajo, además del botiquín de primeros auxilios y charlas a los trabajadores de los frentes de trabajo donde se incluya información de las medidas ambientales en desarrollo.	Frentes de trabajo, incluyendo plantel y sitios de disposición final de material excedente.	MOPT por medio de la empresa constructora del proyecto.	Presupuesto de construcción.	-	Durante toda la construcción del proyecto.	Personal dotado de equipo de protección de acuerdo a las actividades a realizar, ausencia de accidentes laborales, así como de enfermedades debidas a la falta de uso de equipo de protección personal.
	Terracería utilizada en el mejoramiento de la carretera, además de las labores de construcción del viaducto, obras de drenaje mayor y menor.	Daños a la salud de la población de las comunidades ubicadas en forma aledaña y aguas abajo de la carretera, disminución en la recarga de acuíferos. Los ríos ubicados en la zona de influencia del proyecto podrían resultar afectados por las actividades que se desarrollen en la traza del proyecto, incluyendo la construcción del viaducto.	Medida Ambiental No. 6. Monitoreo de la calidad de las aguas del río Los Chorros (quebrada El Guarumal o río Colón), río Belén, río Agua Amarilla y aguas acopiadas en piletas del sector Los Chorros, para prevenir alteraciones físicas, químicas y biológicas. (Prevención).	La medida ambiental consistirá en realizar 3 monitoreos a las aguas del río Los Chorros (quebrada El Guarumal o río Colón), río Belén, río Agua Amarilla y aguas acopiadas en piletas del sector Los Chorros para mantener la calidad actual y no incrementarla. Los parámetros que serán monitoreados serán: Demanda bioquímica de oxígeno, PH, turbiedad, oxígeno disuelto, aceites y grasas, recuentos coliformes totales y recuento coliformes fecales.	Río Los Chorros (estación 16+500 LI), Piletas de agua proveniente de fuentes subterráneas del turicentro Los Chorros (estación 16+780 LD), zona del viaducto (estación 19+100), río Colón (estación 21+240 LI), río Belén (estación 23+540) y río Agua Amarilla (estación 25+360).	MOPT por medio de la empresa constructora del proyecto.	-	1,768.14	El monitoreo se realizará a los 3, 10 y 17 meses luego de iniciado el proyecto.	Ausencia de alteraciones físico, químico y biológicas comparados con los resultados de la línea base.

**Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.**  
Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
Representante Legal.

Etapa del Proyecto.	Actividades del proyecto.	Descripción del Impacto Ambiental Generado.	Medida Ambiental.	Descripción de la Medida Propuesta.	Ubicación de la Medida de Mitigación Ambiental.	Responsable de su ejecución.	Monto calculado que forma parte de la Ingeniería del proyecto, no afianzado (US\$).	Monto Calculado de la Medida Ambiental (US\$).	Momento de su ejecución.	Resultado esperado.
Construcción.	Uso de maquinaria y equipo.	Daños a la salud pública y alteración (contaminación) de la calidad del aire, al no llevar a cabo un mantenimiento apropiado de la maquinaria presente en el proyecto.	Medida Ambiental No. 7. Programa de mantenimiento de la maquinaria durante la construcción (Prevención).	Se brindará mantenimiento preventivo y correctivo en el taller del plantel del proyecto. El primero estará bajo la responsabilidad del motorista de cada equipo y el segundo bajo talleres especializados para tal fin.	Taller del plantel o talleres especializados fuera del proyecto.	MOPT por medio de la empresa constructora del proyecto.	El costo es parte del mantenimiento que la empresa constructora brinda al equipo del proyecto y depende de las especificaciones técnicas del mismo.	-	Toda la construcción del proyecto.	Maquinaria con buen mantenimiento o en el proyecto y contaminación en los niveles permisibles.
	Uso de maquinaria y equipo, por las actividades de terracería y movilidad en el proyecto.	Alteración (contaminación) de la calidad del aire y posibles daños a la salud pública.	Medida Ambiental No. 8. Monitoreo de la calidad del aire (hidrocarburos (HC), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ), óxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> ) y dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )). (Prevención).	Para todos los gases se realizarán tres (3) mediciones durante la etapa de construcción del proyecto, siendo el primero a los tres (3) meses y el segundo a los diez (10) meses y el tercero a los diecisiete (17) meses, después de iniciado el proyecto, utilizando equipo profesional calibrado para realizarlas.	Punto 1: Inicio del proyecto (estación 13 + 800). Punto 2: Turicentro Los Chorros (17+050). Punto 3: Zona de viaducto (estación 18+800), Punto 4: Ciudad Colón (estación 19 + 400), Punto 5: Centro escolar Las Moras (Estación 22 + 480) y Punto 6: Final del proyecto (Estación 27 + 800).	MOPT por medio de la empresa constructora del proyecto.	-	8,510.76.	A los 3, 10 y 17 meses después de iniciado el proyecto.	Mantener los niveles bajo los parámetros permisibles, según la norma.
	Uso de maquinaria y equipo, movilización de maquinaria y equipo en el proyecto.	Daños a la salud pública, cambios (contaminación) en la calidad del aire.	Medida Ambiental No. 9. Monitoreo del ruido en el proyecto (Prevención).	Se llevarán a cabo tres mediciones de ruido en seis puntos proyecto, mediante el uso de medidores profesionales con su certificado de calibración vigente, con tráfico normal y durante la mañana.	Punto 1: Inicio del proyecto (estación 13+800 LI). Punto 2: Frente a turicentro Los Chorros (estación 17+100 LD). Punto 3: Terreno de Finca Irlanda (viaducto) (estación 18+800). Punto 4: Ciudad de Colón (estación 19+400). Punto 5: Centro Escolar Cantón Las Moras (estación 22+480 LI). Punto 6: Batallón de Logística (estación 27+800 LI).	MOPT por medio de la empresa constructora del proyecto.	-	1,499.40.	A los 3, 10 y 17 meses después de iniciado el proyecto, con tráfico normal y durante la mañana.	Mantener los niveles de ruido bajo los parámetros permisibles según la Ordenanza Municipal de Santa Tecla, utilizada como referente para todo el proyecto.

**Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.**  
Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
Representante Legal.

Etapa del Proyecto.	Actividades del proyecto.	Descripción del Impacto Ambiental Generado.	Medida Ambiental.	Descripción de la Medida Propuesta.	Ubicación de la Medida de Mitigación Ambiental.	Responsable de su ejecución.	Monto calculado que forma parte de la Ingeniería del proyecto, no afianzado (US\$).	Monto Calculado de la Medida Ambiental (US\$).	Momento de su ejecución.	Resultado esperado.
Construcción.	Movilización de maquinaria, uso de maquinaria y equipo, movimientos de suelo, transporte de materiales y desalojos, etc.	Daños a la salud pública y cambios (contaminación) en la calidad del aire.	Medida Ambiental No. 10. Programa de humectación y monitoreo del material particulado (Prevención).	Las humectaciones se llevarán a cabo en todo el proyecto, con especial énfasis en los frentes de trabajo.  Se realizarán 3 humectaciones por día y se llevarán a cabo mediciones de material particulado, realizándose la primera a los tres (3) meses, la segunda a los diez (10) meses y la última a los diecisiete (17) meses, todas luego de iniciado el proyecto, mediante las cuales se verificará la efectividad del programa de humectación.	Cada medición tendrá en cuenta seis puntos del proyecto, recomendándose los siguientes: inicio del proyecto (estación 13+800), turicentro Los Chorros (estación 17+050), la tercera en zona de viaducto (estación 18 + 800), la cuarta aledaña a la ciudad de Colón (estación 19 + 640), la quinta en la estación 21 + 210 (aledaño al Centro Escolar Las Moras) y la sexta al final del proyecto (27 + 800).	MOPT por medio de la empresa constructora del proyecto.	-	381,107.30.	Las humectaciones se llevarán a cabo en toda la etapa de construcción y las mediciones de material particulado deberán realizarse en horas más cercanas al mediodía.	Particulados en los niveles permisibles y ausencia de daños a la salud de los trabajadores y población aledaña al proyecto.
	Generación de desechos sólidos comunes y peligrosos en los frentes de trabajo, producto de las diferentes actividades de construcción.	Daños a la salud pública, previniendo la generación de vectores de enfermedades, así como contaminación del suelo y aire proveniente del mal manejo de los desechos tanto comunes como peligrosos.	Medida Ambiental No. 11. Plan de manejo de desechos sólidos comunes y peligrosos en los frentes de trabajo (Prevención).	Se colocarán baterías de barriles metálicos de 56 galones con viñeta y tapadera en los frentes de trabajo, para la recolección de los desechos sólidos comunes que se generen, los cuales serán recolectados a diario y transportados al plantel mediante el uso de un camión equipado con un contenedor. En el plantel serán almacenados temporalmente para ser trasladados al sitio de disposición final autorizado por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales por medio del servicio municipal.	En los frentes de trabajo.	MOPT por medio de la empresa constructora del proyecto.	-	8,552.26.	Durante toda la construcción del proyecto.	Ausencia de desechos de todo tipo dispersos en los diferentes frentes de trabajo.
	Todas las actividades constructivas requirieren personal con dotación de agua para consumo humano.	Incremento de los riesgos ocupacionales, los cuales se prevé serán mayores al no tener suficientemente hidratado al personal.	Medida Ambiental No. 12. Dotación de agua potable para los trabajadores del proyecto (Prevención).	Abastecer de agua potable a los trabajadores del proyecto para consumo humano a razón de 3 l por persona por día como mínimo, garantizando la calidad del agua mediante análisis físico-químico y biológico intermedio, el cual debe ser realizado por un laboratorio acreditado por el OSA-Organismo Salvadoreño de Acreditación).	Todo el personal del proyecto.	MOPT por medio de la empresa constructora del proyecto.	-	121,830.70.	Debe dotarse a los trabajadores de agua para consumo humano, durante toda la construcción del proyecto. Los análisis del agua deberán realizarse y presentarse cada 4 meses, iniciando el primer mes de la construcción.	Personal abastecido de agua potable para consumo humano y sin problemas de enfermedades.

Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.  
Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
Representante Legal.

Etapa del Proyecto.	Actividades del proyecto.	Descripción del Impacto Ambiental Generado.	Medida Ambiental.	Descripción de la Medida Propuesta.	Ubicación de la Medida de Mitigación Ambiental.	Responsable de su ejecución.	Monto calculado que forma parte de la Ingeniería del proyecto, no afianzado (US\$).	Monto Calculado de la Medida Ambiental (US\$).	Momento de su ejecución.	Resultado esperado.
Construcción.	Generación de aguas residuales provenientes de los trabajadores (hombres y mujeres) de los diferentes frentes de trabajo y unidades de apoyo.	Daños a la salud pública, previniendo la generación de vectores de enfermedades, así como contaminación del suelo y aire proveniente del mal manejo de los desechos fisiológicos.	Medida Ambiental No. 13. Establecimiento de sanitarios portátiles en los frentes de trabajo (Prevención).	Se colocarán sanitarios portátiles en los frentes de trabajo y unidades de apoyo a razón de 1 sanitario por cada 20 personas, conteniendo papel higiénico y basureros. Se deberá dotar de sanitarios portátiles tanto para hombres como para mujeres en la relación establecida anteriormente.	Frentes de trabajo y unidades de apoyo.	MOPT por medio de la empresa constructora del proyecto.	-	153,970.00.	Durante toda la construcción del proyecto.	Ausencia de contaminación del suelo agua y aire por aguas residuales en el proyecto.
	Movimientos de tierra, terracería, excavaciones, etc.	Cambios en la hidrología superficial, debido a las actividades constructivas y movimientos de tierra que se llevarán a cabo a lo largo de la traza del proyecto.	Medida Ambiental No. 14. Manejo de la escorrentía superficial (Prevención).	Se construirán 12 canales de drenaje con sección parabólica de 75 cm de ancho y 50 cm de tirante hidráulico y de 50 m de largo, ubicadas con un ángulo entre 20° y 30° a favor de la pendiente y 12 cajas de rebalse de 1 m de ancho por 1 m de largo por 1.20 m de profundidad. Ambas estructuras serán conformadas y excavadas en el terreno natural del proyecto y tendrán como función retener sedimentos.	A lo largo del proyecto, especialmente en los sitios de mayor pendiente (Detalle en la Medida Ambiental No. 14).	MOPT por medio de la empresa constructora del proyecto.	-	3,780.00.	Durante la época de lluvias de la etapa de preparación de sitio y construcción del proyecto.	Manejo de los cambios en la hidrología superficial, controlando la erosión de los suelos.
	Cualquier actividad que conlleva con hallazgos arqueológicos y culturales.	Afectaciones directas e indirectas a sitios arqueológicos y culturales. Según la Resolución DA 183-2021, emitida por el Ministerio de Cultura, es factible la realización del proyecto.	Medida Ambiental No. 15. Plan de prevención ante hallazgos de sitios arqueológicos y culturales (Prevención).	La resolución emitida por el Ministerio de Cultura, genera factibilidad para la construcción del proyecto, condicionado a cumplir con ciertos aspectos relacionados con el hallazgo fortuito de sitios arqueológicos y culturales, los cuales se detallan en la medida ambiental correspondiente.	Todo el proyecto.	MOPT por medio de la empresa constructora del proyecto.	-	Debido a que es una actividad relacionada con casos fortuitos, los costos deberán ser asumidos por la Dirección de Patrimonio Cultural (DNPC), apoyados por el contratista.	Durante toda la construcción del proyecto.	Sin hallazgos fortuitos de sitios arqueológicos y culturales en el proyecto.

Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.  
Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
Representante Legal.

Etapa del Proyecto.	Actividades del proyecto.	Descripción del Impacto Ambiental Generado.	Medida Ambiental.	Descripción de la Medida Propuesta.	Ubicación de la Medida de Mitigación Ambiental.	Responsable de su ejecución.	Monto calculado que forma parte de la Ingeniería del proyecto, no afianzado (US\$).	Monto Calculado de la Medida Ambiental (US\$).	Momento de su ejecución.	Resultado esperado.
Construcción.	Tala y destronconado, limpieza y desmonte, uso de maquinaria y equipo, tráfico vehicular, transporte de materiales, desalojos, etc.	Daños a la fauna y avifauna, afectaciones de hábitats y/o refugios de especies animales.	Medida No 16. Obras preventivas de daños a la fauna (Prevención y atenuación).	<p>Se mantendrá vigilancia en los frentes de trabajo y unidades de apoyo para prevenir daños a la fauna y avifauna. Se colocarán dos (2) rótulos preventivos o prohibitivos de daños a la fauna en los frentes de trabajo y se impartirán charlas de concientización con frecuencia mensual, a los trabajadores en la protección de la misma. La fauna detectada en las zonas de trabajo "de ser posible o necesario" deberá ser capturada y liberada en zonas seguras. Se instalarán ocho (8) rótulos (señalización vial vertical) de precaución para prevenir atropellamientos de la fauna durante el funcionamiento de la carretera en los estacionamientos 14+000 y 17+140, 20+500 y 25+800.</p> <p>Algunas estructuras de drenaje transversal tendrán la función de pasos de fauna de un lado hacia el otro de la carretera y generar condiciones de migración con bastante seguridad. El tramo identificado como más crítico es el ubicado entre los estacionamientos 13+560 al 18+300, en el cual se adecuarán 3 estructuras de drenaje mayor. Para el tramo ubicado entre los estacionamientos 20+500 y 25+800, se considera que las tuberías de drenaje brindarán movilidad a los reptiles de la zona.</p>	Las señales temporales y las charlas a los trabajadores en todos los frentes de trabajo y la señalización vial vertical en los estacionamientos 13+560-18+300, 20+500 y 26+400, siendo una señal por sentido (8 en total), además de los pasos de fauna propuestos que están considerados dentro de las estructuras de drenaje existentes y en algunos casos adaptados para el paso de los animales, especialmente en el tramo del estacionamiento 13+560 al 18+300.	MOPT por medio de la empresa constructora del proyecto.	-	3,408.08	Se prevé que la duración de esta actividad será durante toda la fase de construcción del proyecto, además mediante la señalización permanente que se establezca y pasos de fauna, se espera que en la etapa de funcionamiento la protección sea extendida.	Fauna, avifauna y refugios sin daños.

**Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.**  
 Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
 Representante Legal.



Etapa del Proyecto.	Actividades del proyecto.	Descripción del Impacto Ambiental Generado.	Medida Ambiental.	Descripción de la Medida Propuesta.	Ubicación de la Medida de Mitigación Ambiental.	Responsable de su ejecución.	Monto calculado que forma parte de la Ingeniería del proyecto, no afianzado (US\$).	Monto Calculado de la Medida Ambiental (US\$).	Momento de su ejecución.	Resultado esperado.
Construcción.	Terracería, y sus diferentes actividades que conlleva.	Cambios en el uso actual del suelo, afectación morfoodinámica, pérdida de estabilidad geológica, cambios en la hidrología superficial, afectación de las fuentes de agua, arrastre y deposición de sedimentos en las áreas cercanas a cauces de aguas, alteraciones a lechos de ríos, disminución en la recarga de acuíferos, alteración de las vistas panorámicas, pérdida de carácter visual del área.	Medida Ambiental No. 17. Tratamiento a los taludes de corte para prevenir deslizamientos (Prevención y Atenuación).	Cada uno de los taludes será manejado por medio de bermas con inclinaciones de los taludes en su mayoría de 2H:1V, manejándose anchos de terrazas de 3 m y pendientes inversas del 2-3%. Todos los taludes serán revegetados estableciéndoles zacate barrenillo ( <i>Cynodon dactylon</i> ), a excepción de los taludes que se encuentran constituidos principalmente por tobas o material rocoso.	Todos los taludes de corte ubicados a lo largo de la traza.	MOPT por medio de la empresa constructora del proyecto.	-	41,479.20.	Durante la etapa de construcción, especialmente en la época de lluvias o con riego si se lleva a cabo en otra época.	Ausencia de derrumbes que puedan dañar la carretera.
	Terracería, excavaciones, ampliaciones de las estructuras de drenaje, etc.	Cambios en el uso actual del suelo, afectación morfoodinámica, cambios en la hidrología superficial, afectación de las fuentes de agua, arrastre y deposición de sedimentos en las áreas cercanas a cauces de aguas, alteraciones a lechos de ríos, disminución en la recarga de acuíferos, alteración de las vistas panorámicas, pérdida de carácter visual del área.	Medida Ambiental No. 18. Revegetación del proyecto. (Prevención y Atenuación).	Las actividades de nivelación de la traza generarán zonas desnudas que deberán ser protegidas contra la erosión de los suelos, mediante cobertura vegetal, utilizando para esto la grama común ( <i>Paspalum notatum</i> ) y zacate vetiver ( <i>Vetiveria zizanioides</i> ), en la mayor parte de taludes de relleno, en forma combinada y en las islas de retornos, intersecciones y miradores solo será plantada la grama común.	Todas las zonas desnudas del proyecto.	MOPT por medio de la empresa constructora del proyecto.	-	184,579.52.	Durante la etapa de construcción, especialmente en la época de lluvias o con riego si se lleva a cabo en otra época.	Zonas desnudas protegidas contra la erosión de los suelos, así como de deslizamientos.
	Tráfico vehicular y peatonal.	Incremento del tráfico vehicular y peatonal, lo que repercute en generación de accidentes.	Medida Ambiental No. 19. Construcción de pasarelas y paradas de buses (Prevención).	Consiste en la construcción de 11 pasarelas que permitan la circulación de las personas con seguridad al cruzar la carretera.  Tomando de base el diseño final de ingeniería, se han considerado la construcción de 24 paradas de buses (12 por sentido vial).	Estaciones 17+063, 20+359, 21+180, 21+767, 22+440, 22+861, 23+278, 23+846, 24+738, 26+847, 27+524.  Las ubicaciones coinciden con las pasarelas.	MOPT por medio de la empresa constructora del proyecto.	Presupuesto de la obra.  Presupuesto de construcción.	-	La implementación se llevará a cabo en forma paralela con el resto de actividades de construcción del proyecto (últimos 12 meses).	Población disfrutando de pasos y movilizaciónes seguras en la carretera.

Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.  
Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
Representante Legal.

Etapa del Proyecto.	Actividades del proyecto.	Descripción del Impacto Ambiental Generado.	Medida Ambiental.	Descripción de la Medida Propuesta.	Ubicación de la Medida de Mitigación Ambiental.	Responsable de su ejecución.	Monto calculado que forma parte de la Ingeniería del proyecto, no afianzado (US\$).	Monto Calculado de la Medida Ambiental (US\$).	Momento de su ejecución.	Resultado esperado.
Construcción.	Las diversas actividades de terracería en la ampliación de la carretera conllevan la afectación de accesos tanto a propiedades privadas como a caminos que conducen a comunidades del área de influencia del proyecto.	Afectación a vías de acceso (caminos vecinales y propiedades privadas), afectaciones a la propiedad privada. Se afectarán 107 accesos vecinales, los cuales incluyen caminos rurales por donde circulan comunidades aledañas, así como otras que se encuentran en el área de influencia del proyecto, incluyendo los accesos a las propiedades privadas los cuales serán mejorados al finalizar la etapa de construcción.	Medida Ambiental No. 20. Restauración de los accesos a propiedades privadas y caminos vecinales (Compensación).	Se realizarán los trabajos de excavación y relleno de acuerdo a las necesidades y se colocará la capa de base en gruesos compactado por lo menos con tres pasadas de un pisón mecánico liviano, rodillo o sistema vibratorio. Mediante encofrados se delimitarán las zonas a mejorar para luego aplicar el concreto, separadas por juntas de construcción.	Se encuentran ubicados a lo largo del proyecto (Ver Plano de medidas ambientales).	MOPT por medio de la empresa constructora del proyecto.	Presupuesto de construcción.	-	Los accesos deberán estar siendo mejorados de acuerdo al avance del proyecto, especialmente la restauración se llevará a cabo en los últimos 12 meses del proyecto.	107 accesos a caminos vecinales y accesos a propiedades privadas funcionando en la etapa de construcción y mejorados al finalizar la misma.
	Las diversas actividades de la ampliación de la carretera conllevarán al desplazamiento o del sitio de acopio, así como de la planta de bombeo del agua.	Afectación a fuentes de acopio y distribución de agua tanto institucionales como privadas que utilizan fuentes provenientes de aguas subterráneas del sector del turicentro Los Chorros.	Medida Ambiental No. 21. Manejo de las fuentes de agua (Planta de bombeo y acopios de agua) (Atenuación y compensación).	En ambos sitios, se procederá al desmantelamiento de las estructuras, es decir, paredes, cisternas de acopio, tanques de almacenamiento, etc., lo cual será demolido y transportado al sitio de disposición final de materiales excedentes regulado por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). Para el caso de los equipos de la planta de bombeo de la ANDA, serán reutilizados en la nueva planta o en su defecto serán trasladados a las bodegas de la institución para ser reutilizadas en otros proyectos. Las fuentes de agua serán manejadas por medio de tuberías y serán descargadas al río Los Chorros.	Sitio de acopio de aguas provenientes del turicentro Los Chorros, ubicado en la estación 16+800 LI.  Planta de acopio y bombeo de agua de la Administración de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) ubicada en la estación 16+920 LI.	MOPT por medio de la empresa constructora del proyecto y ANDA.	-	2,200.00	Preparación de sitio, primeros 5 meses de iniciado el proyecto.	Población que se abastece de estas fuentes, sin inconveniente de recibir el servicio de agua potable.

**Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.**  
Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
Representante Legal.

Etapa del Proyecto.	Actividades del proyecto.	Descripción del Impacto Ambiental Generado.	Medida Ambiental.	Descripción de la Medida Propuesta.	Ubicación de la Medida de Mitigación Ambiental.	Responsable de su ejecución.	Monto calculado que forma parte de la Ingeniería del proyecto, no afianzado (US\$).	Monto Calculado de la Medida Ambiental (US\$).	Momento de su ejecución.	Resultado esperado.
	Impermeabilización de áreas, tala y destronchado de la vegetación arbórea y arbustiva de las zonas de ampliación y sitios donde se establecerán las bases del viaducto.	Afectación de la hidrología superficial, daños a la flora, fauna y avifauna, alteración del hábitat y ecosistemas, vistas panorámicas y pérdida del carácter visual del área.	Medida Ambiental No. 22. Compensación ambiental (Compensación)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Replanteo, amojonamiento y cercado de las ANP de San Lorenzo, San Andrés y Cráter del Volcan de San Salvador.</li> <li>Reforestación de la ANP San Lorenzo y ANP Talcualuya, además de árboles al contorno de ANP San Lorenzo y San Andrés.</li> </ul>	Zonas naturales protegidas de San Lorenzo, San Andrés, Cráter del Volcán de San Salvador y Talcualuya.	MOPT por medio de la empresa constructora.	-	345,425.63	Paralelo con la construcción del proyecto. La reforestación deberá realizarse en la época lluviosa.	Compensación ambiental realizada.
	Terracería para la ampliación de la carretera.	Afectación a los patrones culturales (estilos de vida), especialmente en la alteración de monumentos religiosos que han construido las personas en honor a familiares fallecidos.	Medida Ambiental No. 23. Reinstalación de monumentos a difuntos (compensación)	La medida consiste en la remoción de 4 monumentos memoriales, culturales y religiosos, que deberá realizarse durante la etapa de preparación de sitio y posterior reubicación de ellos al finalizar la construcción del proyecto, los cuales deberán ser reinstalados paralelamente a la ubicación actual.	22+140 LD, 23+920 (Corredor central de la carretera), 24+420 LD y 28+180 LI.	MOPTV DU por medio de la empresa constructora del proyecto.	Presupuesto de construcción.	-	Al inicio de la construcción la remoción y al final de construcción el reinstalo de los monumentos.	Monumentos memoriales rescatados y reinstalados.

**Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.**  
 Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
 Representante Legal.

Etapa del Proyecto.	Actividades del proyecto.	Descripción del Impacto Ambiental Generado.	Medida Ambiental.	Descripción de la Medida Propuesta.	Ubicación de la Medida de Mitigación Ambiental.	Responsable de su ejecución.	Monto calculado que forma parte de la Ingeniería del proyecto, no afianzado (US\$).	Monto Calculado de la Medida Ambiental (US\$).	Momento de su ejecución.	Resultado esperado.
Construcción.	Establecimiento del plantel.	Alteración (contaminación) de la calidad del aire y suelo, riesgos del personal y de la población, daños a la flora y fauna, incremento en el riesgo de la seguridad laboral (riesgo físico, acoso laboral, entre otros),	Medida Ambiental No. 24. Manejo ambiental del Plantel (Prevención, compensación y mitigación).	El contratista deberá gestionar el permiso ambiental del sitio y las inversiones serán de total responsabilidad del propietario y/o de la empresa constructora, sin embargo, es importante el manejo de los desechos sólidos y peligrosos para lo cual deberá instalarse barriles metálicos, rotulación de las diferentes áreas y puntos de encuentro, extintores para casos de incendios que conlleven al manejo adecuado del plantel.	Los terrenos propuestos para planteles se ubican en los estacionamientos: 21+140 LI, 23+880 LI y 25+660 LI.	MOPT por medio de la empresa constructora del proyecto.	-	10,620.00.	Al inicio de la etapa de construcción y durará todo el proyecto.	Manejo ambiental adecuado del plantel.
	Uso de sitios de disposición final de material excedente.	Afectación por cambios de uso actual del suelo de las unidades de apoyo, cambios en la hidrología superficial, afectación a las vistas panorámicas y pérdidas del carácter visual de áreas. Los sitios de disposición final de material excedente identificados al ser utilizados tendrán algún cambio en su topografía natural, por la deposición, generando afectaciones si no son manejados adecuadamente.	Medida Ambiental No. 25. Manejo ambiental de sitios de disposición final de material excedente (Prevención, compensación y mitigación).	De los sitios propuestos para la disposición final de los materiales excedentes, uno posee resolución MARN, siendo la cantera y relleno La Florida, el segundo sitio, se encuentra ubicado sobre la estación 23+880 LI y no posee permiso ambiental, por lo tanto, si la empresa constructora toma la decisión de utilizarlo deberá tramitarlo y las inversiones a realizar para el cumplimiento del PMA que emita el MARN, será de total responsabilidad del propietario y/o empresa constructora. Se han propuesto medidas generales, siendo las siguientes; Utilización de barriles metálicos con viñeta y tapadera para el manejo de los desechos sólidos comunes, además de sanitarios portátiles para el uso de los trabajadores (hombres y mujeres desagregados por sexo) y rotulación de entrada y salida a los mismos, con la intención de salvaguardar la seguridad y el buen manejo de los desechos sólidos comunes.	La ubicación de los sitios son las siguientes: Cantera y relleno La Florida, ubicado en la estación 34+700 en dirección de la carretera que conduce a Jayaque, departamento de La Libertad.  Segundo sitio: estación 23+880 LI, aledaño a la carretera sentido Santa Ana-San Salvador, Cantón Lourdes, municipio de Colón, departamento de La Libertad.	MOPT por medio de la empresa constructora del proyecto.	-	6,240.00.	Durante la etapa de construcción (primeros 6 meses).	Sitios de disposición final de material excedente con buena utilización y con las medidas respectivas que incluye el manejo ambiental.

**Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.**  
Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
Representante Legal.

Etapa del Proyecto.	Actividades del proyecto.	Descripción del Impacto Ambiental Generado.	Medida Ambiental.	Descripción de la Medida Propuesta.	Ubicación de la Medida de Mitigación Ambiental.	Responsable de su ejecución.	Monto calculado que forma parte de la Ingeniería del proyecto, no afianzado (US\$).	Monto Calculado de la Medida Ambiental (US\$.)	Momento de su ejecución.	Resultado esperado.
Construcción.	Extracción de materiales en el banco de materiales para abastecer el proyecto.	Pérdidas de estabilidad geológica y afectación a las vistas panorámicas. La alteración de los sitios para extraer materiales que son requeridos como materias primas para el proyecto conllevan consigo los impactos mencionados, los cuales pueden ser prevenidos, compensados y mitigados mediante un buen manejo ambiental de los mismos.	Medida ambiental No. 26. Manejo ambiental de los bancos de materiales (Prevención, compensación y mitigación).	Los bancos propuestos para el proyecto, tanto como fuentes de agregados gruesos como finos cuentan con el permiso ambiental respectivo, cada propietario, es responsable del cumplimiento del programa de manejo ambiental, sin embargo, se ha considera que durante el transporte de los materiales los camiones transportadores deben ser cubiertos con lonas para prevenir dispersiones de particulados durante el recorrido.	Camiones transportadores de materiales desde el banco de materiales hasta el proyecto.	MOPT por medio de la empresa constructora del proyecto.	-	Titulares de los bancos de materiales.	El traslado de materiales se considera que se realizará desde el mes 4 hasta el 20 de la etapa de construcción.	Camiones cubiertos con lona durante todo el lapso del viaje desde el banco de materiales hasta el proyecto, previniendo la generación de particulados.
Cierre.	Cierre ambiental de las unidades de apoyo, limpieza del corredor vial, monitoreo de la estabilidad de taludes de corte y de relleno, etc.	Daños a la salud de la población, afectación de las vistas panorámicas y del carácter visual del área.	Medida Ambiental No. 27. Retiro del proyecto de cualquier instalación provisional, servicios utilizados, limpieza del corredor vial y unidades de apoyo, al finalizar la construcción del proyecto (Atenuación).	La medida consiste en dejar limpio el proyecto de todo tipo de desechos, además del retiro de todas las instalaciones provisionales y el manejo adecuado de los residuos y desechos en los sitios de disposición final autorizados por el MARN.	A lo largo del proyecto y unidades de apoyo.	MOPT por medio de la empresa constructora del proyecto.	-	15,090.00.	Al final de la etapa de construcción (últimos tres meses).	Proyecto completamente limpio y unidades de apoyo con el cierre ambiental establecido.
<b>INVERSIÓN TOTAL ETAPA DE CONSTRUCCIÓN (US\$)</b>							-	<b>1,181,678.99</b>		

**Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.**  
Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
Representante Legal.

Tabla 5. Cuadro resumen del Programa de Manejo Ambiental. Etapa de Funcionamiento

Etapa del Proyecto.	Actividades del proyecto.	Descripción del Impacto Ambiental Generado.	Medida Ambiental.	Descripción de la Medida Propuesta.	Ubicación de la Medida de Mitigación Ambiental.	Responsable de su ejecución.	Monto calculado que forma parte de la Ingeniería del proyecto, no afianzado (US\$).	Monto Calculado de la Medida Ambiental (US\$).	Momento de su ejecución.	Resultado esperado.
Funcionamiento.	La actividad de terracería, generará movimientos de tierra y taludes de corte que serán protegidos con barrenillo.	Cambios en el uso actual del suelo, afectación morfológica, pérdida de estabilidad del suelo, alteración de las vistas panorámicas, pérdidas de carácter visual de las áreas.	Medida Ambiental No. 1. Mantenimiento por tres años del zacate barrenillo ( <i>Cynodon dactylon</i> ) plantados en los taludes de corte del proyecto (Mitigación).	La medida consiste en brindarle el mantenimiento por tres años al zacate barrenillo, para los cuales se han establecido dos fertilizaciones, dos controles de malezas y riegos con agua durante la época seca.	Todos los taludes de corte del proyecto.	MOPT por medio de la empresa constructora del proyecto.	-	69,132.00	Los primeros tres años de funcionamiento del proyecto, especialmente en la época de lluvias, o con riego en la época seca.	Zacate barrenillo con buen desarrollo y ejerciendo las funciones de protección.
	Terracería, excavaciones, ampliaciones de drenajes mayor y menor.	Cambios en el uso actual del suelo, cambios a la hidrología superficial, arrastre y deposición de sedimentos en las áreas cercanas a cauces de aguas, alteración a las vistas panorámicas y pérdidas del carácter visual del área.	Medida Ambiental No. 2. Mantenimiento por tres años de la revegetación realizada en el proyecto. (Mitigación).	La medida consiste en brindarle el mantenimiento por tres años a la grama común y al zacate vetiver, para los cuales se han establecido dos fertilizaciones, dos controles de malezas, riegos con agua durante la época seca.	Todos los sitios en donde se ha establecido grama común y el zacate vetiver en el proyecto.	MOPT por medio de la empresa constructora del proyecto	-	103,460.70	Los primeros tres años de funcionamiento del proyecto, especialmente en la época de lluvias, o con riego en la época seca.	Grama común con buen desarrollo y ejerciendo las funciones de protección.
	Tala de la vegetación arbórea y arbustiva, incremento de nuevas áreas impermeabilizadas.	Daños a la flora, alteración del hábitat y ecosistemas, pérdidas de infiltración de aguas lluvias, alteraciones al paisaje y vida silvestre y alteración al clima.	Medida Ambiental No. 3. Mantenimiento de la compensación ambiental realizada en las áreas naturales protegidas. (Compensación)	La medida consiste en brindarle el mantenimiento por tres años a los árboles plantados durante la etapa de construcción en las ANP San Lorenzo, Talcualuya y San Andrés, a los cuales se les brindará dos fertilizaciones, dos controles de malezas, riegos con agua, control de plagas y enfermedades y podas.	ANP San Lorenzo, Talcualuya y San Andrés.	MOPT por medio de la empresa constructora del proyecto	-	244,836.80	Los primeros tres años de funcionamiento del proyecto, especialmente en la época de lluvias para los árboles, o con riego en la época seca.	Arborización con desarrollo normal.

Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.  
Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
Representante Legal.

Etapa del Proyecto,	Actividades del proyecto,	Descripción del Impacto Ambiental Generado,	Medida Ambiental,	Descripción de la Medida Propuesta.	Ubicación de la Medida de Mitigación Ambiental.	Responsable de su ejecución.	Monto calculado que forma parte de la Ingeniería del proyecto, no afianzado (US\$).	Monto Calculado de la Medida Ambiental (US\$).	Momento de su ejecución.	Resultado esperado.
Funcionamiento.	Tráfico vehicular en el proyecto.	Daños a la salud pública, alteración (contaminación) de la calidad del aire. Se considera que con las actividades de funcionamiento en donde el movimiento vehicular se prevé será mayor a medida que transcurra el tiempo, la generación de ruido se vuelve con mayor intensidad, generando posibles daños a la salud de la población.	Medida Ambiental No. 4. Monitoreo del ruido en el proyecto (Prevención).	Se realizará una (1) medición anual por tres (3) años de este contaminante ambiental en la etapa de funcionamiento, en cinco puntos del proyecto. Las mediciones serán llevadas a cabo de preferencia en la época seca, comparándose cada resultado obtenido con el de la línea base del presente estudio de impacto ambiental.	Los puntos en los cuales se realizará cada una de las mediciones son los siguientes: Punto 1: Inicio del proyecto (estación 13+800 LI). Punto 2: Frente a turicentro Los Chorros (estación 17+100 LD). Punto 3: Ciudad de Colón (estación 19+400), Punto 4: Centro Escolar Cantón Las Moras (estación 22+480 LI). Punto 5: Batallón de Logística (estación 27+800 LI).	MOPT por medio de la empresa constructora del proyecto.	-	1,249.5	Una vez por año durante tres años en la época seca con tráfico normal y de preferencia durante la mañana.	Mantener los niveles de ruido bajo los parámetros permisibles según la Ordenanza Municipal de Santa Tecla, utilizada como referente para todo el proyecto.
	Terracería y obras de drenaje que al no recibir el mantenimiento adecuado sufren problemas de obstrucciones de propiciando conducción no adecuada de las aguas lluvias.	Pérdida de estabilidad del suelo, cambios en la hidrología superficial e interrupción de pasos de fauna terrestre, debido a obstrucciones que puedan sufrir las estructuras de drenaje por falta de mantenimiento.	Medida Ambiental No. 5. Mantenimiento de los pasos de fauna terrestre, y drenajes del proyecto (Prevención).	Consiste en mantener en buen estado los pasos de fauna terrestre adecuados, drenajes y derramaderos, brindando las reparaciones y las limpiezas necesarias para su buen funcionamiento.	Todo el proyecto.	MOPT por medio de la empresa constructora del proyecto.	Presupuesto de construcción (396,252.30).	-	Durante tres años de acuerdo a la garantía de buena calidad de obra de la empresa constructora.	Pasos de fauna terrestre, drenajes y derramaderos funcionando y en buen estado.
<b>INVERSIÓN TOTAL ETAPA DE FUNCIONAMIENTO (US\$)</b>							<b>396,252.30</b>	<b>418,678.99</b>		
<b>INVERSIÓN TOTAL DEL PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL AFIANZABLE (US\$)</b>								<b>1,599,909.28</b>		

**Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.**  
Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
Representante Legal.

Tabla 6. Cuadro resumen de aplicación del Plan de Monitoreo Ambiental. Etapa de Ubicación y Construcción.

Etapa Ejecución.	Medidas Ambientales.	Parámetros de control a considerar.	Lugar o punto de Monitoreo.	Frecuencia del monitoreo.	Método a Utilizar.	Responsable del monitoreo.	Interpretación del Resultado.	Retroalimentación.	Referencia en el texto de la descripción del impacto.
PREPARACIÓN DE SITIO.	Medida No. 1. Instalación de la oficina de gestión ambiental del proyecto. (Prevención).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Oficina funcionando de acuerdo a requerimiento de la medida.</li> <li>Recurso humano y logístico completo.</li> <li>Oficina identificada.</li> </ul>	Oficina de gestión ambiental.	Semanal.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Registro del personal laborando de acuerdo a requerimiento.</li> <li>Registros fotográficos.</li> </ul>	Empresa contratista.	Oficina de gestión ambiental instalada y funcionando.	Realizar la solicitud oficial a la empresa constructora, si la oficina no se encuentra con el recurso humano y logístico para el normal funcionamiento.	Cuarto párrafo de la medida respectiva.
	Medida No. 2. Acopio del suelo vegetal para ser reutilizado durante las labores de revegetación del proyecto. (Atenuación).	<p>Volumen de material de descapote acopiado.</p> <p>Volumen de descapote reutilizado.</p>	<p>Frentes de trabajo durante la preparación de sitio.</p> <p>Sitios de acopio del suelo.</p>	Semanal.	<p>Registros de volúmenes de acopiados con identificación de ubicaciones.</p> <p>Registros de volúmenes reutilizados con identificación de ubicaciones.</p> <p>Respaldos fotográficos.</p>	Empresa contratista y supervisora por medio del ambientalista, con el apoyo de otros profesionales de las empresas.	Suelo orgánico resguardado en los sitios establecidos y reutilizado para las zonas a revegetar.	Mejorar el monitoreo y la comunicación con el residente del proyecto para llevar a cabo la actividad como se ha establecido.	Cuarto párrafo de la medida respectiva.

Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.  
Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
Representante Legal.



Etapa Ejecución.	Medidas Ambientales.	Parámetros de control a considerar.	Lugar o punto de Monitoreo.	Frecuencia del monitoreo.	Método a Utilizar.	Responsable del monitoreo.	Interpretación del Resultado.	Retroalimentación.	Referencia en el texto de la descripción del impacto.
CONSTRUCCIÓN.	Medida Ambiental No. 3. Campaña de concientización ambiental para el proyecto. (Prevención y atenuación).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Número de trabajadores participando en las charlas.</li> <li>Número de estudiantes participando en las jornadas de capacitación.</li> <li>Número de personas participando en las jornadas de capacitación realizadas en las comunidades.</li> <li>Informe de las jornadas de capacitación realizadas en las escuelas y comunidades.</li> <li>Cantidad de material escrito entregado.</li> <li>Informe de las cantidades de material escrito entregado en las diversas charlas y jornadas de capacitación.</li> </ul>	Oficina de gestión ambiental y en cada una de las actividades desarrolladas en la campaña.	Semanal.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Registro de los trabajadores participando en las charlas.</li> <li>Registro de los estudiantes participando en las jornadas de capacitación.</li> <li>Registro de las personas participando en las jornadas de capacitación realizadas en las comunidades.</li> <li>Registro de material publicitario entregado.</li> </ul>	Empresa contratista y supervisora por medio del ambientalista, con el apoyo de otros profesionales de las empresas.	Personal que labora en el proyecto, así como la población aledaña al mismo deberá estar concientizados sobre la prevención de los daños que pueden sufrir los recursos ambientales con las diferentes actividades constructivas.	Incrementar las capacitaciones y charlas de concientización a las escuelas, comunidades y con los trabajadores, sobre la protección de los recursos ambientales para obtener mejores resultados.	Cuarto párrafo de la medida respectiva.
	Medida Ambiental No. 4. Establecimiento de medidas de seguridad vial. (Prevención).	<p>Personal usando equipo de protección personal.</p> <p>Proyecto con señalización vial adecuada.</p> <p>Número de accidentes de trabajadores del proyecto.</p>	Frentes de trabajo, así como las entradas y salidas del plantel y sitios de disposición final de material excedente y banco de materiales.	Diario.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Registro de equipo de protección personal entregado a los trabajadores.</li> <li>Registro de dispositivos adquiridos para la seguridad vial.</li> <li>Registro de accidentes de los trabajadores generados por el proyecto.</li> </ul>	Empresa contratista y supervisora por medio del ambientalista, con el apoyo de otros profesionales de las empresas.	Tráfico sin problemas y ausencia de accidentes provenientes de seguridad vial.	Mejorar la seguridad, mediante la incorporación de más banderilleros y señalización.	Cuarto párrafo de la medida respectiva.

**Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.**  
Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
Representante Legal.

Etapa Ejecución	Medidas Ambientales.	Parámetros de control a considerar.	Lugar o punto de Monitoreo.	Frecuencia del monitoreo.	Método a Utilizar.	Responsable del monitoreo.	Interpretación del Resultado.	Retroalimentación.	Referencia en el texto de la descripción del impacto.
CONSTRUCCIÓN.	Medida Ambiental No. 5. Plan de manejo de los riesgos laborales del proyecto. (Prevención).	Personal del proyecto utilizando equipo de protección personal. Número de charlas sobre protección de los recursos ambientales, brindadas a los trabajadores de los frentes de trabajo.	Trabajadores del proyecto.	Diario.	Registros de entrega de equipo de protección personal a los trabajadores e inspecciones de uso de equipo realizadas. Registro de charlas sobre protección de los recursos ambientales, brindadas en los frentes de trabajo. Respaldo fotográfico.	Empresa contratista y supervisora por medio del ambientalista, con el apoyo de otros profesionales de las empresas.	Personal dotado y usando el equipo de protección personal de acuerdo a las actividades en ejecución en el proyecto. Personal con conocimientos sobre medidas ambientales en desarrollo en el proyecto.	Incrementar el control en la dotación para que no exista personal sin el equipo de protección personal. Incrementar el número de charlas sobre protección de los recursos ambientales del proyecto.	Cuarto párrafo de la medida respectiva.
	Medida Ambiental No. 6. Monitoreo de la calidad de las aguas del río Los Chorros (quebrada El Guarumal o río Colón), río Belén, río Agua Amarilla y aguas acopiadas en piletas del sector Los Chorros, para prevenir alteraciones físicas, químicas y biológicas. (Prevención).	Cantidad y frecuencia de los monitoreos efectuados a los ríos. Informe de resultados de los análisis realizados y de cumplimiento de norma.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Río Los Chorros (estación 16+500 LI),</li> <li>Piletas de agua proveniente de fuentes subterráneas del turicentro Los Chorros (estación 16+780 LD),</li> <li>Zona del viaducto (estación 19+100),</li> <li>Río Colón (estación 21+240 LI),</li> <li>Río Belén (estación 23+540).</li> <li>Río Agua Amarilla (estación 25+360).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El primer monitoreo se llevará a cabo en el tercer mes de iniciado el proyecto.</li> <li>El segundo monitoreo se llevará a cabo a los diez (10) meses después de iniciada la etapa de construcción.</li> <li>El tercer monitoreo se llevará a cabo a los diecisiete (17) meses después de iniciado el proyecto.</li> </ul>	Registro de los resultados de los análisis del monitoreo de agua realizados.	Empresa contratista y supervisora por medio del ambientalista, con el apoyo de otros profesionales de las empresas.	Río Los Chorros (quebrada El Guarumal o río Colón), río Belén, río Agua Amarilla y aguas acopiadas en piletas del sector Los Chorros, sin alteraciones en sus aguas producto de las actividades del proyecto.	Mayor control sobre las actividades del proyecto relacionadas con la contaminación de los ríos y agua contenida en piletas ubicadas en el sector del turicentro Los Chorros.	Cuarto párrafo de la medida respectiva.

**Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.**  
Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
Representante Legal.

Etapa Ejecución	Medidas Ambientales.	Parámetros de control a considerar.	Lugar o punto de Monitoreo.	Frecuencia del monitoreo.	Método a Utilizar.	Responsable del monitoreo.	Interpretación del Resultado.	Retroalimentación.	Referencia en el texto de la descripción del impacto.
CONSTRUCCIÓN.	Medida Ambiental No. 7. Programa de mantenimiento de la maquinaria durante la etapa de construcción. (Prevención).	Número de mantenimientos preventivos realizados a la maquinaria del proyecto.  Número de mantenimientos correctivos realizados a la maquinaria del proyecto.	Taller del plantel y maquinaria en campo.	Semanalmente.	Bitácora de mantenimiento preventivo de maquinaria y registro fotográfico.  Bitácora de mantenimiento correctivo de maquinaria y registro fotográfico.	Empresa contratista y supervisora por medio del ambientalista, con el apoyo de otros profesionales de las empresas.	Maquinaria en buenas condiciones de combustión interna, así como condiciones mecánicas que permitan minimizar riesgos de accidentes.	Incrementar el monitoreo al mantenimiento recibido por la maquinaria o inclusive pedir su sustitución de ser necesario.	Cuarto párrafo de la medida respectiva.
	Medida Ambiental No. 8. Monitoreo de la calidad del aire (hidrocarburos (HC), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ), óxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> ) y dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )). (Prevención).	Cantidad y frecuencia de los monitoreos efectuados.  Informe de resultados de las mediciones realizadas las cuales deberán cumplir con la Norma Salvadoreña de Calidad del Aire Ambiental.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Punto 1: Inicio del proyecto (estación 13 + 800).</li> <li>• Punto 2: Turicentro Los Chorros (17+050).</li> <li>• Punto 3: Zona de viaducto (estación 18+800).</li> <li>• Punto 4: Ciudad Colón (estación 19 + 400).</li> <li>• Punto 5: Centro escolar Las Moras (Estación 22 + 480).</li> <li>• Punto 6: Final del proyecto (Estación 27 + 800).</li> </ul>	Para todos los gases: La primera medición deberá realizarse durante el tercer mes de iniciado el proyecto, la segunda a las diez (10) meses y la tercera diecisiete (17) meses después del iniciado el proyecto.	Registro de los resultados de los análisis del monitoreo.  Inspección visual de las mediciones, revisión de los resultados que se encuentran en los niveles permisibles.	Empresa contratista y supervisora por medio del ambientalista, con el apoyo de otros profesionales de las empresas.	Calidad del aire en los niveles permisibles según el proyecto de norma.	Realizar acciones correctivas en la maquinaria para que la calidad del aire se encuentre en los niveles permisibles.	Cuarto párrafo de la medida respectiva.
	Medida Ambiental No. 9. Monitoreo del ruido en el proyecto. (Prevención).	Cantidad y frecuencia de los monitoreos efectuados.  Informe de cumplimiento de la Ordenanza mediante verificación de los resultados de cada una de las mediciones de ruido efectuadas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Punto 1: Inicio del proyecto (estación 13+800 LI).</li> <li>• Punto 2: Frente a turicentro Los Chorros (estación 17+100 LD).</li> <li>• Punto 3: Terreno de Finca Irlanda (viaducto) (estación 18+800).</li> <li>• Punto 4: Ciudad de Colón (estación 19+400).</li> <li>• Punto 5: Centro Escolar Cantón Las Moras (estación 22+480 LI).</li> <li>• Punto 6: Batallón de Logística (estación 27+800 LI).</li> </ul>	El primer monitoreo deberá realizarse a los tres (3) meses de iniciado el proyecto, el segundo a los diez (10) meses y el último a los diecisiete (17) meses, después de iniciado el proyecto.  Deberá realizarse en tráfico normal y durante el transcurso de la mañana.	Registro de los resultados del análisis del monitoreo.  Inspección visual de los monitoreos, incluyendo la revisión del cumplimiento de Ordenanza utilizada de referente.	Empresa contratista y supervisora por medio del ambientalista, con el apoyo de otros profesionales de las empresas.	Niveles de ruido bajo los parámetros permisibles en cumplimiento a la Ordenanza Municipal de Santa Tecla, utilizada como referente para el proyecto.	Mejorar el mantenimiento de la maquinaria revisando que no existan daños en los escapes de las mismas.	Cuarto párrafo de la medida respectiva.

Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.  
Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
Representante Legal.

Etapa Ejecución	Medidas Ambientales.	Parámetros de control a considerar.	Lugar o punto de Monitoreo.	Frecuencia del monitoreo.	Método a Utilizar.	Responsable del monitoreo.	Interpretación del Resultado.	Retroalimentación.	Referencia en el texto de la descripción del impacto.
CONSTRUCCIÓN.	Medida Ambiental No. 10. Programa de humectación y monitoreo del material particulado. (Prevención).	Número de riegos de agua de acuerdo a la especificación técnica de la medida ambiental.  Informe de cumplimiento de niveles permisibles de PM <sub>10</sub> y PM <sub>2.5</sub> , según la norma.	Todo el proyecto, con énfasis en los frentes de trabajo y unidades de apoyo.  Los puntos de medición de material particulado recomendados en la medida ambiental.	La inspección a nivel de campo deberá ser diariamente y debe inspeccionarse las mediciones a realizar, las cuales serán tres (3); La primera medición se llevará a cabo durante el tercer mes de iniciado el proyecto, la segunda a los diez (10) meses y la tercera a los diecisiete (17) meses después de iniciado el proyecto. El monitoreo de las mediciones deberá ser realizado en horas cercanas al mediodía y con tráfico normal.	Inspección visual de campo.  Registros o bitácora de ejecución de riegos de agua diarios en el proyecto.  Resultados de las mediciones de material particulado y cumplimiento de acuerdo a la norma.	Empresa contratista y supervisora por medio del ambientalista, con el apoyo de otros profesionales de las empresas.	Particulados en el proyecto bajo los niveles permisibles en cumplimiento al proyecto de Norma Salvadoreña de Calidad del Aire Ambiental.	Aumentar las humectaciones en el proyecto.	Cuarto párrafo de la medida respectiva.
	Medida Ambiental No. 11. Plan de manejo de desechos sólidos comunes y peligrosos en los frentes de trabajo. (Prevención).	Volumen de recolección diaria de los desechos sólidos comunes y peligrosos y traslado al plantel de acuerdo a la medida ambiental.  Desalojo de desechos sólidos comunes y peligrosos al sitio de disposición final autorizado por medio de las municipalidades del área de influencia del proyecto.	Todo el proyecto, con mayor énfasis en los frentes de trabajo y el sitio de acopio temporal ubicado en el plantel.	Dos veces por semana.	Registro de la recolección diaria de los desechos sólidos comunes y peligrosos y traslado al plantel de acuerdo a la medida ambiental.  Registro de los desalojos de los desechos sólidos comunes y peligrosos por empresas recicladoras y en última instancia al sitio de disposición final, por medio de las municipalidades del área de influencia del proyecto.  Inspección visual de campo.	Empresa contratista y supervisora por medio del ambientalista, con el apoyo de otros profesionales de las empresas.	Proyecto libre de desechos sólidos y peligrosos y manejados de acuerdo a la medida ambiental.	Mejorar la recolección de los desechos y la disposición a los sitios autorizados por el MARN, coordinando con las municipalidades del área de influencia del proyecto.	Cuarto párrafo de la medida respectiva.

Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.  
Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
Representante Legal.

Anexo 16: Estudio de Impacto Ambiental - Pág. 60

Estudio de Factibilidad y diseño Final del Proyecto 7215:  
"Construcción de Viaducto y Ampliación de Carretera CA01W (Tramos los Chorros), entre autopista Monseñor Romero y CA01W; municipios de Santa Tecla, Colón y San Juan Opico, departamento de La Libertad"

Etapa Ejecución	Medidas Ambientales.	Parámetros de control a considerar.	Lugar o punto de Monitoreo.	Frecuencia del monitoreo.	Método a Utilizar.	Responsable del monitoreo.	Interpretación del Resultado.	Retroalimentación.	Referencia en el texto de la descripción del impacto.
<b>CONSTRUCCIÓN.</b>	Medida Ambiental No. 12. Dotación de agua potable para los trabajadores. (Prevención).	Informe del análisis físico-químico y microbiológico intermedio que garanticen al agua como de consumo humano.	Todo el proyecto (Trabajadores).	Dotación de agua para consumo a trabajadores debe ser diario.  Los análisis físico-químico y microbiológicos deberán ser realizados y entregados a la supervisión del proyecto cada 4 meses, presentando el primero al iniciar la construcción del proyecto.	Revisión del informe de cumplimiento de los parámetros resultantes del análisis físico-químico y microbiológico intermedio, inspecciones de campo.	Empresa contratista y supervisora por medio del ambientalista, con el apoyo de otros profesionales de las empresas.	Personal dotado de agua para consumo humano en las cantidades requeridas.  Agua brindada a los trabajadores apta para consumo humano.	Mejorar la dotación de acuerdo a lo requerido.  Cambio de proveedor de agua apta para consumo humano que será comprobado por medio del resultado del análisis físico-químico y microbiológico intermedio indicado en la medida ambiental.	Cuarto párrafo de la medida respectiva.
	Medida Ambiental No. 13. Establecimiento de sanitarios portátiles en los frentes de trabajo. (Prevención).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permiso ambiental de la empresa que dará el tratamiento a los sanitarios y el tratamiento de las aguas residuales.</li> <li>• Número de sanitarios portátiles (para hombres y mujeres en forma desagregada) en los frentes de trabajo, dotados de papel higiénico y basureros.</li> <li>• Registro o bitácora de limpieza de los sanitarios.</li> <li>• Control por medio de recibos de recepción de la limpieza de los sanitarios.</li> </ul>	En todos los sitios del proyecto en donde exista actividades constructivas, incluyendo las unidades de apoyo.	Semanal.	Inspecciones visuales de campo, revisión del permiso ambiental de la empresa que brindará el servicio.	Empresa contratista y supervisora por medio del ambientalista, con el apoyo de otros profesionales de las empresas.	Sanitarios provistos de papel higiénico, limpios y aguas tratadas fuera del proyecto.	Mejorar el monitoreo e informar el incumplimiento para la dotación de papel higiénico y la limpieza recomendada.	Cuarto párrafo de la medida respectiva.
	Medida Ambiental No. 14. Manejo de la escorrentía superficial. (Prevención).	Canales de drenaje y cajas de rebalse construidos de acuerdo a los requerimientos establecidos y operando eficazmente (incluye limpiezas de sedimentos).	A lo largo de todo el proyecto.	Dos veces por semana.	Registro de la cantidad de canales de drenaje construidos de acuerdo a especificaciones técnicas.  Registro de la cantidad de cajas de rebalse construidas de acuerdo a especificaciones técnicas.  Registro de limpieza de sedimentos brindados tanto a los canales de drenaje como a las cajas de rebalse.	Empresa contratista y supervisora por medio del ambientalista, con el apoyo de otros profesionales de las empresas.	Ausencia de indicios de generación de procesos erosivos y posibles cárcavas.	Aumentar el número y metraje de canaletas de drenaje y cajas de rebalse.	Cuarto párrafo de la medida respectiva.

**Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.**  
Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
Representante Legal.

Etapa Ejecución	Medidas Ambientales.	Parámetros de control a considerar.	Lugar o punto de Monitoreo.	Frecuencia del monitoreo.	Método a Utilizar.	Responsable del monitoreo.	Interpretación del Resultado.	Retroalimentación.	Referencia en el texto de la descripción del impacto.
CONSTRUCCIÓN.	Medida Ambiental No. 15. Plan de prevención ante hallazgos de sitios arqueológicos y culturales. (Prevención).	Número de hallazgos fortuitos.	Corredor vial y unidades de apoyo.	Cuando se informe hallazgos en los frentes de trabajo.	Registro de los hallazgos fortuitos.  Informe de hallazgos fortuitos y registro fotográfico.	Empresa contratista y supervisora por medio del ambientalista, con el apoyo de otros profesionales de las empresas.	Proyecto limpio de hallazgos arqueológicos y culturales.	Informar a la Dirección de Patrimonio Cultural (DNPC), sobre situaciones fortuitas para el procedimiento correspondiente.	Cuarto párrafo de la medida respectiva.
	Medida Ambiental No. 16. Obras preventivas de daños a la fauna. (Prevención y atenuación).	Número de individuos capturados y liberados en sitios seguros, documentando nombre común, nombre científico, tamaño, estado, etc.  Número de charlas brindadas al personal del proyecto.  Número de señales temporales de prevención colocadas.  Número de señales permanentes de prevención colocadas.  Número de pasos de fauna terrestres adecuados.	Durante la construcción deberá monitorearse la ejecución de 2 charlas mensuales sobre protección de la fauna, así como la colocación de 2 rótulos preventivos o prohibitivos sobre daños a la fauna, en cada uno de los frentes de trabajo.  Deberá monitorearse que la adecuación de las 3 estructuras de drenaje para los pasos de fauna se realice en los sitios definidos en la medida ambiental y que las tuberías de drenaje especialmente en el tramo ubicado entre la estación 19+256 y la estación 28+321 sea utilizado por los reptiles.  Al final de la etapa de construcción monitorear la colocación de 8 señales verticales permanentes sobre prevención de daños a la fauna dirigida a los usuarios del proyecto en la etapa de funcionamiento. Los puntos de ubicación serán las estaciones 14+000, 17+140, 20+500 y 25+800, siendo uno por sentido vial.	Diario.	Registro de individuos capturados y liberados en sitios seguros, documentando nombre común, nombre científico, estado, tamaño, etc.  Listado de participantes en las charlas de concientización.  Lista de chequeo de señales de prevención temporales o permanentes colocadas.  Lista de chequeo de pasos de fauna terrestre adecuados.	Empresa contratista y supervisora por medio del ambientalista, con el apoyo de otros profesionales de las empresas.	Fauna y avifauna no afectada por las actividades del proyecto.  Señalización preventiva colocada y funcionando.  Pasos de fauna terrestres funcionando.	Incrementar las medidas de vigilancia, dar mantenimiento o reparar los pasos de fauna dañados.	Cuarto párrafo de la medida respectiva.

Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.  
Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
Representante Legal.

Etapa Ejecución	Medidas Ambientales.	Parámetros de control a considerar.	Lugar o punto de Monitoreo.	Frecuencia del monitoreo.	Método a Utilizar.	Responsable del monitoreo.	Interpretación del Resultado.	Retroalimentación.	Referencia en el texto de la descripción del impacto.
CONSTRUCCIÓN.	Medida Ambiental No. 17. Tratamiento a los taludes de corte para prevenir deslizamientos. (Prevención y atenuación).	<p>Áreas de taludes con pendiente de diseño recomendada.</p> <p>Áreas de taludes cubiertos con suelo de descapote y zacate barrenillo.</p> <p>Áreas de taludes con obras de drenaje y subdrenaje según diseño.</p>	Todos los taludes de corte que se generen en el proyecto.	Diario.	<p>Registro de áreas de taludes conformados de acuerdo a pendientes de diseño final de Ingeniería.</p> <p>Registro de áreas de taludes cubiertos con suelo de descapote y zacate barrenillo, según especificaciones técnicas.</p> <p>Registro de áreas de taludes con obras de drenaje y subdrenaje según diseño final de ingeniería.</p> <p>Respaldos fotográficos.</p>	Empresa contratista y supervisora por medio del ambientalista, con el apoyo de otros profesionales de las empresas.	Taludes de corte con el drenaje, bermas, pendientes y protegidos con zacate barrenillo ( <i>Cynodon dactylon</i> ), según diseño final de Ingeniería.	Informar taludes que se han quedado en malas condiciones para que sean tomados en cuenta en el tratamiento.	Cuarto párrafo de la medida respectiva.
	Medida Ambiental No. 18. Revegetación del proyecto. (Prevención y atenuación).	Áreas desnudas del proyecto cubiertas con suelo de descapote, grama común y zacate vetiver.	Todas las zonas desnudas del proyecto.	Diario.	<p>Registro de áreas desnudas cubiertas con suelo de descapote, grama común y zacate vetiver.</p> <p>Respaldo fotográfico.</p>	Empresa contratista y supervisora por medio del ambientalista, con el apoyo de otros profesionales de las empresas.	Áreas desnudas protegidas contra la erosión de los suelos.	Reponer en los espacios en donde el material verde ha sufrido pérdidas.	Cuarto párrafo de la medida respectiva.

Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.  
 Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
 Representante Legal.

Etapa Ejecución	Medidas Ambientales.	Parámetros de control a considerar.	Lugar o punto de Monitoreo.	Frecuencia del monitoreo.	Método a Utilizar.	Responsable del monitoreo.	Interpretación del Resultado.	Retroalimentación.	Referencia en el texto de la descripción del impacto.
CONSTRUCCIÓN.	Medida Ambiental No. 19. Construcción de pasarelas y paradas de buses. (Prevención).	Pasarelas y paradas de buses, construidas según las especificaciones técnicas de diseño.	11 pasarelas y 24 paradas de buses (12 por sentido vial) a lo largo del proyecto.	Cada 15 días.	Registro del número de pasarelas y paradas de buses construidas y registro fotográfico.	Empresa contratista y supervisora por medio del ambientalista, con el apoyo de otros profesionales de las empresas.	Pasarelas y paradas de buses instaladas.	Informar al residente de la obra si existen pasarelas y paradas de buses que no se han instalado para que sean tomadas en cuenta.	Cuarto párrafo de la medida respectiva.
	Medida Ambiental No. 20. Restauración de los accesos a propiedades privadas y caminos vecinales. (Compensación).	Número de accesos funcionando durante la construcción del proyecto. Número de accesos mejorados durante la etapa de construcción.	Todos los accesos aledaños a la traza y a las comunidades.	Cada 15 días.	Registro del número de accesos funcionando durante la construcción del proyecto. Registro del número de accesos mejorados durante la etapa de construcción.	Empresa contratista y supervisora por medio del ambientalista, con el apoyo de otros profesionales de las empresas.	Accesos mejorados y funcionando.	Informar al residente de la obra si existen accesos que no se han mejorado para tomarlos en cuenta.	Cuarto párrafo de la medida respectiva.
	Medida Ambiental No. 21. Manejo de las fuentes de agua (Planta de bombeo y acopios de agua). (Atenuación y compensación).	Número de fuentes de agua impactadas. Número de fuentes de agua brindando el servicio a las comunidades impactadas. Volumen de desechos retirados de la actividad de remoción de las estructuras de acopio de ambos sitios.	Fuentes de agua identificadas.	Diario.	Registro del número de fuentes de agua impactadas. Registro del número de fuentes de agua brindando el servicio a las comunidades impactadas. Registro del volumen de desechos retirados de la actividad de remoción de las estructuras de acopio de ambos sitios. Verificación de que las comunidades sean abastecidas de agua por medio de fuentes alternas de la ANDA.	Empresa contratista y supervisora por medio del ambientalista, con el apoyo de otros profesionales de las empresas.	Comunidades abastecidas con agua potable.	Informar al residente si existiese desabastecimiento de agua potable en las comunidades impactadas.	Cuarto párrafo de la medida respectiva.

**Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.**  
Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
Representante Legal.



Etapa Ejecución	Medidas Ambientales.	Parámetros de control a considerar.	Lugar o punto de Monitoreo.	Frecuencia del monitoreo.	Método a Utilizar.	Responsable del monitoreo.	Interpretación del Resultado.	Retroalimentación.	Referencia en el texto de la descripción del impacto.
CONSTRUCCIÓN.	Medida Ambiental No. 22. Compensación ambiental. (Compensación).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Número de hectáreas con replanteo, amojonamiento y cercado en las ANP San Lorenzo, San Andrés y Cráter del Volcan de San Salvador.</li> <li>Número de los árboles adquiridos en cumplimiento a las especies recomendadas en las ANP San Lorenzo, Talcualuya y San Andrés.</li> <li>Número de árboles establecidos y en buenas condiciones en las ANP San Lorenzo, Talcualuya y San Andrés.</li> </ul>	Áreas Naturales Protegidas de San Lorenzo, San Andrés, Cráter del Volcán de San Salvador y Talcualuya.	Semanal	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lista de chequeo de las hectáreas con replanteo, amojonamiento y cercado en las ANP San Lorenzo, San Andrés y Cráter del Volcán de San Salvador.</li> <li>Listas de chequeo del número de árboles adquiridos en cumplimiento a las especies recomendadas.</li> <li>Listas de chequeo del número de árboles establecidos y en buenas condiciones.</li> </ul>	Empresa contratista y supervisora por medio del ambientalista, con el apoyo de otros profesionales de las empresas.	Actividades de compensación ambiental desarrolladas y funcionando.	Realizar los ajustes de acuerdo a las especificaciones técnicas de cada una de las actividades a ejecutar en las Áreas Naturales Protegidas.	Cuarto párrafo de la medida respectiva.
	Medida Ambiental No. 23. Reinstalo de monumentos a difuntos. (Compensación).	<p>Número de monumentos removidos en perfecto estado.</p> <p>Número de monumentos reinstalados en perfecto estado.</p>	Estaciones 22+140 LD, 23+920 (Corredor central de la carretera), 24+420 LD y 28+180 LI, siendo ellos cruces de cemento y sobre la base del mismo material.	Cada 15 días.	Registro de fichas elaboradas con registro fotográfico.	Empresa contratista y supervisora por medio del ambientalista, con el apoyo de otros profesionales de las empresas.	Monumentos reubicados en los sitios paralelos a los actuales.	Informar al gerente de proyecto tanto de la empresa constructora como a la supervisión sobre el incumplimiento para que se lleve a cabo como la medida ambiental lo establece.	Cuarto párrafo de la medida respectiva.
	Medida Ambiental No. 24. Manejo ambiental del plantel. (Prevención, compensación y mitigación).	<p>Permiso ambiental del sitio.</p> <p>Volúmenes de desechos sólidos comunes y peligrosos desalojados hacia sitios de disposición final.</p> <p>Bitácora de limpieza de los sanitarios.</p> <p>Número y frecuencia de limpieza de los sanitarios portátiles.</p>	Plantel y sus diferentes unidades.	Semanal.	<p>Registro de volúmenes de desechos sólidos y peligrosos depositados y/o entregados a empresas autorizadas.</p> <p>Bitácora de limpieza de los sanitarios portátiles y registro fotográfico.</p> <p>Inspección visual.</p>	Empresa contratista y supervisora por medio del ambientalista, con el apoyo de otros profesionales de las empresas.	Plantel manejado adecuadamente y sin impactos sobre la salud pública, hidrología y atmosfera.	Llevar a cabo acciones específicas si se detecta algún impacto que no está siendo minimizado o corregido.	Cuarto párrafo de la medida respectiva.

**Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.**  
Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
Representante Legal.

Etapa Ejecución	Medidas Ambientales.	Parámetros de control a considerar.	Lugar o punto de Monitoreo.	Frecuencia del monitoreo.	Método a Utilizar.	Responsable del monitoreo.	Interpretación del Resultado.	Retroalimentación.	Referencia en el texto de la descripción del impacto.
CONSTRUCCIÓN.	Medida Ambiental No. 25. Manejo ambiental de los sitios de disposición final de material excedente. (Prevención, compensación y mitigación).	<p>Permiso ambiental del sitio.</p> <p>Volúmenes de desechos sólidos depositados.</p> <p>Volúmenes de desechos peligrosos entregados a empresas autorizadas.</p> <p>Informe de resultados sobre densidades de compactación realizadas en el sitio.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cantera y relleno La Florida, ubicado en la estación 34+700 en dirección de la carretera que conduce a Jayaque, departamento de La Libertad.</li> <li>Propiedad de 17.50 mz, ubicada sobre el km 24.5 LD (estación 23+880 LI), aledaño a la carretera sentido Santa Ana-San Salvador, Cantón Lourdes, municipio de Colón, departamento de La Libertad.</li> </ul>	Semanal.	<p>Registro de volúmenes de desechos sólidos depositados.</p> <p>Registro de desechos peligrosos entregados con los respaldos de las empresas que reciben estos desechos.</p> <p>Registro de resultados de compactación con densímetro nuclear realizados.</p>	Empresa contratista y supervisora por medio del ambientalista, con el apoyo de otros profesionales de las empresas.	Sitios de disposición final de material excedente manejados adecuadamente de acuerdo a su capacidad.	Informar al residente del proyecto sobre depósitos fuera de las capacidades de los sitios de disposición final de material excedente para regular la actividad, de igual forma resultados de compactación por abajo del solicitado en la medida ambiental (90%).	Cuarto párrafo de la medida respectiva.
	Medida Ambiental No. 26. Manejo ambiental de los bancos de materiales. (Prevención, compensación y mitigación).	<p>Número de señales colocadas.</p> <p>Volumen de desechos sólidos comunes y peligrosos desalojados hacia el plantel o a disposición final.</p> <p>Número de limpiezas del sanitario portátil.</p> <p>Número de metros cúbicos utilizados de cada banco de materiales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Banco de materiales: La Cantera S.A de C.V., ubicada en el cantón Tepeagua, municipio y departamento de La Libertad.</li> <li>Cantera Protersa S.A de C.V, localizada carretera a Jayaque.</li> <li>Venta de tierra Dulce María, ubicado aproximadamente 950 m al norte del km 39 de la carretera CA-8, Cantón El Rosario, municipio de Armenia, departamento de Sonsonate.</li> </ul>	Cada 15 días.	<p>Registro de señales colocadas.</p> <p>Registro de los volúmenes de desechos sólidos y peligrosos desalojados hacia el plantel o a disposición final.</p> <p>Registro o bitácora de limpieza del sanitario portátil.</p> <p>Registro de metros cúbicos utilizados de cada banco de materiales.</p>	Empresa contratista y supervisora por medio del ambientalista, con el apoyo de otros profesionales de las empresas.	Banco de materiales con manejo ambiental adecuado.	Registrar las medidas aun no ejecutadas o incumplidas y reportarlas al residente del proyecto para su implementación inmediata.	Cuarto párrafo de la medida respectiva.

Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.  
Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
Representante Legal.

Etapa Ejecución	Medidas Ambientales.	Parámetros de control a considerar.	Lugar o punto de Monitoreo.	Frecuencia del monitoreo.	Método a Utilizar.	Responsable del monitoreo.	Interpretación del Resultado.	Retroalimentación.	Referencia en el texto de la descripción del impacto.
<b>CIERRE:</b>	Medida Ambiental No. 27. Retiro del proyecto de cualquier instalación provisional, servicios utilizados, limpieza del corredor vial y unidades de apoyo, al finalizar la construcción del proyecto. (Atenuación).	Volumen de desechos sólidos comunes desalojados del proyecto.  Volumen de desechos peligrosos entregados a empresas autorizadas para la disposición final.	Corredor vial y unidades de apoyo.	Diario.	Registro de la cantidad de desechos sólidos comunes desalojados del proyecto y registro fotográfico.  Registro del volumen de desechos peligrosos entregados a empresas autorizadas para la disposición final y registro fotográfico.	Empresa contratista y supervisora por medio del ambientalista, con el apoyo de otros profesionales de las empresas.	Proyecto limpio en el cierre.	Levantar todo tipo de desechos que hayan quedado.	Cuarto párrafo de la medida respectiva.

**Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.**  
Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
Representante Legal.

Tabla 7. Cuadro resumen de aplicación del Plan de Monitoreo Ambiental. Etapa de Funcionamiento.

Etapa Ejecución	Medidas Ambientales.	Parámetros de control a considerar.	Lugar o punto de Monitoreo.	Frecuencia del monitoreo.	Método a Utilizar.	Responsable del monitoreo.	Interpretación del Resultado.	Retroalimentación.	Referencia en el texto de la descripción del impacto.
FUNCIONAMIENTO.	Medida Ambiental No. 1. Mantenimiento por tres años del zacate barrenillo ( <i>Cynodon dactylon</i> ) plantado en los taludes de corte del proyecto. (Mitigación).	Número de fertilizaciones, limpieza de malezas, controles de plagas y enfermedades realizadas de acuerdo a especificaciones técnicas. Número de riegos y volúmenes de agua aplicados.	Corredor vial (Taludes de corte).	Dos visitas al mes por 3 años.	Registro de las actividades de mantenimiento (fertilizaciones, limpiezas de malezas, controles de plagas y enfermedades). Registro de frecuencia de riego y volúmenes de agua aplicados. Registro fotográfico.	Empresa contratista y supervisora por medio del ambientalista, con el apoyo de otros profesionales de las empresas.	Material verde establecido con buen mantenimiento, cubriendo los espacios libres.	Mejorar el mantenimiento.	Cuarto párrafo de la medida respectiva.
	Medida Ambiental No. 2. Mantenimiento por tres años de la revegetación realizada en el proyecto. (Mitigación).	Número de fertilizaciones, limpiezas de malezas, controles de plagas y enfermedades, realizados. Número de riegos y volúmenes de agua aplicados.	Zonas revegetadas con grama común y zacate vetiver en el proyecto.	Dos visitas al mes por 3 años.	Registro de las actividades de mantenimiento (fertilizaciones, limpiezas de malezas, controles de plagas y enfermedades) realizados. Registro de frecuencia de riego y volúmenes de agua aplicados. Registro fotográfico.	Empresa contratista y supervisora por medio del ambientalista, con el apoyo de otros profesionales de las empresas.	Material verde establecido con buen mantenimiento, cubriendo los espacios libres.	Mejorar el mantenimiento.	Cuarto párrafo de la medida respectiva.
	Medida Ambiental No. 3. Mantenimiento de la compensación ambiental realizada en las áreas naturales protegidas. (Compensación).	Número de fertilizaciones, limpieza de malezas, podas, controles de plagas y enfermedades realizados. Número de árboles resembrados por pérdidas. Número de riegos y volúmenes de agua aplicados.	Áreas Naturales Protegidas de San Lorenzo, Talcualuya y San Andrés	Dos visitas al mes por 3 años.	Registro de las actividades de mantenimiento (fertilizaciones, podas, limpiezas de malezas, controles de plagas y enfermedades). Registro de frecuencia de riego y volúmenes de agua aplicados. Registro de los árboles resembrados. Registro fotográfico.	Empresa contratista y supervisora por medio del ambientalista, con el apoyo de otros profesionales de las empresas.	Arborización con buen mantenimiento.	Mejorar el mantenimiento.	Cuarto párrafo de la medida respectiva.

Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.  
Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
Representante Legal.

Etapa Ejecución	Medidas Ambientales.	Parámetros de control a considerar.	Lugar o punto de Monitoreo.	Frecuencia del monitoreo.	Método a Utilizar.	Responsable del monitoreo.	Interpretación del Resultado.	Retroalimentación.	Referencia en el texto de la descripción del impacto.
FUNCIONAMIENTO.	Medida Ambiental No. 4. Monitoreo del ruido del proyecto. (Prevención).	Cantidad y frecuencia de los monitoreos efectuados.  Informe de cumplimiento respecto a la Ordenanza Municipal de Santa Tecla mediante verificación de los resultados de cada una de las mediciones de ruido efectuadas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Punto 1: Inicio del proyecto (estación 13+800 LI).</li> <li>Punto 2: Frente a turicentro Los Chorros (estación 17+100 LD).</li> <li>Punto 3: Ciudad de Colón (estación 19+400).</li> <li>Punto 4: Centro Escolar Cantón Las Moras (estación 22+480 LI).</li> <li>Punto 5: Batallón de Logística (estación 27+800 LI).</li> </ul>	Se realizará una (1) medición por año, por tres (3) años, durante la época seca y será tomada en tráfico normal, durante el transcurso de la mañana.	Registro de los resultados del análisis del monitoreo.  Inspección visual de los monitoreos, incluyendo la revisión del cumplimiento de la Ordenanza Municipal de Santa Tecla.	Empresa contratista y supervisora por medio del ambientalista, con el apoyo de otros profesionales de las empresas.	Niveles de ruido bajo los parámetros permisibles en cumplimiento Ordenanza Municipal de Santa Tecla, utilizada de referente para el proyecto.	Deberán registrarse los valores para la toma de decisiones cuando se lleven a cabo regulaciones a nivel de país.	Cuarto párrafo de la medida respectiva.
	Medida Ambiental No 5. Mantenimiento de los pasos de fauna terrestre, derramaderos y drenajes del proyecto. (Prevención).	Número de reparaciones realizadas a los pasos de fauna terrestre, derramaderos y drenajes del proyecto.  Número de limpiezas de desechos sólidos efectuadas.	Todo el proyecto, especialmente en la ubicación de los pasos de fauna terrestre, taludes y obras de drenaje mayor y menor.	Mensual.	Registro de pasos de fauna terrestre, derramaderos y drenajes reparados.  Registro de volúmenes de desechos sólidos recolectados.	Empresa contratista y supervisora por medio del ambientalista, con el apoyo de otros profesionales de las empresas.	Pasos de fauna terrestre, derramaderos y drenajes limpios de obstrucciones y en buenas condiciones de funcionamiento.	Incrementar las verificaciones para subsanar las faltas de limpieza y los deterioros identificados.	Cuarto párrafo de la medida respectiva.

**Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.**  
Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
Representante Legal.

### CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DEL PMA.

Tabla 8. Cronograma de ejecución del Programa de Manejo Ambiental. Etapa de Ubicación y Construcción.

Etapa de Ejecución.	MEDIDA AMBIENTAL.	Tiempo de Ejecución del proyecto.																								VIGILANCIA (Años).			Monto estimado de la Medida Ambiental (US\$).
		MESES.																								1	2	3	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24				
Preparación de sitio.	Medida Ambiental No. 1. Instalación de la oficina de gestión ambiental del proyecto. (Prevención).	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█				Presupuesto de construcción.	
	Medida Ambiental No. 2. Acopio del suelo vegetal para ser reutilizado durante las labores de revegetación del proyecto. (Atenuación).	█	█	█	█	█																						Presupuesto de construcción.	
Construcción.	Medida Ambiental No. 3. Campaña de concientización ambiental del proyecto. (Prevención y atenuación).	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█			13,000.00	
	Medida Ambiental No. 4. Establecimiento de medidas de seguridad vial. (Prevención).	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█			Presupuesto de construcción.	
	Medida Ambiental No. 5. Plan de manejo de los riesgos laborales del proyecto. (Prevención).	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█			Presupuesto de construcción.	
	Medida Ambiental No. 6. Monitoreo de la calidad de las aguas del río Los Chorros (quebrada El Guarumal o río Colón), río Belén, río Agua Amarilla y aguas acopiadas en piletas del sector Los Chorros, para prevenir alteraciones físicas, químicas y biológicas. (Prevención).			█							█							█										1,768.14	

Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.  
 Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
 Representante Legal.

Etapa de Ejecución.	MEDIDA AMBIENTAL	Tiempo de Ejecución del proyecto.																								VIGILANCIA (Años).			Monto estimado de la Medida Ambiental (US\$).
		MESES.																								1	2	3	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24				
Construcción.	Medida Ambiental No. 7. Programa de mantenimiento de la maquinaria durante la etapa de construcción. (Prevención).	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█				Incluido en el contrato de la maquinaria y equipo.	
	Medida Ambiental No. 8. Monitoreo de la calidad del aire (hidrocarburos (HC), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO2), óxido de nitrógeno (NO2) y dióxido de azufre (SO2)). (Prevención).			█						█							█											8,510.76	
	Medida Ambiental No. 9. Monitoreo del ruido en el proyecto. (Prevención).			█						█							█											1,499.40	
	Medida Ambiental No. 10. Programa de humectación y monitoreo del Material Particulado. (Prevención).	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	381,107.30	
	Medida Ambiental No. 11. Plan de manejo de desechos sólidos comunes y peligrosos en los frentes de trabajo. (Prevención).	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	8,552.26	
	Medida Ambiental No. 12. Dotación de agua potable para los trabajadores. (Prevención).	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	Presupuesto de construcción.	
	Medida Ambiental No. 13. Establecimiento de sanitarios portátiles en los frentes de trabajo. (Prevención).	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	153,970.00	
	Medida Ambiental No. 14. Manejo de la escorrentía superficial. (Prevención).				█	█	█	█	█	█							█	█	█	█	█						3,780.00		

**Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.**  
 Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
 Representante Legal.

Etapa de Ejecución.	MEDIDA AMBIENTAL.	Tiempo de Ejecución del proyecto.																								VIGILANCIA (Años).			Monto estimado de la Medida Ambiental (US\$).	
		MESES.																								1	2	3		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24					
Construcción.	Medida Ambiental No. 15. Plan de prevención ante hallazgos de sitios arqueológicos y culturales. (Prevención).	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█				Deberán ser asumidos por la Dirección Nacional de Patrimonio Cultural (DNPC), con el apoyo de la empresa constructora.		
	Medida Ambiental No. 16. Obras preventivas de daños a la fauna. (Prevención y atenuación).	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█			3,408.08	
	Medida Ambiental No. 17. Tratamiento a los taludes de corte para prevenir deslizamientos. (Prevención y atenuación).																												41,479.20	
	Medida Ambiental No. 18. Revegetación del proyecto. (Prevención y atenuación).																												184,579.52	
	Medida Ambiental No. 19. Construcción de pasarelas y paradas de buses. (Prevención).														█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█			Presupuesto de construcción.	
	Medida Ambiental No. 20. Restauración de los accesos a propiedades privadas y caminos vecinales. (Compensación).														█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█			Presupuesto de construcción.	
	Medida Ambiental No. 21. Manejo de las fuentes de agua (Planta de bombeo y acopios de agua). (Atenuación y compensación).	█	█	█	█	█																							2,200.00	
	Medida Ambiental No. 22. Compensación ambiental. (Compensación).	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█			345,425.63
	Medida Ambiental No. 23. Reinstalo de monumentos a difuntos. (Compensación).	█	█	█																									Presupuesto de construcción.	

Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.  
 Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
 Representante Legal.



Etapa de Ejecución.	MEDIDA.AMBIENTAL.	Tiempo de Ejecución del proyecto.																								VIGILANCIA (Años).			Monto estimado de la Medida Ambiental (US\$).	
		MESES.																								1	2	3		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24					
Construcción.	Medida Ambiental No. 24. Manejo ambiental del plantel. (Prevención, compensación y mitigación).																												10,620.00	
	Medida Ambiental No. 25. Manejo ambiental de los sitios de disposición final de material excedente. (Prevención, compensación y mitigación).																												6,240.00	
	Medida Ambiental No. 26. Manejo ambiental de los bancos de materiales. (Prevención, compensación y mitigación).																												Propietarios de los bancos de materiales.	
Cierre.	Medida Ambiental No. 27. Retiro del proyecto de cualquier instalación provisional, servicios utilizados, limpieza del corredor vial y unidades de apoyo, al finalizar la construcción del proyecto. (Atenuación).																													15,090.00
<b>TOTAL DE INVERSIONES DE LA ETAPA DE UBICACIÓN Y CONSTRUCCIÓN QUE SON PARTE DEL PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL (US\$).</b>																<b>1,181,230.29</b>														

**Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.**  
Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
Representante Legal.

Tabla 9. Cronograma de ejecución del Programa de Manejo Ambiental. Etapa de Funcionamiento.

tapa de Ejecución.	MEDIDA AMBIENTAL.	Tiempo de Ejecución del proyecto.										VIGILANCIA (Años).			Monto estimado de la Medida Ambiental (US\$).	
		MESES.										1	2	3		
		1	2	.	.	.	.	.	.	.	24					
Funcionamiento.	Medida Ambiental No. 1. Mantenimiento por tres años del zacate barrenillo ( <i>Cynodon dactylon</i> ) plantados en los taludes de corte del proyecto. (Mitigación).														69,132.00	
	Medida Ambiental No. 2. Mantenimiento por tres años de la revegetación realizada en el proyecto. (Mitigación).														103,460.70	
	Medida Ambiental No. 3. Mantenimiento de la compensación ambiental realizada en las áreas naturales protegidas. (Compensación).														244,836.80	
	Medida Ambiental No. 4. Monitoreo del ruido del proyecto. (Prevención).														1,249.50	
	Medida Ambiental No. 5. Mantenimiento de los pasos de fauna terrestre, derramaderos y drenajes del proyecto. (Prevención).														Presupuesto de construcción	
<b>TOTAL.</b>																<b>418,678.99</b>

Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.  
 Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
 Representante Legal.

## CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DEL MONITOREO AMBIENTAL.

Tabla 10. Cronograma de ejecución del monitoreo ambiental. Etapa de Ubicación y Construcción.

Etapa de Ejecución.	MEDIDA AMBIENTAL	Actividades sujetas a monitoreo ambiental.	Tiempo de Ejecución del proyecto.																								VIGILANCIA (Años).			Frecuencia de monitoreo.	Costo estimado (US\$).
			MESES.																								1	2	3		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24					
Preparación de sitio.	Medida Ambiental No. 1. Instalación de la oficina de gestión ambiental del proyecto. (Prevención).	Equipamiento de la oficina de gestión ambiental.	■																									Semanal.	Sin costo por ser ejecutado por el personal de la oficina de gestión ambiental.		
		Contratación de especialistas.																													
		Funcionamiento de la oficina de acuerdo a sus actividades asignadas.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■						
	Medida Ambiental No. 2. Acopio del suelo vegetal para ser reutilizado durante las labores de revegetación del proyecto. (Atenuación).	Labores de acopio de suelo orgánico en sitios estratégicos.	■	■	■	■																						Semanal.	Sin costo por ser ejecutado por el personal de la oficina de gestión ambiental.		
Reutilización de suelo orgánico en revegetaciones del proyecto.																					■	■	■								
Construcción.	Medida Ambiental No. 3. Campaña de concientización ambiental del proyecto. (Prevención y atenuación).	Ejecución de jornadas de capacitación a los alumnos de las escuelas.			■									■														Semanal.	Sin costo por ser ejecutado por el personal de la oficina de gestión ambiental.		
		Ejecución de jornadas de capacitación a la población de las comunidades.																													
		Ejecución de charlas a los trabajadores del proyecto.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■						
	Medida Ambiental No. 4. Establecimiento de medidas de seguridad vial. (Prevención).	Contratación y capacitación de banderilleros (as).	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■															Diario.	Sin costo por ser parte del personal de higiene y seguridad del proyecto, así como de los ambientalistas.		
Dotación de señales preventivas para el manejo del tráfico vial, para los desalojos de material excedente y transporte de materiales, así como entradas y salidas a las unidades de apoyo.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■								

Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.  
 Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
 Representante Legal.

Etapa de Ejecución.	MEDIDA AMBIENTAL.	Actividades sujetas a monitoreo ambiental.	Tiempo de Ejecución del proyecto.																								VIGILANCIA (Años).			Frecuencia de monitoreo.	Costo estimado (US\$).
			MESES.																								1	2	3		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24					
Construcción.	Medida Ambiental No. 5. Plan de manejo de los riesgos laborales del proyecto. (Prevención).	Formación de brigada de higiene y seguridad laboral.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						
		Charlas a los trabajadores sobre higiene y seguridad laboral y medio ambiente.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
		Dotación de equipo de protección personal a los trabajadores.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
	Medida Ambiental No. 6. Monitoreo de la calidad de las aguas del río Los Chorros (quebrada El Guarumal o río Colón), río Belén, río Agua Amarilla y aguas acopiadas en piletas del sector Los Chorros, para prevenir alteraciones físicas, químicas y biológicas. (Prevención).	Recolección de muestras de agua de los ríos y pilas de acopio del sector Los Chorros y presentarlas al laboratorio para su análisis de calidad.		X						X								X													
		Informe de resultados de calidad de las aguas y su comparación con la línea base.		X						X								X													
Medida Ambiental No. 7. Programa de mantenimiento de la maquinaria durante la etapa de construcción. (Prevención).	Ejecución de mantenimiento preventivo.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					
	Ejecución de mantenimiento correctivo y permiso ambiental del taller donde sea ejecutado.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					
Medida Ambiental No. 8. Monitoreo de la calidad del aire (hidrocarburos (HC), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ), óxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> ) y dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )). (Prevención).	Recolección de muestras de cada uno de los contaminantes y sus análisis.		X						X								X														
	Informe de resultados y su comparación con la línea base.		X						X								X														

Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.  
Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
Representante Legal.



Etapa de Ejecución.	MEDIDA AMBIENTAL.	Actividades sujetas a monitoreo ambiental.	Tiempo de Ejecución del proyecto.																								VIGILANCIA (Años).			Frecuencia de monitoreo.	Costo estimado (US\$).	
			MESES.																								1	2	3			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24						
Construcción.	Medida Ambiental No. 13. Establecimiento de sanitarios portátiles en los frentes de trabajo. (Prevención).	Colocación de sanitarios portátiles para hombres y mujeres en los frentes de trabajo (1 Sanitario portátil por cada 20 trabajadores, en forma desagregada por sexo).	█																											Semanal.	Sin costo, por ser parte de las responsabilidades del especialista en higiene y seguridad ocupacional y de los ambientalistas del proyecto.	
		Mantenimiento y limpieza de los sanitarios portátiles.	█																													
	Medida Ambiental No. 14. Manejo de la escorrentía superficial. (Prevención).	Construcción de canales de drenaje y cajas de rebalse.			█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█				Dos veces por semana.	Sin costo por ser ejecutado por el personal del proyecto y de la oficina de gestión ambiental.	
		Limpieza de sedimentos de los canales de drenaje y de las cajas de rebalse.			█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█					
	Medida Ambiental No. 15. Plan de prevención ante hallazgos de sitios arqueológicos y culturales. (Prevención).	Atención e informe a supervisión de hallazgos fortuitos.	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█				De acuerdo a informe sobre hallazgos fortuitos.	Sin costo, por ser parte de las responsabilidades de los ambientalistas del proyecto.
		Informe sobre hallazgos fortuitos a la Dirección de Patrimonio Cultural del Ministerio de Cultura.	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█					
	Medida Ambiental No. 16. Obras preventivas de daños a la fauna. (Prevención y atenuación).	Colocación de rótulos temporales preventivos o prohibitivos sobre daños a la fauna y ejecución de charlas sobre protección a la fauna.	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█				Diario.	Sin costo por ser ejecutado por el personal del proyecto y de la oficina de gestión ambiental.
		Colocación de señales permanentes sobre prevención de daños a la fauna terrestre.																														
		Adecuación de estructuras de paso para fauna terrestre.	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█				

Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.  
 Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
 Representante Legal.







Etapa de Ejecución.	MEDIDA AMBIENTAL.	Actividades sujetas a monitoreo ambiental.	Tiempo de Ejecución del proyecto.																								VIGILANCIA (Años).			Frecuencia de monitoreo.	Costo estimado (US\$.).				
			MESES.																								1	2	3						
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24									
Construcción.	Medida Ambiental No. 26. Manejo ambiental de los bancos de materiales. (Prevención, compensación y mitigación).	Permiso ambiental del sitio para la actividad.	█	█	█																														
		Verificación de uso de cobertores del platón de los camiones para prevenir dispersión de particulados.				█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█													
Cierre.	Medida Ambiental No. 27. Retiro del proyecto de cualquier instalación provisional, servicios utilizados, limpieza del corredor vial y unidades de apoyo, al finalizar la construcción del proyecto. (Atenuación).	Ejecución de labores de limpieza del corredor vial.																																	
		Ejecución de limpieza de las unidades de apoyo.																										█	█	█	█				

Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.  
Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
Representante Legal.



## 4 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y DE SUS ALTERNATIVAS.

### 4.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.

El proyecto consistirá en la intervención a lo largo de un trayecto de la carretera CA01W, diferenciado por las características de la vía y la naturaleza de las intervenciones en 3 tramos específicos:

Un primer tramo cuya modificación prevista es la ampliación de la vía desde el inicio del proyecto ubicado en la salida de Santa Tecla, específicamente en el empalme de la CA01W con el Boulevard Monseñor Romero, en la estación 13+560, hasta la estación 18+354, en donde inicia la proyección del nuevo Viaducto.

En un segundo tramo se proyecta la construcción de un Viaducto en el costado Sur de la CA01W desde la estación 18+354 hasta la estación 19+256 punto de intersección con el acceso al municipio de Colón y cuyo propósito es alejar la vía principal del sector más vulnerable de este trayecto de carretera que se ve constantemente interrumpido por desprendimiento de materiales provenientes de los taludes de la margen derecha y que constituyen un riesgo permanente para los usuarios de la vía. Los cinco (5) carriles existentes aledaños a la zona de desprendimientos, quedarán solo para uso local, pudiendo utilizar parte de la plataforma existente para obras de a su vez control de desprendimiento de rocas de la zona en desuso y evitar posibles inconvenientes a la circulación que se verá sensiblemente reducida por la derivación del Viaducto nuevo.

Finalmente, el tercer tramo iniciará exactamente al final de la proyección del nuevo Viaducto en la estación 19+256 en el sector que se regresará a la CA01W donde será proyectado un paso a desnivel que permita dar ingreso a la ciudad de Colón, evitando la acumulación de vehículos en un carril de almacenamiento existente. El proyecto finaliza en el denominado desvío de San Juan Opico, en la estación 28+321, que actualmente se ha construido una rotonda que forma parte del proyecto del By Pass de Flor Amarilla, por lo que será tomado en cuenta para la proyección adecuada de las obras que empalmen con dicho proyecto.

A continuación, en la Ilustración 1, se presenta un esquema de división de los 3 tramos antes descritos.

Ilustración 1. Esquema de ubicación de tramos.



Fuente: Diseño final de Ingeniería.

## 4.2 PROPÓSITO Y NECESIDAD DEL PROYECTO PROPUESTO.

El ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL contenido en el Estudio de Factibilidad y Diseño Final del Proyecto 7215: “CONSTRUCCIÓN DE VIADUCTO Y AMPLIACIÓN DE CARRETERA CA01W (TRAMOS LOS CHORROS), ENTRE AUTOPISTA MONSEÑOR ROMERO Y CA01W; MUNICIPIOS DE SANTA TECLA, COLÓN Y SAN JUAN OPICO, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD”, se ubica dentro del contexto nacional como un proyecto que tiene el propósito de mejorar la fluidez por medio de la conectividad directa que existe entre la zona central y occidental del país, bajo una alternativa de diseño inclusiva.

Para el cumplimiento del propósito del presente estudio se contemplan los lineamientos de la Resolución de los Términos de Referencia, para elaboración de Estudio de Impacto Ambiental emitida por el MARN. Adicionalmente los requerimientos establecidos por el Ministerio de Obras Públicas y de Transporte, titular del proyecto.

Es importante mencionar que el tramo de carretera que ocupará el proyecto, estará uniendo la CA-1 con la CA-8, generando mejores condiciones de movilidad entre la zona central y occidental del país, consideradas como de mayor tráfico y comercio, siendo de las principales carreteras del país, por donde se tiene el principal acceso a la ciudad capital de El Salvador

Describiendo la zona central de El Salvador (San Salvador, La Libertad, Cuscatlán y Chalatenango), geográficamente cuenta con el 15.50 % de la superficie del territorio nacional y con el 46.2 % del total de los habitantes, siendo una de las limitantes para el desarrollo del territorio el estado actual de congestionamiento de las carreteras, especialmente en los departamentos de San Salvador y La Libertad.

El departamento de La Libertad lo constituyen 22 municipios, tiene una extensión territorial de 112.00 km<sup>2</sup>, y una población de 121,908 habitantes. Según el Ministerio de Economía (2005),

manifiesta datos importantes, en donde la industria ocupa el 45.14% de la población laboralmente activa, el comercio con un 32.49% y el sector servicios con un 22.37%.

El IV Censo Agropecuario 2007 - 2008, el departamento de la Libertad presenta el mayor número de productores con 39,247 equivalentes al 10% del total de productores del país, con una superficie cultivada de 131,061.00 manzanas, encontrándose los municipios de San Juan Opico y Ciudad Arce encabezando la lista en número de productores y cantidad de manzanas cultivadas.

Al revisar las leyes primarias, secundarias y las ordenanzas municipales, el proyecto es considerado de desarrollo nacional, de acuerdo a la Ley de Carreteras y Caminos Vecinales y la construcción de carreteras van de acuerdo a los lineamientos de desarrollo integral del país y la Ley de Medio Ambiente, no está en contra de la construcción de carreteras siempre y cuando la obra obtenga el permiso ambiental respectivo.

Tomando en cuenta la dinámica tanto poblacional como económica en el proyecto, la viabilidad legal, ambiental y social, los riesgos naturales y el nivel de servicio que actualmente proporciona la misma, así como el congestionamiento que se genera en horas pico en la CA-1 y CA-8 en el sector del cantón Lourdes, Poliedro, Los Chorros, acceso a la ciudad de Santa Tecla y zonas aledañas, se justifica la necesidad de construir el viaducto y ampliar la actual carretera, la cual pondrá en mayor vigor el desarrollo económico y social incrementando la demanda de servicios, la generación de empleo y la reducción de riesgos especialmente en la zona conocida como Los Chorros.

En ese sentido la elaboración del EIA, tiene el propósito de generar toda la información pertinente del estado actual de los recursos ambientales y sociales del área de influencia del proyecto, con la finalidad de analizar los impactos que la construcción y funcionamiento tendrá sobre los medios físico, biótico y socioeconómico y proponer medidas que prevengan, atenúen, mitiguen, optimicen y compensen tales impactos. Se crea la necesidad entonces de elaborar el EIA tomando en cuenta el cumplimiento de los TDR generados por el MARN, los requerimientos del Ministerio de Obras Públicas y de Transporte, la participación y los aportes de las comunidades aledañas a la actual obra vial.

### **4.3 ANÁLISIS Y DESARROLLO DE ALTERNATIVAS.**

Con el objetivo de generar un diseño para la mejor alternativa geométrica del proyecto, fueron analizadas dos opciones, las cuales se presentan a continuación:

#### **4.3.1 Alternativa 1.**

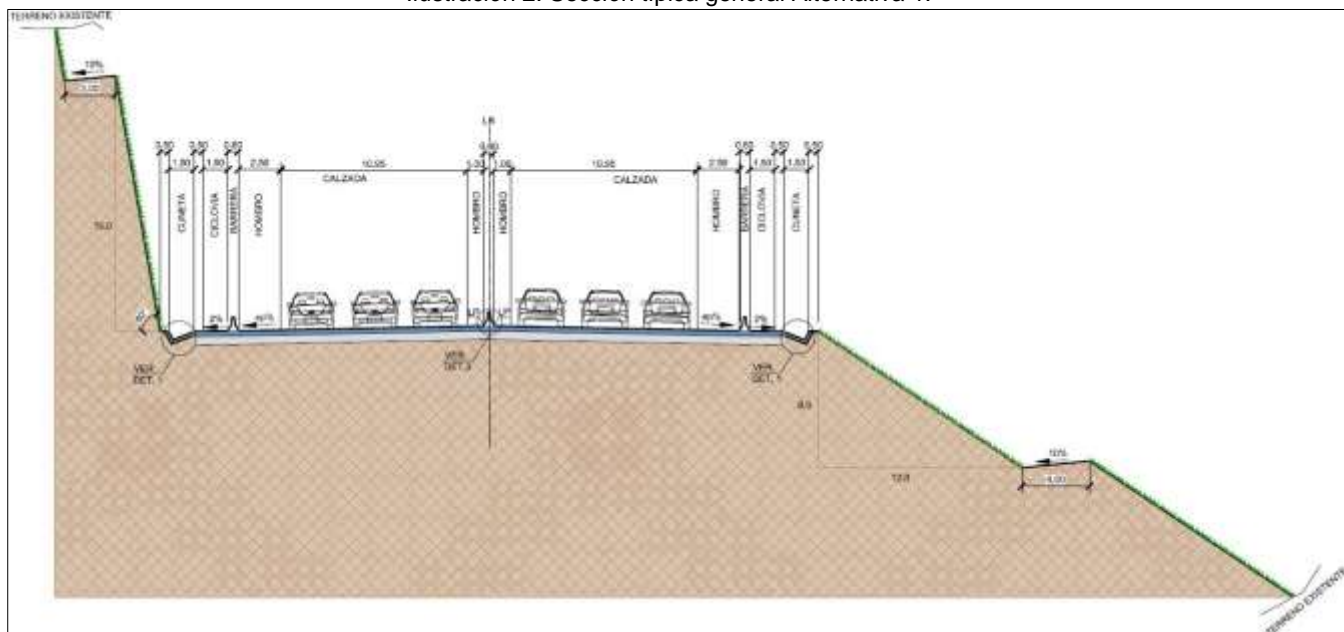
##### **4.3.1.1 Ampliación de la carretera en el tramo de la estación 13+560 a la estación 18+400.**

El inicio del proyecto (estación 13+560) consiste en el empalme con el intercambiador de Santa Tecla, donde empieza una bajada hacia Colón, con una rampa máxima de aproximadamente el 7%.

Este tramo es la parte con más pendiente del proyecto, con mayores dificultades en la configuración del terreno, marcado por grandes desniveles y terrenos montañosos alrededor del recorrido.

En esta alternativa, el número de carriles es de 3 por sentido, con 3.65 m por carril y sección simétrica, con un hombro interior de 1.00 m y hombro exterior de 2.50 m. Además de carril bici en ambos lados (ver Ilustración 2).

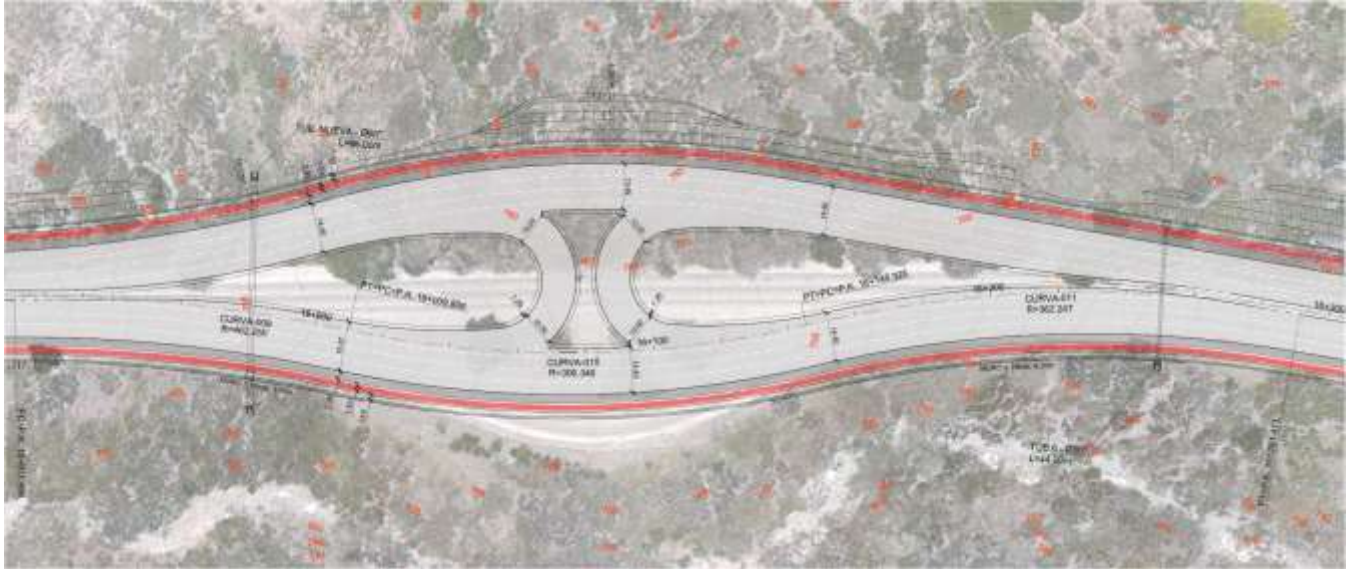
Ilustración 2. Sección típica general Alternativa 1.



Fuente: Estudio de rutas y alternativas.

Se diseñó un dispositivo de retorno a nivel, manteniendo la ubicación de un retorno existente en la ruta actual, ampliándose para cumplir con la velocidad de diseño en este tramo, que se limitó a 60 km/h por las características existentes. Este dispositivo se ubica aproximadamente en la estación 16+100, es decir, una zona intermedia entre el inicio de la ruta, en Santa Tecla, y el inicio del viaducto (ver Ilustración 3).

Ilustración 3. Intercambiador (estación 16+100) Alternativa 1.



Fuente: Estudio de rutas y alternativas.

Debido a que la zona está marcada por un terreno extremadamente accidentado, se consideraron varios criterios de pendiente y contención lateral a la vía. Esto se debe al ensanchamiento de la vía actual, hoy básicamente limitada por ambos lados, entre río Guarumal y un alto desnivel.

Se adoptaron los criterios, eligiendo las mejores alternativas según la posición y conformación lateral del terreno, con el objetivo de permitir una solución adecuada, económica y segura para cada caso.

En general, los taludes de corte tienen una pendiente de 2V:1H, es decir, un ángulo de inclinación de aproximadamente 63 grados, con arcenes proyectados cada 8.00 m de altura, con un ancho de 3.00 m.

En áreas críticas, donde se producirían pendientes elevadas que impondrían dificultades de ejecución y estabilidad, se diseñaron soluciones de soil-nailing, que permite mayores inclinaciones, imponiendo así menores impactos sociales y ambientales. Estas regiones son las siguientes:

- P.K. 15+140 a P.K. 15+360 – Lado Izquierdo
- P.K. 15+640 a P.K. 15+840 – Lado Izquierdo
- P.K. 16+020 a P.K. 16+180 – Lado Izquierdo
- P.K. 17+160 a P.K. 17+440 – Lado Derecho

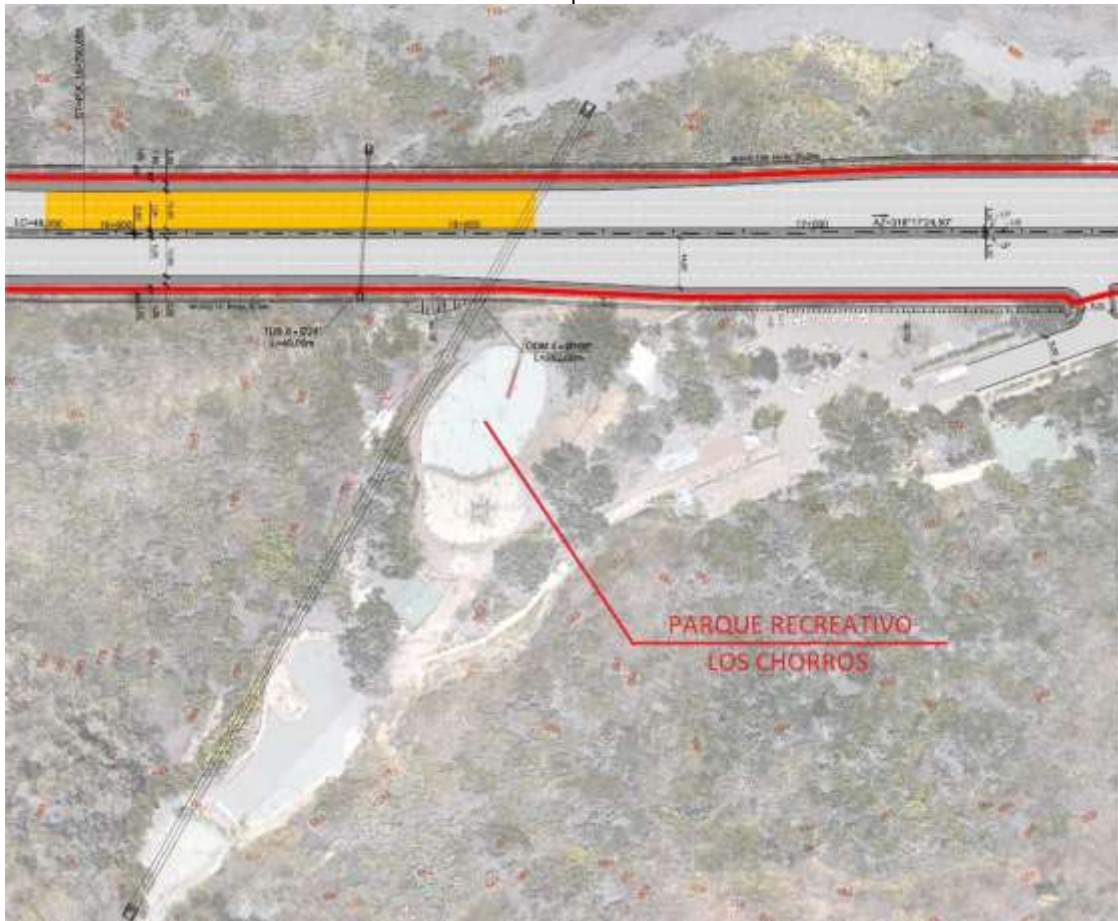
Este soil-nailing tiene una inclinación de 80 grados, en algunos casos, con una berma a una altura de 15.00 m.

El caso crítico se encuentra entre la P.K. 17+940 a P.K. 18+320. En esta situación, se preveía una distancia de 5.00 m del lateral de la pista, por seguridad, y desde allí la solución de mallas y cables anclados, con alturas de hasta 55.00 m.

En la región del parque recreativo Los Chorros, se decidió preservar el área del parque por ser una importante instalación pública. Para eso, fue necesario ocupar un área donde hoy hay una instalación de abastecimiento de agua en San Salvador, la cual será reubicada.

En una zona aledaña al parque, donde se traduciría en una gran pendiente y un gran impacto ambiental, se decidió diseñar un muro de corte con una altura máxima de aproximadamente 5.00 m, que se ubica entre la P.K. 16+740 y la P.K. 16+880 (ver Ilustración 4).

Ilustración 4. Parque Alternativa 1.



Fuente: Estudio de rutas y alternativas.

Para las pendientes de los rellenos, en las regiones donde su interferencia afectaría el área del lecho del río, se proporcionan muros.



#### 4.3.1.2 Intercambiador P.K. 16+100.

- Ramal 100.

Es el ramal de soporte para la viabilidad de retornos en ambas direcciones. Tiene las mismas características que la carretera, con 3 carriles, comportando tráfico en dirección Colón - Santa Tecla.

- Retornos 1 y 2.

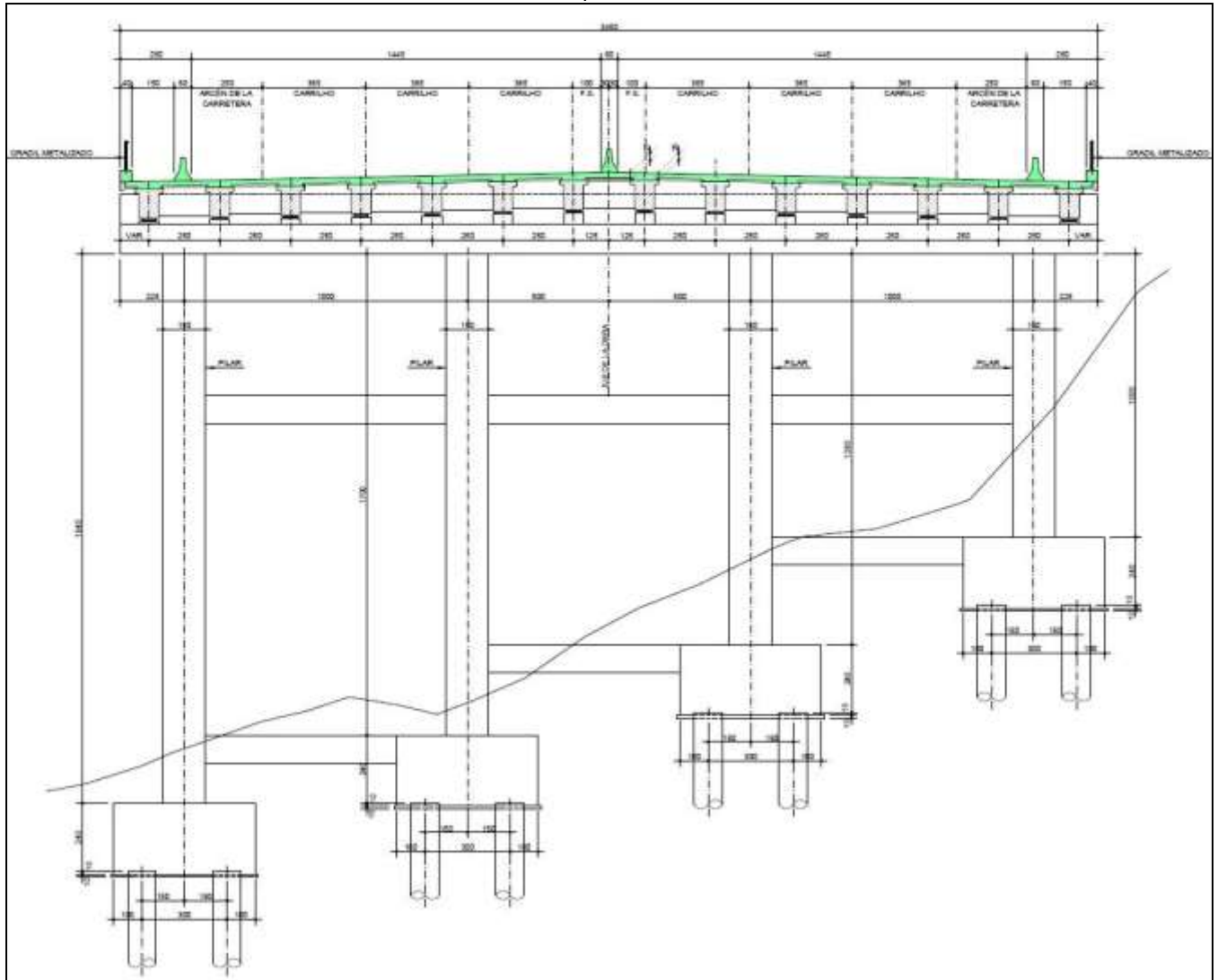
Ramales de retorno, 180°, con un ancho de 10.00 m, permitiendo el Giro del vehículo del proyecto, tipo WB-20. Sus características geométricas y normativas se describen en el capítulo 4 del informe de Diseño geométrico.

#### 4.3.1.3 Construcción de un viaducto (18+400 A 19+250)

Consiste en una zona con las peores condiciones para la estabilidad de los taludes laterales, generando riesgos a la población, y por tanto la opción de aprovechar el trazado existente solo para el tráfico local, utilizando el Viaducto, que se encuentra alejado de la zona de riesgo, para el desplazamiento principal.

El tramo tipo viaducto, en la alternativa 1, mantiene la capacidad del tramo anterior, con tres carriles por sentido y carril bici, manteniendo los hombros anteriormente, según la siguiente sección típica (ver Ilustración 5).

Ilustración 5. Sección típica viaducto Alternativa 1.



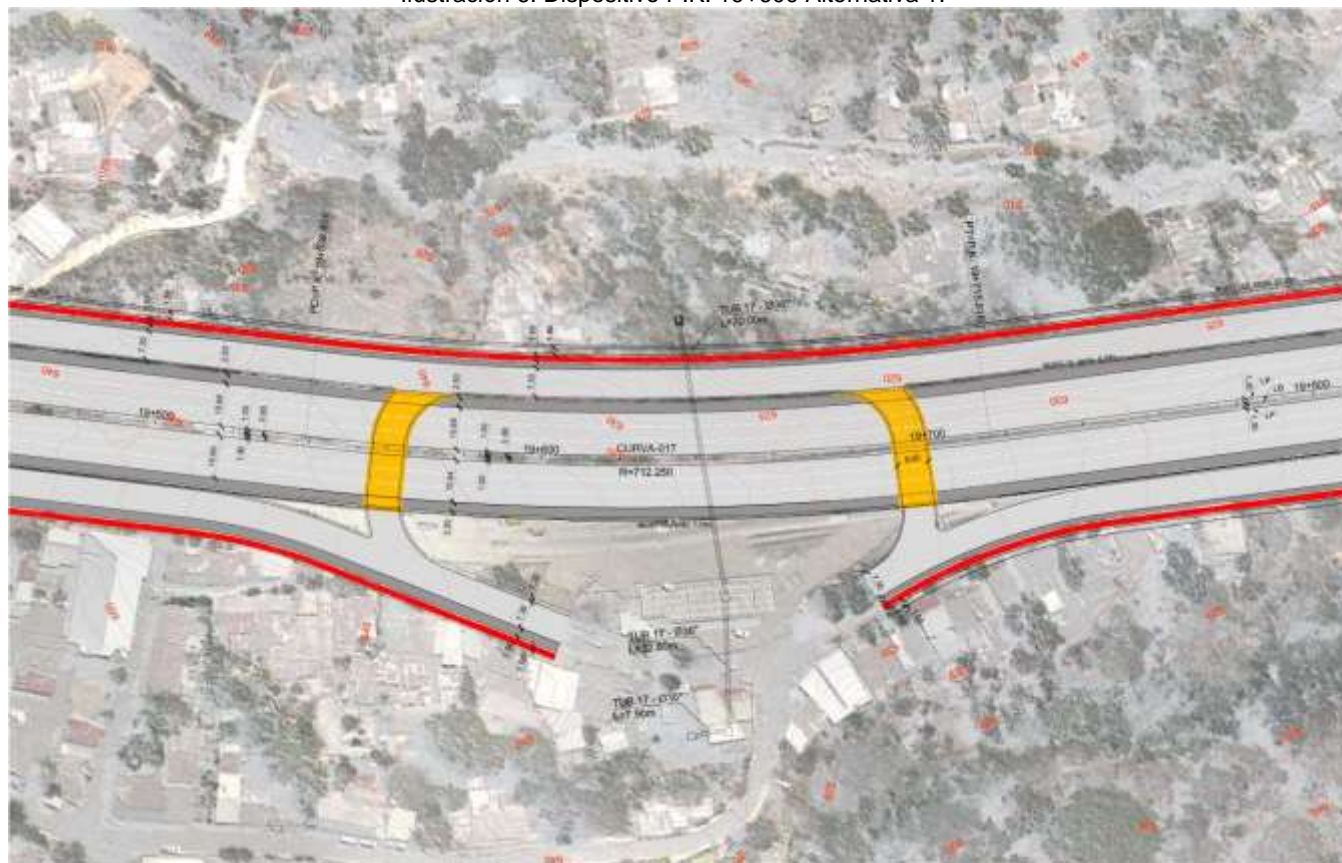
Fuente: Estudio de rutas y alternativas.

Para el tramo de Viaducto, el recorrido se ha ajustado a 70 km/h, con una rampa máxima del 4.2%. Se optó por una reducción en la extensión inicial del Viaducto, que era de 1,600 m para una extensión de aproximadamente 1,000 m debido a las condiciones del terreno.

4.3.1.4 Ampliación de la carretera existente desde la estación 19+250 a la estación 28+312. El tramo se inicia al final del Viaducto, en el paso a desnivel de acceso a Colón y está diseñado para 3 carriles a una velocidad de 70 km/h. Consiste en un descenso de la vía principal, manteniendo las vías laterales en las cotas de las casas, permitiendo así el pleno acceso a las vías locales, incluida la vía restante, además de permitir el retorno en ambos sentidos. La vía principal mantiene sus características, sin reducir los parámetros de velocidad y carriles. Los

caminos laterales cuentan con dos carriles de circulación, de acuerdo a las condiciones existentes. Las cruces, donde también se hace los retornos, constan de dos pequeños viaductos proyectados sobre la carretera principal (ver Ilustración 6).

Ilustración 6. Dispositivo P.K. 19+600 Alternativa 1.



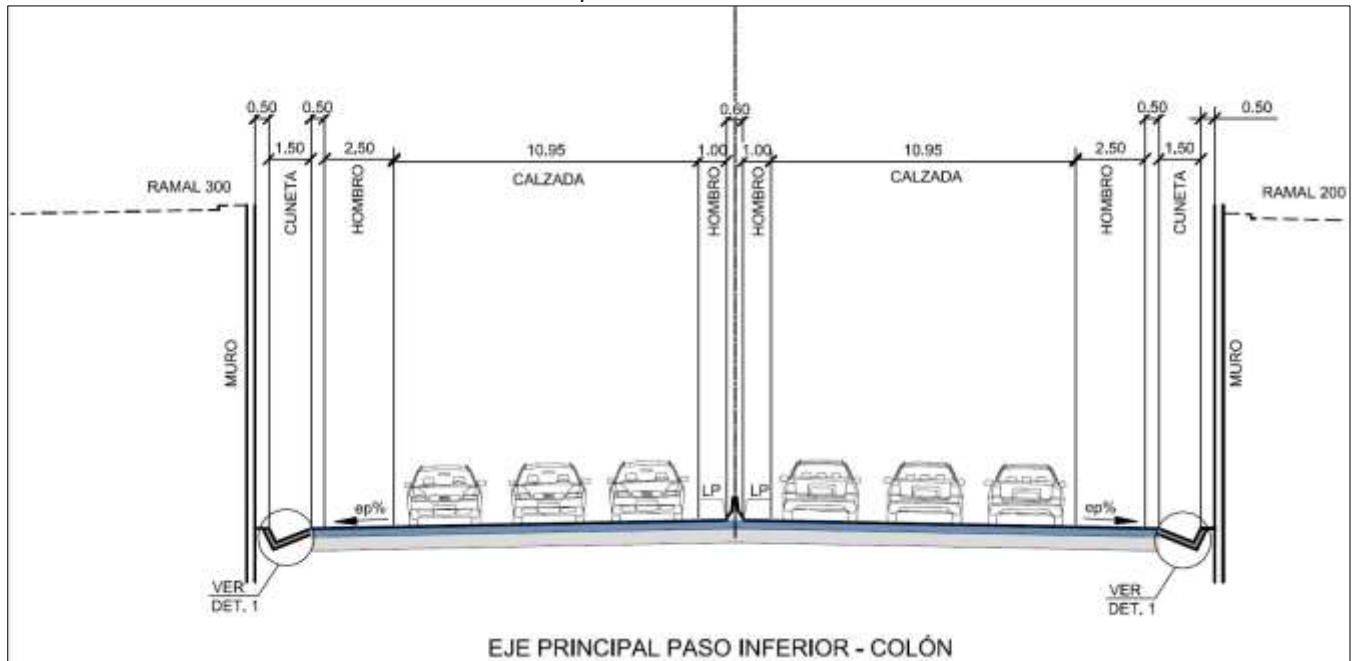
Fuente: Estudio de rutas y alternativas.

En la sección típica se puede apreciar la vía principal rebajada delimitada por muros, diseñada para superar el desnivel a los caminos secundarios, de acceso local para el regreso.

Para la decisión de esta alternativa de intercambiador, se estudiaron otras soluciones que resultaron ser menos viables tanto funcional como económicamente.

Uno de ellos fue la posibilidad de realizar un nuevo viaducto, haciendo los retornos como pasos inferiores, pero esta alternativa resultó inviable por la gran altura del viaducto, provocando un gran impacto, además de ser económicamente inviable. Entonces se decidió bajar el eje principal (ver Ilustración 7).

Ilustración 7. Sección típica Intercambiador Colón Alternativa 1.



Fuente: Estudio de rutas y alternativas.

Más adelante, en el dispositivo de acceso de Sonsonate se mantuvo el trazado actual de la vía aportando únicamente el ensanchamiento de la sección típica del proyecto rehaciendo así la adecuación de los ramales del dispositivo. La mediana central se amplió para acomodar el pilar existente y desde allí se diseñaron 3 carriles de tráfico más un carril de aceleración y desaceleración en cada sentido, sin interferencia con la estructura actual.

A partir de ahí, el proyecto continúa en una zona plana, sin necesidad de grandes taludes laterales, manteniendo la velocidad de diseño de 70 km/h, donde se prestará especial atención a la zona de drenaje.

Se proyectó un nuevo enlace en las inmediaciones de la P.K. 26+100, con un carril exclusivo de retorno, permitiendo la rotación de vehículos tipo WB-20 como se indica en el término de referencia (ver Ilustración 8).

Ilustración 8. Dispositivo P.K. 26+100 Alternativa 1.



Fuente: Estudio de rutas y alternativas.

#### 4.3.1.5 Intercambiador P.K. 19+700.

- Ramal 200 y 250.

Ramales para aprovechar la vía local, que sirva de acceso desde y hacia el distrito de Colón, además de posibilitar retornos en ambos sentidos de la carretera, que en este tramo presenta desniveles. Este ramal también alberga una de las direcciones de la ciclovía. El Ramal 200 tiene además de la ciclovía, acera para tránsito de peatones. Tienen un ancho de 7.3 m. El acceso a Colón desde la Santa Tecla es por la salida antes del Viaducto a la altura de la Progresiva 18+300.

- Ramal 300.

Ramal de elevación cercano a los ramales 200 y 250, pero en el lado opuesto de la carretera, para permitir el retorno por encima de CA01W. También alberga la ciclovía. Está proyectado con un ancho de 7.30 m.

- Retornos 3 y 4.

Retornos en ambos sentidos, estructurados, en Viaducto por arriba de la carretera CA01W, sirviendo también de acceso al distrito de Colón, tienen un ancho de 8.00 m.

#### 4.3.1.6 Intercambiador P.K. 26+100.

- Ramal 400:

Ramal de soporte para apertura de mediana central para permitir los retornos en nivel. Alberga la pista hacia Santa Tecla, con las características de la vía principal.

- Retornos 5 y 6:

Vuelve en ambas direcciones, en 180°, con un ancho de 12.00 m.

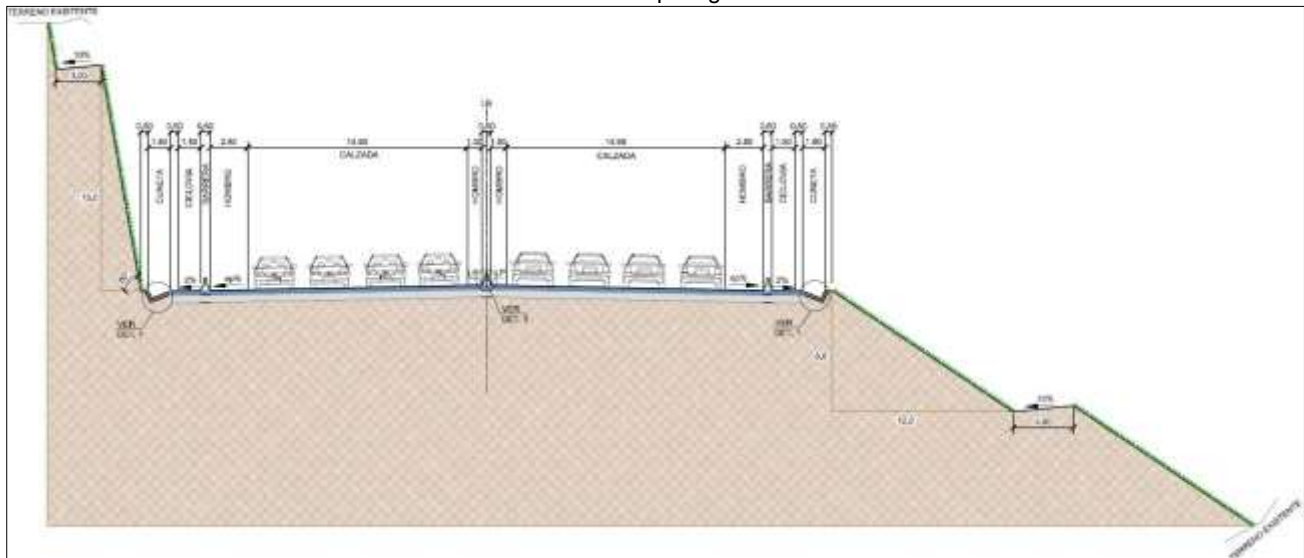
El proyecto culmina en el diseño del dispositivo ubicado en el desvío San Juan Opico, adecuándolo al proyecto existente.

#### 4.3.2 Alternativa 2.

4.3.2.1 Ampliación de la carretera en el tramo de la estación 13+560 a la estación 18+400. Para la alternativa 2, no hay cambio al inicio del proyecto, según el dispositivo de Santa Tecla, donde la rasante descende hacia Colón, manteniendo la rampa máxima de aproximadamente 7%.

En la alternativa 2, el número de carriles es de 4 por sentido, con una sección simétrica, con un hombro interior de 1.00 m y un hombro exterior de 2.50 m. Además de carril bici en ambos lados (ver Ilustración 9).

Ilustración 9. Sección Típica general Alternativa 2.

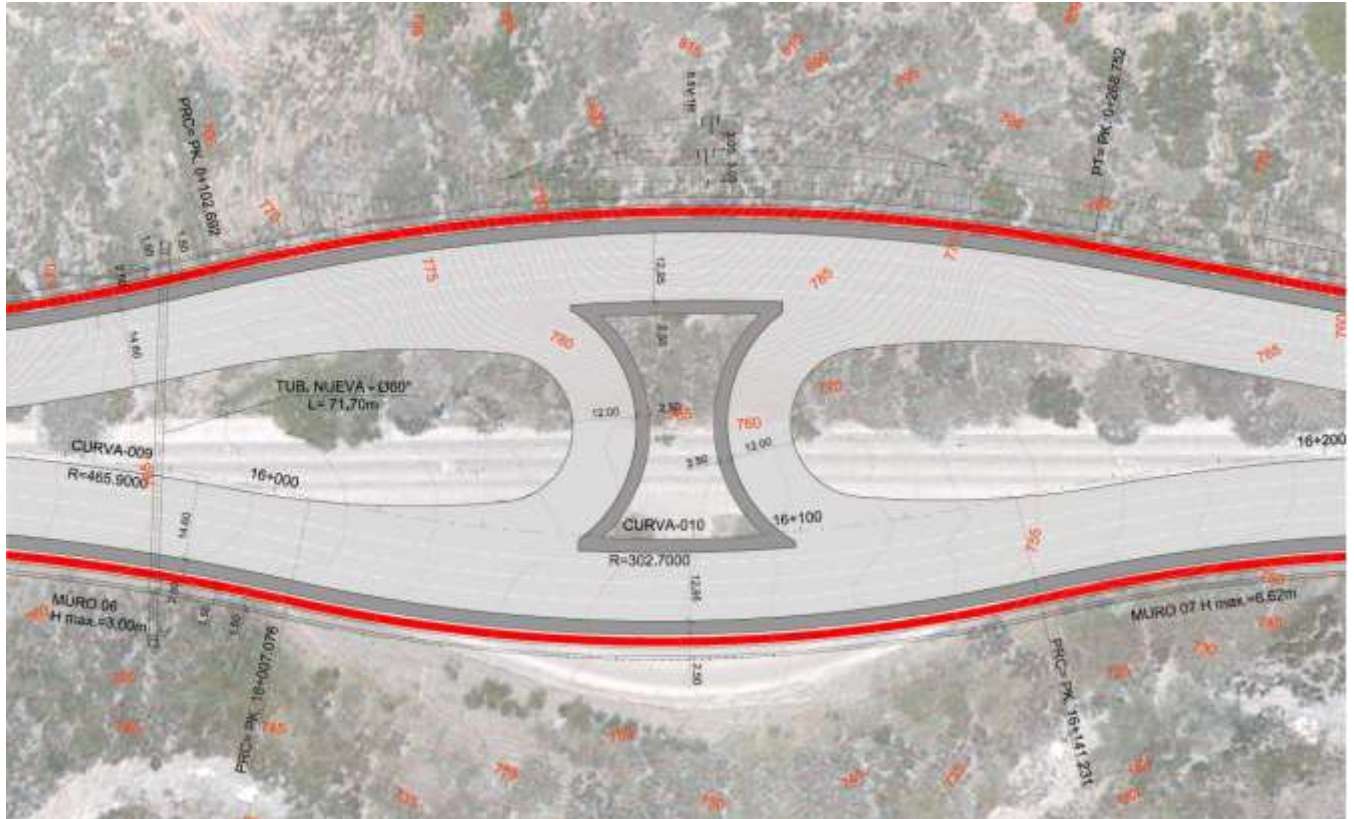


Fuente: Estudio de rutas y alternativas.

En el dispositivo de retorno, en nivel, manteniendo también la ubicación de un retorno existente en la ruta actual y ampliándolo para que se cumpla la velocidad de diseño en este tramo, que se limitó a 60 km/h por las características existentes. Este dispositivo se ubica aproximadamente en la P.K. 16+100, es decir, una zona intermedia entre el inicio de la ruta, en Santa Tecla, y el inicio del viaducto.

En esta alternativa, el cuarto carril se utilizó como carril de conversión, dejando la entrada y salida protegida para el conductor.

Ilustración 10. Intercambiador P.K. 16+100 Alternativa 2.



Fuente: Estudio de rutas y alternativas.

Para esta alternativa, también se adoptaron los criterios de pendiente y contención, eligiendo las mejores alternativas según la posición y conformación lateral del terreno, buscando permitir una solución adecuada, económica y segura para cada caso.

En general, los taludes de corte tienen una pendiente de 2V:1H, es decir, un ángulo de inclinación de aproximadamente 63 grados, con bermas proyectadas cada 8.00 m de altura, con un ancho de 3.00 m, como en la alternativa 1, pero con dimensiones un poco más grandes debido al ancho de vía más largo.

Las áreas críticas, donde se previó la contención en soil-nailing, son las siguientes:

- P.K. 15+140 a P.K. 15+360 – Lado Izquierdo
- P.K. 15+640 a P.K. 15+840 – Lado Izquierdo
- P.K. 16+020 a P.K. 16+180 – Lado Izquierdo
- P.K. 17+160 a P.K. 17+440 – Lado Izquierdo

Este suelo grapado tiene una inclinación de 80 grados, en algunos casos, con una berma a una altura de 15.00 m.

El caso crítico se encuentra entre la P.K. 17+940 a P.K. 18+320. En esta situación se preveía una distancia de 5.00 m del lateral de la pista, por seguridad y desde allí la solución de mallas y cables anclados, con alturas de hasta 60.00 m.

En la región del Parque Recreativo Los Chorros se decidió preservar el área del Parque por ser una importante instalación pública. Para eso, fue necesario ocupar un área donde hoy hay una instalación de abastecimiento de agua en San Salvador, la cual será reubicada.

En una zona aledaña al Parque, donde resultaría en un alto desnivel y gran impacto ambiental, se decidió diseñar un muro de corte con una altura máxima de aproximadamente 9.00 m, que se ubica entre la P.K. 16+740 y la P.K. 16+880 (ver Ilustración 11).

Ilustración 11. Parque Alternativa 2.



Fuente: Estudio de rutas y alternativas.

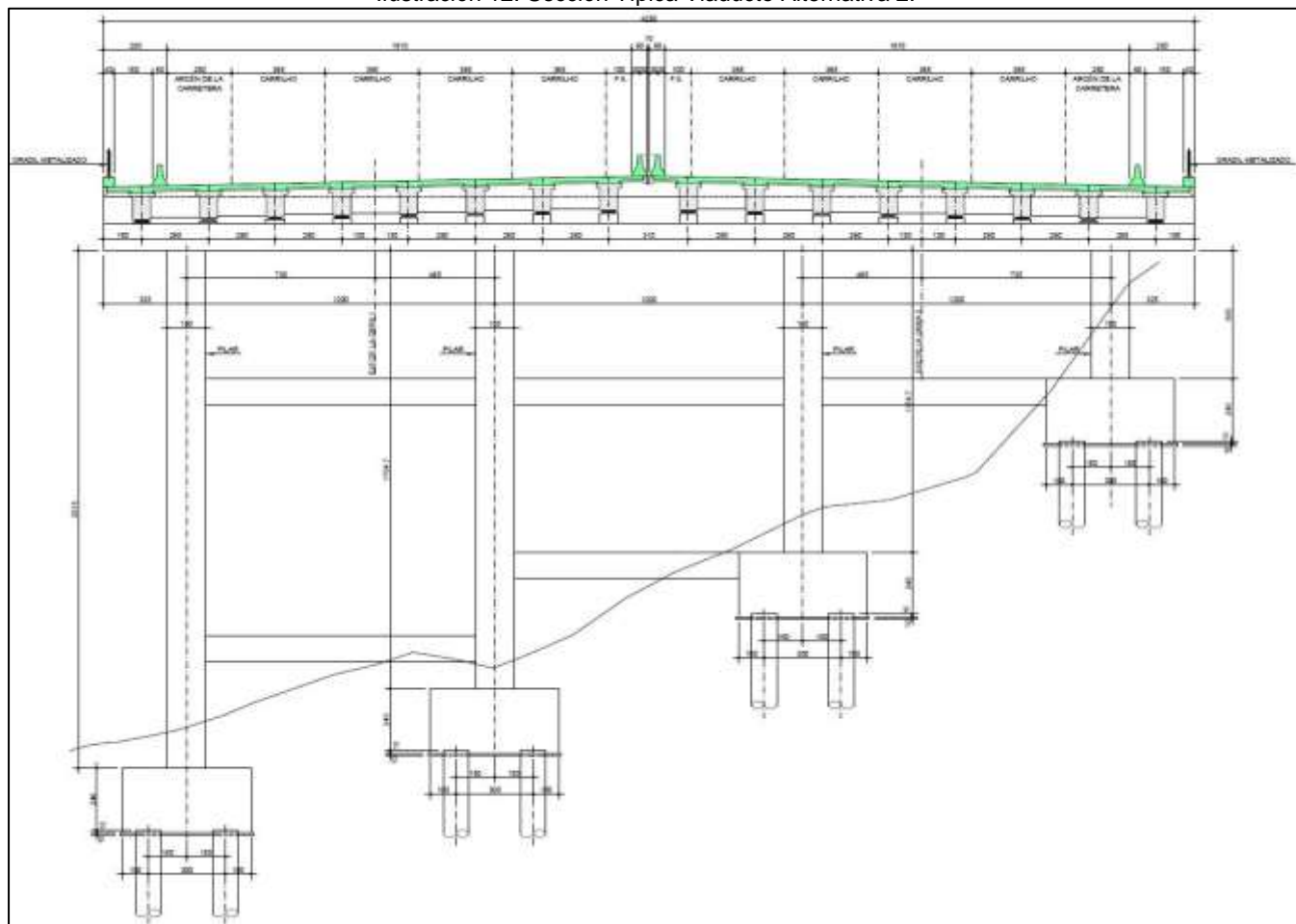
Para las pendientes de los rellenos, en las regiones donde su interferencia afectaría el área del lecho del río, se proporcionan muros.



#### 4.3.2.2 Construcción de un viaducto (estación 18+400 a la estación 19+250)

Las definiciones utilizadas para el proyecto del viaducto son las mismas para las alternativas 1 y 2. La sección típica de viaducto, en la alternativa 2, mantiene la capacidad del tramo anterior, con 4 carriles por sentido y carril bici, manteniendo los hombros descritos anteriormente, según el tramo tipo que se presenta en la Ilustración 12.

Ilustración 12. Sección Típica Viaducto Alternativa 2.



Fuente: Estudio de rutas y alternativas.

Para el tramo de Viaducto se mantienen las premisas del recorrido, con 70 km/h y una rampa máxima del 4.2%.

La dimensión longitudinal del viaducto también sigue siendo la misma para la alternativa 1 y la alternativa 2.

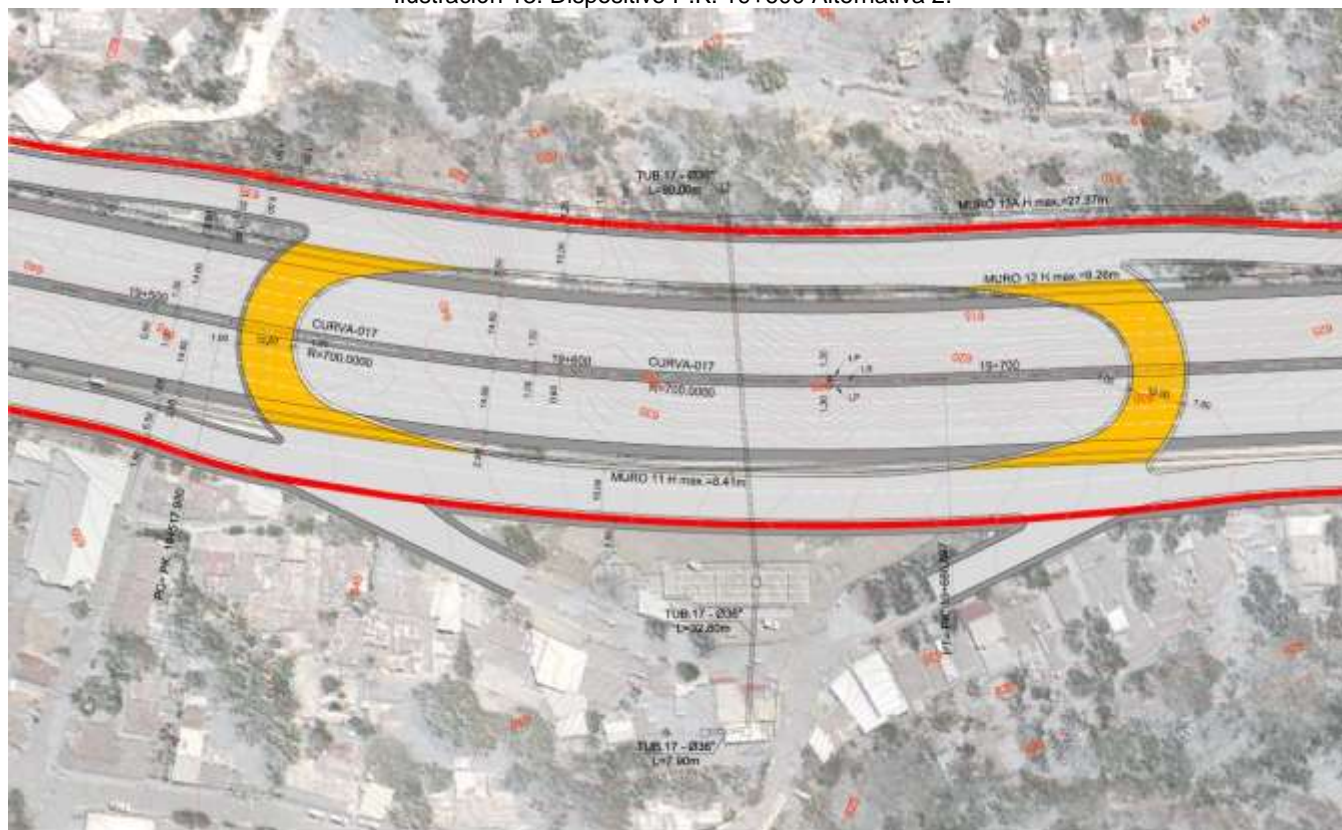
#### 4.3.2.3 Ampliación de la carretera existente desde la estación 19+250 a la estación 28+312.

El punto de partida es también el final del proyecto Viaducto, en el paso en desnivel de acceso a Colón. Este tramo está diseñado para cuatro carriles a una velocidad de 70 km/h.

Se mantuvieron todas las características descritas para la alternativa 1, con la bajada del carril principal, esta vez con 4 carriles y el mantenimiento de los caminos marginales de acceso a viviendas y caminos secundarios. Para el retorno se diseñó un carril adicional de entrada y salida, en ambos sentidos, para que el tráfico en el costado de la vía no se vea afectado de ninguna manera.

La vía principal quedará confinada entre dos muros, que superarán el desnivel de las vías Marginales, permitiendo así el paso elevado en dos pequeños Viaductos (ver Ilustración 13).

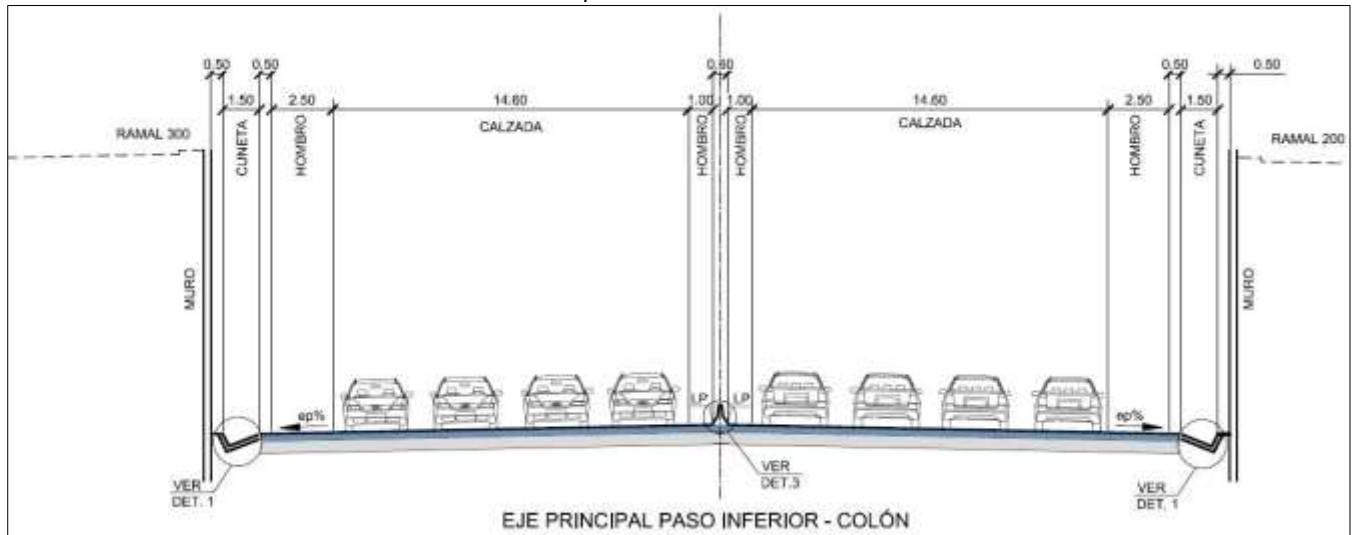
Ilustración 13. Dispositivo P.K. 19+600 Alternativa 2.



Fuente: Estudio de rutas y alternativas.

La solución es funcionalmente como en la alternativa 1, obviamente compatible con el mayor número de carriles, aumentando así la extensión de los viaductos (ver Ilustración 14).

Ilustración 14. Sección típica Intercambiador Colón Alternativa 2.



Fuente: Estudio de rutas y alternativas.

Más adelante en el dispositivo de acceso de Sonsonate, se mantuvo el trazado actual de la vía, aportando únicamente el ensanchamiento de la sección típica de proyecto, rehaciendo así la adecuación de los ramales del dispositivo. En este punto fue proyectada la transición de 4 a 3 carriles, aprovechando así la estructura existente como fue descrito en la alternativa 1.

A partir de ahí, el proyecto continúa en una zona llana, sin necesidad de taludes laterales, manteniendo la velocidad de diseño de 70 km/h, donde se prestará especial atención a la zona de drenaje, y volviendo sección típica de 3 carriles por sentido, dado el estudio de tráfico.

Se proyectó un nuevo retorno en las inmediaciones de la P.K. 26+100, con un carril exclusivo de retorno, permitiendo la rotación de vehículos tipo WB-20 como se indica en el término de referencia (ver Ilustración 15).

Ilustración 15. Dispositivo P.K. 26+100 Alternativa 2.



Fuente: Estudio de rutas y alternativas.

#### 4.3.2.4 Intercambiador P.K. 16+100

- Ramal 100.

Es el ramal de soporte para la viabilidad de retornos en ambas direcciones. Tiene las mismas características que la carretera, con 4 carriles, comportando tráfico en dirección Colón - Santa Tecla.

- Retornos 1 y 2.

Ramales de retorno 180°, con un ancho de 12 m, permitiendo el giro del vehículo de proyecto, tipo WB-20.

#### 4.3.2.5 Intercambiador P.K. 19+700.

- Ramal 200.

Ramal para aprovechar la vía local, que sirva de acceso desde y hacia el distrito de Colón, además de posibilitar retornos en ambos sentidos de la carretera, que en este tramo presenta desniveles. Este ramal también alberga una de las direcciones de la ciclovía y acera. Tienen un ancho de 6.5 m. El acceso a Colón desde la Santa Tecla es por la salida antes del Viaducto a la altura de la P.K. 18+300.

- Ramal 300.

Ramal de elevación cercano al ramal 200, pero en el lado opuesto de la carretera, para permitir el retorno por encima de CA01W. También alberga la ciclovía. Está proyectado con un ancho de 6.50 m.

- Retornos 3 y 4.

Retornos en ambos sentidos, estructurados, en Viaducto por arriba de la carretera CA01W, sirviendo también de acceso al distrito de Colón, tienen un ancho de 12.00 m.

#### 4.3.2.6 Intercambiador P.K. 26+100

- Ramal 400.

Ramal de soporte para apertura de mediana central para permitir los retornos en nivel. Alberga la pista hacia Santa Tecla, con las características de la vía principal, con 3 carriles.

- Retornos 5 y 6.

Vuelve en ambas direcciones, en 180°, con un ancho de 12.00 m.

El proyecto culmina en el diseño del dispositivo ubicado en el desvío San Juan Opico, adecuándolo al proyecto existente.

#### 4.3.2.7 Alternativas de estudio para el intercambiador para el acceso a la ciudad de Colón.

Uno de los puntos más complejos del proyecto es el intercambiador que da acceso al municipio de Colón. Para este intercambiador, además de las alternativas en desnivel donde se accede a través del descenso de la vía principal, discurrendo 2 viaductos de cruce, varios trazos se estudiaron en busca de la mejor alternativa.

Uno de ellos fue la ejecución de una rotonda, manteniendo la bajada de la vía principal, donde resultó desfavorable por la pequeña amplitud de entrelazado, dificultando el acceso (ver Ilustración 16).

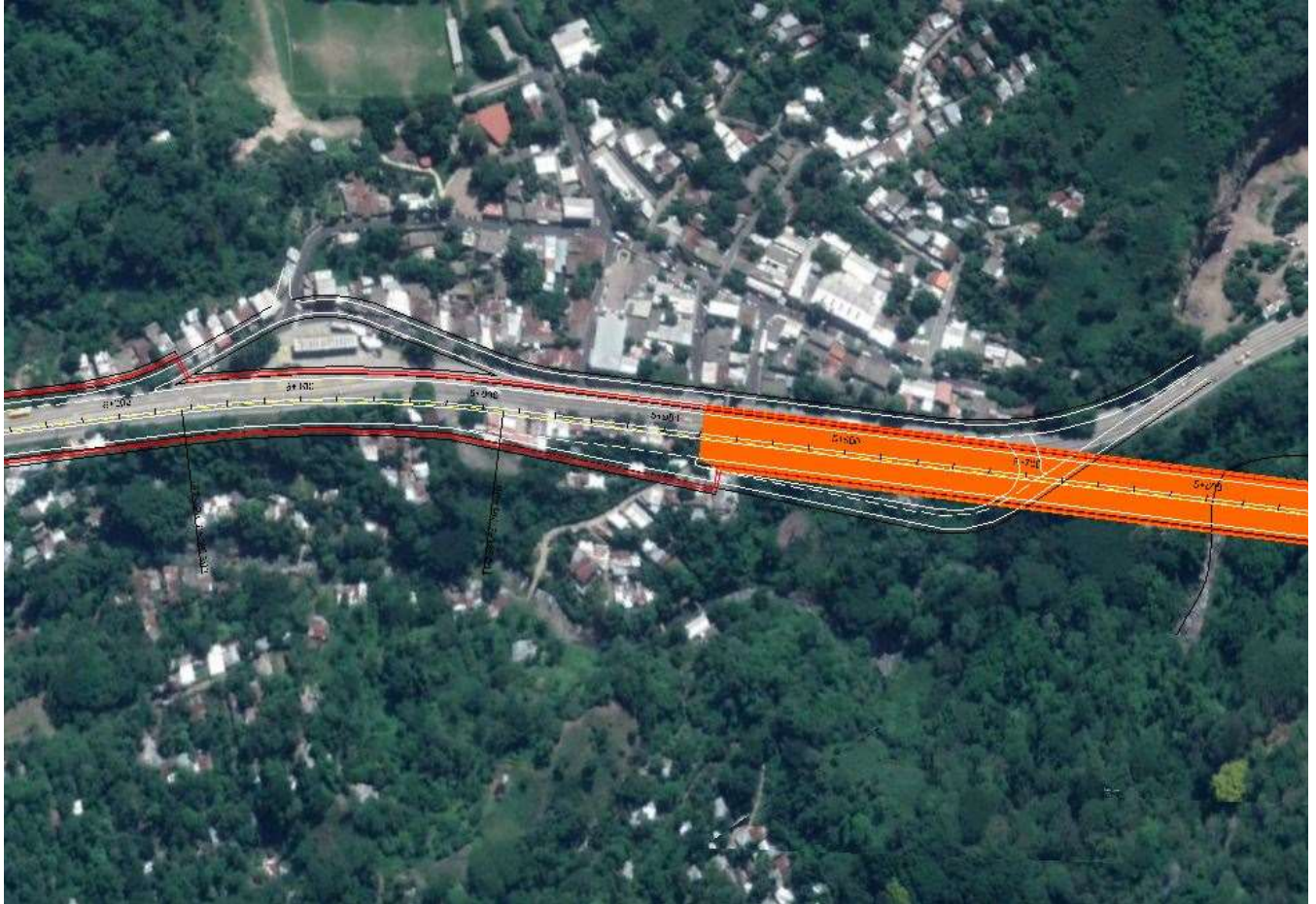
Ilustración 16. Intercambiador Colón, rotonda en desnivel.



Fuente: Estudio de rutas y alternativas.

Otra alternativa fue el paso bajo el Viaducto Los Chorros, que sería una estructura adicional, también descartada por su dificultad de implementación por la forma del terreno y la proximidad al río (ver Ilustración 17).

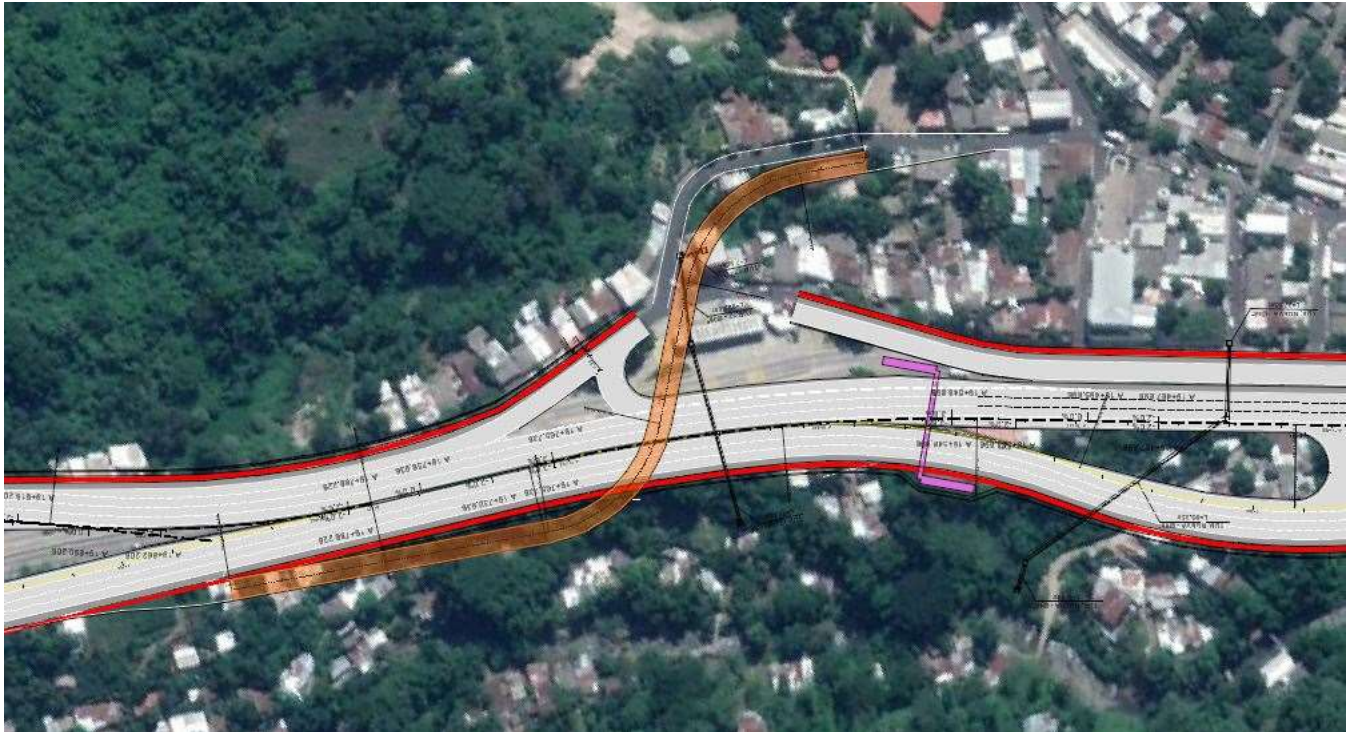
Ilustración 17 - Intercambiador Colón, paso bajo el Viaducto Los Chorros.



Fuente: Estudio de rutas y alternativas.

También se estudió un viaducto, donde la transposición sería sobre la carretera. Este paso elevado, además de los altos costos, dañaría gravemente el tráfico interno de Colón además de expropiaciones adicionales (ver Ilustración 18).

Ilustración 18. Intercambiador Colón, Viaducto sobre la carretera.



Fuente: Estudio de rutas y alternativas.

A partir de ahí, se estudió la ejecución de retornos en desnivel y también en nivel, permitiendo tanto el acceso a Colón como un cambio de dirección en la vía.

#### 4.3.3 Ventajas y desventajas de las alternativas en análisis.

A continuación, se presentan las ventajas y desventajas de cada una de las alternativas estudiadas desde el punto de vista de las 3 grandes áreas en las que ha sido abordado el proyecto, Impacto Ambiental-Social, Ingeniería y PAR (ver Tablas 12-16).

##### 4.3.3.1 Impacto Ambiental.

Tabla 12. Tabla de ventajas y desventajas desde el punto de vista Ambiental.

ALTERNATIVAS.	VENTAJAS.	DESVENTAJAS.
<b>ALTERNATIVA 1.</b>	La mayor parte de las áreas de intervención es sobre zonas ambientalmente impactadas.	Pérdida de vegetación y desplazamiento de la actual fauna de algunas zonas del proyecto, fragmentación de ecosistemas.
	Menor movimiento de tierra e intervención geológica de áreas adyacentes al trazo.	Posible alteración mínima del microclima, especialmente la temperatura.
	Posibilidades de mayor cantidad de reutilización del suelo fértil por los volúmenes resultantes.	Fragmentación del paisaje actual.
	Menor inversión en programas de manejo ambiental.	
	Menor requerimiento de bancos de materiales y sitios de disposición final de material excedente.	
	Mayor control sobre los procesos de erosión de los suelos.	
	Manejo hidráulico de la escorrentía superficial.	

ALTERNATIVAS.	VENTAJAS.	DESVENTAJAS.
ALTERNATIVA 2.	Algunas de las áreas de intervención son sobre zonas ambientalmente impactadas.	Mayor alteración de la geología del terreno aledaño al trazo y por consiguiente mayores movimientos de tierra (25-35% más que alternativa 1).
	Manejo hidráulico de la escorrentía superficial.	Nuevas áreas impactadas en forma aledaña al trazo.
	Mayor inversión en medio ambiente, producto de los impactos que puedan generarse, los cuales tenderán a ser más significativos.	Pérdida de vegetación y desplazamiento de la actual fauna de algunas zonas del proyecto en mayor cuantía, fragmentación de ecosistemas.
		Generación de taludes de corte y de relleno en mayor escala.
		Incrementos en el deterioro de la calidad del aire.
		Alteración del microclima.
		Incremento de acumulación de desechos sólidos comunes en los laterales.
		Procesos de erosión de los suelos en mayor escala, especialmente en el tramo 1 del proyecto, contribuyendo a mayores sedimentaciones de los cauces.
	30-35% de área impermeabilizada comparada con la alternativa 1, incrementándose la escorrentía.	
	Áreas sensibles caso del tramo 1, pueden verse más impactadas.	

Fuente: Estudio de rutas y alternativas.

#### 4.3.3.2 Impacto Social.

Tabla 13. Tabla de Ventajas y Desventajas desde el punto de vista Social.

ALTERNATIVAS.	VENTAJAS.	DESVENTAJAS.	
ALTERNATIVA 1.	Trazo geométrico se garantiza mayor fluidez vehicular.	Afectación a suministro de agua potable localizado en Los Chorros, el cual abastece a parte de área urbana de los municipios de Colón y Santa Tecla.	
	Mayor seguridad vial.	Tráfico durante la etapa constructiva.	
	Mejor conectividad.		Generación de polvo durante etapa constructiva.
			Afectación a accesos públicos y privados.
			Incremento de los accidentes de tránsito.
		Afectación a inmuebles (viviendas y terrenos).	
		Afectación a servicios públicos.	
ALTERNATIVA 2.	Trazo geométrico se garantiza mayor fluidez vehicular.	Afectación a suministro de agua potable localizado en Los Chorros, el cual abastece a parte de área urbana de los municipios de Colón y Santa Tecla.	
	Mayor seguridad vial.	Tráfico durante la etapa constructiva.	
	Mejor conectividad.	Generación de polvo durante etapa constructiva.	
	Más ahorro en costos de mantenimiento de vehículos.	Afectación a accesos públicos y privados.	
	Menores tiempos de recorrido.	Incremento de los accidentes de tránsito.	
	Más atracción para el Turismo.	Afectación a inmuebles (viviendas y terrenos).	
		Afectación a servicios públicos.	

Fuente: Estudio de rutas y alternativas.

#### 4.3.3.3 Plan de Acción de Reasentamientos (PAR).

Tabla 14. Tabla de Ventajas y Desventajas desde el punto de vista PAR.

ALTERNATIVAS.	VENTAJAS.	DESVENTAJAS.
ALTERNATIVA 1.	La alternativa se carga en un buen porcentaje a un solo lateral, evitando afectaciones a ambos laterales.	Afectación a área urbana del municipio de Colón, lo que incide en la cantidad de afectaciones a viviendas y/o familias.
ALTERNATIVA 2.	La alternativa se carga en un buen porcentaje a un solo lateral, evitando afectaciones a ambos laterales.	Mayor afectación a área urbana del municipio de Colón, lo que incide en la cantidad de afectaciones a viviendas y/o familias.

Fuente: Estudio de rutas y alternativas.



#### 4.3.3.4 Técnico – Funcional (Ingeniería).

Tabla 15. Tabla de Ventajas y Desventajas desde el punto de vista Ingeniería.

ALTERNATIVAS.	VENTAJAS.	DESVENTAJAS.
ALTERNATIVA 1.	Opción más económica.	Niveles de Servicio bajos.
	Aumento de la Capacidad del Manejo de Tráfico.	Mayores costos de operación vehicular.
	Menor movimiento de terracería.	Se requeriría una mayor inversión a corto plazo para aumentar capacidad de tráfico.
ALTERNATIVA 2.	Mejores niveles de servicio, a lo largo del período de diseño de la vía.	Mayor costo de inversión inicial.
	Cumplimiento de los objetivos específicos del estudio, ofreciendo una mejor movilidad a los usuarios por períodos más prolongados.	
	Más ahorro en los costos de operación vehicular.	
	La carretera queda dotada de una infraestructura suficiente para todo su período de servicio (20 años).	

Fuente: Estudio de rutas y alternativas.

#### 4.3.3.5 Afectaciones.

En la Tabla 16, se muestran las afectaciones de cada una de las alternativas estudiadas.

Tabla 16. Afectaciones por alternativa analizada.

ALTERNATIVA 1.				
Tramo estación 13+560 a la estación 18+400.				
Viviendas/construcciones afectadas según tramo.	m <sup>2</sup>	1,235.34	Se afectan 13 viviendas/construcciones en este tramo.	
Terrenos afectados según tramo.	m <sup>2</sup>	93,418.76	Se afectan 34 franjas de terreno en este tramo.	
Tramo estación 18+400 a la estación 19+250.				
Viviendas/construcciones afectadas según tramo.	m <sup>2</sup>	117.75	Se afectan 1 viviendas/construcciones en este tramo.	
Terrenos afectados según tramo.	m <sup>2</sup>	34,248.58	Se afectan 5 franjas de terreno en este tramo.	
Tramo estación 19+250 a la estación 28+312.				
Viviendas/construcciones afectadas según tramo.	m <sup>2</sup>	5,341.30	Se afectan 1 viviendas/construcciones en este tramo.	
Gasolineras afectadas según tramo.	Cada uno.	2.00	Se afectan únicamente pequeña franja de terreno en 2 gasolineras en este tramo y únicamente en 1 de ellas se afecta construcción.	
Terrenos afectados según tramo.	m <sup>2</sup>	77,199.08	Se afectan 5 franjas de terreno en este tramo.	
Reasentamientos según tramo.	Cada uno.	16.00	Se tienen 16 casos de reasentamientos en este tramo.	
ALTERNATIVA 2.				
Tramo estación 13+560 a la estación 18+400.				
Viviendas/construcciones afectadas según tramo.	m <sup>2</sup>	1,616.72	Se afectan 15 viviendas/construcciones en este tramo.	
Terrenos afectados según tramo.	m <sup>2</sup>	132,669.40	Se afectan 31 franjas de terreno en este tramo.	
Tramo estación 18+400 a la estación 19+250.				
Viviendas/construcciones afectadas según tramo.	m <sup>2</sup>	117.75	Se afectan 1 viviendas/construcciones en este tramo.	
Terrenos afectados según tramo.	m <sup>2</sup>	39,824.99	Se afectan 5 franjas de terreno en este tramo.	
Tramo estación 19+250 a la estación 28+312.				
Viviendas/construcciones afectadas según tramo.	m <sup>2</sup>	7,016.28	Se afectan 113 viviendas/construcciones en este tramo.	
Gasolineras afectadas según tramo.	Cada uno.	2.00	En este tramo se afectan terreno y bombas de despacho de 1 gasolinera y terreno y obras adicionales en la otra.	
Terrenos afectados según tramo.	m <sup>2</sup>	101,549.68	Se afectan 189 franjas de terreno en este tramo.	
Reasentamientos según tramo.	Cada uno.	16.00	Se tienen 16 casos de reasentamientos en este tramo.	

Fuente: Estudio de rutas y alternativas.

#### 4.3.4 Conclusiones.

El proyecto se llevó a cabo cumpliendo con la normativa vigente, tanto el Manual Centroamericano como la normativa norteamericana AASHTO. Todo el proyecto geométrico fue diseñado con el objetivo de brindar la mejor alternativa de trazo tanto horizontal como vertical, aprovechando y adaptando las condiciones existentes de acuerdo con todas las especialidades involucradas.

La diferencia básica entre las dos alternativas es el número de carriles en los tramos 1 y 2, con la alternativa 1 con 6 carriles en total (3 por sentido) y la alternativa 2 con 8 carriles en total (4 por sentido). A partir de entonces, debido a la sección más grande de la carretera, hay un mayor número de contenciones y movimiento de tierra.

Se proyectaron 3 intercambiadores en todo el proyecto, incluyendo el paso en desnivel de acceso a Colón. El fin del proyecto es encajar en el intercambiador de desvío San Juan Opico.

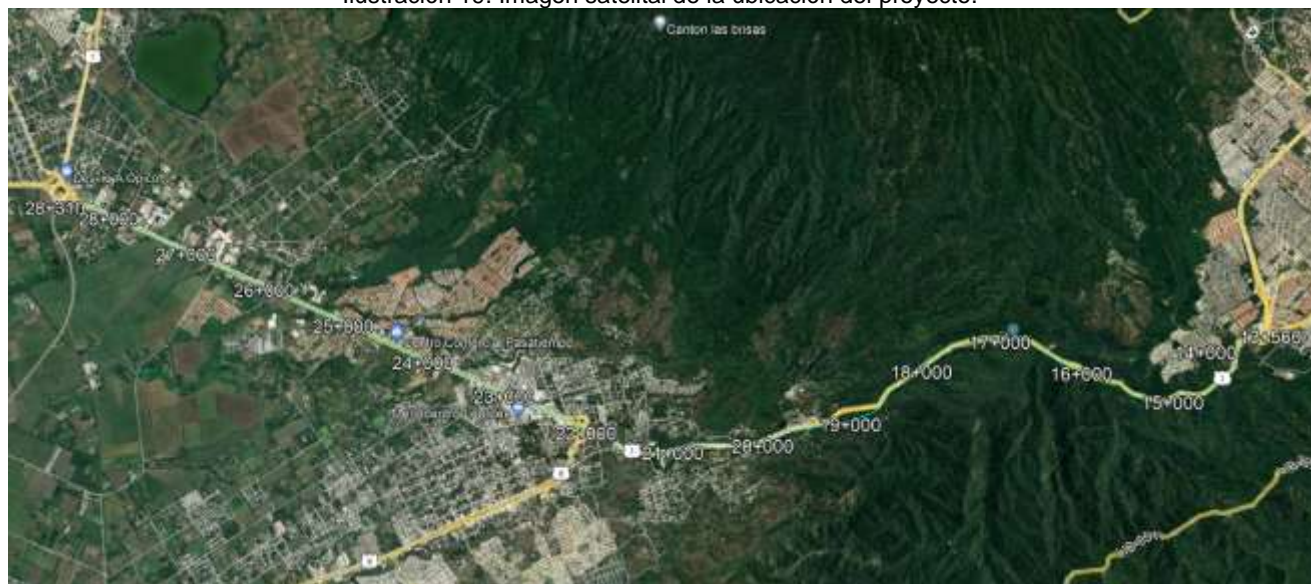
De acuerdo a lo analizado en ambas alternativas, el Ministerio de Obras Públicas y de Transporte aprobó una alternativa combinada, es decir, desde la estación 13+560 a la estación 22+060 una ampliación de la vía existente a ocho (8) carriles, es decir cuatro (4) por sentido vial, incluyendo el viaducto y de la estación 22+060 hasta el final del proyecto seis (6) carriles, es decir tres (3) por sentido vial, manteniendo lo descrito en ambas alternativas propuestas. La descripción del proyecto se presenta de acuerdo a lo aprobado por el MOPT.

## 4.4 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

### 4.4.1 Trazo general y localizaciones.

El trazo inicia con una ampliación a ocho (8) carriles en la intersección de la carretera Monseñor Romero (Estación 13+560) por terrenos aledaños, los cuales en su mayoría son finca de café hasta el estacionamiento 18+354 sitio en el cual se construirá un viaducto sobre el lateral izquierdo de la actual carretera, finalizando en la estación 19+256 a la altura de la ciudad de Colón, luego se amplía sobre la vía existente hasta llegar al estacionamiento 22+090 donde se ubica el intercambiador hacia Sonsonate, conocido como el Poliedro, para seguir en una autopista de seis (6) carriles hasta llegar al final del tramo (estación 28+321). En la Ilustración 19 se presenta el trazo del proyecto.

Ilustración 19. Imagen satelital de la ubicación del proyecto.



Fuente: Estudio topográfico del proyecto.

#### 4.4.2 Estudio topográfico.

La red de control topográfico incluyó los siguientes elementos:

**Red Primaria:** 7 pares geodesicos (vértice y MKZ, amarrados a la red geodésica nacional) con precisión de primer orden, clase II. Establecidos con sistema GNSS y observación con un tiempo mínimo de dos horas.

**Red Secundaria:** 3 puntos pares (vértice y MKZ) con precisión de segundo orden, clase I. Establecidos con sistema GNSS y observación con un tiempo mínimo de dos horas.

**Red Terciaria:** 71 vértices, con precisión de tercer orden, clase I, establecida con estación total.

Para la nivelación se realizaron itinerarios de ida y vuelta; utilizando nivel fijo y partiendo del banco de marca ubicado al inicio del proyecto.

##### 4.4.2.1 Corrida de circuitos cerrados entre pares de monumentos geodésicos.

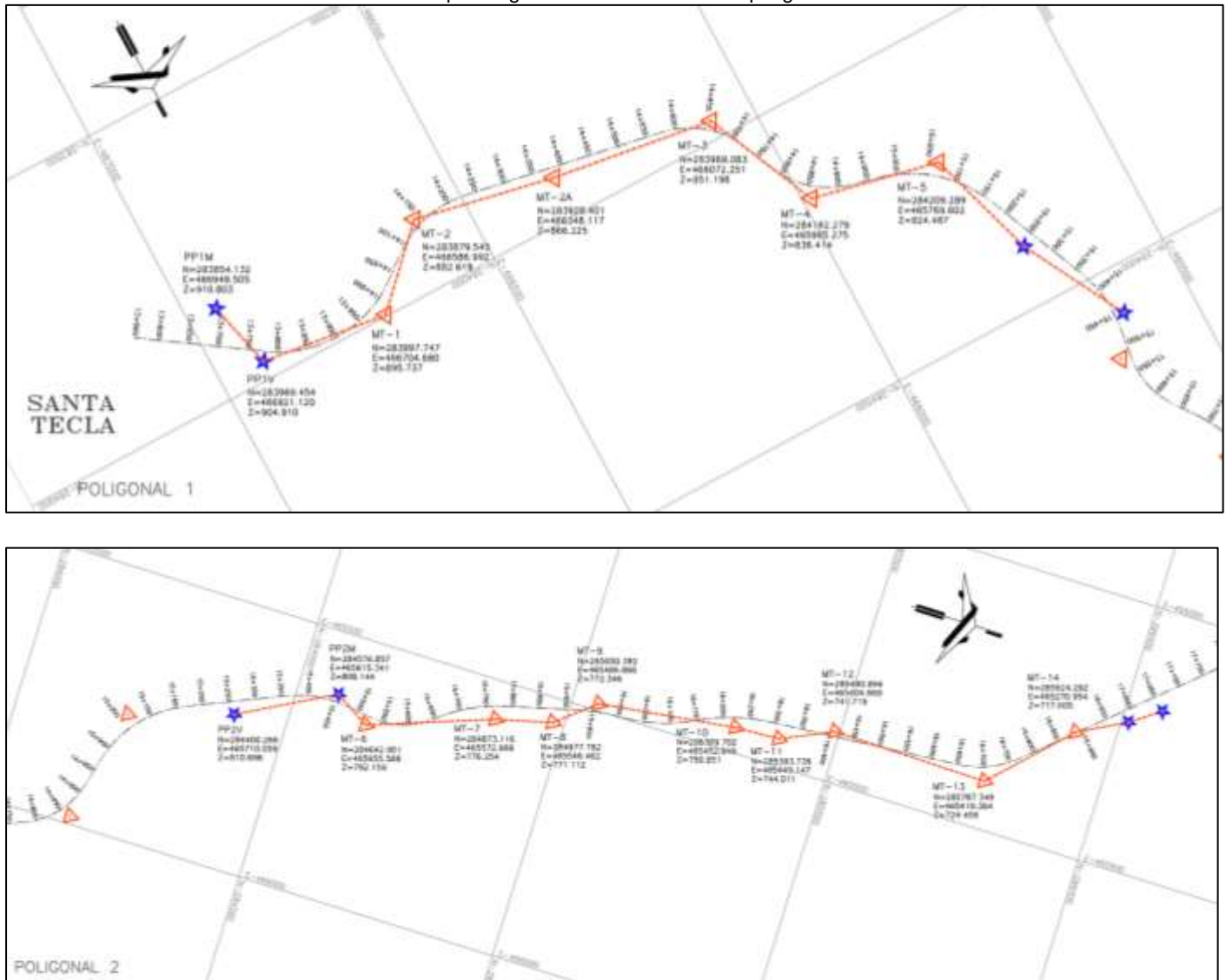
Se dio inicio a la corrida de circuitos cerrados entre pares de monumentos geodesicos, formando la Red de Tercer Orden Clase I, luego se enlazó y compensó mediante una poligonal abierta con control .

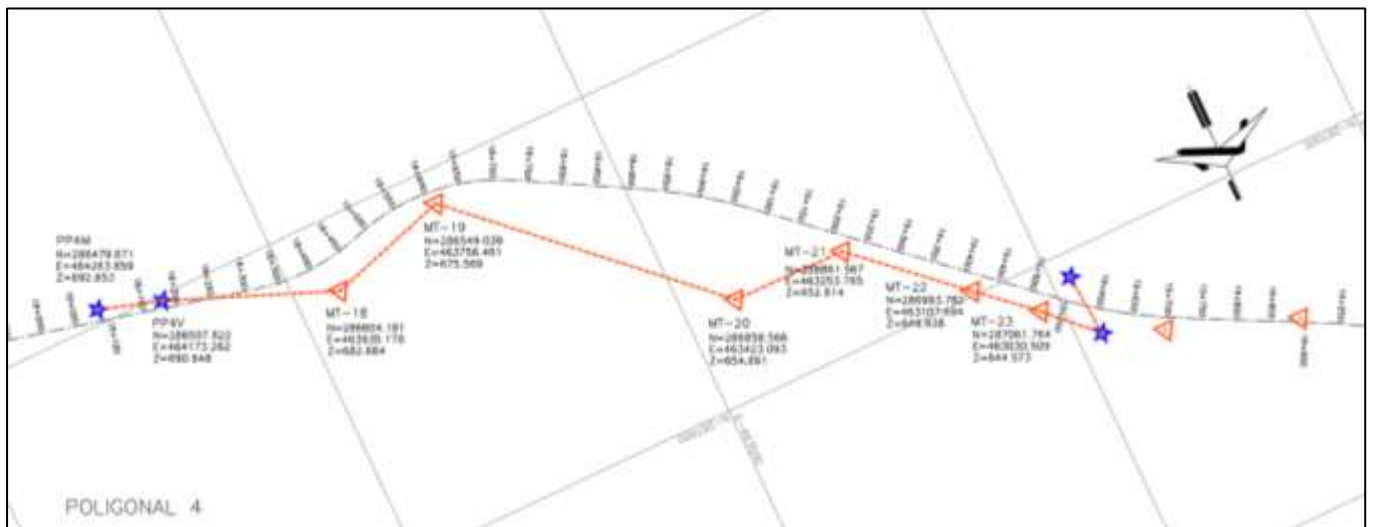
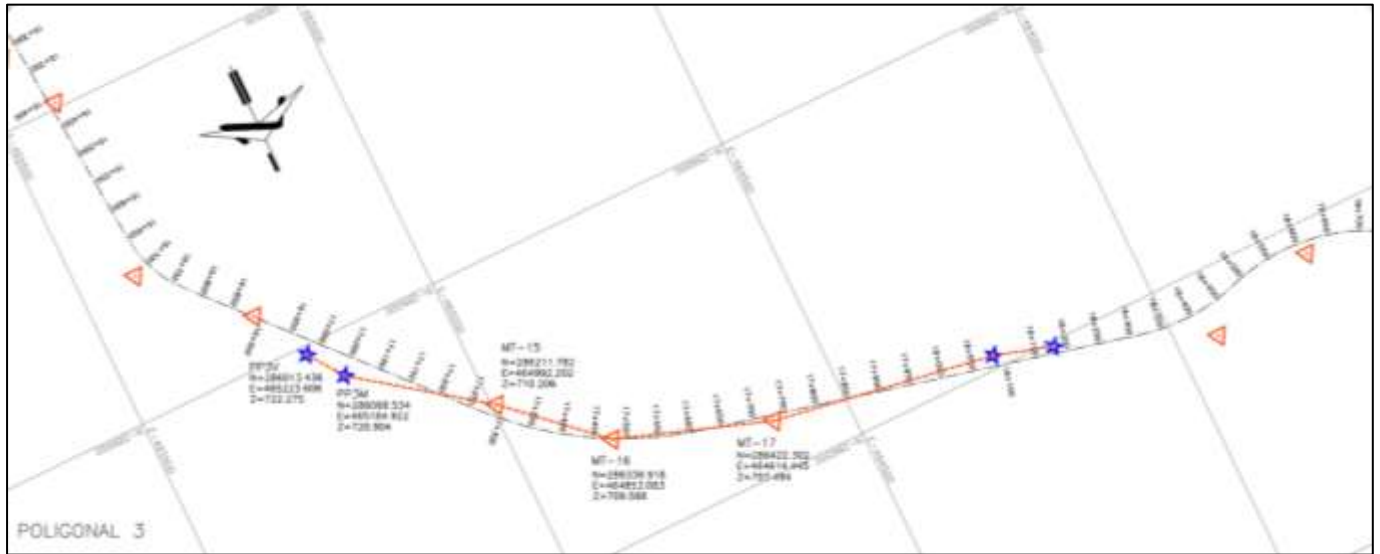
Para ello se procedió a correr 10 poligonales cerradas, partiendo en un par de monumentos Geodesicos hasta alcanzar el siguiente (par Geodesico), para finalmente cerrar en los monumentos de inicio. Durante su recorrido se establecieron los monumentos terciarios

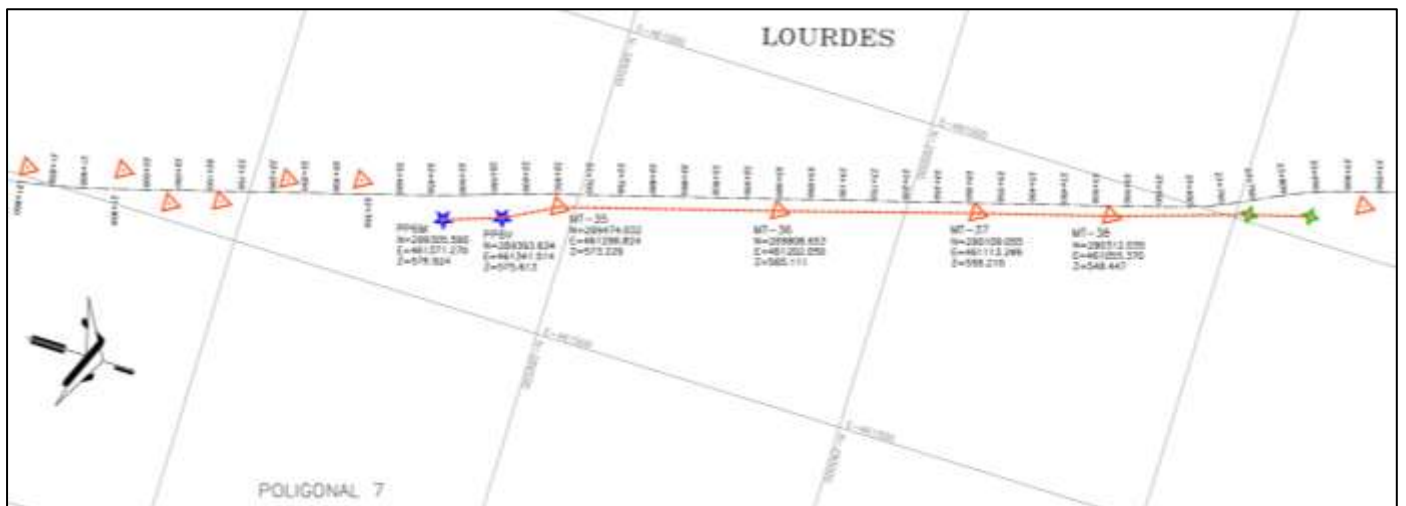
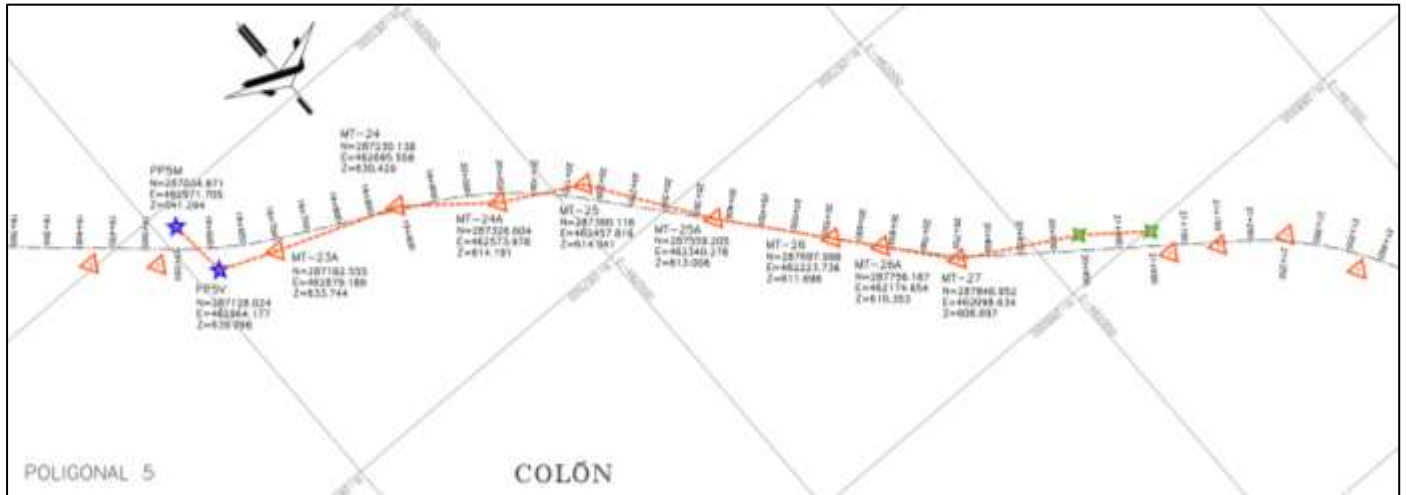
denominados “MT”, los cuales enlazaron las redes principales en sentido del cadenamiento, formando finalmente una red única de control topografico.

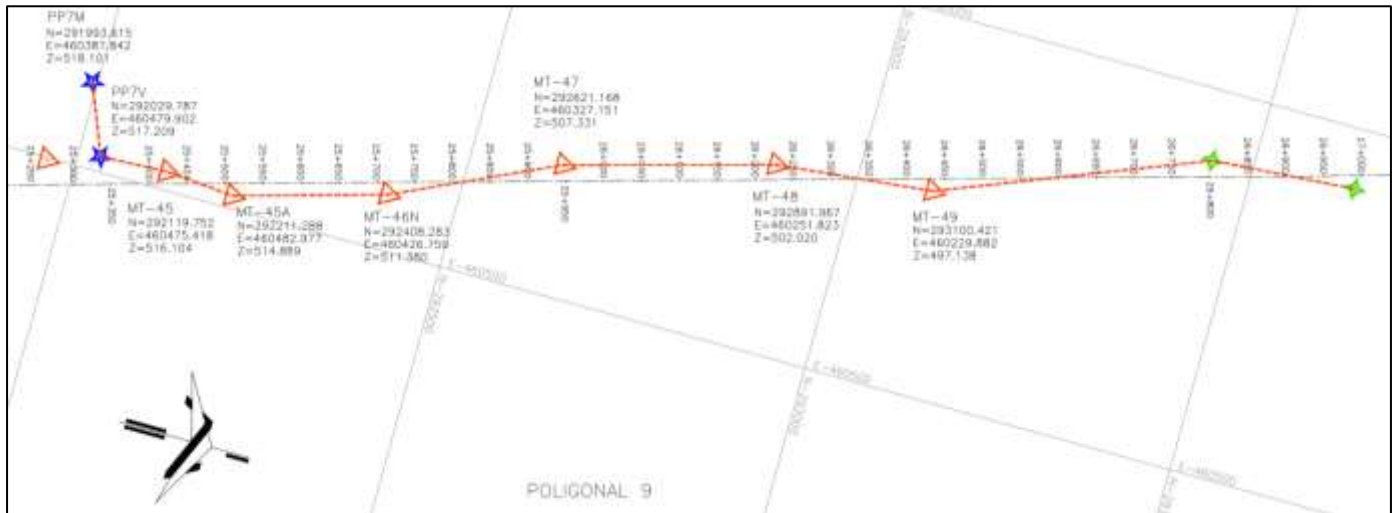
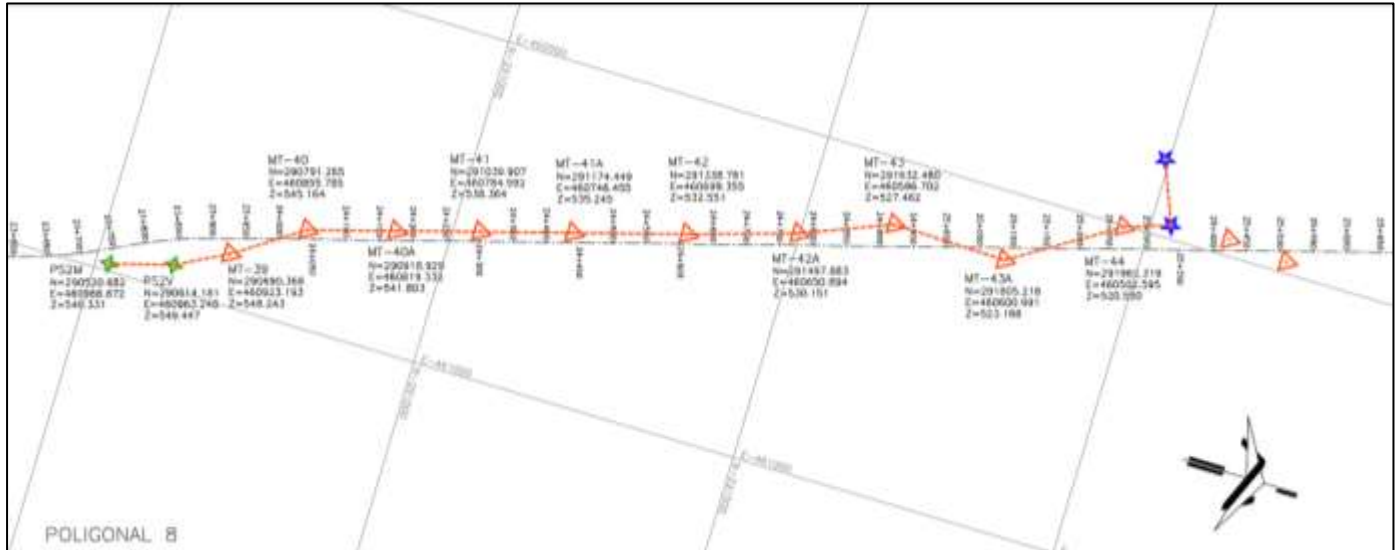
A continuación en la Ilustración 20, se muestran los esquemas generales de trazado de las poligonales (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10).

Ilustración 20. Esquema general de trazado de las poligonales.











Fuente: Levantamiento topográfico.

Siguiendo el alineamiento longitudinal del trazo de ruta, se obtuvieron secciones transversales a cada 20 m sobre el eje del alineamiento horizontal sobre una franja de 150 m de ancho (75 m a cada lado del eje).

#### 4.4.3 Plano de conjunto

En el plano de conjunto o planta de perfil (Apéndice 2), se presentan los siguientes detalles:

##### 4.4.3.1 Intersecciones principales y accesos a propiedades públicas y privadas.

Las intersecciones principales del proyecto se realizarán con el Boulevard Monseñor Oscar Arnulfo Romero y el final del proyecto (rotonda desvío a San Juan Opico), así como los principales accesos a caminos vecinales y propiedades privadas.

##### 4.4.3.2 Cursos de agua.

La ruta del proyecto es atravesada por tres ríos: Quebrada El Guarumal (río Los Chorros o río Colon), río Belén y río Agua Amarilla, los cuales presentan caudal hídrico todo el año.

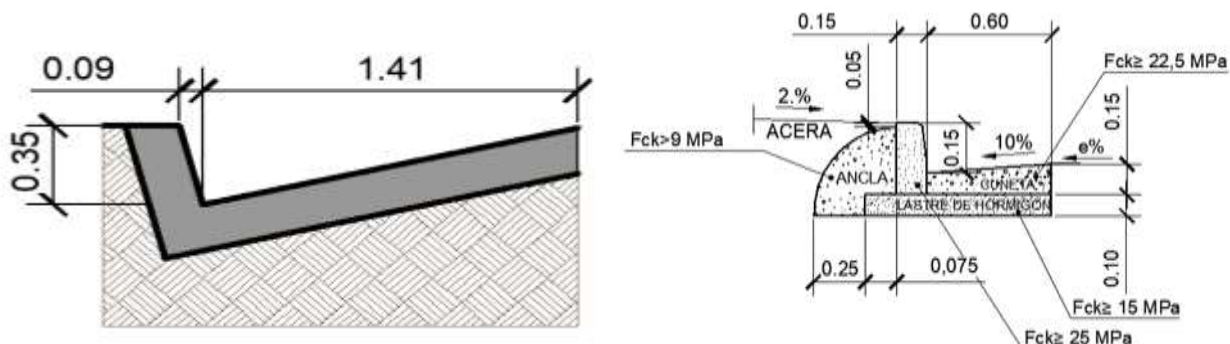
##### 4.4.3.3 Sistema de drenaje longitudinal.

Actualmente el proyecto cuenta con drenaje longitudinal definido. La construcción de cunetas laterales se realizará para evitar el escurrimiento de las aguas próxima a los hombros y tendrán una profundidad mínima de 0.35 m y serán canales de sección trapecial de 1.50 m de ancho de fondo y 0.35 de profundidad.

Dentro del drenaje longitudinal serán aplicables las siguientes obras: bordillos, cunetas y contra cunetas, derramaderos o bajadas. (ver Ilustración 21).



Ilustración 21. Obras de drenaje longitudinal.



Fuente: Diseño geométrico.

#### 4.4.3.4 Drenaje transversal.

Los drenajes existentes tendrán una modificación, debido a que el proyecto es una ampliación de la carretera actual. El drenaje transversal proyectado se presenta en la Tabla 17.

Tabla 17. Identificación de cauces y obras de drenaje existentes.

Estructura	Tipología	Estación	Intervención	Diámetro Interno (plg)	Longitud Nueva (m)
Drenaje	Tubería	14+171.52	Prolongación	36	32.80
Drenaje	Tubería	14+415.20	Nueva	42	44.20
Drenaje	Tubería	14+892.00	Nueva	60	50.55
Drenaje	Tubería	15+127.15	Nueva	60	44.05
Drenaje	Tubería	15+395.00	Nueva	48	48.90
Drenaje	Tubería	15+790.00	Nueva	30	53.85
Drenaje	Tubería	16+054.81	Nueva	30	65.60
Drenaje	Tubería	16+240.00	Nueva	36	49.60
Drenaje	Tubería	15+548.66	Nueva	30	67.80
Drenaje	Tubería	16+687.37	Prolongación	48	15.90
Drenaje	Tubería	16+881.00	Nueva	30	20.30
Drenaje	Tubería	17+080.00	Nueva	30	24.85
Drenaje	Tubería	17+100.00	Nueva	30	20.10
Drenaje	Tubería	17+099.39	Nueva	36	37.05
Drenaje	Tubería	17+203.31	Nueva	48	58.40
Drenaje	Tubería	17+475.00	Nueva	36	54.55
Drenaje	Tubería	17+930.69	Nueva	36	153.65
Drenaje	Tubería	18+037.35	Nueva	30 y 42	30": 43.75 42": 12.80
Drenaje	Tubería	18+220.59	Nueva	60	40.90
Drenaje	Tubería	19+190.00	Nueva	30 y 42	30": 20.80 42": 8.00
Drenaje	Colector	19+100-19+313	Nuevo	42	121.00
Drenaje	Tubería	19+313.29	Nueva	42	46.80
Drenaje	Colector	19+450-20+105	Nuevo	36, 42 y 48	36": 358.95 42": 23.50 48": 256.70

Estructura	Tipología	Estación	Intervención	Diámetro Interno (plg)	Longitud Nueva (m)
Drenaje	Colector	19+563-20+105	Nuevo	30 y 42	30": 499.50 42": 133.95
Drenaje	Colector	19+580-20+105	Nuevo	30	507.00
Drenaje	Tubería	20+445.00	Nueva	30	44.10
Drenaje	Tubería	20+715.00	Nueva	30	40.75
Drenaje	Tubería	20+975.00	Nueva	30 y 36	30": 36.50 36": 57.40
Drenaje	Tubería	21+250.00	Nueva	60	175.00
Drenaje	Colector	21+523-22+257	Nuevo	30, 42, 48 y 60	30": 36.60 42": 35.50 48": 266.25 60": 424.85
Drenaje	Colector	21+786-22+154	Nueva	60	364.30
Drenaje	Tubería	22+230.00	Nueva	60	163.90
Drenaje	Colector	22+278-23+579	Nuevo	30, 36, 42, 48 y 60	30": 327.75 36": 471.50 42": 65.50 48": 344.25 60": 57.80
Drenaje	Colector	22+411-23+579	Nuevo	30, 36, 42 y 48	30": 373.50 36": 78.50 42": 218.25 48": 465.55
Drenaje	Tubería	23+625.00	Nueva	30 y 36	30": 50.20 36": 38.95
Drenaje	Tubería	23+895.00	Nueva	30 y 36	30": 63.85 36": 67.80
Drenaje	Colector	24+019-24+143	Nueva	30	120.00
Drenaje	Tubería	24+143.00	Nueva	30 y 36	30": 6.50 36": 38.55
Drenaje	Tubería	24+305.00	Nueva	30 y 36	30": 22.10 36": 97.25
Drenaje	Tuberías	24+492.00	Nueva	30	154.50
Drenaje	Colector	24+683-25+309	Nueva	30 y 36	30": 483.00 36": 128.35
Drenaje	Colector	24+750-25+309	Nueva	30	546.55
Drenaje	Tubería	25+309.00	Nueva	30, 42 y 48	30": 5.65 42": 24.25 48": 6.65
Drenaje	Tubería	25+570.00	Nueva	30 y 36	30": 72.65

Fuente: Diseño final de Ingeniería.

### 3.8.4 Diseño geométrico del corredor principal.

Los criterios de diseño utilizados para el trazo estuvieron basados en el Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras, 3ª Edición, 2011 (SIECA) y/o A Policy On Geometric Design of Higways and Streets 2004 Fifth Edition (AASHTO) y se ha tipificado la vía como una carretera tipo arterial rural en terreno montañoso.

Después de determinar el TPDA (Carga vehicular proyectada dentro de un período de diseño de 20 años) y haber definido el vehículo de diseño que es un camión WB-20 según Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras - 3a. Edición, 2011, se ha definido en términos generales que la vía se proyecta con una pendiente máxima del 6.00 – 8.00% (Montañoso); 6.00 - 7.00% (Ondulado), K mínimo de 17 y distancia de visibilidad 134.00 m y se han considerado radios mínimos de 113.00 - 168.00 m de acuerdo a la velocidad del diseño.

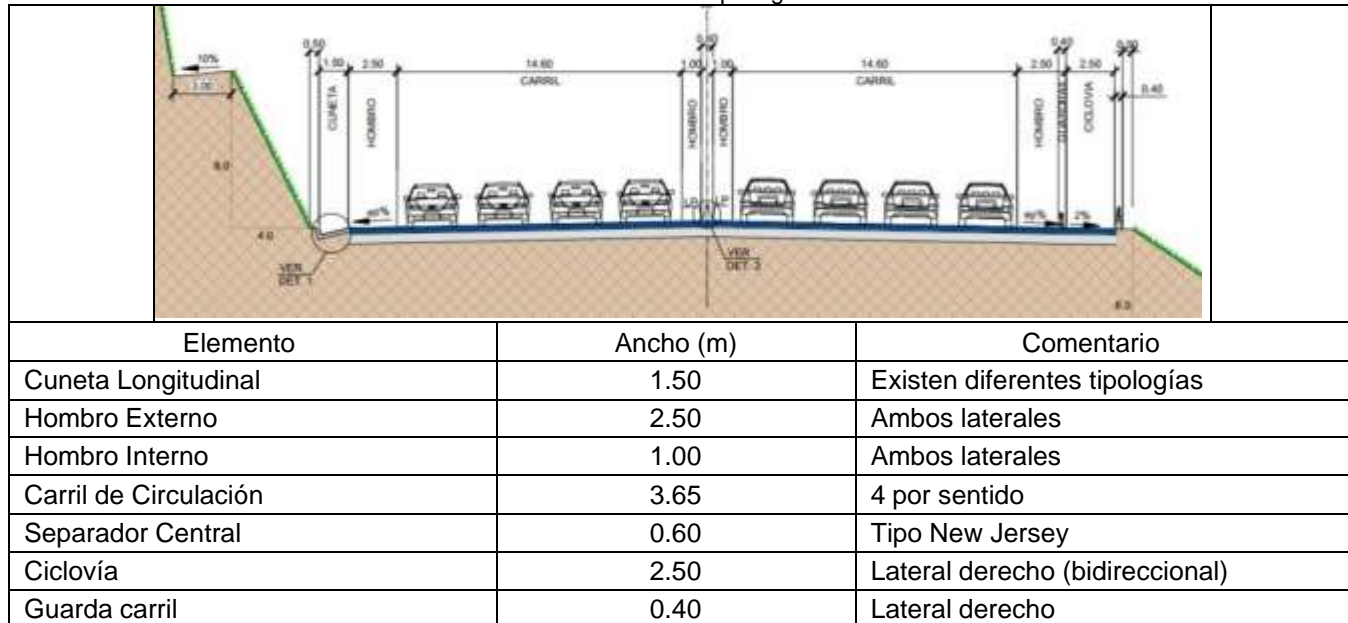
De acuerdo al diseño se han analizado tres tramos:

#### 4.4.3.5 Tramo de la estación 13+560 A 18+354.

Se inicia el proyecto y consiste en el empalme con el intercambiador de Santa Tecla, donde empieza una bajada hacia Colón, con una rampa máxima de aproximadamente el 8% de pendiente.

Este tramo es la parte con mayor pendiente del proyecto y con mayores dificultades en la configuración del terreno, marcado por grandes desniveles y terrenos montañosos alrededor del recorrido, posee 4,794.00 m de longitud, cuatro (4) carriles por sentido, un hombro interior de 1.00 m y un hombro exterior de 2.50 m y con una doble ciclovía en un lado (ver Ilustración 22).

Ilustración 22. Sección típica general.

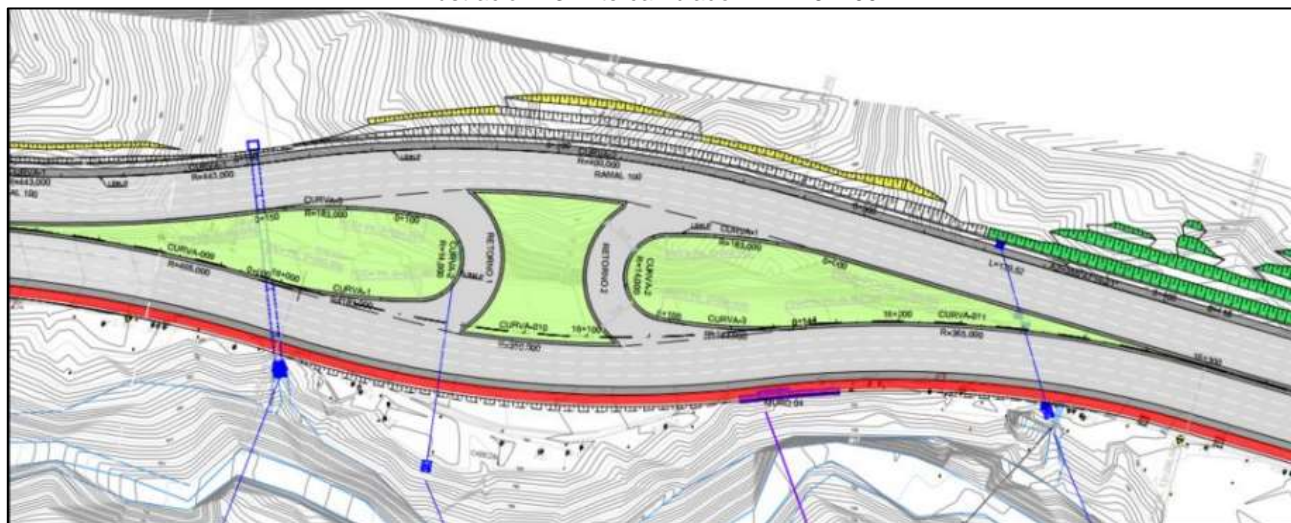


Fuente: Diseño geométrico.

Se diseñó un dispositivo de retorno a nivel, manteniendo la ubicación de un retorno existente en la ruta actual, ampliándose para cumplir con la velocidad de diseño en este tramo, que se limitó a 60 km/h por las características existentes. Este dispositivo se ubica aproximadamente

en la estación 16+100, es decir, una zona intermedia entre el inicio de la ruta, en Santa Tecla y el inicio de la construcción del viaducto. El cuarto carril se utilizó como carril de conversión, dejando la entrada y salida protegida para el conductor (ver Ilustración 23).

Ilustración 23. Intercambiador P.K. 16+100.



Fuente: Diseño geométrico.

Debido a que la zona está marcada por un terreno extremadamente accidentado, se consideraron varios criterios de pendiente y contención lateral a la vía, debido al ensanchamiento de la vía actual limitada por ambos lados, entre río Guarumal y un alto desnivel.

En general, los taludes de corte tienen una pendiente de 2V:1H, es decir, un ángulo de inclinación de aproximadamente 63 grados, con bermas proyectadas cada 8.00 m de altura, con un ancho de 3.00 m.

En las áreas críticas, donde se producen pendientes elevadas que impondrían dificultades de ejecución y estabilidad se diseñaron soluciones de soil-nailing, que permite mayores inclinaciones, imponiendo así menores impactos sociales y ambientales. Estas regiones son las siguientes:

- P.K. 15+160 a P.K. 15+360 – Lado Izquierdo
- P.K. 15+640 a P.K. 15+880 – Lado Izquierdo
- P.K. 16+020 a P.K. 16+180 – Lado Izquierdo
- P.K. 17+160 a P.K. 17+440 – Lado Derecho
- P.K. 17+940 a P.K. 18+340 – Lado Derecho

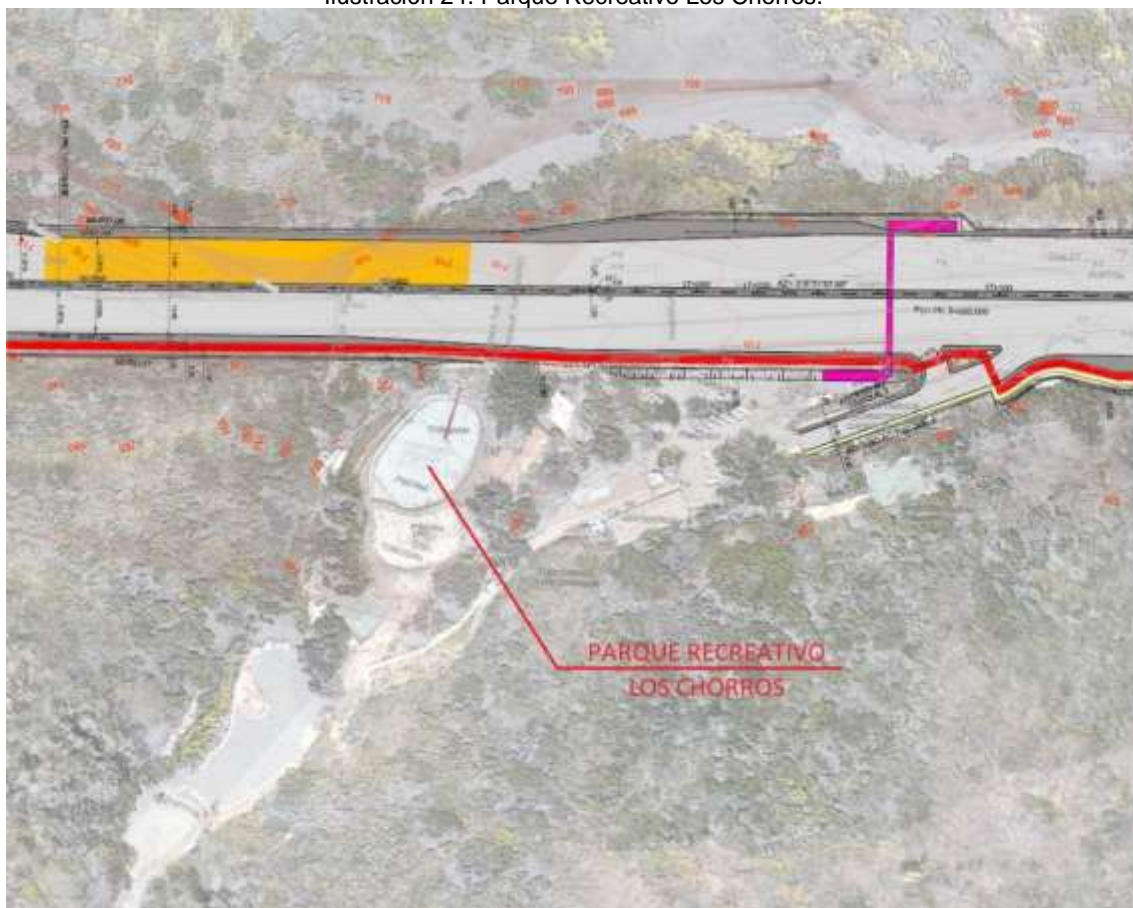
El soil-nailing tendrá una inclinación de 80 grados, en algunos casos, con una berma a una altura de 15.00 m. El caso crítico se encuentra entre la P.K. 17+940 a P.K. 18+340, en donde

se ha previsto una distancia de 5.00 m del lateral de la pista por seguridad y desde allí la solución de mallas y cables anclados, con alturas de hasta 55.00 m.

En la región del parque recreativo Los Chorros, se decidió preservar el área del parque por ser una importante instalación pública. Para eso, fue necesario ocupar un área donde hay una instalación de abastecimiento de agua en San Salvador, la cual será reubicada.

En una zona aledaña al parque, donde se traduciría en una gran pendiente, se decidió diseñar un muro de corte con una altura máxima de aproximadamente 7.00 m, que se ubica entre la P.K. 16+740 y la P.K. 16+880 (ver Ilustración 24).

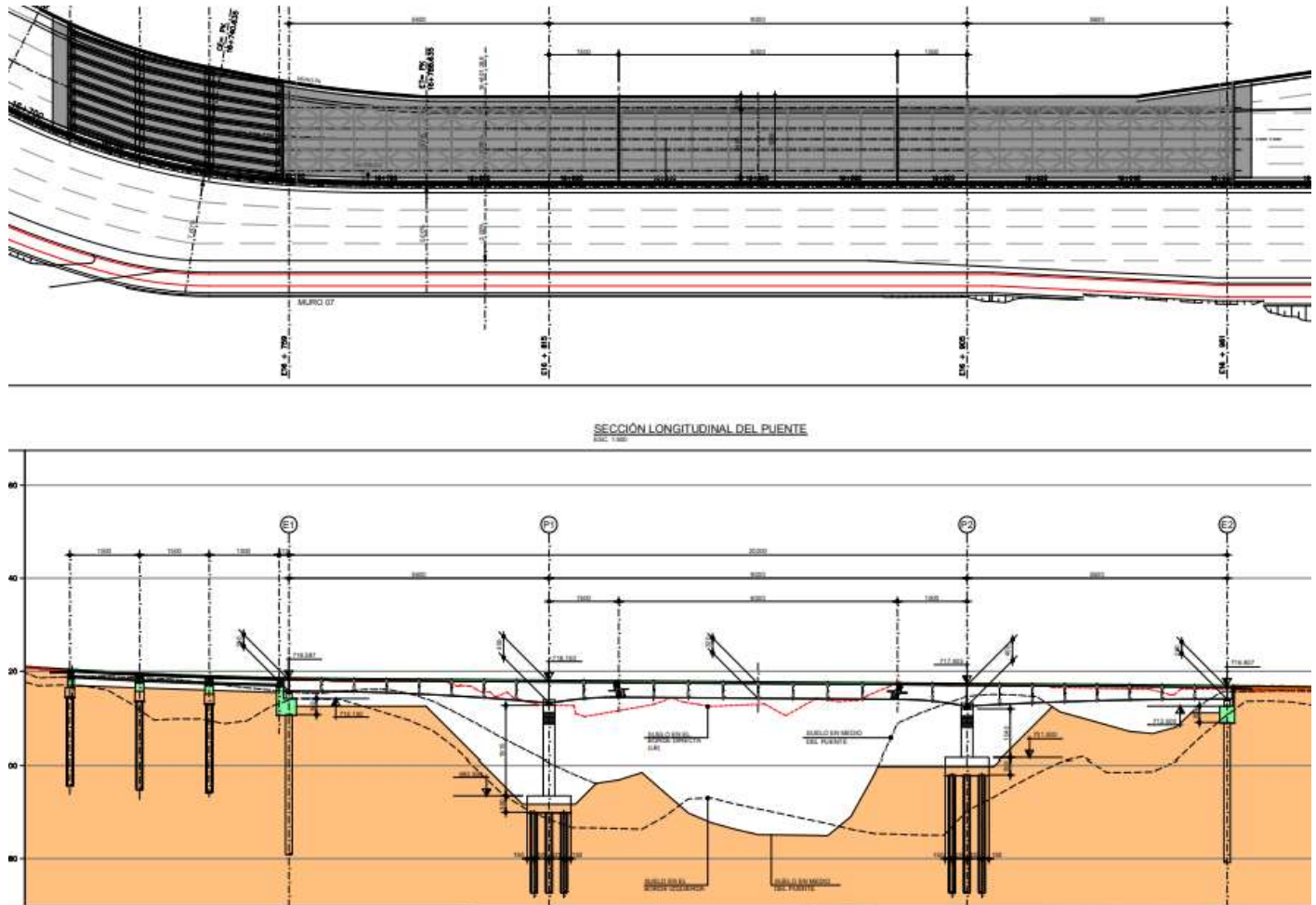
Ilustración 24. Parque Recreativo Los Chorros.



Fuente: Diseño geométrico.

En esta zona (entre las estaciones 16+710 y 16+759) por su proximidad al río, fue necesario diseñar un puente que cubriera la mitad del tramo vial, denominado puente Los Guarumos que, debido a las condiciones topográficas existentes en el sitio se adoptó por la solución de una estructura metálica con 3 claros de 15 m sobre bases de concreto reforzado (ver Ilustración 25).

Ilustración 25. Puente Los Guarumos



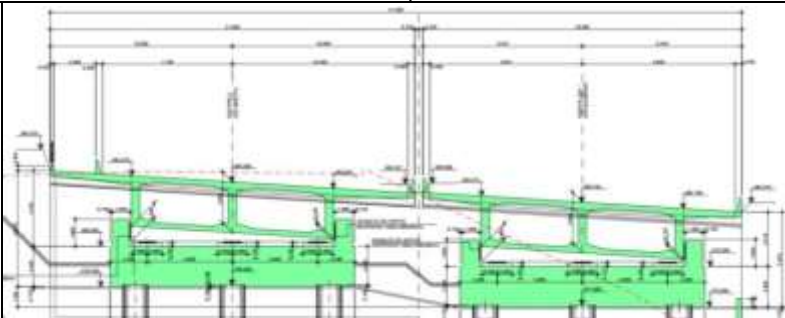
Fuente: Diseño final de Ingeniería.

#### 4.4.3.6 Tramo de la estación 18+354 a la 19+256

Consiste en un segmento de 902.00 m de longitud en una zona con las peores condiciones para la estabilidad de los taludes laterales, generando riesgos a la población y por tanto la opción de aprovechar el trazado existente solo para el tráfico local, utilizando el Viaducto que se encuentra alejado de la zona de riesgo para el desplazamiento principal.

La sección típica de viaducto tiene la capacidad del tramo anterior con 4 carriles por sentido y doble ciclovía manteniendo los hombros descritos anteriormente, según el tramo tipo que se presenta en la Ilustración 26.

Ilustración 26. Sección típica del viaducto.



Elemento	Ancho (m)	Comentario
Pretil para barandal	0.20	Lateral derecho (cuerpo derecho)
Hombro Externo	2.50	Ambos cuerpos
Hombro Interno	1.00	Ambos cuerpos
Carril de Circulación	3.65	4 por sentido en cada cuerpo
Separador Central	0.40	Tipo Media Jersey (ambos cuerpos)
Ciclovía	2.50	Lateral derecho (cuerpo derecho)
Guarda carril	0.40	Tipo Media Jersey (cuerpo derecho)

Fuente: Diseño final de Ingeniería.

Para el tramo de Viaducto, el recorrido se ha ajustado a 70 km/h, con una rampa máxima del 4.2%.

#### 4.4.3.7 Tramo de la Estación 19+256 a la 28+321

Este tramo se diseñó considerando dos segmentos diferenciados con respecto al número de carriles, el primer segmento entre la 19+256 – 22+040 da continuidad al tramo I y II y posee los mismos números de carriles (8), manteniendo las características geométricas, con la diferencia que existe la incorporación de aceras de 2.50 m a lo largo de todo su recorrido en ambos costados de la vía.

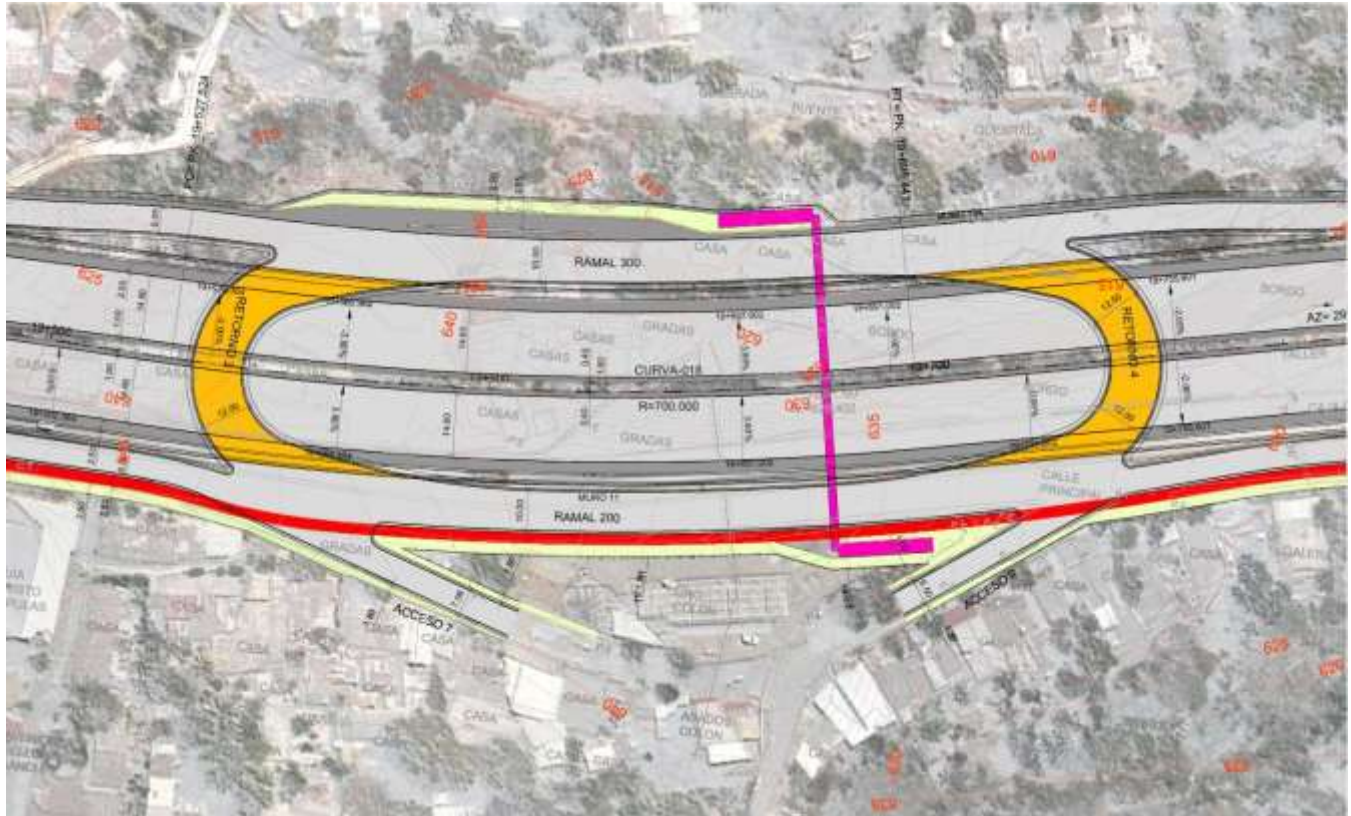
En este tramo a nivel geométrico se señalan como puntos sobresalientes, el paso inferior de la estación 19+600 (Colón) y un retorno ubicado en la estación 26+000.

El paso inferior de Colón, consiste en un descenso de la vía principal, manteniendo las vías laterales en las cotas de las casas, permitiendo así el pleno acceso a las vías locales, incluida la vía restante, además de permitir el retorno en ambos sentidos. La vía principal mantiene sus características sin reducir los parámetros de velocidad y carriles. Los caminos laterales cuentan con dos carriles de circulación, acorde a las condiciones existentes. Las cruces, donde también se hace los retornos, constan de dos pequeños viaductos proyectados sobre la carretera principal.

Para el retorno se diseñó un carril adicional de entrada y salida, en ambos sentidos, para que el tráfico en el costado de la vía no se vea afectado de ninguna manera.

La vía principal quedará confinada entre dos muros, que superarán el desnivel de las vías marginales, permitiendo así el paso elevado en dos pequeños viaductos (ver Ilustración 27).

Ilustración 27. Intercambiador P.K. 19+640.



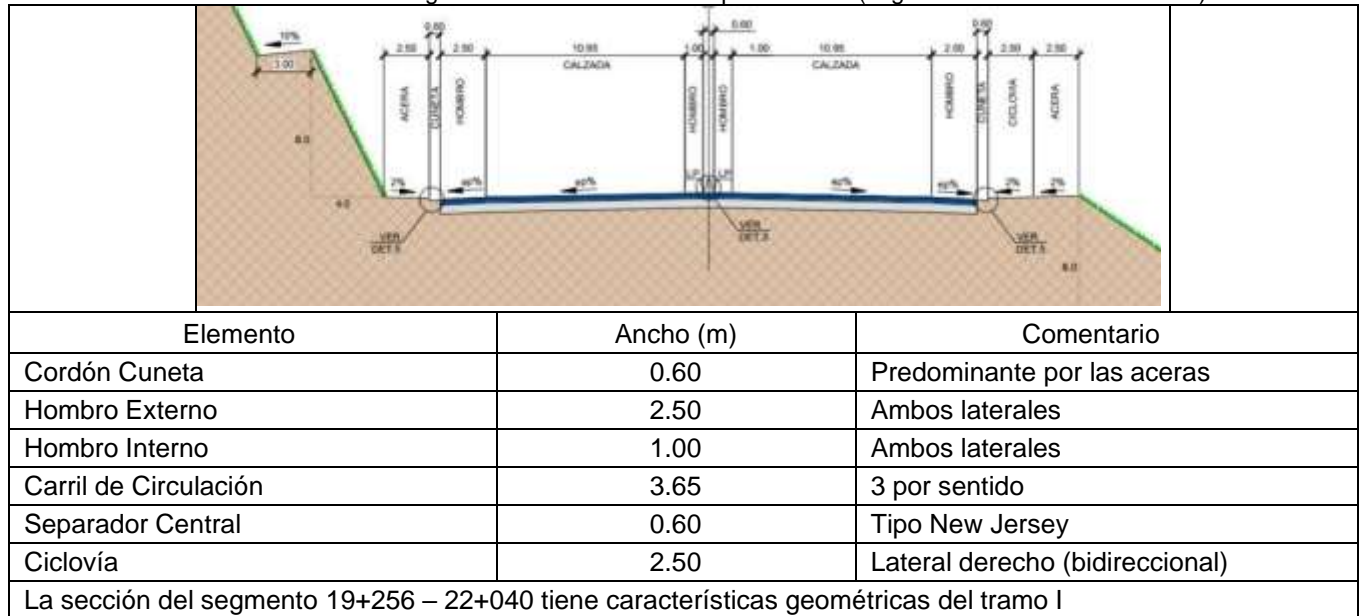
Fuente: Diseño geométrico.

En el dispositivo de acceso de Sonsonate se mantuvo el trazado actual de la vía aportando únicamente el ensanchamiento de la sección típica del proyecto rehaciendo así la adecuación de los ramales del dispositivo. La mediana central se amplió para acomodar el pilar existente y desde allí se diseñaron 3 carriles de tráfico más un carril de aceleración y desaceleración en cada sentido, sin interferencia con la estructura actual. Fue necesario bajar la carretera aproximadamente 1.0 m para cumplir con el galibo mínimo de 5.5 m.

A partir de ahí, el proyecto continúa en una zona plana, sin necesidad de grandes taludes laterales, manteniendo la velocidad de diseño de 70 km/h, donde se prestó especial atención a la zona de drenaje volviendo la sección típica de 3 carriles por sentido, de acuerdo a las recomendaciones del estudio de tráfico (ver Ilustración 28).



Ilustración 28. Características geométricas de la sección tipo Tramo III (segmento 22+040 – 28+204.76).



Fuente: Diseño final de ingeniería.

En la estación 26+000, se proyectó un nuevo enlace con un carril exclusivo de retorno, permitiendo la rotación de vehículos tipo WB-20 (ver Ilustración 29).

Ilustración 29. Intercambiador P.K. 26+000.



Fuente: Diseño final de Ingeniería.

El proyecto culmina en el diseño del dispositivo ubicado en el desvío San Juan Opico, adecuándolo al existente (rotonda del Bypass Claudia Lars).

#### 4.4.4 Diseño de pavimentos.

El Estudio de Pavimento fue desarrollado con base en los Estudios de Tráfico y ensayos de suelo, utilizando el Término de Referencia, el Guía para Diseño de Estructuras de Pavimentos,

AASHTO-1993, la Guía de la Portland Cement Association (PCA) y el Acuerdo Centroamericano sobre Circulación por Carreteras, SIECA, 2000, COMITRAN XXIII.

Los trabajos realizados durante el estudio consistieron en determinar el estado general de los pavimentos y elaborar los diseños considerando el máximo aprovechamiento de los materiales existentes a lo largo del Proyecto, especialmente y de ser técnicamente factible, la optimización del posible uso de la estructura existente. Los resultados provenientes del diseño del Pavimento Hidráulico, se resumen en la Tabla 18.

Tabla 18. Diseños de pavimentos y tipos de intervención para el Proyecto.

Intervención	Tramo	Est. Inicio	Est.Final	Estructura Propyectada		
				Carriles	Hombros	Ciclovia
Pavimento Nuevo.	I*	13+560	18+354	Losa: 23 cm MR: 50 kg/cm <sup>2</sup>	Losa: 23 cm MR: 35 kg/cm <sup>2</sup>	Losa: 13 cm MR: 35 kg/cm <sup>2</sup>
				Base S/C: 25 cm MR: 28 kg/cm <sup>2</sup>	Base S/C: 25 cm MR: 28 kg/cm <sup>2</sup>	
Rehabilitación.	II**	18+354	19+256	Existente: 24 cm MR: 50 kg/cm <sup>2</sup>	Losa: 23 cm MR: 35 kg/cm <sup>2</sup>	No aplica
Pavimento Nuevo.	III*	19+256	22+300	Losa: 23 cm MR: 50 kg/cm <sup>2</sup>	Losa: 23 cm MR: 35 kg/cm <sup>2</sup>	Losa: 13 cm MR: 35 kg/cm <sup>2</sup>
				Base S/C: 25 cm MR: 28 kg/cm <sup>2</sup>	Base S/C: 25 cm MR: 28 kg/cm <sup>2</sup>	
Pavimento Nuevo + Conservación.	III***	22+300	23+640	Losa: 25 cm MR: 50 kg/cm <sup>2</sup>	Losa: 25 cm MR: 35 kg/cm <sup>2</sup>	Losa: 14 cm MR: 35 kg/cm <sup>2</sup>
				Base S/C: 25 cm MR: 28 kg/cm <sup>2</sup>	Base S/C: 25 cm MR: 28 kg/cm <sup>2</sup>	
Pavimento Nuevo.	III*	23+640	24+020	Losa: 25 cm MR: 50 kg/cm <sup>2</sup>	Losa: 25 cm MR: 35 kg/cm <sup>2</sup>	Losa: 14 cm MR: 35 kg/cm <sup>2</sup>
				Base S/C: 25 cm MR: 28 kg/cm <sup>2</sup>	Base S/C: 25 cm MR: 28 kg/cm <sup>2</sup>	
Pavimento Nuevo + Conservación.	III***	24+020	26+470	Losa: 25 cm MR: 50 kg/cm <sup>2</sup>	Losa: 25 cm MR: 35 kg/cm <sup>2</sup>	Losa: 14 cm MR: 35 kg/cm <sup>2</sup>
				Base S/C: 25 cm MR: 28 kg/cm <sup>2</sup>	Base S/C: 25 cm MR: 28 kg/cm <sup>2</sup>	
Pavimento Nuevo + Conservación.	III****	26+470	28+140	Losa: 25 cm MR: 50 kg/cm <sup>2</sup>	Losa: 25 cm MR: 35 kg/cm <sup>2</sup>	Losa: 14 cm MR: 35 kg/cm <sup>2</sup>
				Base S/C: 25 cm MR: 28 kg/cm <sup>2</sup>	Base S/C: 25 cm MR: 28 kg/cm <sup>2</sup>	
Pavimento Nuevo.	III*	28+140	28+204.76	Losa: 25 cm MR: 50 kg/cm <sup>2</sup>	Losa: 25 cm MR: 35 kg/cm <sup>2</sup>	Losa: 14 cm MR: 35 kg/cm <sup>2</sup>
				Base S/C: 25 cm MR: 28 kg/cm <sup>2</sup>	Base S/C: 25 cm MR: 28 kg/cm <sup>2</sup>	

Dimensiones de losas: 3.65 m x 4.50 m (se debe cumplir la relación Largo/Ancho <= 1.20).

Barras de Amarre: Acero corrugado ½ pulgada (Grado 40), longitud de 60 cm (a/c 90 cm).

Dovelas (Pasajuntas): Diámetro 1 ¼ pulgada, longitud de 45 cm (a/c 30 cm).

\*: Se aplica Estructura de pavimento nueva en toda la plataforma, por reajustes de geometría.

\*\* : Tramo con tráfico desviado hacia Viaducto asignado tráfico local. Se rehabilitará superficie por medio proceso de Cepillado (Diamond Grinding) y sello de juntas, para devolver la funcionalidad inicial. Rehabilitación con procedimiento ACPA

\*\*\* : Se aplicará la estructura proyectada en la mediana existente y las zonas de ampliación que lo requieran. En la plataforma existente será conservada y se rehabilitará la superficie por medio de proceso de Cepillado (Diamond Grinding) y sello de juntas, para devolver la funcionalidad inicial. Rehabilitación con procedimiento ACPA.

\*\*\*\* : Se aplicará la estructura proyectada en las zonas de ampliación que lo requieran. En la plataforma existente será conservada y se rehabilitará la superficie por medio de proceso de Cepillado (Diamond Grinding) y sello de juntas, para devolver la funcionalidad inicial. Rehabilitación con procedimiento ACPA. En este segmento se tiene una sola plataforma existente sin la mediana central.

#### 4.4.5 Señalización vial.

##### 4.4.5.1 Etapa de construcción.

Para el manejo del tráfico se cumplirá con el marco legal referido a leyes, reglamentos, normativas o lineamientos según detalle:

- Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control de Tráfico, SIECA 2000 y sus modificaciones.
- Ley de Tránsito Terrestre y Seguridad Vial, El Salvador.
- Reglamento General de Tránsito, El Salvador.
- Manual de Seguridad y Señalización para trabajos en vías terrestres, MOPT, El Salvador.

La estrecha coordinación con las instituciones rectoras en materia de tránsito y seguridad, contando con un comité de vigilancia y control más un especialista en el manejo de la actividad garantizará la prevención de riesgos debido a las diferentes actividades que se realicen.

En el manejo del tráfico se estará utilizando señalización vertical temporal, la cual se muestra en la ilustración 30.

Ilustración 30. Señales verticales tipo temporales que serán utilizadas en el proyecto.



La empresa constructora establecerá señales verticales convencionales de seguridad, así como también conos reflectivos y rótulos visibles. Instalará pasos provisionales a fin de evitar accidentes a los transeúntes y trabajadores y utilizar pintura reflectiva, colores apropiados en la elaboración de los avisos y/o señales, también utilizará cintas reflectivas, barricadas, etc. Lo anterior será apoyado con charlas informativas necesarias al personal de la obra por personal propio de la empresa constructora con experiencia de al menos 3 años en ejecución de trabajos similares.

Las zonas de instalaciones auxiliares y caminos de acceso también se marcarán convenientemente, de manera que la circulación de la maquinaria y la localización de elementos auxiliares se restrinjan a las zonas previamente delimitadas, de igual forma los accesos a comunidades vecinas como entradas y salidas de las zonas de cultivos en producción del área de influencia del proyecto estarán marcadas convenientemente, con la finalidad de generar seguridad en tales sitios.

En la Tabla 19, se presentan las clasificaciones de las señales del Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control de Tráfico, SIECA 2000 y sus modificaciones.

Tabla 19. Señalización permanente y señalización temporal.

Señalización temporal	Señalización permanente
Señales de prevención para la ejecución de trabajos en vías	Señales de reglamentación
Señales provisionales de prevención	Señales de prevención
Señales de información provisional	Señales de identificación
Señales de control de tránsito en zonas escolares	Señales de información de destino
Señales en rutas de bicicletas	Recreativas y silvestres
	Señales de información general
	Señales de control de tránsito en zonas escolares

Fuente: Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control de Tránsito. 2,000. SIECA.

Considerando que la señalización vial tiene como fin el organizar las vías y brindar seguridad a todos los usuarios que las comparten, sean estos peatones o conductores, es de vital importancia que las señales y dispositivos de control de tránsito que se utilicen sean claras y uniformes; con una ubicación adecuada y sin obstaculizar tanto la circulación vehicular como peatonal.

#### 4.4.5.2 Etapa de funcionamiento.

- Señalización vertical

La señalización vertical es aquella que utiliza alguna infraestructura para transmitir el mensaje, generalmente compuesta de un poste y su señal. La señal se instala a un lado de la vía o sobre ella y debe ser utilizada tanto para transmitir información al peatón como al conductor de la vía.

Un exceso en este tipo de señales puede provocar confusión y conseguir el efecto contrario al deseado, es decir, que el conductor no sea capaz de atender a todas las señales en el plazo escaso de tiempo en el que tiene que tomar las decisiones al volante.

De los dos casos mencionados, éste último no es tan habitual en el peatón ya que por la baja velocidad de desplazamiento puede detenerse en cualquier momento y analizar con más detenimiento el conjunto de las señales.

Dentro de las condiciones más importantes para la señalización vertical están:

- ✚ Ubicación adecuada para dar tiempo de reacción.
- ✚ Transmitir mensaje claro.
- ✚ Llamar la atención.

- Claro Vertical

La altura libre o claro vertical de cada señal depende del tipo de zona donde se aplique, así como del tipo de carretera, que en el caso del proyecto se consideran las características siguientes:

Altura libre:

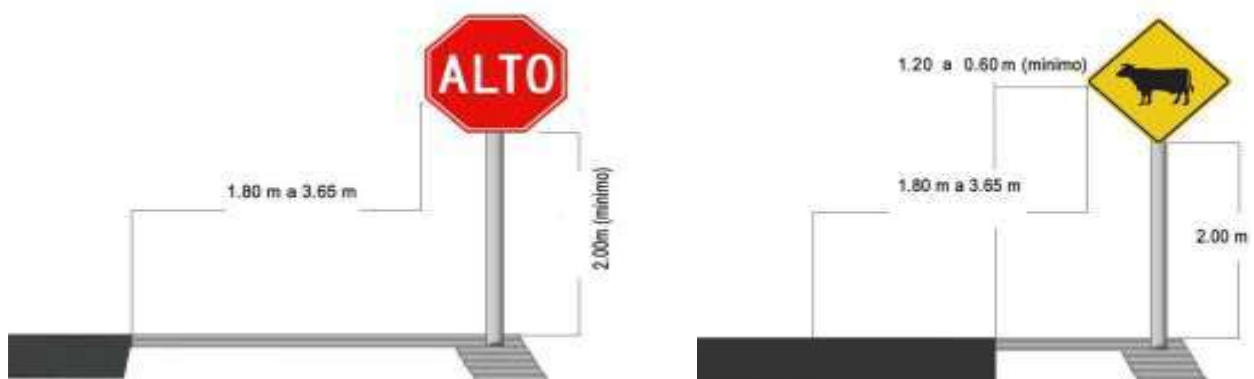
- ✚ 2.00 m para todas las señales a lo largo de la vía de acuerdo a lo establecido en la SIECA para carreteras rurales, a excepción de las colocadas cercanas a zonas de circulación peatonal.
- ✚ 2.10 m para todas las señales a lo largo de la vía de acuerdo a lo establecido en la SIECA para carreteras urbanas, a excepción de las colocadas cercanas a zonas de circulación peatonal.
- ✚ 2.20 m para las señales colocadas en zonas cercanas a pasos peatonales, pasarelas, paradas de buses, en las cuales se estima una mayor circulación peatonal que en el

resto del corredor. Tomando en cuenta lo indicado en la normativa Técnica de Accesibilidad de la CONAIPD.

- + 2.20 m en el caso de señales de información de destino, de acuerdo a las recomendaciones de la SIECA.
- + 5.5 m libres en el caso de colocación de señales informativas tipo bandera y/o pórtico.

En las Ilustraciones 31-34, se presentan ejemplos de señalización vertical.

Ilustración 31. Carretera rural, altura libre 2.00 m para señales preventivas y reglamentarias.



Fuente: Manual Centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito.

Ilustración 32. Carretera urbana, altura libre 2.10 m para señales preventivas y reglamentarias.



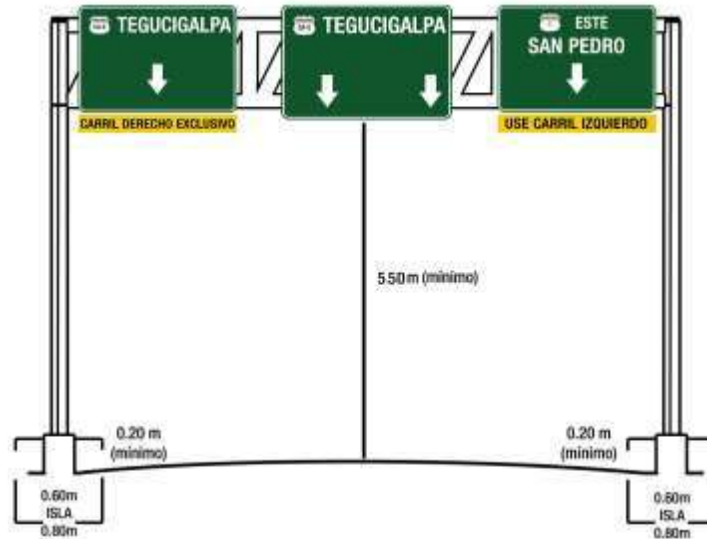
Fuente: Manual Centroamericano de dispositivos uniformes para el tránsito.

Ilustración 33. Carretera urbana, altura libre 2.10 m para señales informativas.



Fuente: Manual Centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito.

Ilustración 34. Altura libre 5.50 m para señales informativas elevadas.



Fuente: Manual Centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito.

- Claro lateral

- ✚ 3.10 m desde el borde del carril más externo hasta la proyección vertical del borde más cercano a la señal, para el caso de señales de prevención, reglamentación e información.

- ✚ 5.00 m desde el carril más cercano hasta la ubicación del poste, para señales informativas tipo bandera.

En las Tabla 20-22 se presentan las cantidades de señalización vertical para el proyecto.

Tabla 20. Cantidades de señalización vertical de la estación 13+560 hasta la estación 18+354.

DESCRIPCIÓN	SOPORTE	UNIDAD	CANTIDADES
(P-1-2) SÍMBOLO NEGRO SOBRE FONDO AMARILLO	PP	un.	10.00
	NEW-JERSEY	un.	3.00
(P-1-4) SÍMBOLO NEGRO SOBRE FONDO AMARILLO	PP	un.	4.00
	NEW-JERSEY	un.	4.00
(P-4-1) SÍMBOLO NEGRO SOBRE FONDO AMARILLO	PP	un.	1.00
(P-5-4) SÍMBOLO NEGRO SOBRE FONDO AMARILLO	PP	un.	1.00
(P-5-8) SÍMBOLO NEGRO SOBRE FONDO AMARILLO	PASARELA	un.	2.00
(P-9-10) SÍMBOLO NEGRO SOBRE FONDO AMARILLO	PP	un.	1.00
(P-12-2) SÍMBOLO NEGRO SOBRE FONDO AMARILLO	-	un.	3.00
(R-1-1) CICLOVIA - SÍMBOLO Y ORLA BLANCO SOBRE FONDO ROJO	PP	un.	10.00
(R-1-1) SÍMBOLO Y ORLA BLANCO SOBRE FONDO ROJO	PP	un.	1.00
(R-1-2) SÍMBOLO Y ORLA BLANCO SOBRE FONDO ROJO	PP	un.	7.00
	NEW-JERSEY	un.	2.00
(R-2-1 [25]) SÍMBOLO Y ORLA BLANCO SOBRE FONDO ROJO	NEW-JERSEY	un.	2.00
(R-2-1 [60]) SÍMBOLO Y ORLA BLANCO SOBRE FONDO ROJO	PP	Unidades.	4.00
	NEW-JERSEY	Unidades.	6.00
(R-3-12B) SÍMBOLO Y ORLA BLANCO SOBRE FONDO ROJO	NEW-JERSEY	Unidades.	2.00
(B-1) SÍMBOLO Y ORLA BLANCO SOBRE FONDO VERDE	-	Unidades.	8.00
	PP	Unidades.	1.00
(ID-2-1) SÍMBOLO Y ORLA BLANCO SOBRE FONDO VERDE	PP	Unidades.	2.00
(ID-3-1) SÍMBOLO Y ORLA BLANCO SOBRE FONDO VERDE	SEMI-PÓRTICO	Unidades.	1.00
(ID-3-4) SÍMBOLO Y ORLA BLANCO SOBRE FONDO VERDE	PP	Unidades.	2.00
(IG-4-2) SÍMBOLO Y ORLA BLANCO SOBRE FONDO VERDE	PP	Unidades.	2.00
(II-4-2B) SÍMBOLOS Y ORLA NEGRO SOBRE FONDO BLANCO	PP	Unidades.	10.00

Fuente: Diseño geométrico.

Tabla 21. Cantidades de señalización vertical de la estación 18+354 hasta la estación 19+256.

DESCRIPCIÓN	SOPORTE	UNIDAD	CANTIDADES
(P-5-4) SÍMBOLO NEGRO SOBRE FONDO AMARILLO	PP	Unidades.	1.00
(P-9-10) SÍMBOLO NEGRO SOBRE FONDO AMARILLO	PP	Unidades.	1.00
(R-1-1) CICLOVIA - SÍMBOLO E ORLA BLANCO SOBRE FONDO ROJO	PP	Unidades.	2.00
(R-1-1) SÍMBOLO Y ORLA BLANCO SOBRE FONDO ROJO	PP	Unidades.	1.00
(R-1-2) SÍMBOLO Y ORLA BLANCO SOBRE FONDO ROJO	NEW-JERSEY	Unidades.	1.00
	PP	Unidades.	2.00
(R-2-1 [60]) SÍMBOLO Y ORLA BLANCO SOBRE FONDO ROJO	PP	Unidades.	1.00
	NEW-JERSEY	Unidades.	1.00
(B-1) SÍMBOLO Y ORLA BLANCO SOBRE FONDO VERDE	-	Unidades.	2.00
(IG-4-2) SÍMBOLO Y ORLA BLANCO SOBRE FONDO VERDE	PP	Unidades.	1.00
(II-4-2B) SÍMBOLOS Y ORLA NEGRO SOBRE FONDO BLANCO	PP	Unidades.	1.00

Fuente: Diseño geométrico.



Tabla 22. Cantidades de señalización vertical de la estación 19+256 hasta la estación 28+321.

DESCRIPCIÓN	SOPORTE	UNIDAD	CANTIDADES
(P-1-2) SÍMBOLO NEGRO SOBRE FONDO AMARILLO	PP	Unidades.	1.00
	NEW-JERSEY	Unidades.	1.00
(P-2-3) SÍMBOLO NEGRO SOBRE FONDO AMARILLO	PP	Unidades.	19.00
(P-2-4) SÍMBOLO NEGRO SOBRE FONDO AMARILLO	PP	Unidades.	7.00
(P-4-1) SÍMBOLO NEGRO SOBRE FONDO AMARILLO	PP	Unidades.	8.00
(P-5-4) SÍMBOLO NEGRO SOBRE FONDO AMARILLO	PP	Unidades.	2.00
	NEW-JERSEY	Unidades.	1.00
(P-5-8) SÍMBOLO NEGRO SOBRE FONDO AMARILLO	PASSARELA	Unidades.	22.00
(P-9-10) SÍMBOLO NEGRO SOBRE FONDO AMARILLO	PP	Unidades.	4.00
(P-12-2) SÍMBOLO NEGRO SOBRE FONDO AMARILLO	PP	Unidades.	16.00
(R-1-1) CICLOVIA - SÍMBOLO E ORLA BLANCO SOBRE FONDO ROJO	-	Unidades.	3.00
	PP	Unidades.	85.00
(R-1-1) SÍMBOLO Y ORLA BLANCO SOBRE FONDO ROJO	PP	Unidades.	40.00
(R-1-2) SÍMBOLO Y ORLA BLANCO SOBRE FONDO ROJO	PP	Unidades.	35.00
(R-2-1 [25]) SÍMBOLO Y ORLA BLANCO SOBRE FONDO ROJO	PP	Unidades.	4.00
(R-2-1 [40]) SÍMBOLO Y ORLA BLANCO SOBRE FONDO ROJO	PP	Unidades.	2.00
(R-2-1 [70]) SÍMBOLO Y ORLA BLANCO SOBRE FONDO ROJO	NEW-JERSEY	Unidades.	8.00
	PP	Unidades.	8.00
(R-3-12B) SÍMBOLO Y ORLA BLANCO SOBRE FONDO ROJO	PP	Unidades.	4.00
(R-10-1) SÍMBOLO Y ORLA BLANCO SOBRE FONDO ROJO	PP	Unidades.	20.00
(B-1) SÍMBOLO Y ORLA BLANCO SOBRE FONDO VERDE	-	Unidades.	82.00
	PP	Unidades.	2.00
(ID-2-1) SÍMBOLO Y ORLA BLANCO SOBRE FONDO VERDE	-	Unidades.	14.00
(ID-3-4) SÍMBOLO Y ORLA BLANCO SOBRE FONDO VERDE	SEMI-PÓRTICO	Unidades.	4.00
	PP	Unidades.	2.00
(ID-3-8) SÍMBOLO Y ORLA BLANCO SOBRE FONDO VERDE	PÓRTICO	Unidades.	2.00
(ID-3-10) SÍMBOLO Y ORLA BLANCO SOBRE FONDO VERDE	PÓRTICO	Unidades.	2.00
(IG-4-2) SÍMBOLO Y ORLA BLANCO SOBRE FONDO VERDE	PP	Unidades.	3.00
(II-4-2B) SÍMBOLOS Y ORLA NEGRO SOBRE FONDO BLANCO	PP	Unidades.	8.00

Fuente: Diseño geométrico.

- Señalización horizontal.

La señalización horizontal es la demarcada de líneas, símbolos y letras sobre el pavimento con el fin de guiar o canalizar el tráfico. El método más común de marcar pavimentos, bordes de calle o canaletas y objetos, es mediante la pintura. En este caso específico el material a utilizar en la demarcación de pavimento será termoplástico, cumpliendo con la norma AASHTO M249.

Las marcas en el pavimento desempeñan funciones importantes para el control de tránsito y son utilizadas en muchas ocasiones como complemento de las órdenes o advertencias de otros dispositivos, que en este caso son las señales verticales.

La demarcación se clasifica como sigue dependiendo de su uso.

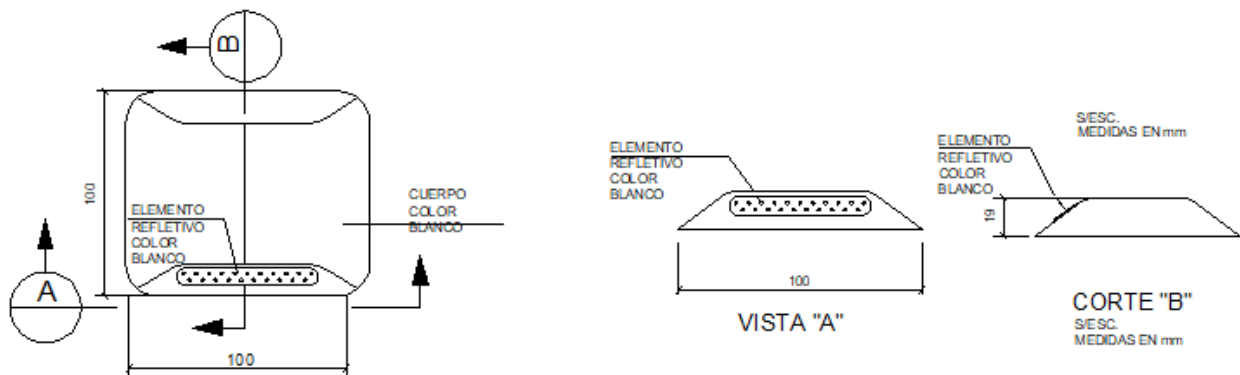
- ✚ Líneas de centro.
- ✚ Líneas de carril.
- ✚ Líneas de barrera.
- ✚ Líneas de borde de pavimento.
- ✚ Transiciones en el ancho del pavimento.
- ✚ Líneas de canalización.
- ✚ Aproximaciones a obstáculos.
- ✚ Marcas de giros.
- ✚ Líneas de parada.
- ✚ Pasos para peatones.

- ✚ Aproximaciones a pasos a nivel con vías férreas.
- ✚ Zonas de estacionamiento.
- ✚ Palabras y símbolos sobre el pavimento.
- ✚ Marcas para regular el uso de la vía.
- ✚ Otros dispositivos y marcas auxiliares.

Las vialetas u ojos de gato son utilizadas para servir de guía a los vehículos, acompañando otras líneas longitudinales. Son ubicadas entre dos líneas continuas de centro, o inmediatamente adyacentes a la línea de centro o de carril y también se utilizan en las líneas de borde derecho de las carreteras.

En la Ilustración 35, se presenta un detalle típico de vialetas a utilizar en el proyecto.

Ilustración 35. Dimensiones y características de vialetas.



Fuente: Diseño de señalización y seguridad vial.

En las Tablas 23-25 se presenta el listado de la señalización horizontal y dispositivos de seguridad proyectados.

Tabla 23. Cantidades de señalización horizontal de la estación 13+560 hasta la estación 18+354.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDADES	
PINTURA EN PAVIMENTO - CA01W VÍA PRINCIPAL - FRANJA DE BORDE CONTINUA (BLANCA)	m <sup>2</sup>	829.79	
PINTURA EN PAVIMENTO - CA01W VÍA PRINCIPAL - FRANJA DE BORDE CONTINUA (AMARILLO)	m <sup>2</sup>	926.43	
PINTURA EN PAVIMENTO - CA01W VÍA PRINCIPAL - FRANJA DISCONTINUA (1,0 x 1,0) (BLANCA)	m <sup>2</sup>	68.73	
PINTURA EN PAVIMENTO - CA01W VÍA PRINCIPAL - FRANJA DISCONTINUA (4,5 x 7,50) (BLANCA)	m <sup>2</sup>	702.14	
PINTURA EN PAVIMENTO - RETORNO 1 Y 2 - FRANJA DE BORDE CONTINUA (AMARILLO)	m <sup>2</sup>	29.40	
PINTURA EN PAVIMENTO - CA01W VÍA PRINCIPAL - ISLAS DIVISÓRIAS	m <sup>2</sup>	952.00	
PINTURA EN PAVIMENTO - RETORNO 1 Y 2 - ISLAS DIVISÓRIAS	m <sup>2</sup>	199.00	
PINTURA EN CICLOVIA - PINTURA ROJO	m <sup>2</sup>	12656.80	
PINTURA EN CICLOVIA - FRANJA DISCONTINUA (1,0x3,0) (AMARILLA)	m <sup>2</sup>	151.20	
PINTURA EN CICLOVIA - CUADRILÁTEROS (0,40 x0,40) (BLANCO)	m <sup>2</sup>	34.12	
GUARDACARRIL (FLEX BEAM) - CA01W VÍA PRINCIPAL	m	4861.03	
SEPARADOR CENTRAL (BARRERA SIMPLE) - CA01W VÍA PRINCIPAL	m	180.00	
SEPARADOR CENTRAL (DOBLE BARRERA) - CA01W VÍA PRINCIPAL	m	7687.00	
PINTURA EN PAVIMENTO - LEYENDA	CEDA EL PASO	Unidades	6.00
	ALTO	Unidades	1.00
	DEMARCACIÓN DE CEDA EL PASO	Unidades	2.00
PINTURA EN CICLOVIA - SÍMBOLOS Y MENSAJES	BICICLETA + SETA + ALTO	Unidades	22.00
	BICICLETA + SETA	Unidades	22.00
PINTURA EN PAVIMENTO - FLECHAS DIRECCIONALES	RECTA	Unidades	6.00
	GIRO	Unidades	15.00
	COMBINADA	Unidades	9.00
	TRANSICIÓN	Unidades	1.00
AMORTIGUADOR DE IMPACTO	Unidades	1.00	
VIALETAS - CA01W VÍA PRINCIPAL - FRANJA DE BORDE (BLANCA) CADA 10m	Unidades	830.00	
VIALETAS - CA01W VÍA PRINCIPAL - FRANJA DE BORDE (AMARILLA) CADA 12m	Unidades	772.00	
VIALETAS - RETORNO 1 / 2 - FRANJA DE BORDE (AMARILLA) CADA 8m	Unidades	37.00	
VIALETAS - CA01W VÍA PRINCIPAL - FRANJA DISCONTINUA (4,5 x 7,50) (BLANCA) CADA 12m	Unidades	420.00	

Fuente: Diseño geométrico.

Tabla 24. Cantidades de Señalización Horizontal de la estación 18+354 hasta la estación 19+256.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDADES
PINTURA EN PAVIMENTO - CA01W VÍA PRINCIPAL - FRANJA DE BORDE CONTINUA (BLANCA)	m <sup>2</sup>	176.69
PINTURA EN PAVIMENTO - CA01W VÍA PRINCIPAL - FRANJA DE BORDE CONTINUA (AMARILLO)	m <sup>2</sup>	180.00
PINTURA EN PAVIMENTO - CA01W VÍA PRINCIPAL - FRANJA DISCONTINUA (1,0 x 1,0) (BLANCA)	m <sup>2</sup>	9.15
PINTURA EN PAVIMENTO - CA01W VÍA PRINCIPAL - FRANJA DISCONTINUA (4,5 x 7,50) (BLANCA)	m <sup>2</sup>	202.50
PINTURA EN PAVIMENTO - ACCESO 4 - FRANJA DE BORDE CONTINUA (3,0 x 5,0) (BLANCA)	m <sup>2</sup>	36.70
PINTURA EN PAVIMENTO - ACCESO 5 - FRANJA DISCONTINUA (3,0 x 5,0) (BLANCA)	m <sup>2</sup>	4.20
PINTURA EN PAVIMENTO - CA01W VÍA PRINCIPAL / ACCESO 4 / ACCESO 5 - ISLAS DIVISÓRIAS	m <sup>2</sup>	174.40
PINTURA EN CICLOVIA - PINTURA ROJO	m <sup>2</sup>	2250.00
PINTURA EN CICLOVIA - FRANJA DISCONTINUA (1,0x3,0) (AMARILLA)	m <sup>2</sup>	27.00
SEPARADOR CENTRAL (BARRERA) - CA01W VÍA PRINCIPAL	m	2700.00
VIALETAS - CA01W VÍA PRINCIPAL - FRANJA DE BORDE (BLANCA) CADA 10m	un.	177.00
VIALETAS - CA01W VÍA PRINCIPAL - FRANJA DE BORDE (AMARILLA) CADA 12m	un.	150.00

Fuente: Diseño geométrico.

Tabla 25. Cantidades de Señalización Horizontal de la estación 19+256 hasta la estación 28+321.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDADES
PINTURA EN PAVIMENTO - CA01W VÍA PRINCIPAL - FRANJA DE BORDE CONTINUA (BLANCA)	m <sup>2</sup>	1143.24
PINTURA EN PAVIMENTO - RAMAL 200 / RAMAL 300 / ALZA 1 - 2 - 3 - FRANJA DE BORDE CONTINUA (BLANCA)	m <sup>2</sup>	334.94
PINTURA EN PAVIMENTO - CA01W VÍA PRINCIPAL / RETORNO 3 Y 4 - FRANJA DE BORDE CONTINUA (AMARILLO)	m <sup>2</sup>	1765.73
PINTURA EN PAVIMENTO - RETORNO 1 Y 2 - FRANJA DE BORDE CONTINUA (AMARILLO)	m <sup>2</sup>	29.40

DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDADES
PINTURA EN PAVIMENTO - CA01W VÍA PRINCIPAL - FRANJA DISCONTINUA (1,0 x 1,0) (BLANCA)		m <sup>2</sup>	242.77
PINTURA EN PAVIMENTO - RAMAL 200 / RAMAL 300 / RAMAL 400 - FRANJA DISCONTINUA (1,0 x 1,0) (BLANCA)		m <sup>2</sup>	447.02
PINTURA EN PAVIMENTO - RAMAL 200 / RAMAL 300 / RAMAL 400 - FRANJA DISCONTINUA (3,0 x 5,0) (BLANCA)		m <sup>2</sup>	153.14
PINTURA EN PAVIMENTO - CA01W VÍA PRINCIPAL - FRANJA DISCONTINUA (4,5 x 7,50) (BLANCA)		m <sup>2</sup>	5231.08
PINTURA EN PAVIMENTO - CA01W VÍA PRINCIPAL - ISLAS DIVISÓRIAS		m <sup>2</sup>	4644.68
PINTURA EN PAVIMENTO - RAMAL Y RETORNOS - ISLAS DIVISÓRIAS		m <sup>2</sup>	349.81
PINTURA EN CICLOVIA - PINTURA ROJO		m <sup>2</sup>	22360.00
PINTURA EN CICLOVIA - FRANJA DISCONTINUA (1,0x3,0) (AMARILLA)		m <sup>2</sup>	228.71
PINTURA EN CICLOVIA - CUADRILÁTEROS (0,40 x0,40) (BLANCO)		m <sup>2</sup>	357.24
GUARDACARRIL (FLEX BEAM) - CA01W VÍA PRINCIPAL		m	1630.52
SEPARADOR CENTRAL (BARRERA SIMPLE) - CA01W VÍA PRINCIPAL		m	60.00
SEPARADOR CENTRAL (DOBLE BARRERA) - CA01W VÍA PRINCIPAL		m	8384.38
PINTURA EN PAVIMENTO - PASO PEATONAL		Unidades	88.00
PINTURA EN PAVIMENTO - LEYENDA	CEDA EL PASO	Unidades	28.00
	ALTO	Unidades	39.00
PINTURA EN CICLOVIA - SÍMBOLOS Y MENSAJES	BICICLETA + SETA + ALTO	Unidades	58.00
	BICICLETA + SETA	Unidades	58.00
PINTURA EN PAVIMENTO - FLECHAS DIRECCIONALES	RECTA	Unidades	3.00
	GIRO	Unidades	55.00
	COMBINADA	Unidades	26.00
	TRANSICIÓN	Unidades	6.00
	DEMARCACIÓN DE CEDA EL PASO	Unidades	4.00
AMORTIGUADOR DE IMPACTO		Unidades	2.00
VIALETAS - CA01W VÍA PRINCIPAL - FRANJA DE BORDE (BLANCA) CADA 10m		Unidades	1143.00
VIALETAS - RAMAL 200 / RAMAL 300 / ALZA 1 - 2 - 3 / RETORNO 3 / 4 / 5 / 6 - FRANJA DE BORDE (BLANCA) CADA 8m		Unidades	493.00
VIALETAS - CA01W VÍA PRINCIPAL - FRANJA DE BORDE (AMARILLA) CADA 12m		Unidades	1446.00
VIALETAS - RETORNO 3 / 4 / 5 / 7 - FRANJA DE BORDE (AMARILLA) CADA 8m		Unidades	75.00
VIALETAS - CA01W VÍA PRINCIPAL - FRANJA DISCONTINUA (4,5 x 7,50) (BLANCA) CADA 12m		Unidades	3460.00
VIALETAS - CA01W VÍA PRINCIPAL - FRANJA DISCONTINUA (3,0 x 5,0) (BLANCA) CADA 8m		Unidades	191.00

Fuente: Diseño geométrico.

#### 4.4.6 Estudio de infraestructura vial.

##### 4.4.6.1 Infraestructura vial.

Las obras diseñadas consisten en alcantarillas tipo cajón, una (1) estructura tipo bóveda, dos (2) puentes de 1 claro, canalizaciones, muros para protección de la carretera y puentes peatonales (pasarelas).

La tipología de las estructuras de las obras se menciona a continuación.

- Alcantarillas cajón, cajas de concreto reforzado. Los aletones se proyectan de mampostería de piedra para alturas menores a 5.00 m, para alturas mayores se proyectan de concreto reforzado.
- Bóveda, arco de concreto reforzado apoyado en muros también de concreto reforzado.
- Puente de 1 claro en estación 16+600, vigas tipo AASHTO VI de concreto postensado sobre pilas de concreto reforzado apoyadas en pilotes de concreto colado en el sitio.
- Puente de 1 claro en la estación 23+579, vigas tipo AASHTO III de concreto pretensado sobre estribos de concreto reforzado.
- Muros para protección de carreteras, de concreto reforzado.

• Pasarelas, viga principal metálica y rampas de vigas de concreto pretensado. La subestructura es de pilas de concreto reforzado con zapatas de contacto directo. Dentro de todas las obras estructurales del Proyecto, el diseño estructural del Viaducto sobresale, tanto por su magnitud como por su relevancia al constituir un tramo que deriva en un trazo completamente nuevo de la vía. Entre las características geométricas que podemos destacar son las siguientes.

- Estación 18+354 hasta la estación 19+256.
- Longitud: 902.00 m.
- Estructuración: Dovelas sucesivas coladas In situ.
- Sección Transversal: Dos cuerpos independientes de ancho de plataforma de 18.90 m (lateral izquierdo) y 21.60 (lateral derecho, incluye ciclovía), separados 0.50 m entre si para un ancho total de 41.00 m.
- Dos estribos (entrada y salida).
- Nueve apoyos intermedios.
- Claro máximo de 120.83 m (entre ejes de apoyo).
- Pilotes de 1.50 m de diámetro, en los estribos y apoyos.

En las Tablas 26, 27, 28 y 29, se indican las estructuras a diseñar.

Tabla 26. Obras estructurales ubicadas en el tramo de la estación 13+560 hasta la estación 18+354.

Estructura	Tipología	Estación	Intervención	Sección Interna (m)	Longitud Nueva (m)
Drenaje	Caja	13+945.55	Nueva	2.00 x 2.00	62.37
Drenaje	Canal	14+400-14+640	Nuevo	3.50 x 3.00	170.75
Drenaje - ODM - 1	Caja	14+665.52	Prolongación	3.50 x 3.00	32.73
Drenaje - ODM - 2	Caja	15+600	Prolongación	4.70 x 7.10	67.00
Drenaje	Caja	15+995.85	Nueva	2.00 x 1.50	68.60
Drenaje - ODM - 3	Bóveda	16+450.00	Prolongación	9.20 x 5.82	48.20
Obra de Paso	Puente	16+599-16+640	Nuevo	19.10	41.05
Obra de Paso	Puente	16+710-16+961	Nuevo	18.07	249.75
Drenaje – ODM – 4	Bóveda	16+937	Sólo incluye construcción de derramadero a la salida		
Paso Peatonal	Pasarela	17+063	Nueva	2.00	51.31

Fuente: Diseño de estructuras.

Tabla 27. Obras estructurales ubicadas de la estación 19+256 hasta la estación 28+321.

Estructura	Tipología	Estación	Intervención	Sección Interna (m)	Longitud Nueva (m)
Paso inferior (2)	Concreto	19+540 y 19+740	Centro	14.40	46.50
Drenaje	Canal	19+980–20+850	Nuevo	6.00 x 4.50	292.79
Paso Peatonal	Pasarela	20+360	Nueva	2.00	48.75
Drenaje - ODM - 5	Caja	20+875	Nueva	6.0 x 4.50	74.10
Paso Peatonal	Pasarela	21+170	Nueva	2.00	46.71
Paso Peatonal	Pasarela	21+765	Nueva	2.00	47.01
Paso Peatonal	Pasarela	22+440	Nueva	2.00	41.06

Estructura	Tipología	Estación	Intervención	Sección Interna (m)	Longitud Nueva (m)
Paso Peatonal	Pasarela	22+860	Nueva	2.00	39.70
Paso Peatonal	Pasarela	23+280	Nueva	2.00	43.31
Obra de Paso	Puente	23+579	Nuevo	38.95	13.10
Paso Peatonal	Pasarela	23+845	Nueva	2.00	45.65
Paso Peatonal	Pasarela	24+740	Nueva	2.00	45.46
Drenaje – ODM6	Caja	25+347	Nueva	6.00 x 5.00	63.40
Drenaje – ODM7	Caja	26+775.85	Nueva	5.00 x 3.70 (doble)	39.20
Paso Peatonal	Pasarela	26+845	Nueva	2.00	38.71
Paso Peatonal	Pasarela	27+525	Nueva	2.00	38.71

Fuente: Diseño de estructuras.

Tabla 28. Obras de retención (Muros).

Tipología	Estación	Lateral	Altura Máxima (m)	Longitud Nueva (m)
Concreto Reforzado	14+710	Derecho	600	46.80
Concreto Reforzado	14+900	Derecho	6.20	73.92
Concreto Reforzado	15+100	Derecho	7.00	45.00
Concreto Reforzado	15+410	Derecho	6.00	70.00
Concreto Reforzado	16+145	Derecho	5.20	32.00
Anclado	16+599	Centro-Izquierda	9.10	52.83
Anclado	16+599-6+640	Centro	7.00	41.20
Anclado	16+641-6+690	Centro-Izquierda	10.05	67.69
Anclado	16+815-6+910	Centro	22.53	23.50
Tierra Armada	16+966-7+183	Izquierdo	19.94	216.37
Concreto Reforzado	17+040-7+070	Derecho	4.40	34.80
Concreto Reforzado	17+200	Izquierdo	2.60	30.66
Anclado	17+220	Izquierdo	7.00	60.96
Concreto/MSEW	18+155-8+353	Izquierdo	9.60	CR: 174.50 MSEW: 9.53
Concreto Reforzado	14+710	Derecho	6.00	46.80
Anclado	--	Derecho	-	--
Tierra Armada	19+255-9+834	Izquierdo	28.55	578.42
Tierra Armada	19+340-9+995	Izquierdo	12.23	620.27
Tierra Armada	20+100	Izquierdo	7.26	90.04
Tierra Armada	20+110	Izquierdo	7.17	54.00
Concreto Armado	20+300	Izquierdo	3.00	24.60
Concreto Armado	20+300	Izquierdo	3.00	32.15
Concreto Armado	25+280	Derecho	3.80	21.60

Fuente: Diseño de estructuras.

Para el diseño estructural fueron utilizadas las siguientes normas:

- Especificaciones de Diseño para Puentes AASHTO LRFD, Octava Edición 2017. AASHTO LRFD Bridge Design Specifications, 8th Edition 2012.
- Especificaciones de Diseño para Puentes AASHTO LRFD, Cuarta Edición 2007. AASHTO LRFD Bridge Design Specifications, Fourth Edition 2007.
- Guía de Diseños de Puentes Peatonales AASHTO LRFD 2010, LRFD Guide Specifications for Pedestrian Bridges 2010.

- AASHTO manual para la Evaluación de Puente, Segunda Edición 2011. AASHTO The Manual for Bridge Evaluation, second Edition 2010.
- Norma Técnica para Diseño por Sismo de la Republica de El Salvador, Ministerio de Obras Públicas, 1994.

#### 4.4.6.2 Elementos urbanos.

Como parte del diseño de la carretera también se hace necesaria la implementación de elementos paisajísticos, urbanísticos y de seguridad que aporten aspectos arquitectónicos de carácter público donde los usuarios puedan tener algunos beneficios físicos de estar al aire libre, especialmente relacionados con la incorporación de puntos de encuentro y el disfrute de vistas panorámicas. Entre los elementos urbanos considerados se mencionan los siguientes:

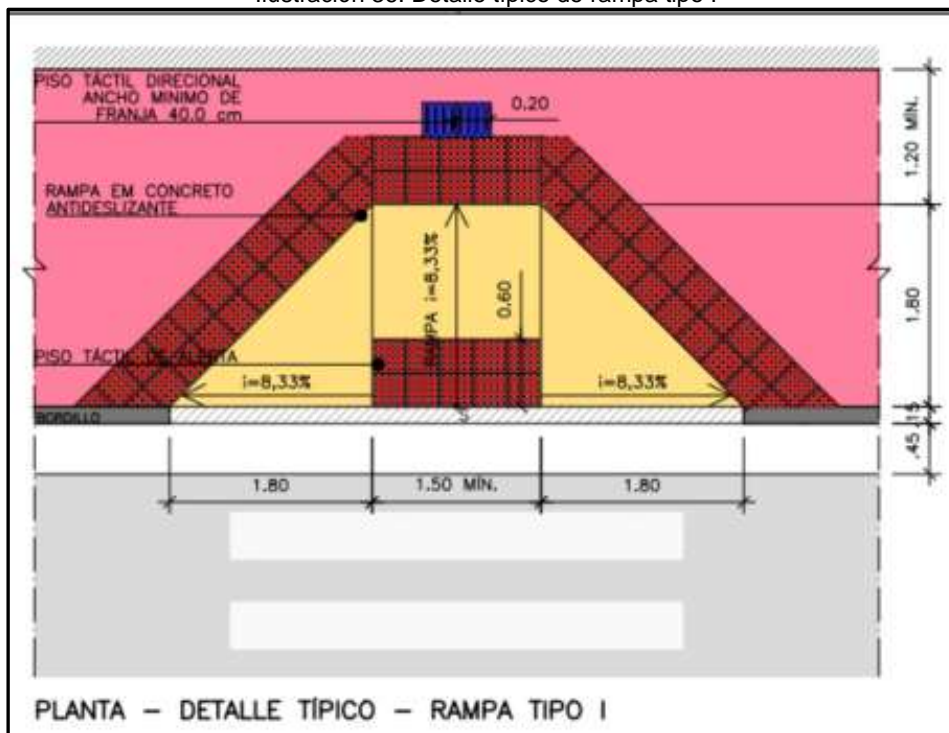
- Rampas en aceras.

Las cuales cumplen con las siguientes características:

- ✓ Pendiente de bajada, longitudinales y laterales del 8.33%.
- ✓ Ancho mínimo libre mayor o igual a 1.20 cm; para espacios de circulación y descanso.
- ✓ Poseen texturas diferentes en los pasos peatonales en la zona de aproximación para guía de personas con discapacidad visual, con color contraste o estar unidos al sistema de guías táctiles.

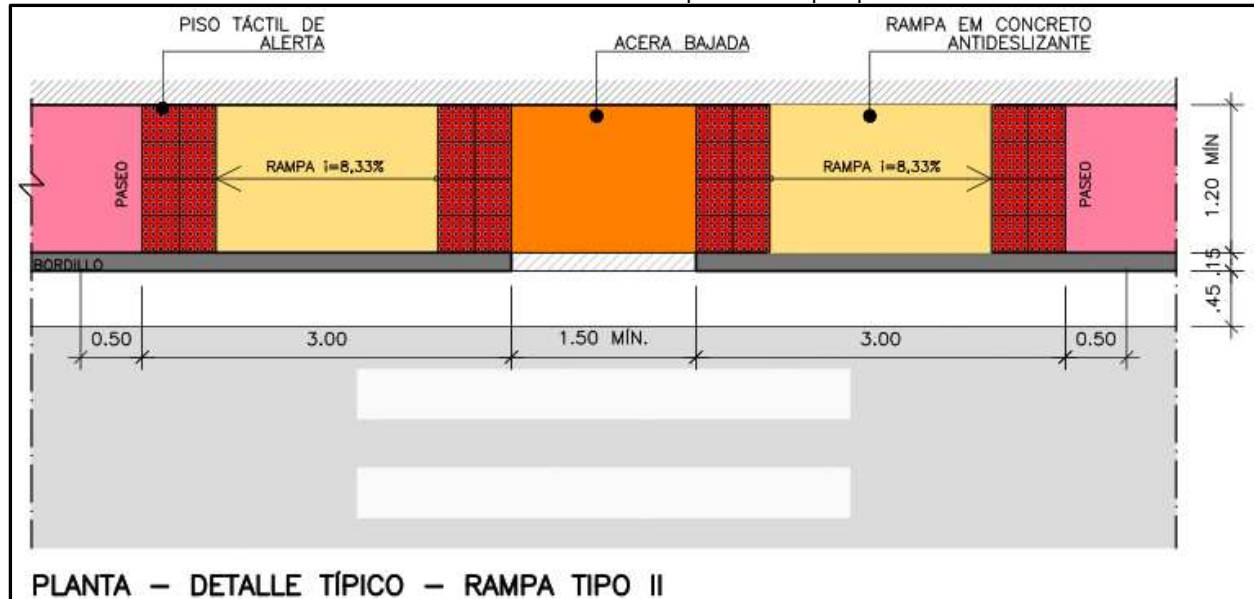
En las Ilustraciones 36, 37, 38 y 39, se presentan los detalles típicos de las rampas.

Ilustración 36. Detalle típico de rampa tipo I



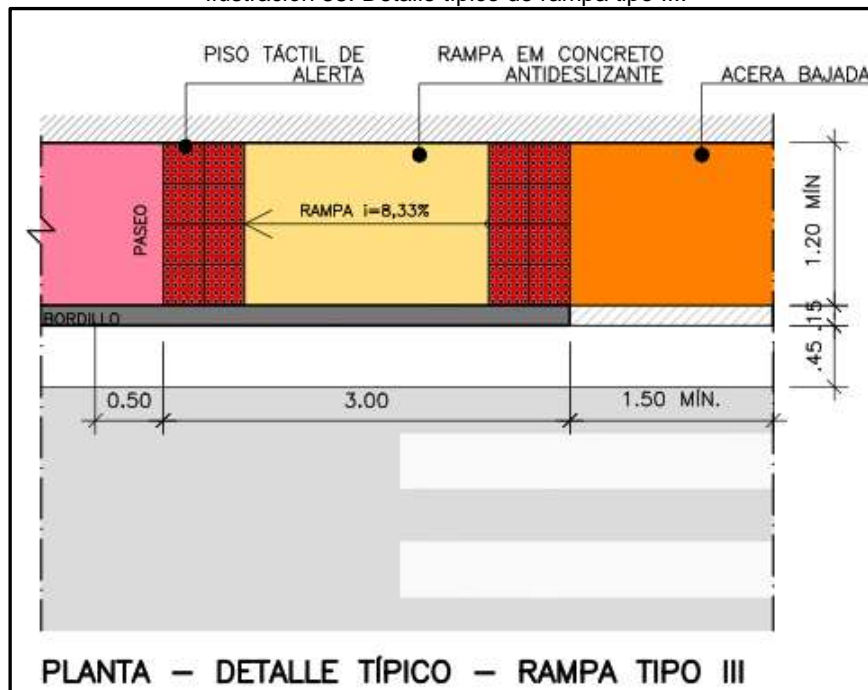
Fuente: Diseño de estructuras.

Ilustración 37. Detalle típico de rampa tipo II.



Fuente: Diseño de estructuras.

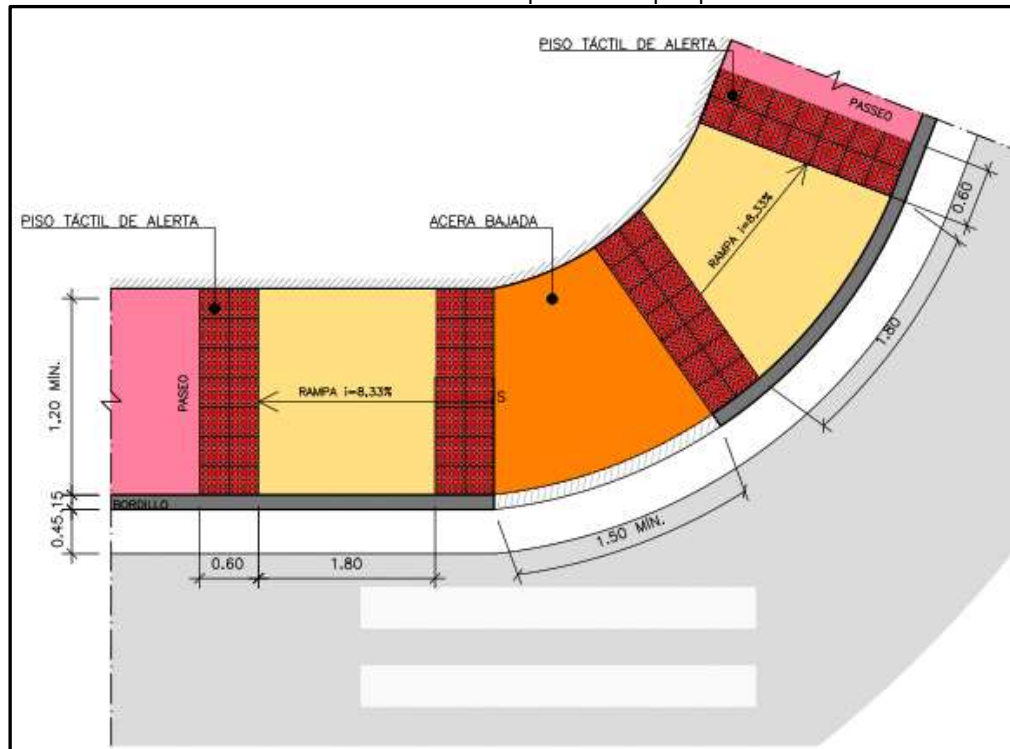
Ilustración 38. Detalle típico de rampa tipo III.



Fuente: Diseño de estructuras.



Ilustración 39. Detalle típico de rampa tipo IV



Fuente: Diseño de estructuras.

- Pisos y superficies, señalizados con piso táctil de alerta y direccional.

Con las siguientes características:

#### Piso táctil de alerta

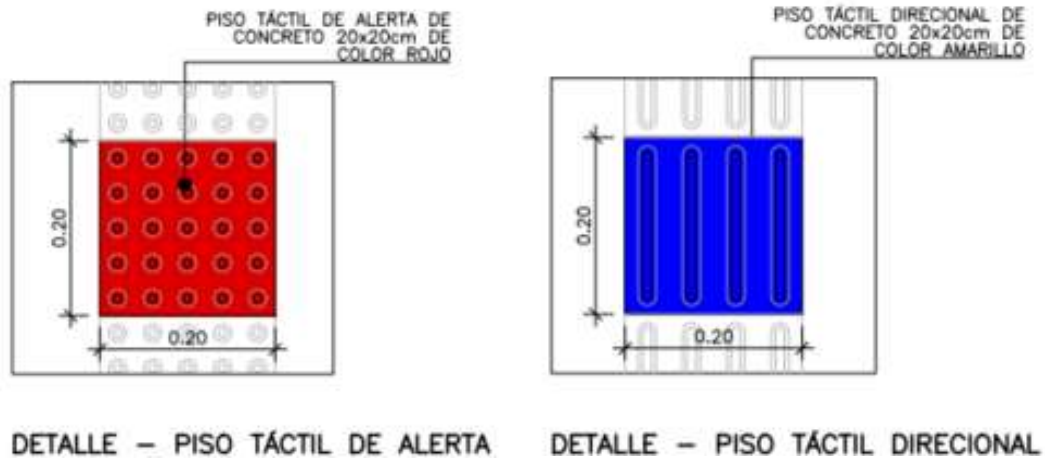
- ✓ De textura y color contrastante con el piso adyacente; de color rojo.
- ✓ Garantiza la continuidad del patrón de información, la textura de la señalización táctil de alerta.
- ✓ Implementado en las rampas de las aceras.
- ✓ Tiene un ancho de 60 cm.

#### Piso táctil direccional

- ✓ Se ha implementado a lo largo de toda la trayectoria en aceras y pasarelas peatonales.
- ✓ Indican la señalización el sentido del desplazamiento.
- ✓ Tiene un ancho entre 20 cm.
- ✓ De color contrastante color amarillo.
- ✓ Situado al centro de la circulación peatonal, en aceras y rampas peatonales.

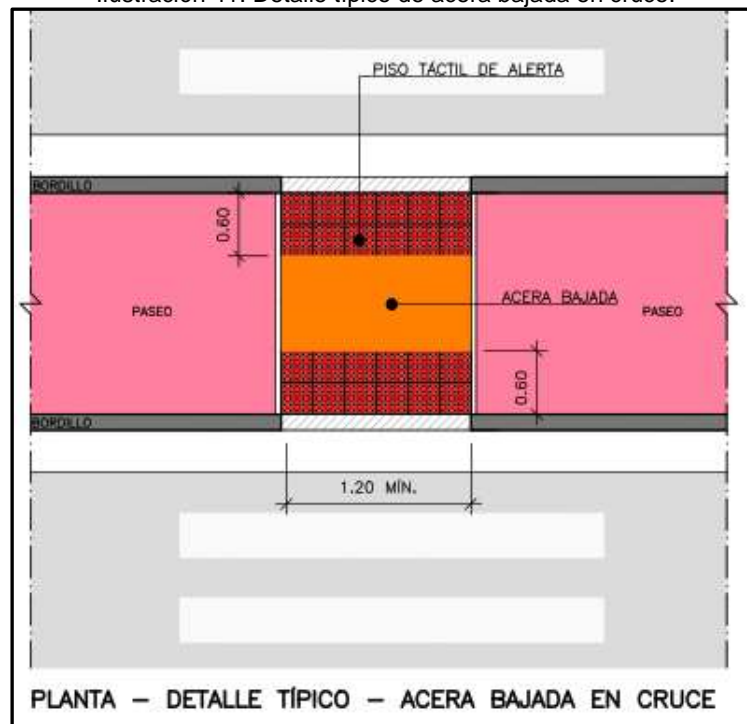
En las Ilustraciones 40 y 41, se presentan los detalles de piso táctil y acera bajada en cruce.

Ilustración 40. Detalle de piso táctil.



Fuente: Diseño de estructuras.

Ilustración 41. Detalle típico de acera bajada en cruce.



Fuente: Diseño de estructuras.

- Aceras.

Las cuales cumplen con las siguientes características:

- ✓ Pendiente transversal, del 2%.
- ✓ Ancho: 2.50 m.
- ✓ Estar libres de obstáculos en todo su ancho mínimo y desde su piso terminado hasta un plano paralelo a éste, ubicado a 220 cm de altura
- ✓ Con superficie antideslizante y libre de estancamientos.
- ✓ Ubicación en ambos laterales desde el estacionamiento 22+040 hasta el estacionamiento 28+204.76.

- Ciclovía.

Será implementada en todo el lateral derecho del proyecto, incluyendo el viaducto y poseerá las siguientes características:

- ✓ Pendiente transversal, del 2%.
- ✓ Ancho mínimo libre de obstáculos de 250 cm.
- ✓ Con superficie antideslizante y libre de estancamientos.
- ✓ Ciclovía de doble sentido.
- ✓ Señalizada horizontal y verticalmente en toda la trayectoria del tramo vial.

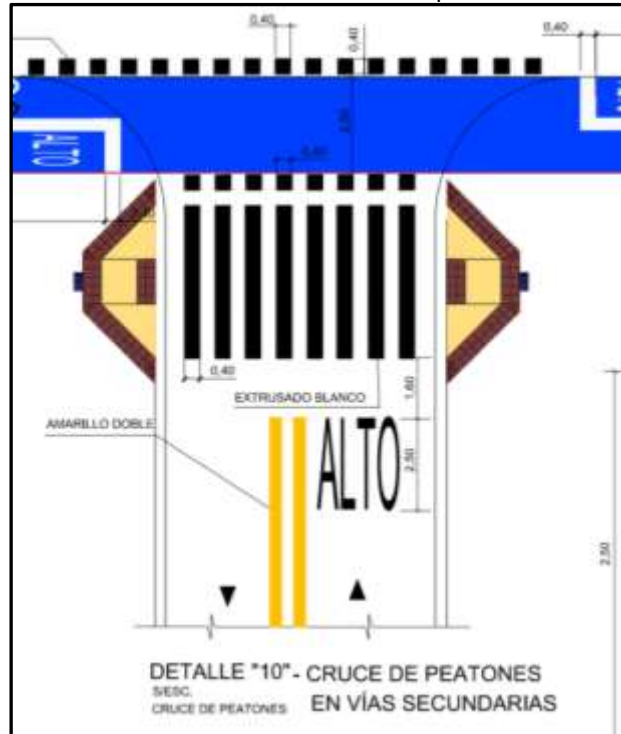
- Cruces peatonales.

Con las siguientes características:

- ✓ Rampas de acceso en diferencia de niveles entre calle y acera.
- ✓ Con líneas de color contrastante.

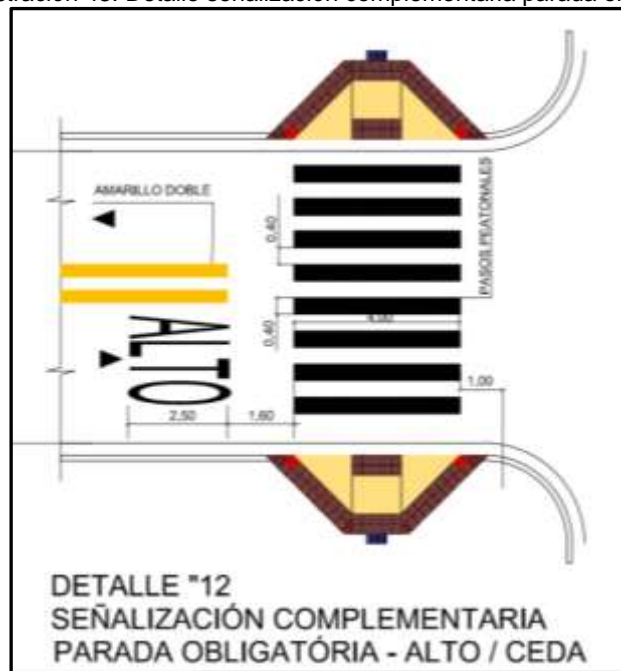
En las Ilustraciones 42 y 43, se presenta el detalle de la señalización en cruces peatonales en vías secundarias.

Ilustración 42. Detalle señalización en cruce de peatones en vías secundarias.



Fuente: Diseño de estructuras.

Ilustración 43. Detalle señalización complementaria parada obligatoria.



Fuente: Diseño de estructuras.

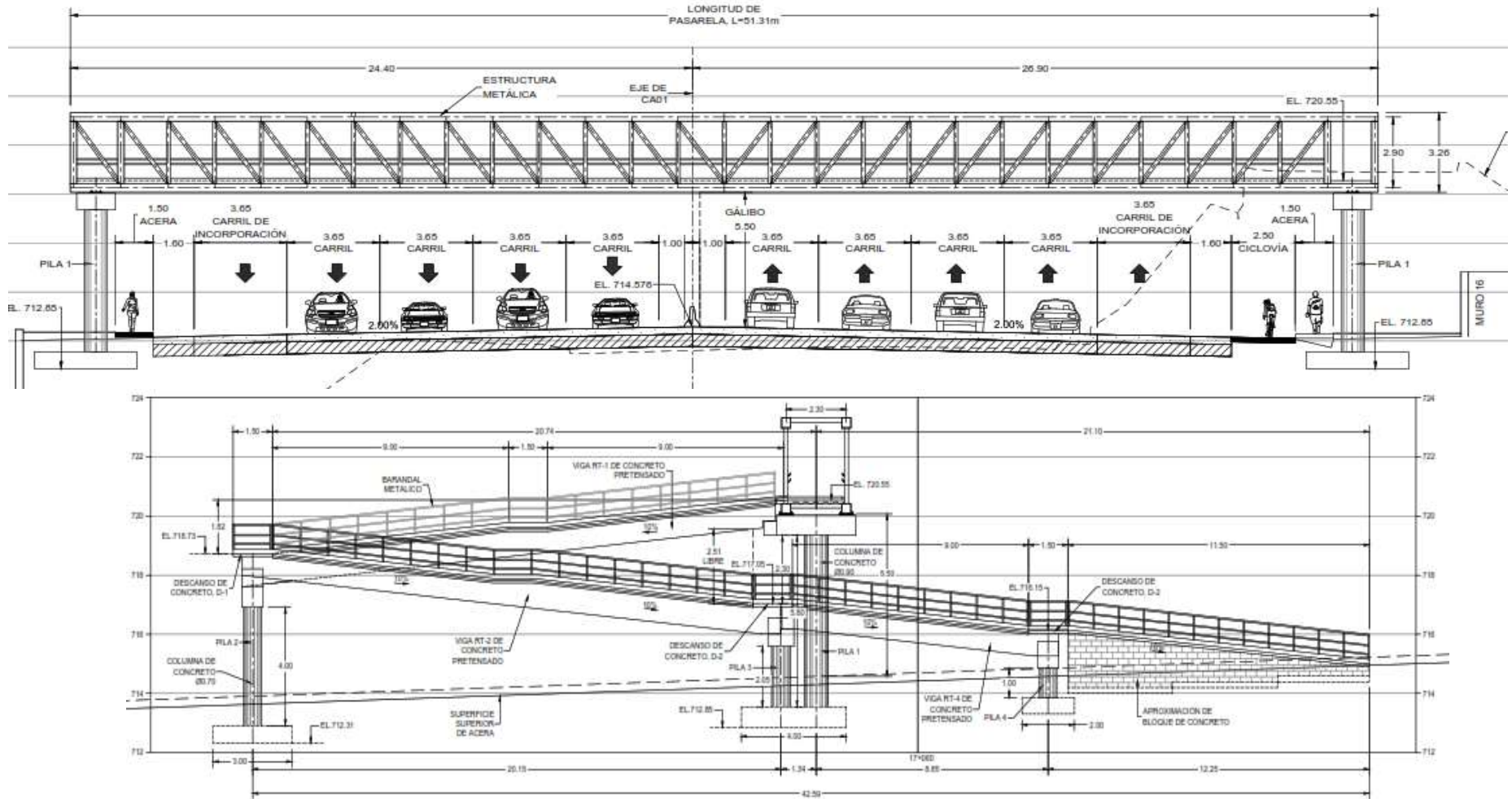
- Pasarelas peatonales.

La ubicación de las pasarelas del proyecto se muestra en las Tablas 26 y 27 y tendrán las siguientes características:

- ✓ Rampas en ambos extremos; con pendiente del 10%.
- ✓ Altura libre mínima de 550 cm, a partir del centro de la calle.
- ✓ Implementación de materiales de construcción incombustible y antideslizante.
- ✓ Permiten el desplazamiento y la movilidad en todo sentido de una persona en silla de ruedas, de personas con capacidad visual nula o casi nula, sin obstruir o restringir el paso peatonal en su acceso inmediato con un ancho de 150 cm libres.
- ✓ Ancho mínimo de 150 cm de la rampa, con un desplazamiento horizontal máximo de 900 cm; y cuando el desplazamiento es mayor se dispone de descansos intermedios con un mínimo de 150 cm de longitud donde se detalla las dimensiones correspondientes.
- ✓ Utilización de pasamanos para seguridad de los usuarios.
- ✓ Diseño de las pasarelas, con seguridad, visibilidad, protección, accesibilidad, comodidad, funcionalidad, entre otros, a todas las personas usuarias.
- ✓ Con señalización al nivel de la acera con pisos táctiles, al inicio de las rampas, pasarelas y al final de las mismas, para evitar daños a las personas con discapacidad visual.

En la Ilustración 44, se presenta el detalle tipo de las pasarelas.

Ilustración 44. Detalle típico de las pasarelas



Fuente: Diseño de estructuras.

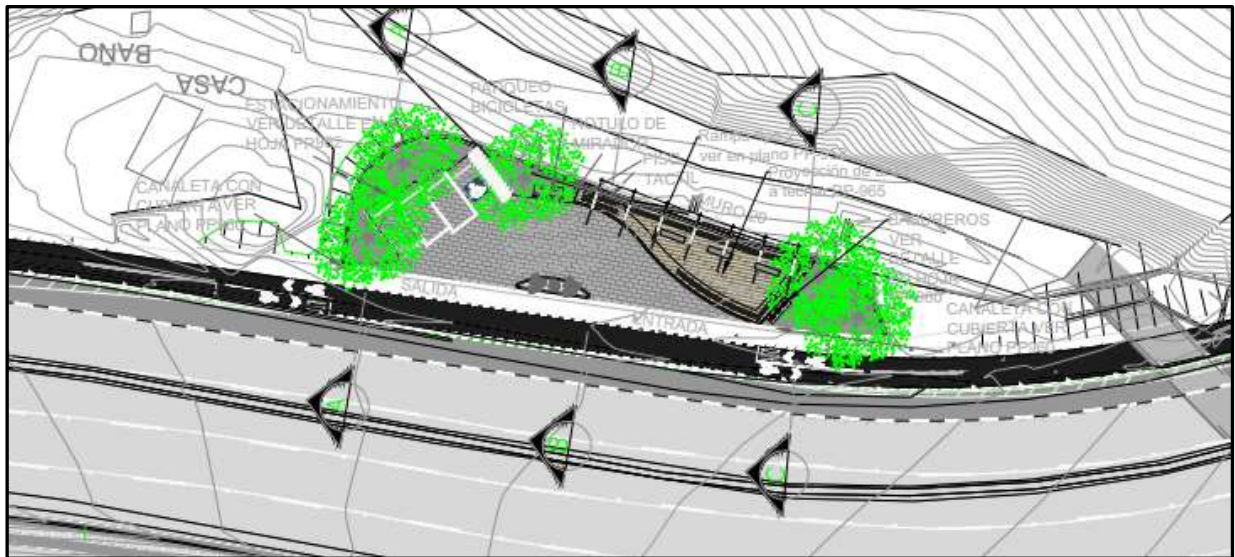
- Miradores.

En el trayecto de la carretera se dispondrá de dos miradores (ver ubicación en la Tabla 29) los cuales sirven como espacios de recreación y zonas de descanso para los usuarios. Entre las características que tendrán se encuentran las siguientes:

- ✓ Vinculados directamente a una ruta accesible y señalizada de modo que sea fácil de ubicarlos.
- ✓ Ubicados a un costado del recorrido peatonal y ciclovía.
- ✓ Con espacios de circulación para el paso de una silla de ruedas.
- ✓ Con mobiliario adecuado mesas y bancas con las medidas estándares para proporcionar confort y ergonométrica arquitectónica.
- ✓ Superficies con acabados antideslizantes.
- ✓ Con espacios para estacionamientos los cuales permiten el ascenso y descenso de las personas usuarias.
- ✓ Con un estacionamiento para personas con capacidades especiales.
- ✓ Los estacionamientos cuentan con líneas demarcadas en el piso con una franja de 10 cm de ancho de color blanco o amarillo, en todo el perímetro y en el centro el Símbolo Internacional de Accesibilidad.
- ✓ Con medidas y obras de protección y de seguridad.
- ✓ Con áreas techadas que garantizan la protección contra las lluvias y protección contra la intemperie para los usuarios.
- ✓ Las zonas de vegetación estarán aisladas de la circulación peatonal de modo que no obstaculizan el paso de los usuarios.
- ✓ La vegetación propuesta (*Tabebuia chrysanta*, *Tabebuia rosea*, *Bougainvillea spp*, *Pennisetum spp* y *Paspalum notatum*), proporcionará sombra y un clima agradable y con potencial para ser utilizada en espacios urbanos como elementos de ornamentación.
- ✓ Se ha considerado la propuesta de plantación de estos árboles y arbustos en el entendido que se dejarán distancias considerables para evitar conflictos entre los árboles y el entorno construido (problemas ocasionados por las raíces).

En las Ilustraciones 45 y 46, se presenta la distribución de los espacios en cada uno de los miradores.

Ilustración 45. Mirador Los Guarumos.



Fuente: Diseño de estructuras.

Ilustración 46. Mirador Los Chorros.



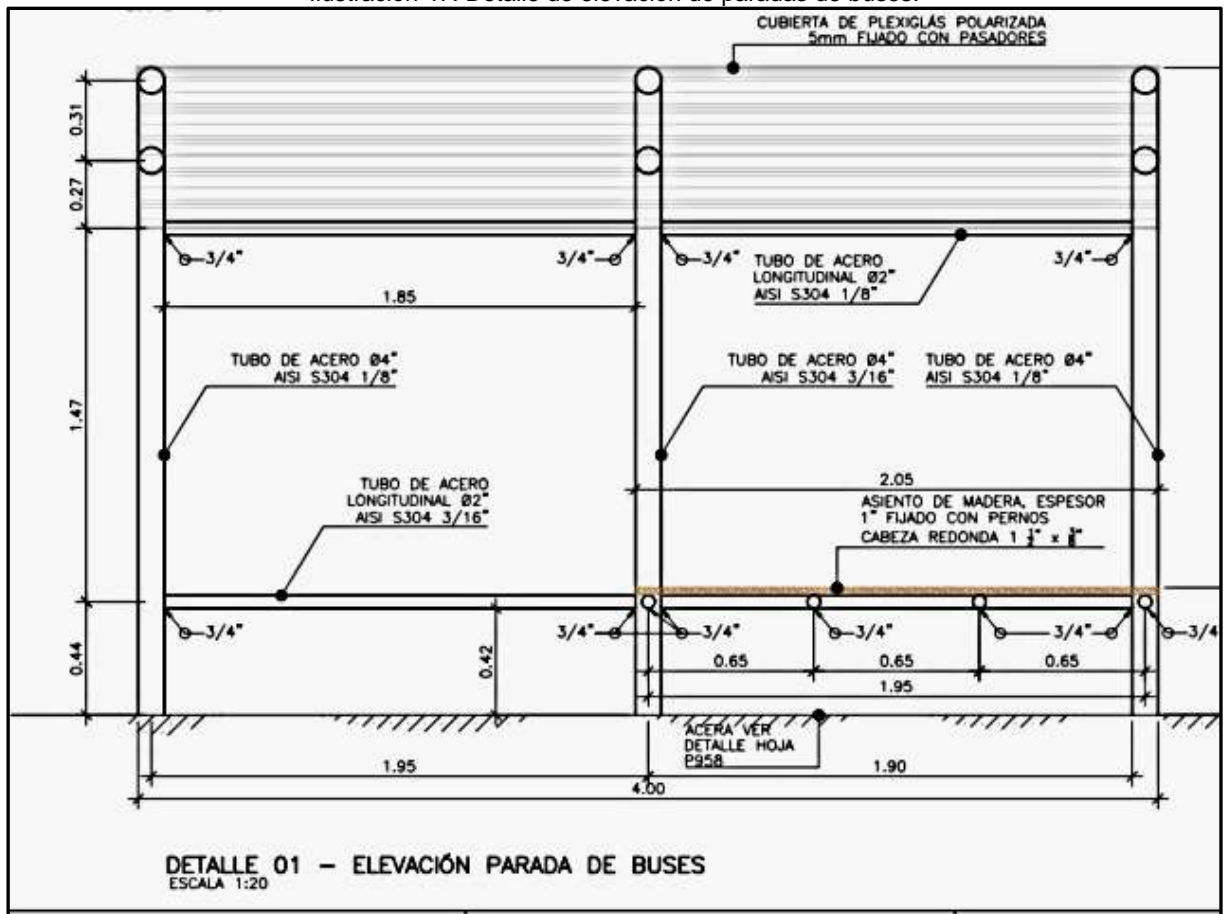
Fuente: Diseño de estructuras.

- Paradas de buses.

Se han considerado 12 paradas de buses por sentido vial (24 en total) las cuales estarán ubicadas en forma aleadaña a las pasarelas (ver ubicación en Tabla 29), a excepción de la parada de buses que se ubica en la estación 19+700 (ciudad de Colón) y serán dotadas de basureros para el manejo de los desechos solidos comunes. Las paradas de buses tendrán una cubierta de plexiglás polarizada, mostrándose el detalle en las Ilustraciones 47 y 48.

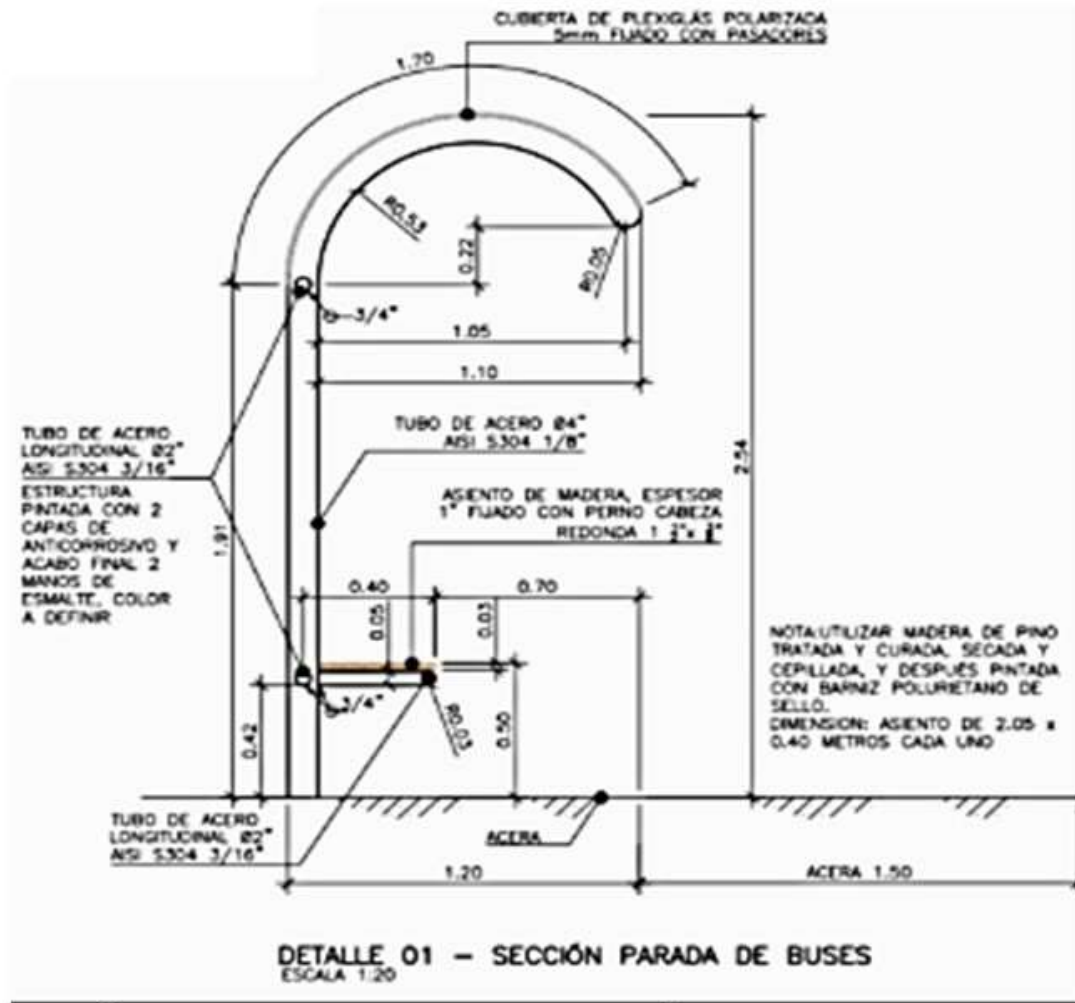


Ilustración 47. Detalle de elevación de paradas de buses.



Fuente: Diseño de estructuras.

Ilustración 48. Detalle de sección de la cubierta de las paradas de buses.



Fuente: Diseño de estructuras.

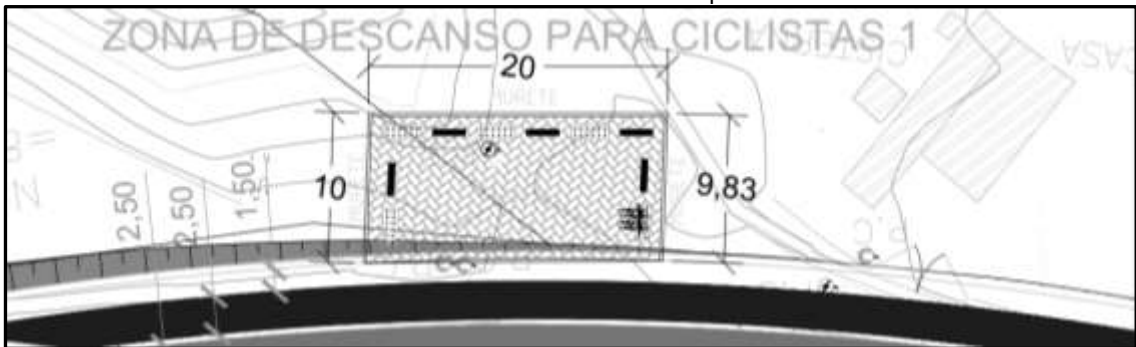
- Zonas de descanso para ciclistas.

En el trayecto de la carretera se disponen dos áreas destinadas para el descanso de los ciclistas mostrándose la ubicación en la Tabla 29.

Son áreas que servirán para practicar el estiramiento, calentamientos, para recuperarse de alguna fatiga muscular, etc.

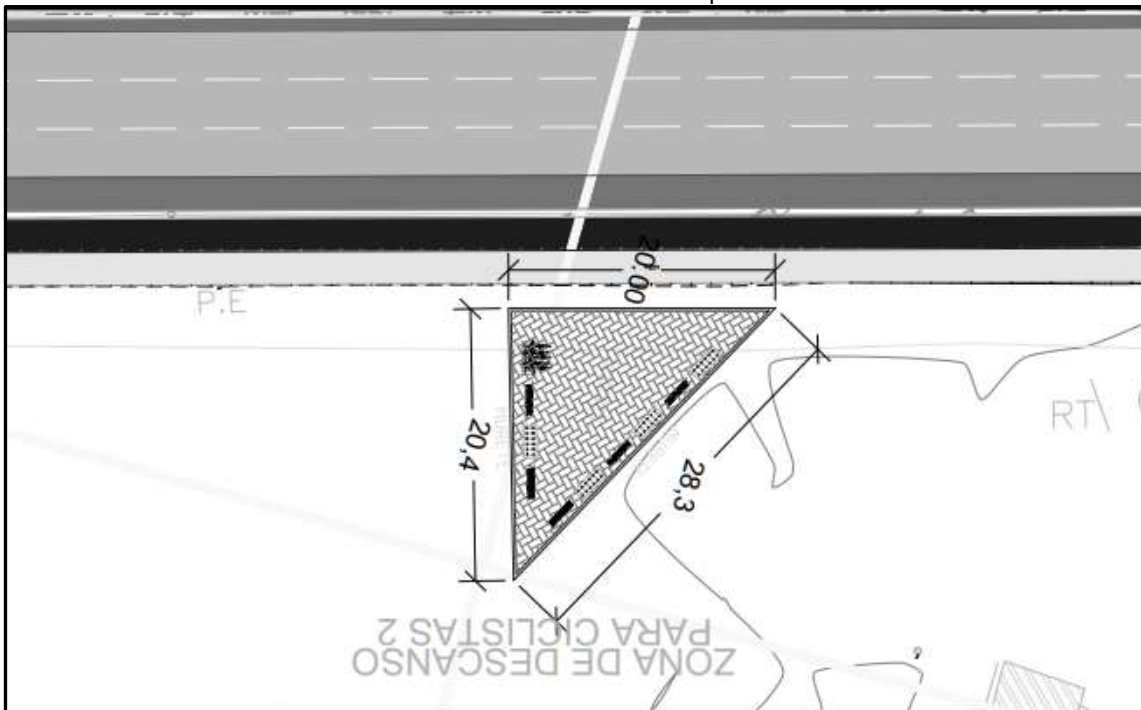
Se encuentran ubicados a un costado del recorrido de la ciclovía y cuentan con: Mobiliario adecuado (bancas, estacionamientos para bicicletas), superficies con acabados antideslizantes, fácil acceso a la carretera y medidas y obras de protección y de seguridad. En las Ilustraciones 49 y 50, pueden observarse el detalle de las zonas de descanso.

Ilustración 49. Detalle de zona de descanso para ciclistas 1.



Fuente: Diseño de estructuras.

Ilustración 50. Detalle de zona de descanso para ciclistas 2.



Fuente: Diseño de estructuras.

- Zonas de descanso para transporte masivo.

Se han destinado dos áreas de descanso para desarrollar la logística realacionada y de esa manera evitar que los conductores se estacionen en la carretera o circulen en horas no permitidas. Son espacios contiguos a las carreteras que facilitarán a los transportistas lo necesario para su descanso, empezando por una zona de estacionamiento temporal de vehículos.

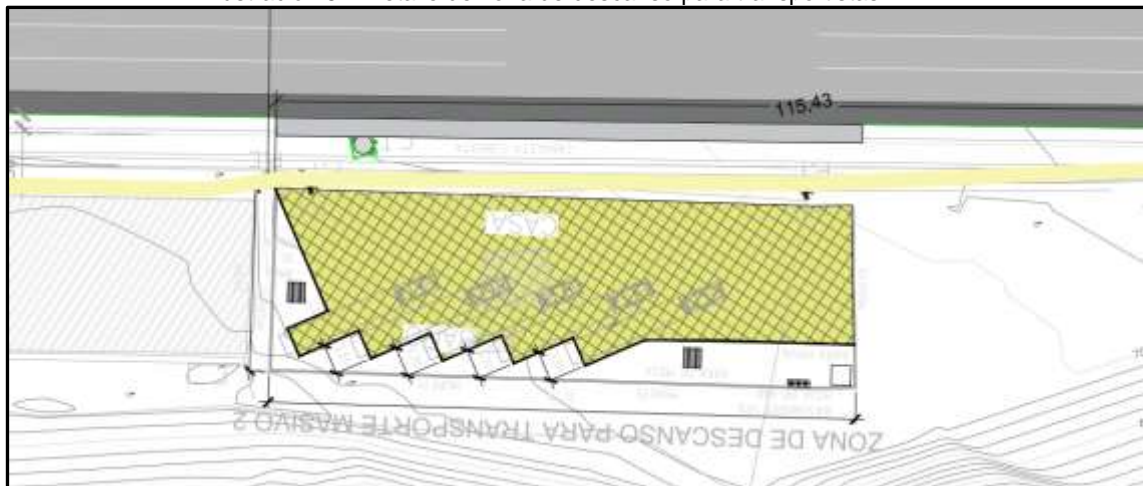
Los espacios cuentan con la amplitud y seguridad del aparcamiento, con espacios necesarios para maniobrar y cuentan con medidas y obras de protección y de seguridad. La ubicación se presenta en la Tabla 29 y la distribucion de los espacios en las Ilustraciones 51 y 52.

Ilustración 51. Detalle de zona de descanso para transportistas 1.



Fuente: Diseño de estructuras.

Ilustración 52. Detalle de zona de descanso para transportistas 2.



Fuente: Diseño de estructuras.

- Ubicación de las áreas de urbanismo.

En la Tabla 29, se presenta la ubicación de las áreas de urbanismo del proyecto.

Tabla 29. Áreas de urbanismo.

Ubicación	Tipo	Lateral
13+920	Área de descanso ciclistas	Derecho
14+720	Mirador Los Chorros	Derecho
16+340	Área de descanso transporte pesado	Derecho
17+860	Área de descanso transporte pesado	Izquierdo
18+100	Mirador Los Guarumos	Izquierdo
27+380	Área de descanso ciclistas	Derecho

Fuente: Diseño de estructuras.

- Iluminación de la carretera.

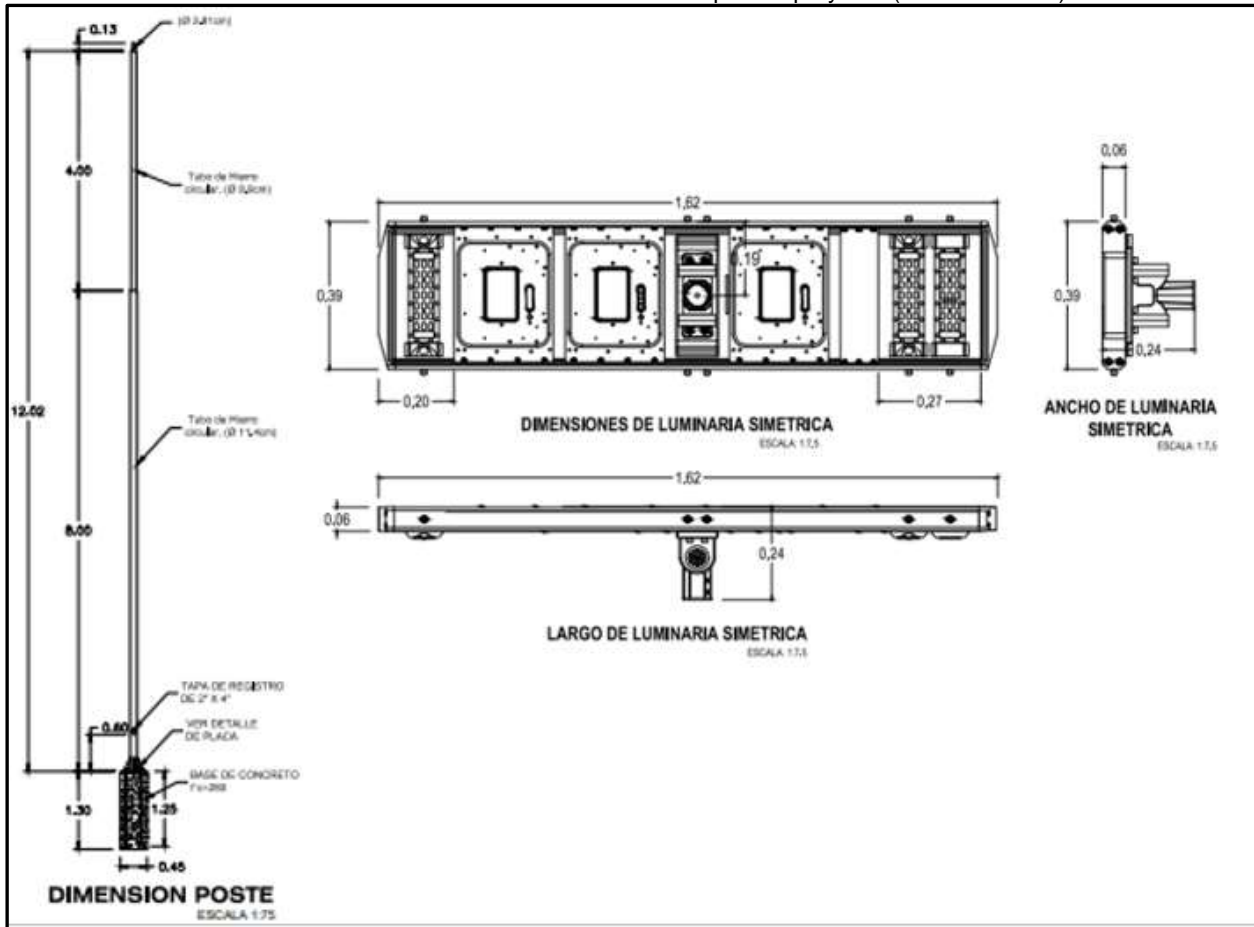
Todo el proyecto contará con un sistema de iluminación central para la vía principal y uno para el ciclo vía (lateral derecho), ambos con luminarias tipo LED y con celdas solares lo que permitirá que sean amigables con el medio ambiente, siendo el diseño de iluminación propiedad intelectual de la empresa Sylvania (modelos SYLVANIA), con los estándares de IESNA (Sociedad de Iluminación de Ingenieros de Norteamérica) en cumplimiento de las normativas nacionales.

Entre las ventajas que ofrece las luminarias LED es su fácil montaje, alta resistencia a la corrosión, así como su protección contra partículas externas sólidas o líquidas, soporte ante impactos mecánicos y fluctuaciones de voltaje para garantizar sus más de 50 mil horas de vida útil, además de su bajo costo de mantenimiento, su eficiencia energética y su campo lumínico para prevenir daños a los ecosistemas aledaños al trazo vial.

En el proyecto se ha considerado una distancia entre mastides de las luminarias centrales de 26 m para la autopista y de 22 m en el lateral derecho (ciclo vía y parte de la autopista), para los tres tramos incluyendo el viaducto. La altura de los mastides centrales será de 13 m y para los laterales (ciclo vía) será de 12 m en todo el proyecto, incluyendo el viaducto.

En la Ilustración 53, se muestra un ejemplo de las dimensiones de los postes y de las luminarias a utilizar en el proyecto.

Ilustración 53. Detalle del sistema de iluminación para el proyecto (lateral derecho).



Fuente: AES de El Salvador.

#### 4.4.7 Volúmenes de corte y de relleno

Las cantidades de corte y de relleno que se estarán realizando en el proyecto dependerán del estacionamiento en que se esté laborando. En la Tabla 30, se presenta los estimados para las diferentes zonas del proyecto.

Tabla 30. Volumen de corte y de relleno.

Detalle	Volumen de Corte (m <sup>3</sup> )	Volumen de Relleno (m <sup>3</sup> )
Vía principal (tramos)	1,453,193.95	486,785.02
Ramales	179,796.26	133,932.00
TOTAL	1,632,990.21	620,717.02

Fuente: Diseño de ingeniería.

#### 4.4.8 Estimación de los volúmenes de desechos a ser generados.

Los desechos a generados se presentan en la Tabla 31, los cuales han sido estimados tomando en cuenta los árboles que serán afectados en el proyecto y el número de trabajadores que estarán laborando.

Tabla 31. Estimación de volúmenes de desechos a generarse por cada fase del proyecto.

Fuente generadora del desecho.	Tipo de Desecho	Unidad de medida	Cantidad
<b>Fase de Construcción</b>			
Material verde proveniente de la tala de los árboles	Desecho orgánico	m <sup>3</sup>	1,200.00
Desalojo de material proveniente de la terracería (suelo)	Desechos no peligrosos	m <sup>3</sup>	850,000.00
Papel, cartón, vidrio y restos alimenticios generados por los trabajadores del proyecto	Desechos sólidos comunes	Toneladas/año	175.00
Aguas residuales de tipo ordinario	Aguas negras y grises.	m <sup>3</sup> /año	552,000.00
Talleres de mecánica (tierra contaminada con aceites, grasas)	Desechos peligrosos	Toneladas	Cantidad Variable
<b>Fase de funcionamiento durante el mantenimiento</b>			
Desecho (restos de materiales de construcción) proveniente del mantenimiento rutinario de la carpeta de concreto hidráulico de la carretera	Desechos no peligrosos	m <sup>3</sup>	Cantidades mínimas variables, generadas por cada mantenimiento.
Botellas plásticas, vidrio, papel, provenientes de la limpieza del drenaje transversal y longitudinal	Desechos sólidos comunes	Toneladas/año	5.00
Desechos orgánicos provenientes de la limpieza del drenaje transversal y longitudinal	Material seco orgánico	Toneladas/año	3.50
Botellas plásticas, vidrio, papel y restos alimenticios, provenientes de los trabajadores del mantenimiento	Desechos sólidos comunes	kg/año	2,800.00
Aguas residuales de tipo ordinario.	Aguas negras y grises.	m <sup>3</sup> /año	2.16

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.9 Identificar potenciales sitios de disposición de material o botaderos (nuevos o existentes), incluyendo localización (proveer mapa), capacidad y propietarios.

A continuación, se proponen dos sitios para la disposición final de los materiales de desechos generados durante la construcción del proyecto, los cuales se estiman que serán de 1,200,000.00 m<sup>3</sup>.

Los sitios de disposición final de material excedente que se proponen para ser utilizados en el proyecto son los siguientes:

- Cantera y relleno La Florida, ubicada en la estación 34+700 en dirección de la carretera que conduce a Jayaque, departamento de La Libertad, el cual consta de 48 mz y una capacidad disponible de un millón (1,000,000.00) de m<sup>3</sup>, con Resolución MARN-No. 3899-MOD-50-2020 aún vigente, a una distancia de aproximadamente 3 km del proyecto. El titular de este proyecto es el Licenciado Carlos Alberto Arriaza Mercadal. (ver Apéndice 3, Resolución MARN de permiso ambiental y permiso del propietario).
- Propiedad de 17.50 mz, ubicada sobre el km 24.5 LD (estación 23+880 LI), aledaño a la carretera sentido Santa Ana - San Salvador, Cantón Lourdes, municipio de Colón, departamento de La Libertad, siendo el propietario el Arquitecto Jefferson Zepeda y cuenta con una capacidad disponible de quinientos mil (500,000) m<sup>3</sup>. El sitio no cuenta con permiso ambiental. (ver Apéndice 3, permiso del propietario).

En la Ilustración 54, pueden observarse las condiciones de ambos sitios propuestos.

Ilustración 54. Sitios de disposición final de material excedente propuestos.



#### 4.4.10 Descripción de los materiales a utilizar.

A continuación, se listan los materiales relevantes a utilizar.

- **Materiales para relleno**  
Suelos granulares o finos, clasificados según norma AASHTO M145, dentro de los grupos A-1-a, A-1-b, A-2-4, A-3 y A-4, con tamaño máximo de 3 pulgadas, índice de plasticidad menor o igual a 10, límite líquido menor o igual a 40 y valor CBR mínimo de 20%.
- **Materiales para sub base de suelo cemento**  
El material granular será de tamaño máximo de 2 pulgadas y ser clasificado dentro de los grupos A-1-a, A-1-b, A-2,4 o A-3, con índice de plasticidad menor o igual a 8, límite líquido



menor o igual a 40. El cemento hidráulico para estabilización deberá cumplir con la norma ASTM C1157. El material estabilizado deberá cumplir con una resistencia mínima a la compresión de 28 kg/cm<sup>2</sup> a edad de 28 días.

- **Materiales para base estabilizada con emulsión asfáltica y cemento hidráulico**  
El material granular debe cumplir con cualquiera de las granulometrías tipo A, B, C, D y E, según Tabla 703.06 de las Especificaciones SIECA 2004. El agregado grueso debe poseer un máximo de 50% de abrasión, 12% máximo de disgregabilidad en sulfato de sodio, 50% mínimo de caras fracturadas. El agregado fino deberá tener un índice de durabilidad mínimo de 35, límite líquido menor a 25, libre de materia orgánica y arcilla. La emulsión asfáltica podrá ser del tipo SS-1, SS-1h, CSS-1 o CSS-1h y el cemento hidráulico deberá cumplir con la norma ASTM C1157.
- **Materiales para concreto asfáltico en caliente**  
El material granular debe cumplir con cualquiera de las granulometrías tipo C, D y E, según Tabla 703.06 de las Especificaciones SIECA 2004. El agregado grueso debe poseer un máximo de 40% de abrasión, 12% máximo de disgregabilidad en sulfato de sodio, 75% mínimo de caras fracturadas. El agregado fino deberá tener un índice de durabilidad mínimo de 40, equivalente de arena mínimo de 45, límite líquido menor a 25, libre de materia orgánica y arcilla. El cemento ligante asfáltico será cemento asfáltico tipo AC-30.
- **Materiales para riegos de imprimación y liga asfáltica**  
La emulsión asfáltica para los riegos de imprimación será del tipo CSS-1 o CSS-1h y el material granular será obtenido por trituración con tamaño máximo de 3/8", límite líquido de 25 máximo y libre de materia orgánica y arcilla. La emulsión asfáltica para liga, será del tipo CRS-1 o CRS-1h.
- **Materiales para pavimento de concreto hidráulico**  
El concreto hidráulico para el pavimento deberá dosificarse en planta, será de peso volumétrico normal con resistencia a la flexión  $M_r = 45 \text{ kg/cm}^2$  a 28 días para el rodaje y  $M_r = 28 \text{ kg/cm}^2$  a 28 días para los hombros. Los agregados pétreos y cemento hidráulico deberán cumplir con los requerimientos de calidad.
- **Materiales para concreto estructural**  
El concreto hidráulico para estructuras deberá dosificarse en planta, será de peso volumétrico normal con resistencia a la compresión  $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$  para las estructuras de puentes. Los agregados pétreos y cemento hidráulico deberán cumplir con los requerimientos de calidad.
- **Materiales para acero de refuerzo**  
El acero de refuerzo será grado 60 y 40, con resistencia última a la flexión  $f_y = 4,200$  y  $2,800 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente, según el tipo de estructura donde se aplique.
- **Materiales para tuberías de concreto reforzado**  
Las tuberías serán de concreto reforzada clase II, con diámetros según proyectado. El mortero hidráulico para juntas será de resistencia a la compresión  $f'_c = 140 \text{ kg/cm}^2$ , a edad de 28 días.

- Materiales para revestimiento de cunetas, cordón cuneta, aceras y bordillos  
El concreto hidráulico para el revestimiento de cunetas, podrá ser elaborado en planta o fabricado en el sitio, previa aprobación de las dosificaciones correspondiente. El concreto será de peso volumétrico normal con resistencia a la compresión  $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$ . Los agregados pétreos y cemento hidráulico deberán cumplir con los requerimientos de calidad.
- Materiales para mampostería de piedra y mortero hidráulico  
La mampostería de piedra y mortero a emplear en el revestimiento de cunetas, construcción de cabezales, estará formada por piedra sana, dura, con cara definida y libre de costra. El mortero hidráulico de liga será de resistencia a la compresión  $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$ , a edad de 28 días.
- Materiales para señalización vial  
Los rótulos verticales serán constituidos por paneles retroreflectivos de lámina lisa galvanizada calibre 16 sobre postes de aluminio, con dimensiones, textos y figuras, según la tipología de las señales. Las líneas, franjas y señales sobre el pavimento, será de compuesto termoplástico aplicado en caliente por extrusión, con dimensiones y colores según definido en los planos del proyecto.
- Materiales para revegetación de taludes y arborización  
En la revegetación de taludes de relleno se aplicará grama común en tepes, zacate vetiver de 10 cm de diámetro como haces enraizados y zacate barrenillo e hileras. Los árboles y arbustos a plantar, deberán ser libres de plagas y vigorosos, con altura mínima de 1.00 m.

#### 4.4.11 Identificación potencial de sitios de préstamo, incluyendo localización, volúmenes, propietarios y permisos a tramitar

La demanda proyectada de materiales para el proyecto se presenta en la Tabla 32.

Tabla 32. Materiales demandados por el proyecto.

Material	Cantidades (m <sup>3</sup> )
Material selecto	150,000.00
Base triturada	145,000.00
Grava	175,000.00
Piedra	200,000.00

Fuente: Diseño de Ingeniería

Los bancos de préstamos identificados que serán las fuentes de materiales para el proyecto son los siguientes:

- Cantera “La Cantera S. A. de C. V.”

Se localiza en el cuadrante topográfico 1:50,000 denominado La Libertad, hoja 2356 IV, en el cantón Tepeagua, municipio y departamento de La Libertad, de acuerdo a las coordenadas geográficas siguientes: latitud 263,000 a 263,500 hacia el norte y longitud 467,700 a 468,500 hacia el este.

La empresa propietaria de esta cantera se denomina La Cantera S. A. de C. V., que posee permiso ambiental para su explotación bajo la Resolución MARN No. 13567-452-2012,

encontrándose actualmente en funcionamiento. Se encuentra en el kilómetro 57.5 de la carretera de El Litoral, más o menos a veintiocho kilómetros del proyecto. Actualmente se encuentra en explotación comercial. En Apéndice 4, se presenta la copia de la Resolución Ambiental proporcionada por el propietario.

Las rocas, las cuales pertenecen a la Formación Bálsamo, son basaltos columnares de buena sanidad, con espesores superiores a los 80 m, conformados en cinco terrazas que en el momento actual están siendo explotadas en dirección hacia el norte.

El basalto es de color negro, de gran dureza, de matriz fina, alta calidad y con una densidad de 2.7 g/cm<sup>3</sup>. Se estima que el volumen de material disponible es de 1,000,000.00 m<sup>3</sup>.

Los materiales que producen son los siguientes:

- ❖ Grava No. 1
- ❖ Grava 3/4"
- ❖ Grava No 2
- ❖ Grava 3/8"
- ❖ Polvo de piedra
- ❖ Material selecto (corriente)
- ❖ Material selecto especial (mezclado)
- ❖ Piedra en bruto
- ❖ Piedra cuarta
- ❖ Chatarra
- ❖ Arena en bruto
- ❖ Arena lavada

En Ilustración 55, se presenta el estado actual del banco de materiales.

Ilustración 55. Condiciones actuales del banco de materiales La Cantera S.A de C.V. Coordenadas 13°29'26.25"N y 89°17'29.85"O.



Fuente: Recorridos de campo.

Los resultados de los ensayos de laboratorio realizados a los materiales de la cantera, se detallan a continuación:

- ❖ Grava No. 1: Análisis granulométrico.
- ❖ Grava No. 2: Análisis granulométrico.
- ❖ Arena: Análisis granulométrico, módulo de finura = 2.82
- ❖ Pesos volumétricos sueltos de los agregados de la grava 3/4" = 1416.40 kg/m<sup>3</sup>
- ❖ Pesos volumétricos varillados de los agregados de la grava 3/4" = 1509.20 kg/m<sup>3</sup>
- ❖ Sanidad en sulfato de sodio de grava 3/4" = 4.3%
- ❖ Pesos volumétricos sueltos de los agregados de la grava 1 1/2" = 1330.40 kg/m<sup>3</sup>
- ❖ Pesos volumétricos varillados de los agregados de la grava 3/4" = 1475.20 kg/m<sup>3</sup>
- ❖ Pesos volumétricos sueltos de la arena = 1425.80 kg/m<sup>3</sup>
- ❖ Pesos volumétricos varillados de la arena = 1536.80 kg/m<sup>3</sup>
- ❖ Gravedad específica y absorción de los agregados gruesos:
  - ✓ Grava 1 1/2": Gs = 2.668, absorción = 1.54%
  - ✓ Grava 3/4": Gs = 2.645, absorción = 0.99%
  - ✓ Gravedad específica de la arena y absorción de la arena: Gs = 2.629, absorción = 4.45%.
  - ✓ Equivalente de arena: 89.40%
  - ✓ Gravedad específica de la piedra: Gs = 2.4, absorción = 2.18%

Como puede observarse, los resultados de los ensayos realizados indican que los materiales son de buena calidad para poderse emplear en la construcción del proyecto.

- Cantera Protersa, S.A de C.V.

Se encuentra más o menos a un kilómetro del desvío del cantón Ateos, a orillas de la carretera pavimentada que conduce a Tepecoyo, a una distancia aproximada de 6 kilómetros del proyecto y posee permiso ambiental para su explotación.

Es un depósito pétreo de grandes dimensiones de roca andesítica sana que pertenece a la Formación Bálsamo, la cual conforma un cerro de nombre Las Pascuas o San Pablo; posee en su base una altura sobre el nivel del mar de 500 m, alcanzando los 743 msnm en su cima, con un volumen superior al 1,000,000.00 m<sup>3</sup>.

Las condiciones geológicas son bastante uniformes, puesto que en el cerro antes mencionado está constituido casi en su totalidad por rocas andesíticas sanas de buena calidad, las cuales se ven en algunos frentes con alturas de 40 a 50 metros, que a veces se presentan en forma laminar y en menor proporción formando columnas, pero en ambos casos presentando muchos planos de separación. El espesor total de esta roca es superior a los 100 m.

El actual banco de materiales se encuentra en funcionamiento bajo la Resolución MARN-No - 2166-692-2012 A/F de Pedrera PROTERRA, S.A. DE C.V. contacto Emmanuel Rodríguez<sup>3</sup> ([erodriguez@grupo-k.org](mailto:erodriguez@grupo-k.org), [www.grupoksv.com](http://www.grupoksv.com)).

- Banco de extracción de tierra

Venta de tierra Dulce María, ubicado aproximadamente 950 m al norte del km 39 de la carretera CA-8, Cantón El Rosario, municipio de Armenia, departamento de Sonsonate, aproximadamente a 12 km del proyecto, con una disponibilidad de 425,000 m<sup>3</sup> de agregado fino (tierra blanca). Posee permiso ambiental vigente (ver Apéndice 4).

- Características de Explotación de las Canteras Propuestas

Con el objeto de presentar en mejor forma el rendimiento de cada una de las canteras propuestas, se expone en la Tabla 33, datos relacionados con la explotación de ellas, incluyendo volumen de explotación, producción diaria y distancia al Proyecto.

Tabla 33. Características de explotación de canteras propuestas

Cantera	Volumen (m <sup>3</sup> )	Producción (m <sup>3</sup> /día)	Distancia al proyecto (km)
La Cantera S.A de C.V.	1,000,000.00	2,000.00	28.00
Cantera Protterra, S.A de C.V.	1,000,000.00 <sup>4</sup>	850.00	6.00
Banco de extracción de tierra	425,000.00	2,500.00	12.00

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.4.12 Descripción y justificación de las instalaciones para equipo y/o personal provisional y/o permanente.

El proyecto contemplará las instalaciones siguientes:

##### 4.4.12.1 Plantel e Instalaciones Provisionales.

El plantel a ser utilizado por la empresa a la cual se le asigne el proyecto, se ubicará de acuerdo a la estrategia para desplazarse a lo largo de la obra, por lo cual su ubicación definitiva y dimensiones, quedará sujeta por la logística que emplee la empresa constructora. Se le deberá exigir que cuente con los permisos respectivos.

Las características de un plantel tipo se detallan a continuación:

- Área destinada a oficina tanto de la empresa constructora como de la empresa supervisora y propietario, las cuales pueden ser prefabricadas, de sistema mixto, o por cuestiones de rapidez y tiempo, utilizar furgones o contenedores.
- Oficina de Gestión Ambiental, la cual estará ubicada en el edificio administrativo del contratista.

<sup>3</sup> La copia de la resolución ambiental no fue proporcionada por el contacto, por afirmar que es de carácter privado.

<sup>4</sup> Datos proporcionados por el contacto Emmanuel Rodríguez, [erodriguez@grupo-k.org](mailto:erodriguez@grupo-k.org), [www.grupoksv.com](http://www.grupoksv.com).

- Oficina de Gestión Social, la cual estará ubicada en el edificio administrativo del contratista compartiendo espacio con la oficina de gestión ambiental.
- Zona de taller. Dicha área deberá ser impermeabilizada para evitar contaminación del suelo, por lo general es un área abierta y de una cubierta elevada para facilitar el ingreso de maquinaria pesada y al menos una trampa de grasa para la recolección de las grasas y lubricantes que se manejan en el sitio. Aquí se desarrollarán actividades de mantenimiento del equipo, tales como cambios de aceite, engrase, reparación de llantas, etc.
- Área de bodegas y almacén. En esta zona se guardan los repuestos, así como los materiales que se usan durante los diferentes procesos constructivos. Pueden utilizarse al igual que para la oficina, contenedores, los cuales deben contar con equipos de aire acondicionado.
- Área para ubicación de la planta eléctrica, para ser utilizada en casos de emergencia, cuando existan fallas en el servicio suministrado por la Empresa Eléctrica DEL SUR, con las medidas de seguridad exigidas por la normativa correspondiente.
- Espacios para parqueo de maquinaria y equipo. La cual es considerada como la zona más amplia en el diseño del plantel, con la respectiva señalización.
- Áreas destinadas a la circulación. Esta área es considerada amplia para las maniobras que necesitan los camiones y vehículos.
- Zona destinada a depósitos de combustible y de carga respectiva (bombas). Espacio en donde se colocará el tanque de combustible y las bombas para la carga del mismo a los equipos
- Sanitarios. Estos se encontrarán en lugares apropiados para el uso del personal. Según los requerimientos del Ministerio de Trabajo, debe de haber uno por cada veinte trabajadores y trabajadoras (en forma segregada por sexo).
- El plantel contará con iluminación, para actividades que requieran de luz artificial. También se proveerá de cerca perimetral que impida el acceso a personas extrañas a las instalaciones, garantizando su seguridad.

Para la ubicación del plantel se han previsto sitios que se encuentran con cierto grado de perturbación, alejados de viviendas, lo que permitirá ocasionar el menor daño posible. Además, que el sitio cuente con acceso a servicios básicos, siendo estos: energía eléctrica, agua potable y recolección de desechos sólidos, para los cuales deberán ser tramitados los permisos respectivos con las entidades correspondientes por la empresa que construirá el proyecto, antes de iniciar las labores, debido a que no cuentan con ellos.

Los sitios propuestos están ubicados en los estacionamientos 21+140 LI, estación 23+880 LI y 25+660 LI. En la Ilustración 56 y 57, puede notarse el estado actual, ver permiso de los propietarios en Apéndice 5.

Ilustración 56. Sitios propuestos para planteles.



Ilustración 57. Sitios propuestos para planteles.



#### 4.4.12.2 Instalaciones para suministros (Concreto hidráulico, Concreto asfáltico).

Los suministros deberán ser abastecidos desde las siguientes plantas:

- Planta dosificadora de Concreto Hidráulico Holcim ubicada en el km 25 carretera a Santa Ana.

Como fuente de suministro para la construcción de estructuras o cualquier obra realizada con concreto hidráulico, la Planta Dosificadora Holcim, es capaz de producir cualquier tipo de concreto y posee una capacidad de producción de 80 a 100 m<sup>3</sup>/h. La planta dosificadora se encuentra dentro del área de influencia directa del proyecto (Ver Ilustración 58).

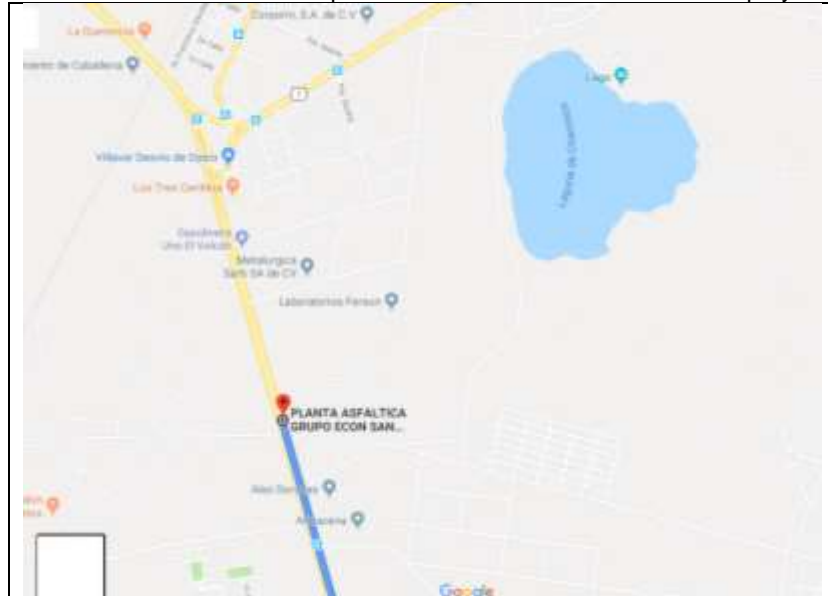
Ilustración 58. Instalaciones de la planta dosificadora de concreto hidráulico Holcim.



- Planta de mezcla asfáltica (Grupo ECON San Andrés).

La planta más cercana al proyecto, se ubica en el lateral derecho del km 28 carretera a Santa Ana, es capaz de producir la cantidad necesaria de concreto asfáltico. La planta se encuentra dentro del área de influencia directa del proyecto (Ver Ilustración 59).

Ilustración 59. Ubicación de la planta de concreto asfáltico cercana al proyecto.



Fuente: Google



- Instalaciones para el equipo y/o personal provisional y/o permanente.

El equipo a utilizarse en el proyecto, se resguardará en el plantel durante los períodos que no se encuentren laborando, o que se encuentre dañado mientras es reparado, este será transportado en forma adecuada, esta labor será monitoreada por la supervisión del proyecto, con la finalidad de prevenir parqueos de equipos a lo largo del proyecto en construcción o en cualquier sitio aledaño siendo terrenos vacíos, patios de casas etc., generando condiciones de riesgo a los que circulan por la vía.

Es importante hacer notar que para el equipo que necesite condiciones techadas, se deberá resguardar en las bodegas del plantel para tal fin.

En cuanto al personal, se considera que por la accesibilidad del proyecto la mayoría será de la zona, los cuales viajarán desde sus hogares al proyecto.

Para el personal provisional o permanente, fuera de la zona de influencia del proyecto y que tenga que habitar en la zona, la empresa constructora deberá rentar casas con los servicios básicos y que reúnan las condiciones de habitación, manejo de aguas residuales y desechos sólidos comunes, generándoles las condiciones adecuadas para el descanso luego de las jornadas diarias. Esta actividad deberá ser monitoreada por la empresa supervisora, con la finalidad de que se cumpla con la disposición.

#### 4.4.13 Niveles de distribución de empleo y estimación de beneficiados.

El proyecto requerirá de recurso humano para su construcción, lo cual generará empleos tanto directos como indirectos, beneficiando a las personas que habitan en su cercanía, así como fuera de su área de influencia.

La cantidad de mano de obra a la cual se estima que generará empleo el proyecto se considera en un promedio de 700 trabajadores (210 mujeres y 490 hombres), siendo la población beneficiaria junto a sus familias. Para la contratación se generarán igualdad de oportunidades entre mujeres y hombres.

Los requisitos de contratación de las y los trabajadores no deberán efectuarse sobre la base de características personales (discriminatorias, por sexo, religión, raza, etc.) ajenas a las condiciones de cada puesto de trabajo. Lo anterior se hace extensivo al reconocimiento y pago efectivo de las compensaciones (salarios y prestaciones), condiciones de trabajo y términos de empleo, acceso a capacitaciones, asignación de puestos, promociones despido o jubilación y prácticas disciplinarias. Así, la empresa deberá implementar medidas para prevenir y enfrentar el acoso, la amenaza o la explotación, especialmente con las mujeres.

No se permitirá trabajo infantil de ninguna forma, por lo que no se empleará a menores de 18 años. La empresa constructora deberá cumplir con la legislación laboral vigente, protegiendo los derechos humanos de las y los trabajadores contratados.

La cantidad de mano de obra a la cual se estima que generará empleo el proyecto se presenta en la Tabla 34.

Tabla 34. Estimación de personal que estará laborando en el proyecto.

Detalle de Personal	Número de trabajadores	
	Mujeres	Hombres
Plantel		
Oficina de la empresa contratista	9	9
Oficina de la empresa supervisora	5	5
Titular	0	3
Talleres	2	9
Bodegas y almacén	12	5
Laboratorios	10	9
Frentes de Trabajo		
Motoristas de Camiones	0	30
Operadores de Maquinaria	2	30
Albañiles, carpinteros y armadores.	35	200
Auxiliares de terracería	35	100
Inspectores	30	15
Personal de seguridad e higiene	15	10
Banderilleros	30	20
Personal Actividades varias	25	45
<b>TOTAL</b>	<b>210</b>	<b>490</b>

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.4.14 Inversión total.

La inversión a realizar en el proyecto será de un máximo de US \$ 280,000,000.00 dólares de Los Estados Unidos de América.

#### 4.4.15 Describir la etapa de consultoría del proyecto con las diferentes comunidades, cantones, etc. (Estudio de opinión).

Con el objetivo de informar a la población del área de influencia, sobre el propósito del Proyecto de Carretera en la Fase de Factibilidad, Diseño Final y elaboración del Estudio de Impacto Ambiental, y posibilitar el proceso de participación para la toma de decisiones conjuntas, evitando falsas expectativas respecto al proyecto y aumentar los beneficios sociales para sus comunidades, fueron desarrolladas tres (3) consultas públicas.

Debido a situaciones relacionadas con la Pandemia COVID 19 presente en el país, las consultas públicas, fueron desarrolladas vía plataforma zoom, para prevenir bajo una reunión presencial el incremento de contagios en la zona, debido a que los municipios del área de influencia del proyecto, se encuentran en medio y alto riesgo de contagio, caso del municipio de San Juan Opico, Colón y Santa Tecla (<https://covid19.gob.sv/mapa/>, Gobierno de El Salvador).

En la primera consulta pública la participación fue de cincuenta y una (51) personas en total, siendo treinta y cuatro (34) hombres y diecisiete (17) mujeres, pertenecientes a diferentes sectores de la población del área de influencia del proyecto, notándose la importancia brindada a la actividad y al proyecto.

En la segunda consulta pública la participación fue de 100 personas en total, siendo sesenta (60) hombres y cuarenta (40) mujeres pertenecientes a diferentes sectores de la población del área de influencia del proyecto, notándose la importancia brindada a la actividad y al proyecto.

En la tercera consulta pública participaron 84 personas en su totalidad, siendo sesenta y tres (63) hombres y veintiun (21) mujeres, pertenecientes a diferentes sectores de la población del área de influencia del proyecto, notándose que la participación en el proceso de consulta ciudadana se mantuvo bien representada por la población.

Durante la presentación en power point realizada, se tuvo la participación de las áreas de Ingeniería, Medio Ambiente y el componente Social, como el Plan de Acción de Reasentamiento, dando a conocer el diseño preliminar del proyecto, actividades en proceso tanto de campo como de oficina, avances en el diseño final y el producto final (diseño final de Ingeniería y Estudio de Impacto Ambiental). En las Ilustraciones 60, 61, 62 y 63, se muestran las intervenciones de los responsables de cada área del proyecto.

Ilustración 60. Presentación del área de Ingeniería del proyecto.



Fuente: Propia

Ilustración 61. Presentación del Área Ambiental del proyecto.



Fuente: Propia.

Ilustración 62. Presentación del Área Social del Proyecto.



Fuente: Propia

Ilustración 63. El Ingeniero Alex Guardado, presentó lo relacionado al área del PAR.



Fuente: Propia

Al final de las presentaciones, se tuvo la intervención de los participantes, generando Comentarios, preguntas y recomendaciones, las cuales fueron respondidas por los responsables de cada una de las áreas, como se pueden observar en la Tabla 35.

Tabla 35. Comentarios, preguntas y recomendaciones que las personas generaron sobre el proyecto en el proceso de consulta pública y su incorporación en el Diseño Final y el Estudio de Impacto Ambiental.

COLONIA/COMUNIDAD	COMENTARIO/INTERROGANTE/RECOMENDACIONES	INCORPORACIÓN EN DISEÑO FINAL Y ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
<b>PRIMERA CONSULTA PÚBLICA.</b>		
AMUVASAN/OPVSA	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recomendó trabajar en equipo con la oficina de la OPVSA sobre algunos aspectos del ordenamiento del territorio, especialmente con las calles marginales al proyecto vial.</li> <li>Solicitaron reuniones con el equipo técnico diseñador para incorporar algunas recomendaciones puntuales en el proyecto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se tuvieron reuniones con el equipo técnico de AMUVASAN/OPVSA, para la incorporación de aportes realizados por AMUVASAN/OPVSA, especialmente con el tema de calles marginales al proyecto y vendedores instalados en el derecho de vía.</li> </ul>
Residencial Quintas Las Mercedes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Solicitaron información sobre retornos, especialmente si la pista de aterrizaje desaparecía recomendaron incorporar retornos no muy alejados de su residencial, al igual que pasarela, debido al nuevo ancho de la carretera.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se informó sobre los tres retornos que ha considerado el diseño final del proyecto, los cuales generarán buena movilización a la población de la zona de influencia del proyecto, quedando lo suficientemente cerca para prevenir recorridos mayores por los usuarios. Para la Residencial el retorno queda justamente frente a la misma (estación 26+000).</li> <li>La pista de aterrizaje será incorporada a la nueva ampliación de la carretera.</li> </ul>
Residencial Bosques de Lourdes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recomendaron la incorporación de pasarela y retorno, debido a que en ese desarrollo existen unas 800 familias y con el nuevo ancho de la carretera, la probabilidad de accidentes será muy alta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se explicó que el retorno de la estación 26+000 queda a 0.5 km de la entrada de la residencial y la pasarela queda junto frente a la Residencial Los Chorros, en forma aleadaña a la Residencial Bosques de Lourdes, con su parada de buses.</li> </ul>
Residencial Esmeralda	<ul style="list-style-type: none"> <li>El presidente de la junta directiva manifestó su preocupación por el nuevo ancho de la carretera y las cantidades de agua lluvia que se generaría, recomendando que debe diseñarse un buen sistema de manejo de las mismas para que no entren a la residencial.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se mostró el drenaje longitudinal y transversal de la zona y sus puntos de descarga, y la explicación de su manejo generó satisfacción a los participantes de la Residencial.</li> </ul>
Residencial Pasatiempo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Su interrogante fue manifestada especialmente por la integración de ciclo vía, la cual ayudaría a la circulación vehicular no motorizada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>En el diseño final de ingeniería, se presentó el recorrido de la ciclo vía y sus zonas de descanso, para tranquilidad de los habitantes de la residencial.</li> </ul>
Representante de empresa Holcim.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Manifestó que los retornos actuales fueran revisados en su diseño, por el problema que ellos tienen con sus camiones al momento de realizar los giros de cambio de sentido en la carretera.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se explicó que el diseño de los retornos ha considerado la movilidad sin problemas de camiones articulados.</li> </ul>
Representante de Metro centro Lourdes	<ul style="list-style-type: none"> <li>La preocupación estuvo sugerida con las paradas de buses, debido a que en la zona de metro centro Lourdes se generan problemas de tráfico porque el transporte colectivo no tiene espacio suficiente para estacionarse, donde ellos suben y bajan pasajeros.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se explicó que las paradas de buses son suficientemente amplias para dar cobertura al tráfico de la zona, lo cual evitará que se generen problemas de embotellamientos particularmente en la zona de Metrocentro Lourdes.</li> </ul>
Comunidad Las Moras.	<ul style="list-style-type: none"> <li>En el diseño de las nuevas pasarelas debe tomarse en cuenta a las personas con discapacidad para mejorarles la movilidad y la prevención de accidentes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las pasarelas diseñadas son inclusivas, lo cual fue explicado.</li> </ul>
Unidad de Salud de Lourdes	<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Preguntó si se mantendrán restricciones de paso de vehículos pesados en la nueva carretera?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Por el momento no se tienen debido a que el diseño contempla los requerimientos del Estudio de Tráfico.</li> </ul>

COLONIA/COMUNIDAD	COMENTARIO/INTERROGANTE/RECOMENDACIONES	INCORPORACIÓN EN DISEÑO FINAL Y ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
Varios participantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Solicitaron la presentación para compartirla en sus reuniones de empresas y residenciales para poder hacer recomendaciones o solicitar aclaraciones, las cuales las estarán remitiendo vía correo electrónico durante el desarrollo de la consultoría.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La presentación en power point fue socializada para que pudiesen revisarla y generar sus aportes.</li> </ul>
<b>SEGUNDA CONSULTA PÚBLICA</b>		
Alcalde municipal de Colón.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contemplará iluminación la nueva autopista, debido a que las actuales lámparas es un proyecto que está pagando la municipalidad y esas pasarán a las comunidades en el momento que sean retiradas.</li> <li>Debe generarse mayor acercamiento con la municipalidad para colaborar en la difusión del proyecto, especialmente con el tema de los afectados en el derecho de vía</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El diseño final contempla la iluminación de la nueva carretera y viaducto, durante la construcción se avisará a la municipalidad para que proceda a retirar las lámparas propiedad de la municipalidad.</li> <li>Se generó acercamiento con todas las municipalidades del área de influencia del proyecto, producto de eso ha sido su participación en todas las consultas públicas realizadas.</li> </ul>
AMUVASAN/OPVSA	<ul style="list-style-type: none"> <li>Solicitaron reuniones con el equipo técnico diseñador para realizar sus aportes de acuerdo a la planificación de la zona del Valle de San Andrés.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se tuvieron reuniones con el equipo técnico de AMUVASAN/OPVSA, para la incorporación de aportes realizados por AMUVASAN/OPVSA, especialmente con el tema de calles marginales al proyecto y vendedores instalados en el derecho de vía.</li> </ul>
Residencial Las Arboledas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recomendaron incrementar un retorno en el mismo sitio en donde se encuentra al actual, debido a que se explicó que el más próximo estará aproximadamente a 2 km de distancia de la entrada a la misma.</li> <li>El factor social y el impacto económico a los habitantes "beneficiados" con el proyecto es de tomar en cuenta para la toma de decisiones para ubicar retorno, el cual está muy cerca al redondel Claudia Lars y muy lejos de la Residencial Las Arboledas</li> <li>Cuando finaliza el Diseño.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El retorno que el diseño final del proyecto contempla es el ubicado en la Estación 26+000, el cual brinda cobertura a las residenciales del área. Se explicó que no fue posible incrementar uno nuevo por el tema de afectaciones de las residenciales aledañas, mostrando conformidad los participantes.</li> <li>Se explicó que el retorno cercano está a 2 km del actual quedando en forma intermedia entre la Residencial Las Arboledas y la rotonda del inicio del boulevard Claudia Lars, lo cual fue bien visto por los participantes.</li> <li>El diseño final y el Estudio de Impacto Ambiental, se aclaró que está finalizado y en revisión por el titular.</li> </ul>
Residencial Los Chorros	<ul style="list-style-type: none"> <li>La pasarela frente Residencial Los chorros es necesaria se construya</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El diseño final contempla la pasarela, se explicó las mejoras para la conformidad de los participantes.</li> </ul>
Quintas Las Mercedes	<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Adónde quedará el retorno hacia Quintas de Las Mercedes y Gratamira?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se explicó que el retorno queda exactamente en la Estación 26+000, dando cobertura para ambas residenciales.</li> </ul>
El MINED por medio del Director del Centro Educativo Soldado Óscar Ortiz	<ul style="list-style-type: none"> <li>Manifestó que por existir movilidad de estudiantes en la zona se necesita una pasarela, además aceras y hombros amplios para prevenir accidentes en los mismos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El diseño contempla una pasarela inclusiva en esta zona, así como aceras y hombros amplios, quedando satisfecho el Director del Centro Educativo.</li> </ul>
Residencial Quintas Las Mercedes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Solicitaron información sobre retornos, especialmente si la pista de aterrizaje desaparecía recomendaron incorporar retornos no muy alejados de su residencial, al igual que pasarela, debido al nuevo ancho de la carretera.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se explicó que el proyecto en su diseño final contempla la construcción de retornos y pasarelas de acuerdo a lo que las personas de las residenciales y comunidades han recomendado, resultados del Estudio de Impacto Social.</li> </ul>

COLONIA/COMUNIDAD	COMENTARIO/INTERROGANTE/RECOMENDACIONES	INCORPORACIÓN EN DISEÑO FINAL Y ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
Residencial Bosques de Lourdes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recomendaron la incorporación de pasarela y retorno, debido a que en ese desarrollo existen unas 800 familias y con el nuevo ancho de la carretera, la probabilidad de accidentes será muy alta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se explicó que el retorno de la estación 26+000 queda a 0.5 km de la entrada de la residencial y la pasarela queda junto frente a la Residencial Los Chorros, en forma aledaña a la Residencial Bosques de Lourdes, con su parada de buses.</li> </ul>
Residencial Esmeralda	<ul style="list-style-type: none"> <li>El presidente de la junta directiva manifestó su preocupación por el nuevo ancho de la carretera y las cantidades de agua lluvia que se generaría, recomendando que debe diseñarse un buen sistema de manejo de las mismas para que no entren a la residencial.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se mostró el drenaje longitudinal y transversal de la zona y sus puntos de descarga, y la explicación de su manejo generó satisfacción a los participantes de la Residencial.</li> </ul>
Representante de Metro centro Lourdes	<ul style="list-style-type: none"> <li>La preocupación estuvo sugerida con las paradas de buses, debido a que en la zona de metro centro Lourdes se generan problemas de tráfico porque el transporte colectivo no tiene espacio suficiente para estacionarse, donde ellos suben y bajan pasajeros.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se explicó que las paradas de buses son suficientemente amplias para dar cobertura al tráfico de la zona, lo cual evitará que se generen problemas de embotellamientos particularmente en la zona de Metrocentro Lourdes.</li> </ul>
CAM	Tienen programado el apoyo de Gestores de Tránsito, para subsanar la carga de tráfico, durante la realización del proyecto	Se explicó que durante la construcción se tiene un plan de manejo de tráfico para prevenir inconveniente en la movilización hacia Santa Tecla y viceversa.
Plan Internacional	¿Entendí que se talarán los árboles del centro de la carretera, si es así se ha contemplado la reforestación?	Se confirmó la tala de los árboles y se explicó el proceso de compensación que se llevará a cabo con el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en sitios de interés para el mismo, siendo la compensación mediante un concepto de regionalidad y cuidado de la misma para que cumpla con la finalidad.
Varios participantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Para el tramo desde el desvío de Opico hasta el Poliedro, parecen insuficientes 3 carriles. En caso de no poder agregar un cuarto carril, cómo impedirán que los automovilistas hagan el cuarto carril en el hombro.</li> <li>Se construirá paso a desnivel en el desvío de Opico</li> <li>Se incluirá ciclovía y hombros en la carretera</li> <li>Desaparecerá la pista de pista de aterrizaje al final del proyecto, pregunto</li> <li>¿El retorno de la gran plaza se mantiene? y con las ventas ambulantes frente metro centro que se hará?</li> <li>Se ha contemplado el desviar el transporte público, así como se hizo años atrás cuando repararon la carretera los chorros para hacer más fluido el tráfico mientras este en construcción.</li> <li>Reconsideren lo de los retornos si aún es posible para el caso de los habitantes de todas las residenciales que se han mencionado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se detalló que, de acuerdo al estudio de tráfico, será suficiente los tres carriles por sentido, también se detalló la presencia de hombros, aceras y ciclovía.</li> <li>Se explicó que es una decisión del titular (MOPT).</li> <li>Se detallo que el proyecto cuenta con aceras, ciclovía y hombros.</li> <li>La pista de aterrizaje será parte del proyecto, por lo tanto, desaparecerá.</li> <li>Se explicó que serán dos retornos los que tendrá el proyecto entre el poliedro y la rotonda del boulevard Claudia Lars. El tema de ventas ambulantes ha sido retomado por el Plan de Acción de Reasentamiento para manejo respectivo por parte del titular del proyecto.</li> <li>El transporte público en la etapa de construcción será manejado por medio de un plan de manejo de tráfico, el cual será definido en su momento de acuerdo al avance de los frentes de trabajo. El tema de los retornos fue explicado que en el tramo del poliedro y el final del proyecto serán construidos dos, uno en el poliedro y el otro en la estación 26+000 que de acuerdo al estudio de tráfico son suficientes para dar respuesta al tráfico que se genera en la zona.</li> </ul>

COLONIA/COMUNIDAD	COMENTARIO/INTERROGANTE/RECOMENDACIONES	INCORPORACIÓN EN DISEÑO FINAL Y ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
Varios participantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuál es el plan de reasentamiento de los afectados: ¿adónde los moverán? o cuál será el proceso de indemnización por uso de terreno.</li> <li>• Excelente lo de la ciclovía, pero muchos automovilistas no respetan al ciclista ni mucho menos al peatón, hay que colocar cámaras para aplicarles la ley de tránsito.</li> <li>• ¿Cuánto tardará el proyecto?</li> <li>• ¿Que se van a hacer con todos los árboles en el tramo del poliedro al sitio del niño?</li> <li>• Cómo se va a hacer con los estudiantes por qué muchos jóvenes y niños viajan para Santa Tecla y sería bueno ver ese tema por favor para que no madruguen mucho.</li> <li>• Debe protegerse la fauna y Flora y reforestar</li> <li>• ¿Habrá una reunión para las personas que serán reasentadas? Se ha contemplado en la zona del próximo viaducto la altura de las bardas de protección, porque la altura será considerable, para evitar la caída de vehículos al precipicio en el caso de un accidente conociendo la mala cultura en el</li> <li>• Contemplar aceras para personal de maquilas</li> <li>• Considerar basureros en el tramo total, en las zonas de mayor circulación de personas para evitar obstrucción de canaletas de agua Solicitaron la presentación para compartirla en sus reuniones de empresas y residenciales para poder hacer recomendaciones o solicitar aclaraciones, las cuales las estarán remitiendo vía correo electrónico durante el desarrollo de la consultoría.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El Plan de reasentamiento tiene toda una estructura definida de compensación para los afectados, los cuales serán notificados en el momento oportuno.</li> <li>• El proyecto por el momento no contempla el uso de cámaras en la ciclovía, sin embargo, a futuro podría ser considerada por la Dirección General de Tránsito.</li> <li>• La construcción del proyecto se ha dejado diseñado para 2 años.</li> <li>• Los árboles serán talados y compensados en Áreas Naturales Protegidas cercanas al proyecto, que son manejadas por el MARN.</li> <li>• Se tendrá un plan de manejo del tráfico para prevenir mayores embotellamientos para la movilización de la población, incluyendo a los estudiantes.</li> <li>• Para el caso de la flora será compensada en sitios definidos por el Ministerio de Medio Ambiente (Áreas Naturales Protegidas cercanas al proyecto) y para el caso de la fauna se realizarán algunos pasos de fauna terrestre en los sitios de avistamiento.</li> <li>• Se realizaron diversas reuniones y consultas para el tema del Plan de Acción de reasentamiento. Para la zona del viaducto se ha contemplado todo un dispositivo de barreras de seguridad para los automovilistas.</li> <li>• El proyecto contempla aceras en su mayor parte, especialmente en las zonas de residenciales, comunidades e industrias.</li> <li>• Se explico que se pondrá en acción el manejo de los desechos sólidos comunes y especiales durante la construcción del proyecto, en la etapa de funcionamiento esta labor es realizada por el titular y sus dependencias. Se ha remitido las presentaciones realizadas en las tres consultas públicas para que pudiera ser replicada al resto de habitantes de las comunidades y residenciales, así como personas interesadas.</li> </ul>
<b>TERCERA CONSULTA PÚBLICA.</b>		
AMUVASAN/OPVSA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recalcaron el tema de los vendedores que se han instalado en el derecho de vía y la posibilidad de desalojo por parte de la empresa diseñadora.</li> <li>• Se recalcó el tema de las paradas de buses y el suficiente espacio para prevenir embotellamientos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se explicó que se ha retomado el tema con el Plan de Acción de Reasentamiento, el cual se pasará al titular del proyecto para las decisiones de lo procedente de acuerdo a la legislación aplicable.</li> <li>• Se explicó que el diseño de las mismas considera suficiente espacio para prevenir el embotellamiento.</li> </ul>
Residentes aledaños al río Agua Amarilla.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manifestaron el buen manejo de las aguas de escorrentía para prevenir que se descarguen en los terrenos aledaños al río.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se manifestó que el diseño incluye drenaje trasversal y longitudinal con puntos de descarga a los drenajes naturales y no a las propiedades aledañas.</li> </ul>
Residencial Los Chorros	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El proyecto aun contempla talar los árboles que están presentes en el centro de la actual carretera para la ampliación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La respuesta fue que si, debido a la falta de espacio a los laterales y se aclaró que se hará compensación ambiental en las Áreas Naturales Protegidas cercanas al proyecto bajo común acuerdo con el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.</li> </ul>



<b>COLONIA/COMUNIDAD</b>	<b>COMENTARIO/INTERROGANTE/RECOMENDACIONES</b>	<b>INCORPORACIÓN EN DISEÑO FINAL Y ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>
Comunidad El Poliedro.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se realizarán afectaciones a la comunidad con la ampliación de la carretera.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se informó que no será afectada.</li> </ul>
Centro Turístico Los Chorros	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sera afectada la pasarela que tiene el Centro Turístico de forma exclusiva.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se explicó que se ha diseñado en forma inclusiva para que sea utilizada por los miembros de la comunidad y los visitantes al Centro Turístico Los Chorros.</li> </ul>
Galvanissa S.A. de C.V.	<ul style="list-style-type: none"> <li>El representante preguntó si la valla publicitaria que tienen en el derecho de vía será afectada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se manifestó que la valla publicitaria que se encuentra en el derecho de vía si, la propiedad no.</li> </ul>
Alcaldía municipal de Colón	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se mantendrá la pasarela a la altura de la ciudad de Colón.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se respondió que no, debido a que el tráfico de la carretera será en un paso de nivel bajo no afectando la movilidad de los habitantes de la ciudad, y para los accesos a la ciudad los cuales quedarán en un nivel más alto, se han diseñado pasos a nivel y aceras para la movilidad de peatones.</li> </ul>
Residenciales Pasatiempo, Arboledas y Bosques de Lourdes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Preguntaron sobre la ubicación exacta del retorno más cercano a las residenciales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se respondió que sobre la estación 26+000, frente a la entrada de la Residencial Quintas Las Mercedes.</li> </ul>

Fuente: Participantes de la consulta pública

Las conclusiones del proceso de consulta pública desarrollado en el proyecto, son las siguientes:

- La participación de los pobladores de la zona de influencia del proyecto en el proceso de consulta pública fue considerado muy amplia, debido a que estuvieron presentes representantes de las municipalidades de Colón, Santa Tecla, San Juan Opico, Presidentes de las Juntas Directivas de comunidades y residenciales, Instituciones Públicas, Empresas Privadas, Colegios, entre otros.
- Se generó un ambiente de amplia participación, a los cuales se les brindó respuestas de acuerdo a lo manifestado tanto en la primera, segunda y tercera consulta pública desarrollada en el proyecto.
- Algunos representantes de comunidades y negocios, solicitaron la presentación del proyecto para compartirla con el resto de habitantes, lo cual fue accedido por la empresa Consultora.
- La consulta pública fue desarrollada con toda normalidad, manifestando los presentes sus opiniones a la presentación del proyecto brindada y su beneplácito a las demandas realizadas por los medios disponibles.
- Los participantes de la tercera consulta pública, manifestaron su agrado por el proceso de consulta pública desarrollado y por la próxima ejecución del proyecto e instaron de iniciar la etapa de construcción lo más pronto posible.

En resumen, las recomendaciones y comentarios de los participantes fueron los siguientes:

- Iniciar el proyecto (etapa de construcción) lo más pronto posible para corregir el problema del tráfico que se genera en las horas de la mañana y de la tarde en el tramo de la carretera.
- Tomar en cuenta el manejo del tráfico con toda la seriedad posible al momento de la construcción para prevenir accidentes y retrasos de la población que debe desplazarse a Santa Tecla y los que deben viajar hacia los otros municipios del área de influencia del proyecto.
- Instaron a que debe complementarse el proyecto con el paso de doble nivel sobre la rotonda del boulevard Claudia Lars, esto ayudará a mejorar la movilidad sobre la carretera principal y prevenir accidentes de tránsito.

En el Apéndice 6, se presentan los informes de las consultas públicas desarrolladas para el proyecto.

#### 4.4.16 Localización de zonas protegidas, parques nacionales, áreas en proceso de ser protegidas, áreas sensibles y áreas que integren el corredor biológico nacional.

En el área de influencia del proyecto, bajo los recorridos efectuados no se localizaron zonas protegidas, parques nacionales, áreas en proceso de ser protegidas, sin embargo, en forma aledaña a la actual vía especialmente en la zona de la cordillera del Bálsamo se tiene un área de conservación (Ver Ilustración 64) para lo cual se ha incluido un el estudio de riesgos con la finalidad de brindar la protección necesaria para prevenir su deterioro. Las actividades que se desarrollan en la zona de influencia del proyecto son agrícolas y comerciales principalmente.

Ilustración 64. Ubicación del proyecto.



Fuente: Visualizador de información geográfica de evaluación ambiental-MARN.  
(<http://mapas.marn.gob.sv/VIGEA/nepamap.aspx?wherestr=COLON&searchtype=municipios>).

#### 4.4.17 Localización de zonas arqueológicas.

La zona de influencia directa del proyecto destaca por no contar, contiguo al trazo de la carretera, con la presencia de materiales culturales, muebles de interés arqueológicos y no se observan restos de estructuras o edificaciones prehispánicas, coloniales o republicanas con potencial arqueológico, según informe de MICULTURA (ver Apéndice 7).

#### 4.4.18 Actividades básicas enmarcadas dentro de las fases de preparación del sitio, construcción y funcionamiento.

Las actividades básicas enmarcadas en cada una de las fases que contemplará el proyecto y que se han considerado en el Programa de Manejo Ambiental se presentan en la Tabla 36.

Tabla 36. Actividades del proyecto “Construcción de Viaducto y Ampliación de Carretera CA01W (Tramos los Chorros), entre autopista Monseñor Romero y CA01W; municipios de Santa Tecla, Colón y San Juan Opico, departamento de La Libertad”.

Etapa	Macro actividad	Actividades	Descripción de las actividades
ETAPA DE CONSTRUCCIÓN	PREPARACIÓN DE SITIO	Topografía y trazo.	Colocación de estacas, replanteo de estacas, cálculo y registro de los datos para el control del trabajo.
		Gestión para la adquisición de derechos de vía y Plan de acción de reasentamiento Específico (PAR).	Gestiones para llevar a cabo el Plan de Reasentamiento, el cual involucra tantas actividades administrativas y de campo, especialmente en mediciones y valúo.
		Gestiones ambientales para las unidades de apoyo.	Gestiones administrativas que conllevan a regular y obtener los permisos ambientales de los sitios que funcionarán como unidades de apoyo.
		Establecimiento del plantel e Instalaciones provisionales	Instalación de oficinas administrativas, laboratorios de control y aseguramiento de la calidad, bodegas y almacén, taller de mecánica, planta eléctrica, tanque de combustible, bomba dispensadora, parqueos, sanitarios, trituradora, etc.
		Movilización de maquinaria.	Movilización, control de calidad, control del tráfico existente, seguridad e higiene industrial, trazado y replanteo topográfico
		Adecuación y apertura de accesos temporales.	Identificación y adecuación de caminos provisionales.
		Remoción y reubicación de servicios.	Distribución eléctrica, telefónica, drenajes, agua potable, etc.
		Limpieza y desmonte (Tala y destronconado)	Desmonte, limpieza y remoción de la cobertura vegetal, corta de los árboles necesarios para dar lugar a la construcción del proyecto y traslado de los restos a los sitios de disposición final.
	MOVIMIENTO DE TIERRAS Y ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN	Uso de maquinaria y equipo.	Para las diferentes actividades de la obra.
		Descapote.	Eliminación de la capa fértil del suelo de la zona de la ampliación y de los sitios necesarios para el viaducto.
		Remoción de revestimiento/pavimentos.	Trituración del revestimiento o del pavimento para convertirlo en parte de la sub base.
		Demolición de edificaciones existentes.	Demolición de muros, viviendas, etc., procedentes del reasentamiento humano.
		Terracería.	Labores de nivelación del terreno que incluyen cortes y rellenos.
		Desalojo de los materiales sobrantes.	Desalojo de restos provenientes de la terracería que no serán utilizados en la nivelación del terreno.
		Uso de bancos de materiales y de sitios de disposición final.	Uso de los bancos de materiales para el proyecto y de los sitios de disposición final de material excedente para el depósito de los restos de materiales provenientes de la terracería y que no serán utilizados en el proyecto.
		Transporte de materiales.	Movilización de camiones con los materiales de construcción.
		Preparación de sub-rasante y subbase.	Actividades de preparación de la vía, antes de la colocación del pavimento.
		Excavación / compactación.	Excavación de sitios para dar paso al drenaje tanto mayor como menor y compactación de los mismos.
		Construcción de viaducto	Generación de accesos a los sitios de construcción de las bases, excavaciones, colocaciones de estructuras aéreas, pavimentación, etc.
DRENAJES	Ampliación de obras de paso (drenaje mayor).	Ampliación de estructuras de acero, concreto y mampostería (puentes y cajas).	

Etapa	Macro actividad	Actividades	Descripción de las actividades
		Construcción de obras de drenaje menor (ampliación).	Construcción y ampliación de drenaje tuberías, canaletas, bordillos, etc.
		Instalación de pavimentos.	Pavimentos de comportamiento elástico: capa base, riego, pavimento asfáltico, capa de grava-emulsión. Pavimentos de comportamiento rígido: capa de grava-cemento, pavimento de concreto hidráulico, capa de suelo-cemento
		Construcción de aceras y ciclovía.	Pavimentos de comportamiento rígido: capa de grava-cemento, pavimento de concreto hidráulico.
	VARIOS	Señalización.	Señalización horizontal: marcas sobre el pavimento, vialitas unidireccionales, etc. Señalización vertical: señales preventivas, restrictivas, informativas, etc.
		Colocación de separador central.	Colocación de separador tipo New Jersey.
		Remoción y construcción de pasarelas y paradas de buses.	Se removerán las pasarelas existentes y se construirán las necesarias de acuerdo a las recomendaciones de las consultas públicas.  Colocación de paradas de buses para las personas aledañas a la vía y que utilizan el transporte público.
		Construcción de muros en taludes.	Construcción de muros en los taludes de relleno.
		Medidas de mitigación y compensación ambiental.	Compensación de árboles afectados por el proyecto, engramado de isletas, barreras vivas de vetiver, humectaciones con agua, paso de fauna terrestre adaptando obras de drenaje mayor para que sean utilizadas por los animales para la movilización de un lado al otro de la carretera, control de calidad del agua, control de la calidad del aire, especialmente con la prevención de la generación del polvo con riegos de agua en forma periódica en los frentes de trabajo, etc.
CIERRE DE LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.	Cierre ambiental de las unidades de apoyo.	Desmantelamiento de plantel, finalización de las medidas ambientales de las unidades de apoyo (plantel, sitios de disposición final y banco de materiales)	
	Monitoreo de la estabilidad de taludes.	Incluye las actividades de inspección de los taludes para que estén en buen estado y correcciones en los que se encuentren con problemas.	
	Limpieza del corredor vial.	Limpieza de materiales de construcción sobrantes, retiro de maquinaria y equipo, etc.	
ETAPA DE FUNCIONAMIENTO.	Mantenimiento rutinario la franja del derecho de vía y drenajes.	Limpieza del derecho de vía y los elementos de drenaje transversal y longitudinal. La actividad incluye la poda de la vegetación para asegurar una adecuada visibilidad.	
	Mantenimiento rutinario del rodaje, hombros, aceras y ciclovía	Las actividades involucradas y las frecuencias de intervención dependen del tipo de superficie de rodaje. Esta actividad incluye tareas de barrido de la superficie, sello de fisuras, sello de grietas y bacheos, resultando con mayor demanda sobre superficies asfálticas.	
	Mantenimiento periódico del rodaje, hombros, aceras, ciclovía y drenajes.	Resello de juntas de losas, aplicada en 4 intervenciones durante el período de vida útil y espaciadas cada cinco (5) años después de la puesta en funcionamiento del proyecto. Cepillado de losas para el área de rodaje, aplicada en 2 intervenciones durante el período de vida útil	
	Mantenimiento periódico de la señalización vial.	Reemplazo de la señalización vial que se realiza en paralelo al mantenimiento con las intervenciones de mantenimiento periódico del rodaje y hombros.	

Etapa	Macro actividad	Actividades	Descripción de las actividades
		Mantenimiento de las obras ambientales (obras verdes) y mantenimiento de los pasos de fauna terrestre.	Consiste en las actividades de poda, riego de agua, fertilización, control de plagas o reemplazo, según aplique, para todas las obras verdes plantadas con cargo al proyecto, con el propósito de asegurar su arraigo (árboles, zacate o engramados), de igual manera debe brindarsele mantenimiento a los pasos de fauna terrestre para generarles condiciones de movilidad.
		Operación de Maquinaria y Equipo.	Para las diferentes actividades de mantenimiento de la obra.
		Tráfico vehicular.	Movimiento de los vehículos tanto livianos como pesados en el corredor vial en funcionamiento.

Fuente: Elaboración propia

4.4.19 Descripción cualitativa y cuantitativa de cada uno de los servicios básicos y de infraestructura necesarios para la ejecución del proyecto en cada una de las etapas del proyecto.

4.4.19.1 Vías de acceso.

Los accesos a utilizar serán por las mismas calles existentes, previniendo daños a otros localizados en las comunidades, lo cual será manejado por medio de señalización temporal.

4.4.19.2 Abastecimiento de agua potable.

Se proporcionará a todos los trabajadores suficiente agua potable y en forma accesible, cumpliendo con los parámetros establecidos en la norma oficial de El Salvador (NSO 13.07.01.08 Agua Potable). Cada trabajador debe ser dotado de recipientes individuales para el abastecimiento.

4.4.19.3 Abastecimiento de agua para riego y procesos constructivos.

Las fuentes de agua para abastecer los camiones cisternas que realizarán las humectaciones, que se recomiendan son las siguientes:

- Fuente de agua del sector Los Chorros, siendo una fuente que es acopiada en pilas y procede de fuentes subterráneas del sector del turicentro, se encuentra ubicada aldeaña a la actual carretera en la estación 17+050 LI. En la Ilustración 65, se puede visualizar el sitio de llenado de la misma.

Ilustración 65. Fuente de abastecimiento de agua para humectaciones, proveniente del sector del turicentro Los Chorros.



Fuente de agua proveniente del sector del turicentro Los Chorros.

- Fuente de agua proveniente del río Los Chorros o río Colón o quebrada El Guarumal (ver Ilustración 66).

Ilustración 66. Fuente de abastecimiento de agua para humectaciones, proveniente del río Los Chorros.



A 200 m de la actual carretera, lateral izquierdo, estación 20+300 LI.

A 100 m de la actual carretera, lateral izquierdo, estación 18+500 LI.

- Planta embotelladora de agua empresa Gorco Ltda de C.V. Ubicada a 200 m de la actual carretera en el lateral derecho, cantón Arenera, cuenta con Resolución MARN No. 6319-611-2009, aún vigente. En el Apéndice 8, se presenta la resolución MARN.

4.4.19.4 Medida para mitigar el riesgo en los sitios de abastecimiento de agua. Las medidas para mitigar el riesgo en los puntos de abastecimiento de agua para las diversas actividades del proyecto, serán las siguientes:

- Señalización temporal de las vías de acceso a los sitios propuestos para el abastecimiento de agua para las humectaciones y procesos constructivos.
- Manejo del tráfico mediante las y los banderilleros y buena señalización provisional, para prevenir accidentes en los sitios que sean utilizados como fuentes de agua.

4.4.19.5 Manejo y disposición final de las aguas residuales de tipo ordinario y de tipo especial. Para prevenir la contaminación del suelo y agua por desechos fisiológicos sólidos y líquidos, se proveerá a los trabajadores de servicios sanitarios tanto fijos con fosa séptica, así como portátiles.

Se instalarán sanitarios fijos en el plantel y sanitarios portátiles en la traza del proyecto, en cada frente de trabajo con una proporción de un sanitario por cada 20 trabajadores o trabajadoras en forma desagregada por sexo, el mantenimiento (limpieza y retiro de desechos) se realizará como mínimo dos veces por semana a través de una empresa debidamente autorizada para prestar este servicio y que cumpla con la normativa ambiental, debido a que se generarán aguas residuales tanto negras como grises y esta empresa será la encargada de darle el tratamiento a las mismas fuera del proyecto. Se estima que la cantidad de aguas residuales de tipo ordinario que se estarán generando en el proyecto y tratando fuera de él, será de: quinientos cincuenta y dos (552.00) m<sup>3</sup> en los 24 meses de duración del proyecto.

Tomando en cuenta el número de obreros y empleados tanto en las unidades de apoyo como en la traza del proyecto, se realizan las estimaciones que se muestran en la Tabla 37, respecto al número de sanitarios fijos de fosa séptica y sanitarios portátiles.

Tabla 37. Sanitarios fijos y portátiles que serán utilizados en la etapa de construcción del proyecto.

Detalle	Cantidades
Sanitarios de fosa séptica para el plantel	9
Sanitarios portátiles para sitios de disposición final de Material Excedente	6
Sanitarios portátiles para los frentes de trabajo en la traza del proyecto.	35
<b>Total</b>	<b>50</b>

Fuente: Propia.

4.4.19.6 Manejo y disposición de los desechos sólidos. Los residuos que se prevé generarán el proyecto, durante las distintas etapas han sido clasificados de acuerdo a los siguientes tipos.

- Preparación de sitio.

Desechos provenientes de la limpieza del derecho de vía.

Los restos vegetales que se generarán, serán puestos a disposición de los caficultores y agricultores de la zona, con la finalidad de que sean utilizados como abonos verdes. Al no



existir por parte de ellos interés, serán recolectados y trasladados a diario por medio de camiones hacia los sitios de disposición final de material excedente autorizados por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). Se estima que en los 5,772 árboles que serán afectados por las labores de preparación de sitio, se estará generando un aproximado de 1,200 m<sup>3</sup> de material verde que será conducido al sitio de disposición final de material excedente, si es rechazado por los lugareños.

Material proveniente de la terracería.

Según las estimaciones realizadas, se estima que se producirán 62,680.98 m<sup>3</sup> de suelo de descapote. La cantidad de material sobrante de la traza, es decir, el que no sea utilizado en la revegetación de los taludes de corte y de relleno, será transportado a los sitios de disposición final de material excedente autorizados por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). Los materiales se trasladarán a diario, en camiones volquetas, los cuales deberán ir cubiertos con lona para prevenir emisiones de particulados.

El suelo de descapote será estratégicamente acopiado y resguardado en promontorios de 1.5 m. de altura, y se le colocará una cubierta de plástico para resguardarlo de la lluvia y prevención de emisión de particulados, su utilización será en enriquecimiento de las zonas que serán revegetadas (taludes de corte y de relleno).

Residuos sólidos no peligrosos.

Los desechos sólidos no peligrosos incluyen residuos de construcción, demolición y embalajes, como concreto, acero estructural, alambre, despuntes de hierro y otros similares, serán depositados en los sitios de disposición final de material excedente, exceptuando el acero, hierro, alambre, los cuales serán enviados a empresas que reciclan estos materiales, siendo almacenados temporalmente en el terreno en donde se ubicará el plantel para luego ser conducidos a las recicladoras que se presentan en el Programa de Manejo Ambiental.

- Construcción.

Desechos sólidos comunes.

Los residuos orgánicos incluyen los producidos por los trabajadores en el plantel y en los frentes de trabajo, durante la fase de construcción del proyecto, principalmente restos provenientes de alimentos, botellas de plástico, envases de vidrio, cartón, latas de aluminio, etc. El manejo de estos desechos se llevará a cabo de la siguiente forma:

Plantel y unidades de apoyo: Para el manejo de los desechos sólidos comunes se colocarán al menos cuatro recipientes, clasificados de la siguiente forma: color verde (desechos orgánicos), color rojo (desechos de vidrio), color azul (desechos plásticos) y color amarillo (desechos de cartón). Los recipientes considerados para recolectar los desechos serán barriles de plástico o metálicos con tapaderas, con capacidad de 55 - 65 galones, rotulados y con bolsa removible en su interior.

Frentes de trabajo y unidades de apoyo: De igual forma se colocarán en puntos estratégicos cercanos a los frentes de trabajo, baterías de cuatro (4) recipientes, los cuales estarán identificados con viñetas para el almacenamiento temporal. Los desechos serán recolectados diariamente y llevados al plantel; en donde se tendrán contenedores con capacidades de acuerdo al tipo de desecho que se genere, contando con una zona techada, impermeabilizada y protegida por una malla ciclón; siendo un área aproximada de 110 m<sup>2</sup>, luego serán contactadas empresas para el reciclaje de los mismos, mostrándose en la Tabla 38 algunas de las empresas. Al no existir receptor en las empresas, en última instancia los desechos serán recolectados y dispuestos finalmente por las municipalidades de Santa Tecla, Colón y San Juan Opico de acuerdo al área de influencia en el proyecto.

Ruta de recolección y disposición final: La recolección estará bajo la responsabilidad de la brigada de higiene y seguridad ocupacional de la empresa constructora del proyecto, la cual diariamente realizará la actividad, iniciando desde los frentes de trabajo más alejados del plantel, incluyendo las unidades de apoyo, para luego finalizar con los aledaños, transportando cada uno de los desechos por separado, en los contenedores con sus respectivas tapaderas, trasladándolos al sitio de almacenamiento temporal ubicados en el plantel, en donde serán acopiados en forma segregada para ser retirados por las empresas recicladoras o ser conducidos al relleno sanitario.

Se estima que la brigada de higiene contará al menos con dos (2) trabajadores quienes realizarán la labor del traslado de los recipientes, así como un (1) vehículo provisto de un contenedor para el transporte de los mismos y el personal que se dedicará al manejo de la higiene del proyecto, estará equipado con chaleco reflectivo, botas de hule, mascarilla, guantes de cuero y de hule y casco protector.

En el Apéndice 9, se presentan las notas brindadas por las municipalidades de Santa Tecla, Colón y San Juan Opico para la recolección y disposición final de los desechos sólidos comunes del proyecto.

**Residuos sólidos peligrosos.**

Los residuos peligrosos son materiales residuales que no serán utilizados nuevamente en el sitio y que son considerados inflamables, radioactivos, corrosivos y/o tóxicos.

Los residuos peligrosos, que se prevé generarán el proyecto serán: aceites usados, filtros de aceite y combustible, suelos y arena contaminados con hidrocarburos y materiales absorbentes (wipes, franelas y cartón de filtros contaminados con restos de hidrocarburos). El manejo que se propone se muestra en la Tabla 38.

Tabla 38. Manejo propuesto para los residuos sólidos peligrosos.

Residuo/ desecho.	Origen.	Manejo.	Disposición.	Tiempo.
Filtros de aceite <sup>5</sup> .	Mantenimiento de vehículos.	Son recolectados por las empresas que brindan el cambio de aceite y los trasladan a sus talleres para el manejo final.	General de Equipos, Col. y Ave. Las Mercedes #401, San Salvador, El Salvador PBX (503) 2223-2323 / 2250-8000	Cada vez que brindan el servicio de cambio de aceite, retiran el filtro usado.
Chatarra.	Mantenimiento de vehículos.	Se almacenará en área asignada en el plantel.	Se trasladará a Corinca, Carretera a San Juan Opico, entrada a Quezaltepeque, La Libertad. Teléfono: 2314-3300. <sup>6</sup>	Cuando sea necesario.
Baterías	Mantenimiento de vehículos.	Se almacenará en el área asignada en el Plantel, en bolsas selladas.	Se contactará a: BATERIAS LASSER S.A. DE C.V. Calle Modelo Bo. Candelaria #278 San Salvador. Teléfono: 2270-1048, 2280-1478. <sup>7</sup>	Mensual.
Combustible reciclable o aceite quemado	Mantenimiento de vehículos.	Se almacenará en un sitio techado e impermeabilizado asignado en el área de lubricantes los cuales estarán identificados y señalizados la zona en el Plantel.	Textiles San Andrés, Km 32 Carretera a Santa Ana, San Juan Opico, La Libertad, Teléfono: 2338-4099, 2319-1350, <sup>8</sup>	Mensual.
Material absorbente usado (aserrín, arena, wiper y franelas).	mantenimiento de vehículos	Almacenamiento en depósitos, debidamente identificados como "desechos peligrosos".	Contactar a Geocycle, en el Caserío El Ronco, Cantón Tecomapa, Metapán, Santa Ana, Teléfono: 2316-8040, 2316-8043 y 2316-8045 <sup>9</sup> .	Mensual.
Papel y cartón.	Oficinas.	Se almacenará en el área ubicada en el plantel.	Se deberá contactar a la empresa: ALAS DORADAS S.A DE C.V. km 27.5 Carretera a Santa Ana, teléfonos 2304-2200, 2304-2231. <sup>10</sup>	Cuando se tenga una cantidad de 100 libras en adelante.
Plásticos.	En oficina y los frentes de trabajo.	Se almacenará en el área ubicada en las instalaciones del plantel, techada e impermeabilizada.	Se deberá contactar a: SALVAPLASTIC S.A de C.V., Zona Industrial Plan de La Laguna, Antiguo Cuscatlán, La Libertad, Teléfono: 2243-0200, 2511-3400. Reciben los desechos en Carretera a Sonsonate km 27.5, entrada a Ciudad Mujer, Lourdes Colón. <sup>11</sup>	Semanal.
Llantas usadas.	Taller.	Se almacenará en el área ubicada en las instalaciones del plantel, la cual estará techada e impermeabilizada.	Entregar a plantas de asfalto para la elaboración del mismo o a constructoras u ONGs para emplearlas en estabilidad de taludes.	Mensual.

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN)

Las cantidades a generarse de cada uno de los desechos, es variable, sin embargo, se tendrá especial cuidado por medio de la supervisión del proyecto a que sean las necesarias, para el caso de los provenientes de los mantenimientos y para el resto las mínimas posibles.

<sup>5</sup> Para el caso de los filtros usados, son retirados por las empresas que llevan a cabo el servicio de mantenimiento. Según consulta realizada en General de Equipos, son destruidos en sus instalaciones.

<sup>6</sup> La chatarra se trasladará a CORINCA, ellos la reciben en la planta ubicada en Quezaltepeque.

<sup>7</sup> Baterías Lasser S.A de C.V. recibe las baterías en sus instalaciones y recoge en el proyecto cuando la cantidad supera las 40 baterías.

<sup>8</sup> Textiles San Andrés, recoge mediante su transporte autorizado por el MARN el aceite quemado en el proyecto, persona de contacto: Señor Reynaldo Hernández, teléfono 2319-1350.

<sup>9</sup> Geocycle recolecta material contaminado con hidrocarburos a nivel nacional con su transporte del mismo grupo empresarial (empresa Operadora de la Sierra S.A de C.V), contactos: Lic. Patricia Villalobos, Ing. Guadalupe Meléndez.

<sup>10</sup> Alas Doradas S.A de C.V., recibe papel y cartón en sus instalaciones, la persona de contacto es Fátima Ramírez, teléfono 7787-2304, entregan copia de resolución de permiso ambiental del MARN, cuando realizan la primera entrega, por políticas de la empresa.

<sup>11</sup> La persona de contacto de Salvaplastic S.A de C.V es el señor Marcos Rivas teléfono 2511-3400, la empresa brinda la asesoría respecto al empacado y transporte

- Etapa de funcionamiento.

#### Agua potable.

Se proporcionará a todos los trabajadores suficiente agua potable y en forma accesible y que cumpla con los parámetros establecidos en la norma oficial de El Salvador (NSO 13.07.01.08 Agua Potable). Cada trabajador será provisto de recipiente para el consumo de agua potable.

La cantidad que debe abastecerse al personal debe estar en función de la labor que efectúa, sin embargo, generalmente la dotación que deberá recibir cada trabajador debe ser como mínimo 3 litros por día.

#### Manejo y disposición de desechos provenientes del mantenimiento del derecho de vía

El material verde proveniente del mantenimiento (limpieza) del derecho de vía, isletas, taludes, etc., los cuales se estiman que serán cantidades menores, serán recolectadas y manejadas en los sitios de disposición final de material excedente, para lo cual las empresas responsables de los mantenimientos deberán gestionar ante el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) el respectivo permiso ambiental.

#### Desechos sólidos comunes.

Provenientes del consumo de alimentos de los trabajadores en actividades de mantenimiento rutinario, residuos de materiales de construcción, residuos de demolición de concreto, madera, cartón, plásticos, alambre, latas de aluminio vacías y otros similares, serán recolectados por las empresas que realicen el mantenimiento y sus cantidades serán variables. Las empresas responsables del mantenimiento rutinario deberán realizar las gestiones con las municipalidades de la zona, para la disposición final de los mismos.

La ruta de recolección iniciará de sur a norte en el proyecto para luego gestionar con las municipalidades la disposición final de los mismos.

Se estima que la brigada de higiene contará al menos con dos (2) trabajadores quienes realizarán la labor del traslado de los recipientes, así como un (1) vehículo provisto de un contenedor para el transporte de los mismos y el personal que se dedicará al manejo de la higiene del proyecto, estará equipado con chaleco reflectivo, botas de hule, mascarilla, guantes de cuero y de hule y casco protector.

#### Aguas Residuales de Tipo ordinario (negras y grises)

Se colocarán sanitarios portátiles en cada frente de trabajo con una proporción de un sanitario por cada 20 trabajadores o trabajadoras en forma desagregada por sexo, el mantenimiento (limpieza y retiro de desechos) se realizará como mínimo dos veces por semana a través de una empresa debidamente autorizada para prestar este servicio y que cumpla con la normativa ambiental. Esta empresa será la encargada de darle el tratamiento a las mismas fuera del proyecto.

#### 4.5 ALCANCE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.

El presente Estudio de Impacto Ambiental, abarca todos los aspectos ambientales y sociales relacionados con las actividades constructivas y de funcionamiento concernientes con la construcción del viaducto y la ampliación de la actual carretera, y demás actividades complementarias que pueden afectar de manera directa o indirecta al entorno ambiental, social, salud, educación y seguridad de los trabajadores, así como a la población usuaria en general.

En este sentido, el alcance del presente estudio se resume en lo siguiente:

- Desarrollar el proyecto de construcción y funcionamiento de una carretera que cumpla con las factibilidades tanto de diseño, como requerimientos de materiales y servicios básicos, de igual forma con la obtención de los derechos de vía necesarios.
- Descripción de los principales componentes del proyecto, infraestructura, equipamiento y procesos; así como las principales actividades en cada una de las etapas de ejecución, destacando aquellas que pudieren generar impactos ambientales significativos.
- Descripción general de la situación actual de la zona del proyecto y área de influencia directa e indirecta, que incluye: aspectos físicos, bióticos, socioeconómicos y otros asociados al medio construido, paisaje, cultural y arqueológico.
- Identificación, jerarquización y priorización de los impactos ambientales, considerando las actividades principales del proyecto y los componentes ambientales.
- Manejo de la disposición y/o tratamiento de desechos sólidos y líquidos, así como, sustancias, desechos y residuos peligrosos.
- Descripción de las leyes, ordenanzas y demás disposiciones legales constructivas y ambientales vigentes que regulen estos tipos de proyectos, en el ámbito nacional y local, así como convenios internacionales.
- Propuesta de un Programa de Manejo Ambiental (PMA) conformado por las medidas ambientales para prevenir, atenuar y compensar los potenciales impactos negativos identificados en el presente estudio.

Para cumplir con los alcances del EIA, se realizaron recorridos de campo por el trazo definido en la alternativa seleccionada, se hizo uso de herramientas técnicas, metodológicas de las diferentes disciplinas relacionadas con la investigación es decir: Estudio hidrológico, geotécnico, climatológico, análisis de calidad de agua desarrollados por laboratorio acreditado por el OSA, análisis de calidad del aire ambiental, biología (flora y fauna), socioeconomía de la zona y estudio de opinión (consulta pública), entre otros, además del diseño vial de acuerdo a la normativa nacional e internacional, lo cual permitió evaluar impactos ambientales utilizando metodologías definidas (Criterios Relevantes Integrados), para luego desarrollar un Programa de Manejo Ambiental que propone medidas que atenúen, prevengan y compensen los impactos identificados, bajo un cronograma de ejecución y funcionamiento, con el objetivo de que el proyecto genere desarrollo en la región, mediante el fortalecimiento socioambiental y el menor deterioro posible.

En los recorridos de campo realizados por el equipo técnico, se observaron las actividades que la población realiza, el uso actual de la infraestructura y la proyección del diseño de ingeniería, identificando la necesidad de la adquisición de bienes inmuebles. En ese sentido, se vuelve necesaria la realización de un Plan de Acción de Reasentamiento (PAR).

Entre las actividades económicas en la zona de influencia directa del proyecto están las productivas agrícolas (fincas cafetaleras) y algunos relictos ganaderos, así como actividades comerciales incluyéndose las generadoras de ingreso especialmente en ciertos sectores desde el estacionamiento 20+200 hasta el final del proyecto, donde pueden encontrarse diversos tipos de negocios.

Entre las actividades comerciales destacan las tiendas, comedores, agroservicios, centros comerciales, farmacias, etc. y zonas agropecuarias, especialmente en los primeros 4.5 km del proyecto, en donde la inversión en la adquisición de inmuebles será mayor.

#### **4.6 DERECHOS DE VÍA INDICANDO LA NECESIDAD DE FORMULACIÓN DE UN PLAN DE ACCIÓN DE REASENTAMIENTO (PAR) Y LA REALIZACIÓN DE UN PAR ESPECÍFICO.**

A través de la observación por medio de los recorridos de campo del equipo técnico de las actividades que la población realiza, el uso actual de la infraestructura, y la proyección del diseño de ingeniería, será necesaria la adquisición de bienes inmuebles. En ese sentido, se desarrolla un Plan de Acción de Reasentamiento (PAR).

Las afectaciones registradas para el desarrollo del proyecto suman 240 parcelas, de las cuales se tiene que un total de 171 se adquirirán de manera total y 69 parcelas serán adquiridas de manera parcial. De las 240 parcelas, 74 son terrenos baldíos y el resto tienen alguna construcción en ella. Los posibles casos de reasentamiento suman 14, propiciando un proceso de Reasentamiento Estratégico.

Entre las actividades económicas en la zona de influencia directa del proyecto están las productivas agrícolas y cafetaleras (entre las estaciones 13+560-22+050), así como actividades comerciales incluyéndose las generadoras de ingreso especialmente en los estacionamientos 19+256 - 22+050, que es donde se concentra la población con pequeños negocios, en donde la inversión en la adquisición de inmuebles será mayor.

## **5 CONSIDERACIONES JURÍDICAS Y NORMATIVA AMBIENTAL APLICABLE RELATIVA A LA ACTIVIDAD, OBRA O PROYECTO.**

### **5.1 ANALISIS CONSTITUCIONAL**

De conformidad al Artículo 117 de la Constitución de la República de El Salvador, es deber del Estado proteger los recursos naturales, así como la biodiversidad e integridad del medio ambiente, para garantizar el desarrollo sostenible.

En el segundo inciso de la misma disposición se declara de interés social la protección, aprovechamiento racional, restauración o sustitución de los recursos naturales en los términos que establezca la Ley.

#### **5.1.1 Jerarquía institucional.**

El Artículo 117 de la Constitución, es el principio rector que determina las directrices y lineamientos básicos para el desarrollo de una política estatal relativa a los recursos naturales y del medio ambiente, que ha dado lugar a la creación de una normativa intraconstitucional, desarrollada primariamente por el Órgano Legislativo y por un conjunto de medidas ejecutivas-administrativas de los órganos de gobierno. Por lo que cualquier norma secundaria, disposiciones de carácter administrativo o municipal o de otra jerarquía, deben estar en sintonía con dicha disposición constitucional.

#### **5.1.2 El interés social.**

El Artículo 117, fue modificado por ratificación de la reforma constitucional mediante el Decreto Legislativo N° 871, de fecha 13 de abril de 2000. La redacción actual del artículo, que se ha citado anteriormente, es un tanto diferente a la del anterior, no obstante, ambos se refieren al concepto de “interés social” sobre la protección de los recursos naturales. Por lo que es oportuno citar lo que la Sala de lo Constitucional de la Corte Suprema de Justicia manifestó sobre el concepto de “interés social” en la sentencia pronunciada el día 2 de julio de 1998, cuando se impugnó de inconstitucional el Decreto Legislativo 432/93. Dicha sentencia establece que el interés social opera cuando se trata de evitar algún problema que afecte o pueda afectar intereses mayoritarios. Advirtiendo que no sólo la protección del medio ambiente es de interés social sino también, son consideradas por el constituyente como esenciales para la satisfacción de necesidades de sectores mayoritarios del pueblo, otros bienes, como lo son la alfabetización y la construcción de viviendas establecidos en el Artículo 119 de la Constitución.

Es política del estado incorporar planes y estrategias de protección del medio ambiente en sus proyectos de construcción vial e incentivar a los particulares, por medio de la asistencia técnica necesaria, para que usen adecuadamente los recursos naturales.

También es interés del Estado el desarrollo económico y social del país, mediante la utilización racional de los recursos naturales, para lo cual dispone de planes adecuados para la conservación del medio ambiente, en los que priva el interés social y ambiental.

En la misma sentencia del día 2 de julio de 1998 - que resuelve sobre el recurso de inconstitucionalidad de los Decretos Legislativos 432 y 433 del 14 de enero de 1993, señala, entre otras cosas, que el Artículo 117 está ubicado en el capítulo del orden económico y desde esta perspectiva, se encuentra relacionado con el artículo 101, según el cual el orden económico debe responder esencialmente a principios de justicia social que tiendan a asegurar a todos los habitantes del país una existencia digna al ser humano. Además, establece que el Estado promoverá el desarrollo económico y social mediante el incremento de la producción, la productividad y la racional utilización de los recursos naturales.

### 5.1.3 Recursos naturales y desarrollo económico.

Según la sentencia antes citada, el Artículo 117 enfoca a los recursos naturales como factores económicos cuyo aprovechamiento genera desarrollo sostenible a la población, por ello se constituyen en medios para el logro de fines individuales y sociales de todas las personas, en el orden material.

La Sala refuerza esta interpretación citando el Artículo 1.2 del Pacto Internacional de Derechos Civiles y Políticos, suscrito y ratificado por El Salvador, que dispone que, para el logro de sus fines, todos los pueblos pueden disponer libremente de sus riquezas y recursos naturales, sin perjuicio de las obligaciones que derivan de la cooperación económica internacional basada en el principio de beneficio recíproco. En ningún caso podrá privarse a un pueblo de sus propios medios de subsistencia.

La Sala manifestó además, que para ser coherente con la filosofía constitucional, el aprovechamiento de los recursos naturales debe responder a un criterio de racionalidad, que significa la generación de riqueza mediante el desarrollo sostenible – en el sentido de satisfacción de necesidades económicas de las personas mediante la utilización de los mismos, procurando su protección – siempre y cuando, tal aprovechamiento beneficie no sólo a la presente sino también a las nuevas generaciones, así como al mayor número de habitantes.

### 5.1.4 Remisión a la Ley Secundaria.

El desarrollo del Artículo 117 de la Constitución, relativo a la protección de los recursos naturales y medio ambiente, estará sujeto al desarrollo de la Ley Secundaria, haciendo referencia a todas aquellas normas secundarias que regulen dicha protección.

### 5.1.5 Potestad legislativa.

El mencionado Tribunal manifestó que corresponde a la Asamblea Legislativa, determinar de forma primaria, y no a este Tribunal, las zonas protectoras del suelo y las zonas forestales. Es



decir, que, con la directriz constitucional, la Asamblea Legislativa puede establecer de forma autónoma, que zonas pueden ser utilizadas para el desarrollo urbano.

#### 5.1.6 Desarrollo sostenible.

En cuanto al Desarrollo Sostenible, la Cumbre Ecológica Centroamericana para el Desarrollo Sostenible del 12 de octubre de 1994 suscrita en Managua Nicaragua y ratificada por El Salvador, establece que el desarrollo sostenible “es un proceso de cambio progresivo en la calidad de vida del ser humano, que lo coloca como centro y sujeto primordial del desarrollo, por medio del crecimiento económico con equidad social y la transformación de los métodos de producción y de los patrones de consumo y que se sustenta en el equilibrio ecológico y el soporte vital de la región.”

En conclusión, bajo la interpretación de los antecedentes jurisprudenciales de la Sala de lo Constitucional se puede asegurar, que la construcción o ampliación de una obra vial, como es el caso del viaducto y ampliación de la carretera CA01W (Tramo Los Chorros), entre la autopista Monseñor Romero y CA01W; municipios de Santa Tecla, Colón y San Juan Opico, departamento de La Libertad, no es inconstitucional, pues el constituyente encarga al Órgano Legislativo, para que de forma primaria, regule por Ley, los requisitos que se deban observar, a la hora de dar paso al desarrollo económico y social, para afectar de forma mínima los recursos naturales y con ello procurar la protección del medio ambiente.

## 5.2 ANALISIS LEGAL

### 5.2.1 Ley de medio ambiente.

La Ley del Medio Ambiente promulgada por Decreto Legislativo N° 233 del 24 de abril de 1998 y Publicada en el Diario Oficial del 4 de mayo del mismo año, tiene por objeto desarrollar las disposiciones de la Constitución de la República, que se refiere a:

- La protección, conservación y recuperación del medio ambiente
- El uso sostenible de los recursos naturales que permitan mejorar la calidad de vida de las presentes y futuras generaciones
- La gestión ambiental, pública y privada
- La protección ambiental como obligación básica del Estado, los municipios y los habitantes en general

Como se explicó en el análisis constitucional, el desarrollo del Artículo 117 de la Constitución, relativo a la protección de los recursos naturales y medio ambiente, está sujeto al desarrollo de la Ley Secundaria, es decir, a todas aquellas normas secundarias que regulen dicha protección.

La Ley del Medio Ambiente es la Ley marco que desarrolla la protección de los recursos naturales y el medio ambiente, constituyéndose en una normativa fundamental en la materia.

La Política Nacional del Medio Ambiente establecida en el Artículo 2 de dicha ley, establece que el desarrollo económico y social del país debe ser compatible y equilibrado con el medio ambiente, en consideración del interés social señalado por el Artículo 117 de la Constitución. Por lo que el desarrollo económico y social del país es permitido y aceptado por los mismos fines del Estado, siempre y cuando este desarrollo sea compatible con el medio ambiente.

Por lo tanto, no constituye política nacional del medio ambiente, no dar paso a ese desarrollo, pues no existe ninguna norma expresa que lo prohíba, más bien lo permite cuando el Artículo 2 de la Ley, establece que es responsabilidad de la sociedad en general, del Estado y de toda persona natural y jurídica, *reponer o compensar los recursos naturales* que utiliza para asegurar su existencia, satisfacer sus necesidades básicas de crecimiento y desarrollo, así como enmarcar sus acciones para atenuar o mitigar su impacto en el medio ambiente.

Bajo esta Política Nacional, la Ley del Medio Ambiente regula un conjunto de condiciones para dar paso al desarrollo económico y social del país, en la que se incluye por supuesto, la construcción de vías o caminos.

La Ley declara de interés social la protección y mejoramiento del medio ambiente, señalando que las instituciones públicas o municipales, están obligadas a incluir de forma prioritaria en todas sus acciones, planes y programas, el componente ambiental (Artículo 4).

El Gobierno como encargado del desarrollo económico y social, es el primer responsable de introducir en los planes de desarrollo y ordenamiento territorial la “dimensión ambiental” (Artículos 12-15) y todas aquellas medidas que den una valoración económica adecuada al medio ambiente, acorde con el valor real de los recursos naturales, asignando los derechos de explotación de los mismos de forma tal que el ciudadano al adquirirlos, los use con responsabilidad y de forma sostenible.

No existe ninguna prohibición de realizar obras viales en dicha Ley, pero si están condicionadas a estudios y análisis tendientes a minimizar el impacto ambiental, en ese sentido se imponen las siguientes condiciones:

- Un ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL: que sirva de instrumento de diagnóstico, evaluación, planificación y control. El cual deberá estar constituido por un conjunto de actividades técnicas y científicas realizadas por un equipo multidisciplinario, cuyo objeto es la identificación, predicción y control de los impactos ambientales, positivos y negativos, de una actividad, obra o proyecto, durante todo su ciclo vital, así como sus alternativas (Artículo 23 y 24). De conformidad al Artículo 21 de la Ley, toda persona natural o jurídica deberá presentar el correspondiente Estudio de Impacto Ambiental para ejecutar obras viales, puentes para tráfico mecanizado, vías férreas y aeropuertos.
- Una EVALUACIÓN AMBIENTAL: que permita al Estado, estimar los efectos y consecuencias que la ejecución de una determinada obra, actividad o proyecto puedan causar sobre el ambiente, asegurar la

ejecución y seguimiento de las medidas que puedan prevenir, eliminar, corregir, atender, compensar o potenciar, según sea el caso. De conformidad al Artículo 17 de la Ley, las políticas, planes y programas de la administración pública, deberán ser evaluados en sus efectos ambientales, seleccionando la alternativa de menor impacto negativo, así como a un análisis de consistencia con la Política Nacional de Gestión del Medio Ambiente. Cada ente o institución hará sus propias evaluaciones ambientales estratégicas y el encargado de emitir las directrices para dichas evaluaciones será el MARN.

- Un PERMISO AMBIENTAL: por medio del cual se autorice al titular de una obra o proyecto la realización de la obra. De conformidad al Artículo 19 de la Ley, corresponde al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, emitir el Permiso Ambiental, previa aprobación del Estudio de Impacto Ambiental de las actividades, obras o proyectos.

En el Título II Gestión del Medio Ambiente, Capítulo I de la Ley, se crea el Sistema Nacional de Gestión del Medio Ambiente (SINAMA), formado por el MARN (como coordinador), las unidades ambientales en cada Ministerio y las instituciones autónomas y municipales, con la finalidad de establecer, poner en funcionamiento y mantener en las entidades e instituciones del sector público los principios, normas, programación, dirección y coordinación de la gestión ambiental del Estado.

Entre uno de los objetivos del Sistema se encuentra el de establecer los procedimientos para generar, sistematizar, registrar y suministrar información sobre la gestión ambiental y el estado del medio ambiente; como base de la preparación de planes y programas ambientales, para evaluar los impactos ambientales de las políticas sectoriales y para evaluar el desempeño de la gestión ambiental de los miembros del Sistema Nacional de Gestión del Medio Ambiente.

En el Título IX Áreas Protegidas, Capítulo Único, Sistema de Áreas Naturales Protegidas, se crea un Sistema de Áreas Naturales Protegidas, el cual estará constituido por aquellas áreas establecidas como tales con anterioridad a la vigencia de la ley y las que se promulguen posteriormente, Artículo 78 de la Ley de Medio Ambiente.

Es responsabilidad del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales velar por la aplicación de los reglamentos y formular las políticas, planes y estrategias de conservación y manejo sostenible de estas áreas, promover y aprobar planes y estrategias para su manejo y administración y dar seguimiento a la ejecución de los mismos.

Por último debe tomarse en cuenta que constituyen infracciones a la Ley y su Reglamento, las acciones u omisiones cometidas por personas naturales o jurídicas, inclusive el Estado y los Municipios al iniciar actividades, obras o proyectos sin haber obtenido el permiso ambiental correspondiente; así como suministrar datos falsos en los estudios de impacto ambiental, diagnósticos ambientales y cualquier otra información que tenga por finalidad la obtención del permiso ambiental e incumplir las obligaciones contenidas en el mismo, no rendir, en los términos y plazos estipulados, las fianzas que establece esta Ley, también violar las normas técnicas de calidad ambiental y de aprovechamiento racional y sostenible del recurso; impedir u obstaculizar la investigación de los empleados debidamente identificados, pertenecientes al Ministerio u otra autoridad legalmente facultada para ello, o no prestarles la colaboración

necesaria para realizar inspecciones o auditorías ambientales en las actividades, plantas, obras o proyectos; emitir contaminantes que violen los niveles permisibles establecidos reglamentariamente, omitir dar aviso oportuno a la autoridad competente sobre derrame de sustancias, productos, residuos o desechos peligrosos o contaminantes que pongan en peligro la vida e integridad humana, las cuales se encuentran contenidas en el Artículo 86 y son de cumplimiento para el actual proyecto.

En conclusión, puede asegurarse que la Política Nacional de desarrollo económico y social del Estado, es compatible con la Política Nacional de protección del medio ambiente y por lo tanto, la construcción de la obra vial, como es el caso del viaducto y la ampliación de la carretera CA01W (Tramo Los Chorros), entre la autopista Monseñor Romero y CA01W; municipios de Santa Tecla, Colón y San Juan Opico, departamento de La Libertad, es permitida siempre y cuando se cumpla con los requisitos establecidos en esta Ley, los cuales han sido enumerados y comentados en el presente análisis. Un diagnóstico ambiental negativo, conlleva a la imposibilidad de realizar la obra, so pena de ser ilegal y de responder por las sanciones establecidas en esta Ley.

### 5.2.2 Leyes, reglamentos nacionales y ordenanzas.

A continuación, se presenta en la Tabla 39, un resumen que contempla algunos artículos relacionados con el presente proyecto.

Tabla 39. Leyes y reglamentos aplicables al proyecto

Regulación	Tema	Artículos Aplicables
<b>Constitución de la República de El Salvador (1983).</b>	Base para cualquier disposición legal que se emita en el país, por ser la ley primaria que norma el Orden Económico	Artículo 117: Se declara de interés social, la protección, desarrollo y aprovechamiento de los recursos naturales y define como responsabilidad del Estado, proporcionar incentivos económicos y asistencia técnica necesaria para su conservación y aprovechamiento. Además, se enfatiza que la regulación, conservación y mejoramiento de los recursos del medio ambiente serán objeto de Leyes especiales.
<b>Decreto 1030. Código Penal. D.O. N° 105 Tomo N° 335, 10-06-1997.</b>	Construcciones no Autorizadas	Artículo 253: El que llevare a cabo una construcción no autorizada legal o administrativamente, en suelo no urbanizable o en lugares de reconocido valor artístico, histórico o cultural, será sancionado con prisión de seis meses a un año y multa de cien a doscientos dólares. Cuando la construcción se realizare bajo la dirección o responsabilidad de un profesional de la construcción, se impondrá a éste, además, la inhabilitación especial de profesión u oficio por el mismo período.
<b>Ley del Medio Ambiente Diario oficial, Tomo N° 339, Número 79, 4 de Mayo de 1998. Decreto legislativo N° 233.</b>	Normas Ambientales en los Planes de Desarrollo	Título III: Capítulo III, Artículo 15, Los planes de desarrollo vial (inciso e) deben incorporar la dimensión ambiental.
	Evaluación Ambiental Estratégica	Título III: Capítulo IV, Artículo 17. Las políticas, planes y programas de administración pública, deberán ser evaluadas en sus efectos ambientales, seleccionando la alternativa de menor impacto negativo, así como a un análisis de consistencia con la Política Nacional de Gestión del Medio Ambiente. Cada ente o institución hará sus propias evaluaciones ambientales estratégicas. El MARN, emitirá las directrices para las evaluaciones, aprobará y supervisará el cumplimiento de las recomendaciones.
	Evaluación de Impacto Ambiental (EsIA)	Título III: Capítulo IV, Artículo 18. Es un conjunto de acciones y procedimientos que aseguran que las actividades, obras o proyectos que tengan un impacto ambiental negativo en el

Regulación	Tema	Artículos Aplicables
		ambiente o en la calidad de vida de la población, se sometan desde la fase de pre inversión a los procedimientos que identifiquen y cuantifiquen dichos impactos y recomienden las medidas que los prevengan, atenúen, compensen o potencien, según sea el caso, seleccionando la alternativa que mejor garantice la protección del medio ambiente.
	Competencia del Permiso Ambiental.	Título III: Capítulo IV, Artículo 19. Para el inicio y operación, de las actividades, obras o proyectos definidos en la Ley de Medio Ambiente, deberán contar con un permiso ambiental. Corresponderá al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, emitir el permiso ambiental, previa aprobación del Estudio de Impacto Ambiental.
	Alcance de los Permisos Ambientales	Título III: Capítulo IV, Artículo 20. El permiso ambiental obligará al titular de la actividad, obra o proyecto, a realizar todas las acciones de prevención, atenuación o compensación, establecidos en el programa de manejo ambiental, como parte del estudio de impacto ambiental, el cual será aprobado como condición para el otorgamiento del permiso ambiental. La validez del permiso ambiental de ubicación y construcción será por el tiempo que dure la construcción de la obra física; una vez terminada la misma, incluyendo las obras o instalaciones de tratamiento y atenuación de impactos ambientales, se emitirá el permiso ambiental de funcionamiento por el tiempo de su vida útil y etapa de abandono, sujeto al seguimiento y fiscalización del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
	Actividades y proyectos que requieren de un Estudio de Impacto Ambiental	Título III: Capítulo IV, Artículo 21, literal a. La ejecución de las obras viales está sujeta a la realización del respectivo estudio ambiental (EslA).
	Formulario Ambiental	Título III: Capítulo IV, Artículo 22. El titular deberá presentar al MARN un formulario ambiental para categorizar el impacto que ocasionará la actividad, obra o proyecto.
	Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental	Título III: Capítulo IV, Artículo 23. Establece quienes deben realizar los estudios de impacto ambiental.
	Evaluación y Aprobación de los Estudios de Impacto Ambiental	Título III: Capítulo IV, Artículo 24. Se establecen las normas para la evaluación y aprobación de los estudios de impacto ambiental.
	Consulta pública de los Estudios de Impacto Ambiental	Título III: Capítulo IV, Artículo 25. Se establecen las normas que rigen la consulta pública de los estudios de impacto ambiental.
	Auditorías de la Evaluación Ambiental	Título III: Capítulo IV, Artículo 27. Establece los requisitos para que el Titular cumpla las condiciones fijadas en el permiso ambiental.
	Fianza Ambiental de Fiel Cumplimiento	Título III: Capítulo IV, Artículo 29. Se refiere a que el Titular debe rendir una fianza de cumplimiento ambiental.
	Acciones y Medidas Especiales de Conservación	Título VII: Capítulo II, Artículo 67. Participación de otras instituciones gubernamentales para velar por la diversidad biológica, conservar en su lugar de origen las especies singulares y proteger las especies amenazadas, o en peligro de extinción, declaradas legalmente, así como el mantenimiento del germoplasma de las especies nativas.

Regulación	Tema	Artículos Aplicables
	Gestión y uso de las aguas y ecosistemas acuáticos	Título VIII, Capítulo I, Artículo 70. El Ministerio, elaborará y propondrá al Presidente de la República para su aprobación los reglamentos necesarios para la gestión, uso, protección y manejo de las aguas y ecosistemas tomando en cuenta la legislación vigente y los criterios siguientes: a) Su manejo se realizará en condiciones que prioricen el consumo humano, guardando un equilibrio con los demás recursos naturales; c) Se promoverán acciones para asegurar que el equilibrio del ciclo hidrológico no sufra alteraciones negativas para la productividad, el equilibrio de los ecosistemas, la conservación del medio ambiente, la calidad de vida y para mantener el régimen climático; d) Asegurar la cantidad y calidad del agua, mediante un sistema que regule sus diferentes usos; e) Se establecerán las medidas para la protección del recurso hídrico de los efectos de la contaminación; y
	Protección de zonas de recarga	Título VIII, Capítulo I. Artículo 71. El Ministerio identificará las zonas de recarga acuífera y promoverá acciones que permitan su recuperación y protección.
	Manejo de los suelos y ecosistemas terrestres	Título VIII, Capítulo II. Artículo 75. El Presidente de la República, a propuesta del Ministerio, formulará los reglamentos relativos al manejo de los suelos y ecosistemas terrestre, tomando en cuenta los siguientes criterios; a) El uso del suelo y de los ecosistemas terrestres deberá ser compatible con su vocación natural y capacidad productiva, sin alterar su equilibrio; b) Deberá evitarse las prácticas que provoquen la erosión, la degradación de los suelos por contaminación o la modificación de sus características topográficas y geomorfológicas; c) Deberán llevarse a cabo prácticas de conservación y recuperación de los suelos, por quienes realicen actividades agrícolas, pecuarias, forestales, mineras, urbanísticas, de infraestructura u otras que afecten o puedan afectar negativamente sus condiciones; d) En los casos de construcción de obras civiles y aprovechamiento de los recursos naturales no renovables, que puedan directa o indirectamente provocar deterioros significativos de los suelos, deberán realizarse las acciones de regeneración y restauración requeridas; y e) En áreas de recarga acuífera y cuencas hidrográficas se priorizará la protección de los suelos, las fuentes y corrientes de agua, procurando que éstas mantengan y aumenten sus caudales básicos.  Para el cumplimiento de lo establecido en los literales anteriores, el Ministerio promoverá programas especiales de capacitación y transferencia de tecnología, así como un Plan Nacional de lucha contra la deforestación, la erosión y la desertificación.
<b>Decreto No. 17. Reglamento General de la Ley del Medio Ambiente. D.O. 73, Tomo 347, 12 de abril de 2000.</b>	Disposiciones Generales	Título I: Capítulo I: Del Objeto, Artículo 1. El presente Reglamento General tiene por objeto desarrollar las normas y preceptos contenidos en la Ley del Medio Ambiente, a la cual se adhiere como su instrumento ejecutorio principal.
	Casos de consulta	Título II: Capítulo II: Artículo 10. Se promoverá la participación de la población a través de la consulta. Literal d. Previamente a la aprobación de los Estudios de Impacto Ambiental de obras o proyectos, de acuerdo con lo dispuesto en el Artículo 25 de la Ley.
	Lineamientos sobre la Consulta Pública	Título II: Capítulo II: Artículo 12. Con la finalidad de desarrollar lo dispuesto por el inciso final del Art. 9 de la Ley, El Ministerio establecerá los lineamientos para la utilización de

Regulación	Tema	Artículos Aplicables
		mecanismos de consultas públicas con relación a la gestión ambiental.
	Obligaciones del Titular con Relación a la Evaluación Ambiental	Capítulo II: De la Evaluación Ambiental, Artículo 15. Establece las obligaciones del Titular relacionadas con la evaluación ambiental.
	De los Objetivos de la Evaluación de Impacto Ambiental	Capítulo II: De la Evaluación Ambiental Artículo 18. Establece los objetivos de la evaluación de impacto ambiental.
	Etapas del Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental	Capítulo II: De la Evaluación Ambiental. Artículos del 19 al 28. Se establece el proceso para la evaluación de impacto ambiental.
	De la presentación del Formulario Ambiental	Título III: Capítulo II: Artículo 20. Para la realización o funcionamiento, ampliación, rehabilitación o reconversión de las actividades, obras o proyectos referidos en el Art. 21 de la Ley, el titular deberá proporcionar al Ministerio, a través del Formulario Ambiental, la información que se solicite, en cumplimiento al Art. 22 de la Ley de Medio Ambiente.
	De la Categorización.	Título III: Capítulo II: Artículo 22. El Ministerio, con fundamento en el Artículo 22 de la Ley, categorizará la actividad, obra o proyecto, de acuerdo a su envergadura y a la naturaleza del impacto potencial que su ejecución pueda generar
	Del contenido del Programa de Manejo Ambiental	Título III: Capítulo II: Artículo 24. El Programa de Manejo Ambiental comprenderá los componentes siguientes: a. Determinación, priorización y cuantificación de las medidas de prevención, atenuación y compensación de los impactos ambientales y determinación de inversiones necesarias; b. Monitoreo; c. Cierre de operaciones y rehabilitación, cuando proceda; y d. El estudio de riesgo y manejo ambiental, en los casos que fuere necesario.
	Del componente de determinación, priorización, cuantificación e implementación de medidas	Título III: Capítulo II: Artículo 25. El componente de determinación, priorización, cuantificación e implementación de las medidas de prevención, atenuación y compensación de los impactos, tendrá como objetivo identificar y ejecutar las medidas ambientales que el titular de la actividad, obra o proyecto deberá realizar durante las diferentes etapas.
	Del componente de monitoreo	Título III: Capítulo II: Artículo 26. Garantizar la eficiencia de las medidas de prevención, atenuación y compensación implementadas permitiendo, mediante la evaluación periódica, la adopción de medidas correlativas.
	Del componente de cierre de operaciones y rehabilitación	Título III: Capítulo II: Artículo 27. Identificar y determinar las medidas ambientales que se deben adoptar e implementar por el titular, durante o después del cierre de operaciones, según el caso, así como aquéllas que se requieran para restaurar los daños ocasionados durante la etapa de funcionamiento.
	Del estudio de riesgo	Título III: Capítulo II: Artículo 28. El estudio de riesgo y manejo ambiental, para las actividades, obras o proyectos incluidos en el Artículo 21, literal n) de la Ley, tendrá como objetivo la identificación de los riesgos, así como la de accidentes y emergencias;
	De la Consulta Pública de los Estudios de Impacto Ambiental	Título III, Capítulo II: De la Evaluación Ambiental. Artículo 32. Establece el procedimiento para la consulta pública de los estudios de impacto ambiental.
	De la Emisión del Permiso Ambiental	Título III: Capítulo II: De la Evaluación Ambiental. Artículo 34. De ser aprobado el Estudio de Impacto Ambiental, se emitirá el dictamen técnico favorable, el cual se notificará al titular, quien para obtener el Permiso Ambiental deberá rendir la Fianza de Cumplimiento Ambiental a que se refiere el Artículo 29 de la Ley.
	De la Liberación de la Fianza de Cumplimiento Ambiental	Título III: Capítulo II: De la Evaluación Ambiental. Artículo 35. La fianza referida en el artículo anterior, será liberada siempre y cuando las obras o inversiones se hayan realizado en la

Regulación	Tema	Artículos Aplicables
		forma previamente establecida. Para lo anterior será necesario que el Ministerio, a solicitud del titular y previa Auditoría de Evaluación Ambiental satisfactoria, emita resolución favorable. En caso contrario, el Ministerio hará efectiva la Fianza de Cumplimiento Ambiental.
	De las Auditorías de Evaluación Ambiental en la Etapa de Construcción y Funcionamiento	Capítulo II: De la Evaluación Ambiental. Artículo 36 al 39. Se establece el procedimiento para la Auditoría de Evaluación Ambiental.
	De la información ambiental	Capítulo III. Artículo 48, literal a, mantener informada a la población sobre el medio ambiente actual.
	Del Fondo Ambiental de El Salvador	Capítulo V. Artículo 60. De acuerdo con el Artículo 11 literal (f) de la Ley, el Fondo Ambiental de El Salvador y otros programas de financiamiento, nacionales e internacionales, constituyen un instrumento financiero de la Política Ambiental, el cual se regulará de conformidad a su normativa especial. Esta es una opción para el proyecto, si no se pueden ejecutar medidas ambientales en el área de influencia del mismo.
	De la prevención y el control de la contaminación	Título IV, Capítulo único. De la prevención y el control de la contaminación, Artículos 64, 65, 69, 73, para la formulación y actualización de las normas técnicas de calidad ambiental, Los responsables de emisiones de fuentes fijas, que expidan olores, gases o partículas sólidas o líquidas a la atmósfera. Acciones para prevenir y controlar la contaminación del suelo.
	De la zonificación ambiental	Título IV, Capítulo único, Artículo 72. La zonificación ambiental, como parte del ordenamiento territorial, debe considerarse en los programas gubernamentales para infraestructura, equipamiento y vivienda.
	De los riesgos y desastres ambientales	Título V. Capítulo único. De las contingencias, las emergencias y los desastres ambientales, Artículo 76, establece que, para prevenir, evitar y controlar desastres ambientales, el MARN, deberá dictar las medidas de control de desastres ambientales, en cuanto a las actividades y obras de infraestructura necesarias para cumplir con los objetivos propuestos.
	Diversidad biológica	Parte II, Especial, Título I. De los recursos naturales, Capítulo II, diversidad biológica, Artículo 81 y 82, En cumplimiento del mandato del Artículo 67 de la Ley de Medio Ambiente, el Ministerio y las demás instituciones estatales responsables de velar por la diversidad biológica, promoverán, fomentarán y regularán prioritariamente los programas de protección y de manejo de especímenes, especies y ecosistemas, especialmente de aquellos que se encuentren amenazados o en peligro de extinción. Las especies de la diversidad biológica, a que se refiere el Artículo 67 de la Ley de Medio Ambiente, estarán sujetas a las medidas de conservación contempladas en la convención sobre la diversidad biológica y a otras disposiciones contenidas en instrumentos nacionales e internacionales relacionados con la materia.
	Del medio ambiente costero marino	Capítulo III, Artículo 102, literal a, el ordenamiento del ambiente costero marino deberá considerar las actividades en las zonas de influencia las regiones interiores que afectan al mar, principalmente a través de los ríos.
	Manejo de los suelos y ecosistemas terrestres	Capítulo IV. Del manejo de los suelos y ecosistemas terrestres, Artículos 106-108, El uso de los suelos y ecosistemas terrestres, deberá hacerse conforme a su vocación natural y a su capacidad productiva, los procesos productivos de los diferentes sectores, deberán ser reorientados tomando en consideración el ordenamiento del territorio. El Ministerio promoverá la prevención y el control de la erosión de los suelos.



Regulación	Tema	Artículos Aplicables
	De la responsabilidad ambiental	Título II, del Artículo 119-121, especifica el procedimiento aplicable a los procesos sancionatorios.
<b>Decreto N° 232. Ley de Urbanismo y Construcción. D.O. 107 Tomo: 151, 11 de junio de 1951.</b>	Objetivo	<p>La elaboración, aprobación y ejecución de planes de Desarrollo Urbano y Rural de la localidad, corresponde al respectivo municipio los que deberán enmarcarse dentro de los planes de Desarrollo Regional o Nacional de Vivienda y Desarrollo, en defecto de los planes de Desarrollo Local, tendrán aplicación las disposiciones de carácter general y los planes a que se refiere el inciso primero de este artículo.</p> <p>Cuando los municipios no cuenten con sus propios planes de desarrollo local y Ordenanzas Municipales respectivas, todo particular, entidad oficial o autónoma, deberá solicitar la aprobación correspondiente al Viceministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano, antes que, a cualquier otra oficina, para ejecutar todo tipo de proyecto a que se refiere este artículo. (3)</p>
<b>Decreto N° 70. Reglamento de Ley de Urbanismo y Construcción.</b>	Del sistema vial	<p>Capítulo quinto. Del sistema vial. Artículo 73. Las parcelas frente a las vías expresas y arterias primarias deberán contar para su acceso con una calle marginal paralela a dicha vía. El acceso restringido a una sola entrada o salida ubicadas una en cada extremo cuando estos tengan un frente igual o mayor de quince metros (15.00 ms). Cuando los lotes tengan un frente menor, su acceso deberá ser por medio de calle marginal. El plan vial local deberá indicar las excepciones en casos especiales.</p> <p>Artículo 74. Cuando el acceso vehicular de una parcelación habitacional sea sobre una vía expresa o arteria primaria deberá hacerse sobre su calle marginal sin incorporación directa en ese punto al rodaje principal.</p> <p>Artículo 78. Todo proyecto deberá contener el diseño de la señalización y nomenclatura vial para su respectiva aprobación.</p> <p>Artículo 79. Toda la circulación mayor o menor deberá contar con una acera para la circulación peatonal con el ancho especificado para cada tipo de su vía. Su pendiente transversal mínima será del 2% y de la máxima de 3%. No se permitirán gradas en las aceras salvo en los casos peatonales en cuyo caso deberá de promoverse al menos una rampa de 1.20 metros de ancho en tramos no mayores de 9.00 metros entre descansos, apta la circulación de ruelles que de acceso a estacionamiento o al acceso vehicular.</p> <p>Artículo 80: Todas las vías vehiculares deberán contar con un cordón que limite el área de circulación vehicular con el área de circulación peatonal.</p>
	Pozos de visita para aguas lluvias	Artículo 92. Los pozos de visita para aguas lluvias podrán ser de ladrillo de barro repellados o de piedra, cuando su altura no exceda de 6.00 m. Cuando su altura sea mayor o en el caso de tener caída iguales o mayores de 3.00 m deberán ser reforzados adecuadamente debiendo presentar en los planos respectivos, los detalles de los cálculos estructurales.
	De la Infraestructura y los servicios	<p>Capítulo sexto, Artículo 97. El posteo para la red de distribución eléctrica, alumbrado público, telefonía, así como cualquier otro tipo de posteo, deberá cumplir con las regulaciones pertinentes emitidas por los organismos correspondientes en cada caso y además con las siguientes disposiciones generales:</p> <p>a) Deberá ubicarse de preferencia sobre el arriate de la vía pública o en su defecto sobre las aceras, dejando al menos una separación mínima sobre el poste y al límite de la propiedad de 90 centímetros.</p>

Regulación	Tema	Artículos Aplicables
		<p>b) La ubicación de los postes y retenidas no deberá inferir con el tráfico peatonal ni con el acceso previsto para cocheras o entradas principales.</p> <p>c) El tamaño de los postes deberá ser el apropiado para cumplir con los libramientos mínimos establecidos por las normas y reglamentos emitidos por las Compañías Distribuidoras del Servicio Eléctrico y Servicio Telefónico.</p>
<p><b>Reglamento Especial de Normas Técnicas de Calidad Ambiental</b>  <b>Diario Oficial Tomo No. 347, Número 79, 1 de junio de 2000.</b></p>	Calidad de Aire	<p>Capítulo III, Sección I, Artículo 9. La norma de calidad de aire-ambiente establecerá los límites máximos permisibles que deberán aplicarse para los contaminantes del aire, para garantizar la salud humana y el medio ambiente, los cuales nunca podrán superar los límites de valores permisibles de la calidad del aire ambiente.</p> <p>Capítulo III, Sección II, Artículos 14-15. Se establecen los límites permisibles y el cumplimiento de normas y medición de emisiones vehiculares.</p>
	Control de Ruido	<p>Capítulo III, sección IV, Artículo 17. Se refiere al control de la intensidad y frecuencia de ruido. La norma técnica de calidad ambiental y de emisión referente a ruidos establecerá los límites de emisión de ruidos por fuentes fijas o móviles según intensidad y frecuencia.</p>
	Calidad de agua	<p>Capítulo IV, Artículo 19, La norma técnica de calidad del agua como medio receptor se fundamentará en los parámetros de calidad para cuerpos de agua superficiales.</p> <p>Artículo 22. En base al Artículo 42 de la Ley de Medio Ambiente, los titulares de obras, proyectos o actividades establecidas en el artículo 21 de la misma, en todos los casos de aguas residuales que puedan afectar la calidad de las aguas subterráneas, deberán considerar en el Estudio de Impacto Ambiental y en el Permiso Ambiental correspondiente la protección y sostenibilidad del recurso.</p>
	Calidad del suelo	<p>Capítulo V, Artículo 25. Está referido al manejo integral de los residuos y desechos en general y los provenientes de la utilización de sustancias peligrosas en particular, se realizarán de conformidad a lo establecido en el Artículo 50 de la Ley de Medio Ambiente.</p>
<p><b>Decreto No. 844. Ley de Conservación de Vida Silvestre. D.O. 96, Tomo 323, 25 de mayo de 1994.</b></p>	Conservación de la Vida Silvestre	<p>Artículo. 1. La presente Ley tienen por objeto la protección, restauración, manejo, aprovechamiento y conservación de la vida silvestre. Esto incluye la regulación de actividades como la cacería, recolección y comercialización, así como las demás formas de uso y aprovechamiento de este recurso.</p>
	Definición de Vida Silvestre	<p>Artículo 2. Se entiende por vida silvestre, las especies de la diversidad biológica que viven y se reproducen independientemente de la mano del hombre, así como aquellas especies introducidas al país que logren establecer poblaciones reproductivas libres, ya sea estas terrestres, acuáticas o aéreas, residentes o migratorias y las partes y productos derivadas de ellas, excepto las especies de animales o plantas, domésticos y agrícolas, ganaderos o pesqueros, siempre que estos dependan del hombre para su subsistencia.</p>
	Patrimonio Natural de la Nación	<p>Artículo 3. La vida silvestre es parte del patrimonio natural de la Nación y corresponde al Estado su protección y manejo.</p>
	Especies amenazadas o en peligro de extinción.	<p>Artículo. 9. Las especies de vida silvestre incluidos en los listados de especies amenazadas o en peligro de extinción, que sean registradas en tales categorías por el "MARN" y ante la Comisión Internacional correspondiente, serán sujetas a las regulaciones específicas sobre su protección.</p>
	Régimen de Sanciones	<p>Cap. IV, Artículos 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32 y 33, estos Artículos contienen las diferentes sanciones de acuerdo a la gravedad de la infracción categorizadas desde leves hasta graves, además contempla los procedimientos para aplicar dichas sanciones que incluyen multas suspensión</p>

Regulación	Tema	Artículos Aplicables
		o cancelación de los permisos o licencias otorgados, según la gravedad del caso.
<b>Decreto N° 852. Ley Forestal. D.O. Número 110, Tomo No. 355, 17 de junio de 2002.</b>	Autoridad Competente	Capítulo II, Artículo 3. El Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), será el responsable de la aplicación de esta normativa.
	Atribuciones del MAG	Capítulo II, Artículo 4 entre las atribuciones del MAG se encuentra la de manejar de forma sostenible el patrimonio forestal del Estado asignado al MAG.
	Aprovechamiento de bosques naturales	Titulo Segundo, Artículo 8, párrafo tercero, el aprovechamiento no podrá iniciarse hasta que el respectivo plan de manejo haya sido aprobado por el MAG, teniendo este treinta días hábiles contados a partir de la presentación de dicho plan para resolver la solicitud. Si transcurrido el plazo antes señalado, el MAG no se pronunciare, se tendrá por aprobado. Artículo 9. Los planes de manejo forestal deberán ser elaborados por profesionales en ciencias forestales o áreas afines, con base en las normas que para tal efecto dictará el MAG por medio de Acuerdo Ejecutivo.
	Revegetación en las zonas urbanas	Titulo Segundo, Capítulo Primero, Artículo 15. La regulación sobre siembra, poda y tala de árboles en zonas urbanas es de competencia exclusiva de la municipalidad respectiva. Para las zonas rurales es competencia el Ministerio de Agricultura y Ganadería.
	Uso restringido en propiedades que posean planes de manejo forestal	Titulo Cuarto, Capítulo Primero, Artículo 23. Se declaran Áreas de Uso Restringido, las superficies de inmuebles en las que sus propietarios tendrán la obligación de manejar de manera sostenible la vegetación existente, en los siguientes casos: a) Los terrenos que bordeen los nacimientos de agua o manantiales, en un área que tenga por radio por lo menos veinticinco metros, o lo que determine el estudio técnico respectivo, medidos horizontalmente a partir de su máxima crecida; d) Los terrenos de las partes altas de las cuencas hidrográficas, en especial las que están en zonas de recarga hídrica; e) Las áreas que por su potencial de deslizamiento debido a fuertes pendientes constituyen un peligro para las poblaciones; y f) Los suelos clase VIII.
<b>Decreto N° 644. Ley de Desarrollo y Ordenamiento Territorial. D.O. N° 143, Tomo N.º 392, 29 de julio de 2011.</b>	Los departamentos	Artículo 10. Los departamentos podrán estar organizados en micro regiones, en base a la libre asociatividad de los municipios y éstos contarán con sus propios planes de ordenamiento territorial.
	Atribuciones de los Consejos Departamentales de Ordenamiento y Desarrollo Territorial	Artículo 17. Los Consejos Departamentales de Ordenamiento y Desarrollo Territorial tendrán entre sus atribuciones: Estimular la participación de representantes de los organismos regionales públicos y de los Gobiernos Municipales y de las instituciones privadas y de cooperación con presencia en el territorio, en las consultas territoriales.
	Ámbito Local	Artículo 18. En el ámbito Local, la autoridad competente para la implementación de todo lo concerniente al ordenamiento y desarrollo territorial, serán los Concejos Municipales, ya sea de manera individual o asociada.  En ese sentido, se encuentra en la zona de influencia: La municipalidad de Santa Tecla y la AMUVASAN (Asociación de Municipios del Valle de San Andrés integradas por 4 municipios del departamento de La Libertad). Por lo tanto, es conveniente que se coordine la participación de las municipalidades de Santa Tecla, Colón y San Juan Opico, así

Regulación	Tema	Artículos Aplicables
		<p>como representantes de las oficinas de AMUVASAN en los procesos de consulta pública que se lleven a cabo.</p> <p>Algunas actividades que contempla el proyecto como el trámite de permisos de tala deberán gestionarse con las municipalidades y el MAG de acuerdo a su competencia, luego de obtenido el permiso ambiental y antes de iniciar la mencionada actividad.</p>
	Contenido	<p>Capítulo V: Instrumentos de Planificación del Ámbito Local y Micro Regional, Artículo 34. Los planes municipales y micro regionales de ordenamiento y desarrollo territorial, contendrán básicamente un diagnóstico que permita establecer la caracterización básica de su ámbito, integración en el sistema socio-territorial departamental, sus procesos y políticas relevantes y el análisis de problemas y oportunidades que sirva de base para la formulación de dichos planes.</p>
	Evaluación de Impacto Ambiental	<p>Título VII. Capítulo I: Artículo 55. Es un conjunto de acciones y procedimientos que aseguran que las actividades, obras o proyectos que tengan un impacto ambiental negativo en el ambiente o en la calidad de vida de la población, se sometan desde la fase de preinversión a los procedimientos que identifiquen y cuantifiquen dichos impactos y recomienden las medidas que los prevengan, atenúen, compensen o potencien; según sea el caso, seleccionando la alternativa que mejor garantice la protección del medio ambiente.</p>
	Infracciones en materia de ordenamiento y desarrollo territorial	<p>Título X. Capítulo I: Infracciones y Sanciones: Artículo 71. Son infracciones en materia de ordenamiento y desarrollo territorial, las acciones u omisiones que vulneren o contravengan esta Ley, normas u ordenanzas y demás disposiciones aplicables en esta materia.</p>
<b>Decreto N° 68. Reglamento de la Ley de Minería. D. Oficial: 144, Tomo: 332, 07 de agosto de 1996.</b>	Extracción de material pétreo de ríos, playas y lagunas.	<p>Artículo 24. La extracción de material pétreo de ríos, playas y lagunas, deberá hacerse de conformidad a la normativa ambiental, y se refiere a las actividades mineras que se realicen en forma mecánica o manual en los cauces y riberas de los ríos, en los márgenes entre la mínima y la máxima crecida de las mareas, y al dragado de los cuerpos de agua de las lagunas, respectivamente.</p>
	Plantas de Procesamiento	<p>Artículo 28. El titular de una concesión minera puede instalar y operar su planta de procesamiento en donde podrá beneficiar, fundir y refinar sus propias sustancias mineras, sin necesidad de obtener Licencia para ello; si desea prestar ese servicio a otras personas titulares de concesiones mineras que lo requieran, será necesario que obtenga dicha Licencia para lo cual no se requerirá presentar estudio técnico económico, pero sí la información de la empresa a que se le prestará dicho servicio</p>
<b>Decreto N° 477. Ley de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial. D.O. N° 212 tomo N1 329 Fecha: 16 de noviembre de 1995.</b>	Sistema vial y su uso	<p>Título II, Capítulo VIII, Artículos 39 – 42. Especificaciones del sistema vial, clasificación de las vías.</p>
	Señalización vial y otros dispositivos para el control del tránsito	<p>Título IV, Capítulo II, Artículos del 90-94. Competencias del Viceministerio de Transporte y de las personas naturales o jurídicas en cuanto a la señalización vial.</p>
<b>Decreto N° 61. Reglamento General de Tránsito y Seguridad Vial. D.O. N° 121, Tomo 332, 1-07-1996.</b>	Seguridad Vial	<p>Artículo 196. Es obligatoria la colocación de lámparas de color rojo, por las noches; y banderolas del mismo color durante el día; en prevención de peligro en todo sitio de inseguridad en el tránsito vehicular por motivo de construcción, reparaciones y otros casos semejantes. Dichas señales incluyendo toda la señalización preventiva necesaria, serán colocadas por los encargados de la obra que motiva la inseguridad del tránsito en dichos pasos. Su incumplimiento los hará responsables solidarios por los daños ocasionados, y una multa establecida por la Dirección General de Tránsito de conformidad a la magnitud de la deficiencia detectada.</p>

Regulación	Tema	Artículos Aplicables
Decreto N° 463. Ley de Carreteras y Caminos Vecinales. Diario oficial, Tomo N° 225, Número 196, 22 de octubre de 1969.	Objetos y definiciones	<p>Capítulo I, Artículo 3. Subdivisión de las carreteras de acuerdo a su importancia y características geométricas.</p> <p>Capítulo I, Artículo 4. Toda obra a realizarse en las vías públicas debe ser autorizada por el estado.</p> <p>Capítulo I, Artículo 6. Los terrenos ocupados por las vías públicas son propiedad del estado.</p>
	Del uso de las vías públicas.	<p>Capítulo III, Artículo 16. Se especifican las carreteras para uso exclusivo de vehículos automotores. Los peatones deberán caminar por los hombros de la carretera, o por lugares de seguridad que el MOPT indique.</p> <p>Capítulo III, Artículo 27. Prohibiciones en el derecho de vía, que incluye: botar basura, dejar abandonado maquinaria y equipo, materiales de construcción y otros.</p> <p>Capítulo III, Artículo 31. En caso de derrumbes o daños a la vía pública, los vecinos del lugar están en la obligación de dar aviso a la autoridad inmediata, la cual queda obligada a comunicar la urgencia a la delegación más cercana.</p>
Decreto N° 513. Ley especial de protección al Patrimonio Cultural de El Salvador. D.O. 98, Tomo 319, 26-05-1993.	Definición de bienes que conforman el patrimonio cultural.	<p>Artículo 8. Cuando se esté causando daño o estén expuestos a peligro inminente cualquiera de los bienes a que se refiere esta ley, o que, a criterio del Ministerio puedan formar parte del tesoro cultural salvadoreño, éste adoptará las medidas de protección que estime necesarias, mediante providencias que se notificarán al propietario o poseedor de dichos bienes y a las instituciones mencionadas en el Artículo 26 de la presente ley.</p> <p>Los planes de desarrollo urbanos y rurales, los de obras públicas en general y los de construcciones o restauraciones privadas que de un modo u otro se relacionen con un bien cultural inmueble serán sometidos por la entidad responsable de la obra a la autorización previa del Ministerio a través de sus respectivas dependencias.</p>
	Regulación de la circulación	Artículo 23. Cuando se esté causando daño o esté en peligro inminente de sufrirlo o de ser destruido cualquiera de los Bienes Culturales a que se refiere la Ley Especial o que a criterio del Ministerio puedan formar parte del Tesoro Cultural Salvadoreño, éste adoptará las medidas de protección que estime necesarias mediante providencias que se notificarán al propietario o poseedor de dichos bienes; y a las autoridades e instituciones mencionadas en el artículo 26 de la Ley Especial.
	Indicios Culturales	Artículo 25. La aprobación de los proyectos a los cuales se refiere el artículo 8 inciso 2 de la Ley Especial serán nulos cuando carezcan de la autorización previa a que se refieren los artículos que anteceden, sin perjuicio de las responsabilidades correspondientes a los funcionarios y particulares involucrados en la gestión respectiva. Las obras no autorizadas serán suspendidas de inmediato por la autoridad pública de la circunscripción correspondiente, a solicitud del Ministerio.
Decreto 274. Código Municipal. D.O. No. 23 del 05 -febrero - 1986.	Objeto y Campo de Aplicación	Artículo 1. El presente Código tiene por objeto desarrollar los principios constitucionales referentes a la organización, funcionamiento y ejercicio de las facultades autónomas de los municipios.
	Compete a los Municipios	<p>Artículo 4. La elaboración, aprobación y ejecución de planes de desarrollo urbanos y rurales de la localidad.</p> <p>El incremento y protección de los recursos renovables y no renovables.</p> <p>La regulación del transporte local y del funcionamiento de las terminales de transporte de pasajeros y carga.</p>

Regulación	Tema	Artículos Aplicables
		<p>La prestación del servicio de aseo, barrido de calles, recolección y disposición final de basuras.</p> <p>Planificación, ejecución y mantenimiento de todo género de obras públicas necesarias al municipio.</p> <p>La regulación y el desarrollo de planes y programas destinados a la preservación, restauración, aprovechamiento racional y mejoramiento de los recursos naturales, de acuerdo a la ley.</p>
<p><b>Decreto N° 732. Ley de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Área Metropolitana de San Salvador y de los Municipios Aledaños. D.O. 18, Tomo 322, 26-01-1994.</b></p>	Del Impacto Ambiental	<p>Capítulo III. Artículo 40. Cuando el propietario de un proyecto de urbanización o construcción localizado en áreas de desarrollo restringido, considere que las disposiciones del Esquema Director para su localidad no corresponden a las características del sitio, este podrá realizar un estudio de impacto ambiental que proponga alternativas para la conservación y preservación del medio ambiente definiendo los objetivos, alcances y metodologías. El estudio deberá cumplir con los requisitos establecidos por esta ley y su reglamento. La aprobación de las alternativas propuestas en el estudio seguirá el mismo trámite que el establecido por esta ley y su reglamento para el Esquema Director del AMSS y su evaluación la realizará la OPAMSS.</p> <p>Artículo 41. En ausencia del Plan Metropolitano de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del AMSS o de casos no contemplados por el mismo, toda actuación de desarrollo territorial que conlleve a actividades susceptibles de degradar el medio ambiente o que afecte un suelo que califique como área de desarrollo restringido, deberá estar sustentado en un Estudio de Impacto Ambiental.</p>
<p><b>Decreto N° 341. Ley De la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados. D.O: 191 Tomo: 193, 10/19/1961.</b></p>	Agua potable.	<p>Artículo 3. Son facultades y atribuciones de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados:</p> <p>a) Adquirir toda clase de bienes muebles o inmuebles por cualquier título o medio legal, pudiendo retener, conservar, funcionar y administrar dichos bienes; y disponer de aquellos que considere innecesarios.</p> <p>d) Dar y tomar en arrendamiento, comodato, o efectuar cualquiera otra transacción sobre bienes raíces o muebles con el Estado, o con cualquiera institución oficial o corporación de derecho público, o con personas jurídicas o naturales, e invertir el producto de dichas operaciones en los fines que marca esta Ley, sin perjuicio de lo dispuesto en el Art. 134 de la Constitución Política.</p> <p>l) Construir y reconstruir, mediante Contrato, previa licitación o bajo la dirección de sus propios funcionarios, agentes o empleados, o por conducto o mediación de los mismos, toda clase de obras e instalaciones relacionadas con:</p> <p>1.- El estudio, investigación, alumbramiento, captación, tratamiento, conducción, almacenamiento y distribución de aguas potables.</p>
<p><b>Decreto Número dos. Ordenanza Reguladora del Uso del Suelo en el Municipio de Santa Tecla. D.O. 228, Tomo N° 421, 05-12-2018.</b></p>	Objetivo	<p>Artículo 1. Objeto. La presente Ordenanza tiene por objeto establecer la regulación para el desarrollo del uso del suelo en el municipio de Santa Tecla, y como finalidad promover la conservación y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales del mismo.</p>

Regulación	Tema	Artículos Aplicables
	De los trámites	<p>Artículo 5. Las resoluciones a los trámites y/o permisos otorgados en el municipio por las autoridades competentes se realizarán de acuerdo a los siguientes instrumentos de regulación:</p> <p>a) La presente Ordenanza                      b) Ley de Ordenamiento y Desarrollo Territorial del Área Metropolitana de San Salvador y Municipios aledaños.                      c) Reglamento a la Ley de Ordenamiento y Desarrollo Territorial del Área Metropolitana de San Salvador y Municipios aledaños.</p>
	Zona de máximo riesgo geológico.	Artículo 8. Son aquellas zonas que por las características geomorfológicas del suelo son susceptibles a la ocurrencia de deslizamientos de flujos de gran magnitud, ya sea por la presencia de sismos o por la saturación del suelo.
	Estudio del Impacto Ambiental para zonas de riesgo y máxima protección.	Artículo 11. Sin perjuicio de la presentación ante otras Instancias, el Estudio de Impacto Ambiental será presentado en copia digital o impresa a la Unidad Ambiental de la Alcaldía Municipal de Santa Tecla.
	Zona de Desarrollo Restringido.	Artículo 19. Considerada dentro de la categoría de baja densidad habitacional, la cual se establece en base a estudios técnicos, que determinan el nivel de intervenciones a realizar con respecto al impacto ambiental.
<b>Decreto N° 7. Ordenanza del Control del Desarrollo Territorial en el Municipio de Colón. D.O. 39, Tomo 358, 27-02-2003.</b>	Competencia	<p>Titulo 1. Objeto de la ordenanza. Capítulo 1: Competencia.</p> <p>Artículo 1. El Organismo encargado de la vigilancia, control y autorización de las actividades que se refieren al Desarrollo Territorial de los Municipios que comprenden la Asociación de Municipios del Valle de San Andrés (AMUVASAN), de la cual Colón es parte; será la Oficina, de Planificación del Valle de San Andrés, que se denominará en la presente Ordenanza con las siglas OPVSA, la cual ha sido creada para tal fin.</p> <p>Artículo 2. Las funciones de vigilancia, control y autorización a que se refiere el Artículo anterior, serán ejercidas por la OPVSA, en base a las regulaciones establecidas en el Plan de Desarrollo Territorial del Valle de San Andrés, el Plan de Desarrollo Territorial local, la Ley de Urbanismo y Construcción y su respectivo Reglamento, la Ordenanza Municipal Reguladora del Uso del Suelo y otras disposiciones legales de la materia, y podrá ejercer sus funciones con la colaboración de otros Organismos Municipales, Estatales y/o entidades privadas o gremiales.</p>
	De los trámites	<p>Artículo 29. Toda persona natural o jurídica, pública o privada que desee elaborar un proyecto de parcelación y/o construcción en el municipio de Colón, deberá realizar los trámites siguientes:</p> <p>a) Trámite de calificación de lugar                      b) Trámite de línea de construcción                      c) Trámite de factibilidad de drenajes de aguas lluvias                      d) Trámite de revisión vial y zonificación                      e) Trámite de permiso de parcelación.                      f) Trámite de permiso de construcción                      g) Trámite de recepción de obras y permiso de habitar o de funcionamiento.</p> <p>Artículo 32. Todo propietario de una edificación de índole público o privado, deberá solicitar a la OPVSA, calificación de lugar como requisito previo para poder cambiar su uso original.</p>
<b>Decreto N° 9. Ordenanza del Control del Desarrollo Territorial en el Municipio de</b>	Competencia	<p>Titulo 1. Objeto de la ordenanza. Capítulo 1: Competencia.</p> <p>Artículo 1. El Organismo encargado de la vigilancia, control y autorización de las actividades que se refieren al Desarrollo</p>

Regulación	Tema	Artículos Aplicables
San Juan Opico. D.O. 31, Tomo 358, 17-02-2003.		<p>Territorial de los Municipios que comprenden la Asociación de Municipios del Valle de San Andrés (AMUVASAN), de la cual San Juan Opico es parte; será la Oficina, de Planificación del Valle de San Andrés, que se denominará en la presente Ordenanza con las siglas OPVSA, la cual ha sido creada para tal fin.</p> <p>Artículo 2. Las funciones de vigilancia, control y autorización a que se refiere el Artículo anterior, serán ejercidas por la OPVSA, en base a las regulaciones establecidas en el Plan de Desarrollo Territorial del Valle de San Andrés, el Plan de Desarrollo Territorial local, la Ley de Urbanismo y Construcción y su respectivo Reglamento, la Ordenanza Municipal Reguladora del Uso del Suelo y otras disposiciones legales de la materia, y podrá ejercer sus funciones con la colaboración de otros Organismos Municipales, Estatales y/o entidades privadas o gremiales.</p>
	Trámites	<p>Capítulo IV: De los trámites. Artículo 30. Toda persona natural o jurídica, pública o privada que desee elaborar un proyecto de parcelación y/o construcción en el municipio de San Juan Opico, deberá realizar los trámites siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Trámite de calificación de lugar</li> <li>Trámite de línea de construcción</li> <li>Trámite de factibilidad de drenajes de agua lluvias</li> <li>Trámite de revisión vial y zonificación</li> <li>Trámite de permiso de parcelación.</li> <li>Trámite de permiso de construcción</li> <li>Trámite de recepción de obras y permiso de habitar o de funcionamiento</li> </ol>
	Trámites	<p>Artículo 32. Toda persona natural o jurídica, pública o privada, que desee ejecutar un proyecto de construcción en el Municipio de San Juan Opico, deberá solicitar permiso de construcción a la OPVSA, según el procedimiento establecido en el Reglamento de la presente Ordenanza.</p> <p>Artículo 37. Toda persona natural o jurídica, entidad estatal o privada que financie, administre o que desee ejecutar proyectos de parcelación y/o de construcción, ya sea de vivienda, equipamiento o infraestructura; deberá considerar dentro de los términos de participación la aprobación previa de los proyectos ante la OPVSA, de conformidad a la Ley de Urbanismo y Construcción y sus Reglamentos y a los Planes Locales de Desarrollo Territorial de la municipalidad; a efecto de lograr una armonía dentro de la presente Ordenanza.</p>

En el caso del presente proyecto, es necesario considerar los lineamientos de la Ley de Medio Ambiente, Ley Forestal, Ley de Protección de Vida Silvestre y demás normativas, ordenanzas municipales citadas anteriormente y que se apliquen a la ejecución del mismo.

### 5.2.3 Interpretación de Artículos citados de la Ley de Medio Ambiente.

Los Artículos 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28 y 29 establecen los procedimientos para iniciar y elaborar los Estudios de Impacto Ambiental (EslA), tendientes a la obtención del permiso ambiental para la ejecución de una obra o proyecto, además, establecen la respectiva Fianza de Cumplimiento Ambiental, por un monto equivalente al monto de las obras ambientales estipuladas en el Programa de Manejo Ambiental (PMA).



Los Artículos 70, 71 y 75 se refieren específicamente a la gestión y usos de las aguas y ecosistemas acuáticos; y también se refiere al manejo de los suelos y ecosistemas terrestres, para prevenir destrucción o modificación drástica del medio socio-natural.

#### 5.2.4 Reglamento General de la Ley del Medio Ambiente.

El Reglamento tiene por objeto desarrollar las normas y preceptos contenidos en la Ley de Medio Ambiente.

Por lo que regula de forma amplia los aspectos relacionados con:

- Los procedimientos, competencias y formalismos con que se ejecutan las obligaciones prescritas en la Ley
- Las autoridades competentes
- Disposiciones generales
- Competencia y administración
- La gestión del medio ambiente
- La participación de la población
- Instrumentos de política del medio ambiente (El ordenamiento territorial, los objetivos y contenidos de la evaluación ambiental)
- Información ambiental
- Fondo Ambiental
- Estrategia Nacional de Medio Ambiente
- Protección ambiental
- Riesgos y desastres naturales
- Diversidad biológica
- Medio ambiente costero-marino
- Del manejo de los suelos y ecosistemas terrestres
- De la responsabilidad ambiental
- La presentación del informe, entre otros que se consideran que no tienen injerencia en el presente proyecto

Como norma de menor jerarquía, el Reglamento tiene como fin establecer los procedimientos para la aplicación de la ley, por lo que los derechos, las prohibiciones, los requisitos fundamentales o sustantivos para la autorización de obras viales se encuentran en la Ley y no en el Reglamento, cuya regulación es secundaria.

No existe en la Ley ni mucho menos en el Reglamento norma expresa que establezca la prohibición de realizar obras viales, siempre que el Permiso Ambiental sea otorgado por las autoridades competentes previo estudio y evaluación correspondiente.

#### 5.2.5 Acciones que deberá realizar el Ministerio de Obras Públicas y de Transporte, luego de finalizada la Consultoría en el Estudio de Impacto Ambiental.

Luego de finalizada la Consultoría del Estudio de Impacto Ambiental, mediante el cumplimiento del Articulado manifestado en la Tabla 1, concretamente el Ministerio de Obras Públicas y de Transporte, presentará al MARN, el estudio para la revisión y proceso de aprobación, luego de ser aprobado y tomando como base el Artículo 25 de la Ley de Medio Ambiente, deberá llevarse a cabo la consulta pública bajo las normas establecidas en el mismo.

Según el Artículo 29 de la Ley de Medio Ambiente: el MOPT, deberá emitir al MARN, una Fianza de Cumplimiento Ambiental, por un monto equivalente a los costos totales de las obras físicas o inversiones que se requieran, para cumplir con el programa de manejo ambiental. Esta fianza tendrá un período que durará hasta que dichas obras o inversiones se hayan realizado en la forma previamente establecida, por medio de la empresa que construya el proyecto, es decir, el MOPT, como titular, deberá garantizar que las medidas ambientales sean cumplidas en su totalidad.

El MOPT, deberá estar atento a las diversas denuncias que existiesen de los gobiernos locales, asociaciones o comunidades que se encuentran en el área de influencia, durante el proceso constructivo y conlleve a faltas en el cumplimiento del programa de manejo ambiental y brindarle solución por medio de la empresa que construya el proyecto.

El MOPT, deberá acompañar a los funcionarios del MARN, en las diferentes auditorías ambientales que se realicen, como parte del monitoreo y seguimiento al programa de manejo ambiental, incluyendo el período de mantenimiento de las medidas ambientales. Al encontrarse deficiencias en las mismas, deberá hacer uso de la garantía de buena obra emitida por la empresa que construyó el proyecto para las correcciones necesarias.

Luego de la auditoría ambiental final y que sea levantada el acta de cumplimiento del programa de manejo ambiental, el MOPT, deberá tramitar la liberación de la Fianza, para dar por cerrado el proceso de Ley y obtener el permiso ambiental de funcionamiento, como lo afirma el segundo párrafo del Artículo 20 de la Ley de Medio Ambiente: La validez del Permiso Ambiental de ubicación y construcción será por el tiempo que dure la construcción de la obra física; una vez terminada la misma, incluyendo las obras o instalaciones de tratamiento y atenuación de impactos ambientales, se emitirá el Permiso Ambiental de Funcionamiento por el tiempo de su vida útil y etapa de abandono, sujeto al seguimiento y fiscalización del MARN.

## 5.2.6 Reglamento Especial de Normas Técnicas de Calidad Ambiental

El Reglamento tiene por objeto determinar los lineamientos o directrices para el establecimiento de las Normas Técnicas de Calidad Ambiental en los medios receptores, y los mecanismos de aplicación de dichas normas, relativo a la protección de la atmósfera, el agua, el suelo y la biodiversidad.

El Artículo 13, impone a los titulares de obras o proyectos que realicen construcciones, movimientos de tierra, trabajos viales, susceptibles de producir polvo y de mantener un control de la calidad del aire.

El Artículo 25, especifica que el manejo y disposición integral de los residuos y desechos en general y los provenientes de la utilización de sustancias peligrosas en particular, se realizará de conformidad a lo establecido en el artículo 50 de la Ley de Medio Ambiente, la ley respectiva y el Reglamento especial, según métodos normalizados de la manera prevenida en este reglamento, o en su defecto mediante técnicas reconocidas por el Consejo en cuanto a la adecuación del método de aplicación empleado, pudiéndose recomendar lo que sea necesario para asegurar el debido cumplimiento de la legislación aplicable.

Para darle cumplimiento a este Artículo, el MOPT, por medio de la empresa constructora, deberá asegurar la disposición final adecuada de los desechos sólidos comunes y los resultantes del material de desalojo originados en la construcción del proyecto llevándolos a un sitio autorizado por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN).

Para el caso especial de sustancias peligrosas, el artículo 50 de la Ley de Medio Ambiente, establece en el literal b, que se deberán utilizar practicas correctas en la generación, reutilización, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de los desechos domésticos, industriales y agrícolas, esto prevendrá la contaminación de las aguas subterráneas, lo cual deberá ser vigilado por el Titular del proyecto.

También en el artículo 22 del presente reglamento, que toma como base al artículo 42 de la Ley del Medio Ambiente, se establece que los titulares de obras, proyectos o actividades establecidas en el artículo 21 de la misma, en todos los casos de aguas residuales que puedan afectar la calidad de las aguas subterráneas, deberán considerar en el Estudio de Impacto Ambiental y en el Permiso Ambiental correspondiente, la protección y sostenibilidad del recurso.

No existe en la ley ni mucho menos en el reglamento, norma expresa que establezca la prohibición de realizar obras viales por la emisión de polvo, ruido o vibración, siempre que se cumplan con las regulaciones de la calidad de este reglamento y disposiciones especiales de las autoridades correspondientes.

### 5.2.7 Calidad del Aire Ambiente

Para su regulación se ha considerado el Proyecto de la Norma Salvadoreña, Calidad del Aire Ambiental: Inmisiones y Emisiones Atmosféricas propuesto por CONACYT NSO 13.01.01:00.

En la Tabla 40, se presentan los parámetros técnicos para aquellos factores que se ven afectados por la implementación de un proyecto del sistema vial. Dichos parámetros están regulados en el Reglamento Especial de Normas Técnicas de Calidad Ambiental, Artículo 9: Parámetros mínimos calidad de aire ambiente.

Tabla 40. Parámetros mínimos de la calidad de aire ambiente.

PARÁMETRO	UNIDADES	VALORES MÁXIMOS PERMITIDOS	PERÍODO
Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	µg/m <sup>3</sup>	80	anual
Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	µg/m <sup>3</sup>	365	24 horas
Monóxido de carbono (CO)	µg/m <sup>3</sup>	10,000	8 horas
Monóxido de carbono (CO)	µg/m <sup>3</sup>	40,000	1 hora
Óxido de Nitrógeno (NOx)	µg/m <sup>3</sup>	100	anual
Óxido de Nitrógeno (NOx)	µg/m <sup>3</sup>	150	24 horas
Ozono	µg/m <sup>3</sup>	235	1 horas
Ozono	µg/m <sup>3</sup>	120	8 horas
Ozono	µg/m <sup>3</sup>	60	anual
Partículas inhalables (PM <sub>10</sub> )	µg/m <sup>3</sup>	50	Anual
Partículas inhalables (PM <sub>10</sub> )	µg/m <sup>3</sup>	150	24 horas
Partículas inhalables (PM <sub>2.5</sub> )	µg/m <sup>3</sup>	15	Anual
Partículas inhalables (PM <sub>2.5</sub> )	µg/m <sup>3</sup>	65	24 horas
Partículas totales suspendidas	µg/m <sup>3</sup>	75	Anual
Partículas totales suspendidas	µg/m <sup>3</sup>	260	24 horas
Plomo (Pb)	µg/m <sup>3</sup>	0.5	anual
<b>Plomo (Pb)</b>	µg/m <sup>3</sup>	1.5	Trimestral

Fuente: CONACYT NSO 13.01.01:00

### 5.2.8 Control de Ruido. Intensidad y Frecuencia

Para la regulación del ruido ambiental en el proyecto, se ha considerado la Norma Salvadoreña obligatoria: Emisiones Atmosféricas fuentes móviles, NSO 13.11.03: 01. Emisiones Atmosféricas Fuentes Móviles, que establece en el Apartado 6. Numeral 6.1, los niveles máximos de ruido ambiental provenientes de los dispositivos sonoros de los vehículos automotores. Dichos valores se presentan en la Tabla 41.

Tabla 41. Dispositivos sonoros de vehículos automotores

Tipo De Vehículo	dB (A)
Motocicletas y motobicicletas	105
Automóviles, vehículos rústicos de carga liviana y pesada, transporte colectivo	118
Vehículos de emergencia	120

Fuente: NSO 13.11.03: 01

Para el caso de las zonas residenciales y comerciales, en el proyecto de la Norma Salvadoreña, Calidad del Aire Ambiental: Inmisiones y Emisiones Atmosféricas propuesto por CONACYT NSO 13.01.01:00, Apartado 9. Literal 9.2.1, se establecen los niveles máximos de ruido continuo permisible. Los valores se presentan en la Tabla 42.

Tabla 42. Niveles máximos de ruido permitidos en zonas residenciales y otros.

Categoría del Receptor	Límites en Horas del Día (dBA)	
	Día (06:00 a 22:00)	Noche (22:00 a 06:00)
Industrial y Comercial	75	70
Residencial; Institucional; Educativa	55	45

Fuente: NSO 13.01.01: 00

### 5.2.9 Reglamento General de Tránsito

Artículo 227, Literal 3: se establecen los niveles de ruido máximos admisibles en los escapes de los vehículos:

- Capacidad de fábrica < a 3 Ton métricas, el nivel máximo será 96 dB(A).
- Capacidad de fábrica entre 3 y 8 Ton métricas, el nivel máximo será 98 dB(A).
- Capacidad de fábrica > a 8 Ton métricas, el nivel máximo será 100 dB(A).

Literal 4: Los niveles máximos para dispositivos sonoros en vehículos automotores son:

- Motocicletas y motobicicletas, 105 dB(A)
- Vehículos de carga liviana y pesada, 118 dB(A)

### 5.2.10 Ley de Conservación de Vida Silvestre, Decreto No. 844

El Artículo 9, establece que las especies de vida silvestre incluidos en los listados de especies amenazadas o en peligro de extinción, que sean registradas en tales categorías por El Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales y ante la Comisión Internacional correspondiente, serán sujetas a las regulaciones específicas sobre su protección.

El MOPT, en primera instancia como responsable de las actividades del proyecto, deberá establecer y mantener con eficiencia, puestos de control de vida silvestre, según lo exijan las circunstancias, en cumplimiento al artículo 6, literal g, así como realizar cualquier otra actividad inherente a la conservación de la vida silvestre (literal j).

El Artículo 27 de la presente ley, hace referencia a las infracciones graves en las que puede incurrir MOPT, al generarse daños que incluyan el matar, destruir, dañar o comercializar con especies de la vida silvestre en el proyecto, pudiendo ser multado con sanciones que van desde diez hasta cien salarios mínimos; En ese sentido es importante que el MOPT, por medio de la empresa que construya y supervise el proyecto prevengan los daños anteriormente descritos.

### 5.2.11 Ley y Reglamento de Urbanismo y Construcción

Dicha Ley, para efectos de interpretación, tiene la misma jerarquía que la ley de Medio Ambiente. No obstante, la Ley de Medio Ambiente es de carácter especial y por consiguiente sus normas prevalecerán sobre cualquier otra que la contraríen (Artículo 115).

La Ley de Urbanismo y Construcción regula, entre otras cosas, lo relativo a las obras de construcción para vías de circulación mayor y menor y vías de acceso y distribución, así como las obras de urbanización en zonas de reserva forestal.

No existe en la Ley ni mucho menos en el Reglamento, norma expresa que establezca la prohibición de realizar obras viales, en todo caso los titulares de una obra o proyecto de construcción vial deberán observar los requisitos establecidos en esta Ley y su Reglamento como en la Ley de Medio Ambiente.

### 5.2.12 Ley Forestal

La nueva Ley Forestal fue promulgada el 22 de mayo de 2002 mediante Decreto Legislativo Número 852 y Publicada en el Diario Oficial N° 110 Tomo N° 355 del 17 de junio de 2002, con lo que la Ley Forestal de 1973 quedo derogada.

La construcción de una obra vial como la del presente proyecto, implica la afectación de recursos forestales, que según dicha Ley son parte del patrimonio natural de la nación y por lo tanto corresponde al Estado su protección y manejo.

Sin embargo, el objetivo principal de esta Ley es establecer las disposiciones que permitan el incremento, manejo y aprovechamiento en forma sostenible de los recursos forestales y el desarrollo de la industria maderera; así como establecer las condiciones para estimular la participación del sector privado, en la reforestación del territorio nacional con fines productivos, quedando fuera de esta regulación las Áreas Naturales Protegidas y los Bosques Salados.

No obstante, lo anterior, la Ley Forestal establece en el Artículo 12 la protección del suelo por su capacidad de uso. En dicho artículo se prohíbe el cambio del uso de los suelos Clase VI, VII y VIII que estén cubiertos de árboles, sin embargo, podrán ser aprovechados sosteniblemente manteniendo el mismo uso. Es necesario hacer notar que los trabajos de ampliación de la vía requieren de labores de terracería, lo cual implica que en el caso que se intervengan taludes se van a cortar franjas de terreno que actualmente están clasificadas en los tipos VI y VII. Sin embargo, el artículo citado trata más bien de cambio de usos dentro del esquema agronómico o forestal, es decir, no cambiar el uso de dichos suelos con fines de la explotación de los mismos, debido a las diferentes susceptibilidades que presentan.

En el presente caso y basados en el Artículo 75, Manejo de los suelos y ecosistemas terrestres, de la Ley de Medio Ambiente, literal c, donde establece que deberán llevarse a cabo prácticas de conservación y recuperación de suelos, por quienes realicen actividades agrícolas,

pecuarias, forestales, mineras, urbanísticas, de infraestructura u otras que afecten o puedan afectar negativamente sus condiciones; y el literal d, en los casos de construcción de obras civiles y aprovechamiento de los recursos naturales no renovables, que puedan directa o indirectamente provocar deterioros significativos de los suelos, deberán realizarse las acciones de regeneración y restauración requeridas que compensen el impacto generado sobre los mismos.

Puede concluirse, que el cambio de uso de las franjas afectadas sería para incorporarlas a las obras de infraestructura existente, las cuales serían ampliadas por la necesidad misma de la región de contar con mejores vías de comunicación, y como tal, dichas franjas serían dotadas de todas las características en cuanto a pendiente, obras de drenaje superficial y trabajos de reforestación, como trabajos de conservación que no permitan generar condiciones nuevas de riesgo a la vía y a los usuarios de las mismas, siempre y cuando por su impacto cuenten con el correspondiente permiso ambiental emitido por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), además del cumplimiento de las ordenanzas municipales existentes, especialmente la del uso del suelo, tanto del municipio de Santa Tecla, Colón y San Juan Opico, así como de la opinión técnica de la Dirección Forestal del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), sobre el uso del suelo aledaño al proyecto, por la ampliación de la carretera (ver Apéndice 10).

### 5.2.13 Código Municipal

El Código Municipal promulgado por Decreto Legislativo Número 274 el día 3 de febrero de 1983 y Publicado en el Diario Oficial Número 23, Tomo N° 290, del 5 de febrero de 1986, es Ley de la República y por lo tanto de carácter general. Para la interpretación del mismo Código habrá que tomar en cuenta las cinco reformas que ha tenido hasta la fecha, además, que es una Ley anterior a la Ley de Medio Ambiente y que esta última es de carácter especial en materia de protección del medio ambiente.

De conformidad al Artículo 1, el objeto de la Ley es desarrollar los principios constitucionales referentes a la organización, funcionamiento y ejercicio de las facultades autónomas de los municipios.

Las competencias que el Código establece a las municipalidades en relación al medio ambiente, son de acuerdo al Artículo 1 las siguientes:

- La elaboración, aprobación y ejecución de planes de desarrollo urbanos y rurales de la localidad (numeral 1)
- El incremento y protección de los recursos renovables y no renovables (numeral 10)
- La regulación del transporte local y del funcionamiento de las terminales de transporte de pasajeros y carga (numeral 11)

- La prestación del servicio de aseo, barrido de calles, recolección y disposición final de basuras (numeral 19)
- Planificación, ejecución y mantenimiento de todo género de obras públicas necesarias al municipio (numeral 25)
- Las demás que sean propios de la vida local y las que le atribuyan otras leyes (por ejemplo, la que se establece en el Artículo 23 de la Ley Forestal)

Las competencias transcritas no son competencias reservadas a las Alcaldías, es decir, no existe un ámbito jurisdiccional exclusivo mediante el cual las Alcaldías puedan decidir, por encima o sin la aprobación de otro u otros órganos del Estado.

Más bien se trata de competencias concurrentes o compartidas, que tienen que ser ejecutadas por las alcaldías de cada municipio en coordinación con las autoridades del gobierno central correspondientes, en concreto por el Ministerio de Obras Públicas y de Transporte, Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, entre otros. Por ello la Ley impone a las autoridades nacionales, regionales y departamentales que existieren, la obligación de comunicar a los municipios respectivos los planes de desarrollo, para evitar la creación de servicios paralelos, duplicidad de servicios o contradicción de la actividad realizada en forma concurrente por varios entes de la Administración (Artículo 156).

Es facultad de las alcaldías autorizar obras viales que han sido planificadas por el gobierno central y que tengan como fin el desarrollo económico y social del municipio; pero dicha regulación no está encaminada en ningún momento a afectar los planes de desarrollo, por el contrario, es una obligación compartida con el gobierno central. En la entrevista llevada a cabo con el Gerente de AMUVASAN en la oficina de planificación del territorio (OPVSA), aclaró que los proyectos de interés nacional a desarrollar por el MOPT, son considerados como regionales, por lo tanto solo establecen acciones coordinadas en el proceso de elaboración de estudios, así como el proceso constructivo, realizando aportes por el bien de los municipios de las áreas de influencia del proyecto, de igual forma se expresó el coordinador de la Unidad de Desarrollo del Territorio, de la municipalidad de Santa Tecla, al ser entrevistado.

La obra vial puede ser iniciativa de alcaldías, en estos casos, la Ley regula cual será el procedimiento para la adquisición de inmuebles cuando se trate de obras destinadas a un servicio de utilidad pública o de interés social local, así como los parámetros para la determinación de precios de esas propiedades y otros requerimientos en casos de expropiación (Artículos 138 al 155).

#### 5.2.14 Ley de Ordenamiento y Desarrollo Territorial

El Artículo 6, contempla los diferentes niveles de la Administración Pública y Municipal, que tienen por obligación cumplir y velar por la oportuna y debida implementación de los instrumentos de ordenamiento y desarrollo territorial. De igual forma establece en el Artículo



9, que, para fines de ordenamiento y desarrollo territorial, el ámbito local lo constituyen el área geográfica de los diferentes municipios.

El Artículo 10, establece que los departamentos podrán estar organizados en micro regiones, en base a la libre asociatividad de los municipios y éstos contarán con sus propios planes de ordenamiento territorial; el Artículo 17, afirma que los Consejos Departamentales de Ordenamiento y Desarrollo Territorial tendrán entre sus atribuciones: Estimular la participación de representantes de los organismos regionales públicos y de los gobiernos municipales y de las instituciones privadas y de cooperación con presencia en el territorio, en las consultas territoriales y el Artículo 18, establece que en el ámbito Local, la autoridad competente para la implementación de todo lo concerniente al ordenamiento y desarrollo territorial, serán los Concejos Municipales, ya sea de manera individual o asociada.

En ese sentido, se encuentran en la zona de influencia del proyecto, AMUVASAN (Asociación de Municipios del Valle de San Andrés), como instancia de asociatividad municipal dentro del Plan de Ordenamiento y Desarrollo Territorial, Región Centro-Occidental, Sub-Región Centro Occidente 3 (4 municipios del departamento de La Libertad), impulsado por el Vice Ministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano.

AMUVASAN, a través de la oficina de planificación del territorio (OPVSA), regula la actividad del uso de suelo, especialmente para las construcciones en los diferentes municipios, no así, para obras viales, sin embargo, participan en los procesos de consulta pública de los municipios, en donde generan sus aportes, de acuerdo a la planificación y desarrollo de los municipios que forman parte de la asociación. Posición similar es asumida por la municipalidad de Santa Tecla y su Unidad de Desarrollo del Territorio.

#### 5.2.15 Código penal.

Las disposiciones del Código Penal relacionadas con el medio ambiente están contenidas en el capítulo II: De los Delitos relativos a la naturaleza y el Medio Ambiente y los artículos se presentan a continuación:

**Artículo 255:** El que provocare o realizare directa o indirectamente emisiones, radiaciones o vertidos de cualquier naturaleza en el suelo, atmósfera, aguas terrestres superficiales, subterránea o marítima, en contravención a las leyes y reglamentos respectivos y que pusiere en peligro grave la salud o la calidad de vida de las personas o el equilibrio de los sistemas ecológicos o del medio ambiente será sancionado con prisión de cuatro a ocho años.

**Artículo 256:** En los casos del artículo anterior, la pena será de seis a diez años de prisión si el hecho se atribuyere a persona jurídica, pública o privada, que funcionare sin el correspondiente permiso ambiental o clandestinamente o haya desobedecido la disposiciones expresas de la autoridad ambiental para que corrigiere o suspendiere sus operaciones; hubiere aportado información falsa para obtener el permiso ambiental correspondiente o hubiere impedido u obstaculizado la inspección por la autoridad de medio ambiente.

Artículo 257: En los casos a que se refiere el artículo anterior si el agente actuare con culpa, será sancionado con prisión de uno a tres años.

Con el propósito de evitar los delitos mencionados en el código penal, el titular del proyecto por medio de la empresa constructora, deberá velar por el cumplimiento de la Ley de Medio Ambiente y su reglamento, manejando adecuadamente los desechos sólidos y evitando verter sustancias que contaminen el agua superficial, cumpliendo con las medidas de mitigación que se propongan en el Programa de Manejo Ambiental del Proyecto.

#### 5.2.16 Ley de Especial de Protección a Patrimonio Cultural. Ministerio de Cultura.

De acuerdo a los artículos 1,2 y 3 literales c), d) y ñ) inciso 2, son bienes culturales “Todos aquellos monumentos de carácter arquitectónico, urbanos, jardines históricos, plazas, conjuntos históricos, vernáculos y etnográficos, centros históricos y zonas arqueológicas.”

De acuerdo al artículo 8 inciso 2, los planes de obras públicas en general y los de construcciones o restauraciones privadas que de un modo u otro se relacionen con un bien cultural inmueble serán sometidos por la entidad responsable de la obra a la autorización previa del Ministro a través de sus respectivas dependencias.

A pesar que el sitio del proyecto se encuentra altamente impactado y no se considera una zona arqueológica, se obtuvo el dictamen de MICULTURA, el cual se presenta en el Apéndice 7, reforzando lo observado en campo.

#### 5.2.17 Ordenanza del municipio de Santa Tecla relacionada con el proyecto.

La Ordenanza relacionada con el proyecto, es la reguladora del uso del suelo en el municipio de Santa Tecla, departamento de La Libertad, que tiene como finalidad la de promover la conservación y el aprovechamiento de los recursos naturales del municipio. En el Artículo 4, de la misma establece que las políticas, planes y programas locales de ordenamiento territorial y de desarrollo social y económico, deberá incorporar el enfoque de gestión del riesgo y ambiental en busca del uso sostenible de los recursos naturales.

Se establece en el Artículo 6. Sin perjuicio de la presentación ante otras instancias, el Estudio de Impacto Ambiental será presentado en copia digital o impresa a la Unidad Ambiental de la Alcaldía municipal de Santa Tecla y en el Artículo 8, define que, para el desarrollo de proyectos en las zonas de riesgos y máxima protección, deberá informarse, previamente en OPAMSS para evaluar la viabilidad de los mismos.

#### 5.2.18 Ordenanzas de los municipios de San Juan Opico y del municipio de Colón, relacionadas con el proyecto.

Las ordenanzas de las municipalidades de San Juan Opico y de Colón, departamento de La Libertad, relacionadas con el proyecto son las siguientes:

- Ordenanza reguladora del uso del suelo aplicable en ambos municipios.

Mediante esta ordenanza, se regulan los usos permitidos y no permitidos del suelo en los municipios, básicamente el suelo urbano, dividiéndolo en suelo urbanizable y no urbanizable, específicamente en zonas homogéneas según la función principal y la que desempeña en la estructura de las ciudades, tal función es determinada por los usos prioritarios en cada una de las zonas y puede especializarse según la escala urbana a que sirve y las peculiaridades del sitio.

- Ordenanza del Control del Desarrollo Territorial del Municipio de Colón, Departamento de La Libertad.

La Ordenanza establece que el encargado de la vigilancia, control y autorización de las actividades que se refieren a Desarrollo Territorial de los Municipios que comprenden la Asociación de Municipios del Valle de San Andrés (AMUVASAN), de la cual San Juan Opico y Colón son parte, será la Oficina de Planificación del Valle de San Andrés, que se abrevia con la siglas OPVSA, por lo que toda persona natural o jurídica, pública o privada que desee elaborar un proyecto de parcelación y/o construcción en los municipios de San Juan Opico y Colón, deberán realizar los trámites siguientes: a) Trámite de Calificación de lugar b) Trámite de Línea de Construcción c) Trámite de Factibilidad de Drenajes de Agua Lluvias d) Trámite de Revisión Vial y Zonificación e) Trámite de Permiso de Parcelación. f) Trámite de Permiso de Construcción g) Trámite de Recepción de Obras y Permiso de Habitar o de Funcionamiento Los trámites a), b) y c) podrán hacerse simultáneamente en una sola solicitud inicial y los trámites e) y f) podrán hacerse simultáneamente en una sola solicitud final.

Sin embargo, del análisis de dicha legislación se concluye que OPVSA no tiene competencia para otorgar ningún tipo de permiso para la ampliación o construcción de carreteras nacionales, por lo que en este proyecto en particular no será necesario realizar ningún trámite ante dicha entidad.

### 5.3 ANÁLISIS DE CONVENIOS INTERNACIONALES.

Para operativizar internamente la normativa internacional y cumplir con los compromisos adquiridos, en materia ambiental, El Salvador ha firmado y ratificado acuerdos internacionales.

La Constitución de la Republica en el Artículo 144, señala que los Tratados celebrados por El Salvador con otros Estados o con organismos internacionales, constituyen leyes de la República al entrar en vigencia. La Ley podrá modificar o derogar lo acordado por el tratado, pero en caso de conflicto entre el tratado y la ley prevalecerá el Tratado. Lo que significa que el Tratado es jerárquicamente superior a la ley. No obstante, aunque los Tratados son firmados por los Estados por mandato constitucional, no están por encima de la Constitución y no son parámetros de control de constitucionalidad, como lo expresa la Sentencia del 25 de julio de 1998 emitida por la Sala de lo Constitucionalidad de la Corte Suprema de Justicia, en el caso de inconstitucionalidad del Decreto 432/93 en la que establece: “Sobreséese en este proceso respecto de la pretensión de inconstitucionalidad que se fundamentan en la trasgresión a la Declaración sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, el Convenio Regional para el Manejo y

Conservación de los Ecosistemas Naturales Forestales y el desarrollo de las Plantaciones Forestales, y el Convenio para la Conservación de la Biodiversidad y Protección de Áreas Silvestres Prioritarias en América Central, por no ser tales instrumentos parámetros de control constitucional”.

La conferencia de la Naciones Unidas sobre el medio humano (Estocolmo), produjo los cuatro pilares del primer marco internacional para tratar los problemas ambientales: 1) La mencionada Declaración que contiene 26 principios; 2) El Plan de Acción para el Medio Humano, con tres componentes: El Programa de Evaluación Ambiental, las Actividades de Administración Ambiental y las Medidas de Apoyo; 3) El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y 4) El Fondo Ambiental Voluntario (Adede, 1994, Página 26). Es de aclarar que cuando se refiere al Programa de Evaluación Ambiental no se refiere a la EIA como instrumento de protección al medio ambiente, más bien se trata de un Programa que buscaba evaluar la situación en que se encontraban los recursos naturales.

La Declaración sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo suscrita en la Cumbre de Río de Janeiro de 1992, establece la necesidad de realizar estudios de impacto ambiental previo a toda actividad degradatoria del medio ambiente y que tal estudio está sujeto a la decisión de una autoridad nacional competente.

El Convenio Regional para el Manejo y Conservación de los Ecosistemas Naturales Forestales y el Desarrollo de las Plantaciones Forestales, ratificado por Decreto Legislativo N° 67 el 14 de julio de 1994; Publicado en el Diario oficial N° 155 del 24 de agosto del mismo año establece entre otras regulaciones, que los Estados firmantes se comprometían a asegurar que las actividades dentro de su jurisdicción y control no causen daños al medio ambiente del país, y a orientar programas nacionales y regionales de forestación para recuperar tierras degradadas de aptitud preferentemente forestal actualmente bajo uso agropecuario, que rindan usos múltiples.

El Convenio Regional sobre Cambio Climático (D.L. No.66) del 14 de julio de 1994, Publicado en el Diario Oficial, N° 154, Tomo 324 del 24 de agosto de 1994: Artículo 1. Objetivo. Los Estados deben proteger el sistema climático en beneficio de las generaciones presentes y futuras sobre la base de la equidad y conformidad con sus responsabilidades y sus capacidades, para asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico de los Estados continúe.

El Artículo 3. Los Estados contratantes de este convenio reafirma su derecho ciudadano a conservar y aprovechar sus propios recursos naturales, incluido el clima de acuerdo a sus propias políticas y reglamentaciones en función de asegurar que las actividades dentro de sus jurisdicciones de control, no incrementen el cambio climático global.

El Convenio para la Conservación de la Biodiversidad y Protección de Áreas Silvestres Prioritarias en América Central, también suscrito y ratificado por El Salvador, se pronuncia por

la protección de los corredores biológicos, de su biodiversidad y de las áreas silvestres en la región centroamericana, así como de la obligación del Estado a seguir Políticas Ambientales que protejan dichas zonas.

El Convenio, se suscribió como producto de la Conferencia de la Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, aprobado por la Asamblea Legislativa mediante Decreto Legislativo N° 833, publicado en el Diario Oficial N° 92 Tomo 323 del 19 de mayo de 1994, depositado en poder del Secretario de las Naciones Unidas el día 24 de agosto de 1994 por el Ministro de Relaciones Exteriores.

Esta Convención desarrolla en el Artículo 14, lo relativo a la implementación de la EIA por parte de los países contratantes; se establecen cinco literales que señalan la necesidad y obligación de su implementación, el intercambio de información y la promoción de arreglos nacionales en casos de emergencias.

Reconoce también la participación del público en los procedimientos de EIA que generen efectos adversos importantes para la diversidad biológica.

En este Convenio los países firmantes, como El Salvador, reconocían a la EIA como un instrumento de necesidad para que el desarrollo de los pueblos se realice sin menoscabo de los recursos naturales de cada región y esta obligatoriedad impulsaba su implementación.

La Ley del Medio Ambiente y el MARN, así como otras leyes y autoridades señaladas por las mismas, actúan bajo los lineamientos de estas convenciones internacionales, convenciones que en ningún momento prohíben a los Estados construir obras viales, sino más bien vinculan a los Estados a que cuando se trate de proyectos que tengan como fin el desarrollo económico y social que eventualmente puedan afectar el medio ambiente, realicen los diagnósticos ambientales necesarios que eviten una afectación al mismo, de tal forma que todas las políticas del Estado estén en sintonía con la protección de los recursos naturales y del medio ambiente, tomando en cuenta que el medio ambiente no tiene fronteras y que por lo tanto, los países de la región deben protegerlos.

En otras palabras, si el proyecto bajo estudio, se ajusta a los requisitos señalados por la Ley del Medio Ambiente se estará garantizando el cumplimiento de las Convenciones Internacionales, ya que dicha Ley, de conformidad con sus considerandos, nace precisamente de la obligación de vigilancia y control, adquirida en los tratados mencionados.

Debe insistirse que, si la evaluación ambiental de una obra tiene un resultado negativo, no deberá ser autorizada, pues no sólo contraría la Ley sino también los convenios o tratados internacionales suscritos y ratificados por El Salvador.

#### **5.4 ANÁLISIS JURÍDICO SOBRE LAS ORDENANZAS DE ZONAS DE PROTECCIÓN Y RECURSOS NATURALES Y LOS PROYECTOS DE INTERÉS NACIONAL.**

El proyecto "ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑO FINAL DEL PROYECTO 7215: "Construcción de Viaducto y Ampliación de Carretera CA01W (Tramo Los Chorros), entre Autopista Monseñor Romero y CA01W; municipios de Santa Tecla, Colón y San Juan Opico, departamento de La Libertad", se justifica ya que:

En el Artículo 203 de la Constitución de la República de El Salvador se lee "Los Municipios están obligados a colaborar con otras instituciones públicas en los planes de desarrollo nacional o regional".

De acuerdo a los Artículos 10 y 11 de La Ley de Carreteras y Caminos Vecinales, el Ministerio de Obras Públicas y de Transporte, tiene entre sus facultades la planificación, diseño y construcción de carreteras siguiendo los lineamientos del desarrollo integral del país.

La Ley del Medio Ambiente no restringe la construcción de carreteras, en los Artículos del 12 al 15 se hace mención únicamente que, para la elaboración de planes de desarrollo, deberá considerarse la dimensión ambiental y en el Artículo 21 inciso a) se menciona que las obras viales son objeto de Estudio de Impacto Ambiental.

Las ordenanzas y reglamentos decretados en los códigos municipales son de menor jerarquía que las leyes, quienes a su vez son de menor jerarquía que la Constitución de la República tal y como aparece, en el Artículo 246 de la Constitución de la República de El Salvador, que establece que "La Constitución prevalecerá sobre todas las leyes y reglamentos".

El proyecto es considerado de desarrollo nacional, de acuerdo a la Ley de Carreteras y Caminos Vecinales, la construcción de carreteras va de acuerdo a los lineamientos de desarrollo integral del país y la Ley de Medio Ambiente no está en contra de la construcción de carreteras siempre y cuando la obra obtenga el permiso ambiental respectivo.

## 6 DESCRIPCIÓN, CARACTERIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE ACTUAL DE LOS COMPONENTES FÍSICOS, BIOLÓGICOS Y SOCIOECONÓMICOS DEL SITIO Y DEL ÁREA DE INFLUENCIA.

### 6.1 GENERALIDADES.

En el presente capítulo se realiza una descripción cualitativa y cuantitativa de los factores ambientales y sociales, relevantes del sitio donde se desarrollará el proyecto y de su área de influencia directa e indirecta a lo largo del tramo de la carretera, para lo cual se definen los datos de línea base o puntos de partida que sentarán las bases para el resto de capítulos del Estudio de Impacto Ambiental.

### 6.2 ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.

Para un mejor análisis de los componentes ambientales, sociales, culturales, paisajísticos, etc., el proyecto se ha dividido en área de influencia directa y área de influencia indirecta, las cuales se describen a continuación.

#### 6.2.1 Área de influencia directa

Es el área aledaña a la infraestructura vial, en donde los impactos en las etapas de construcción y funcionamiento de la vía son directos y de mayor intensidad. En esta área se consideran incluidas además de las actividades propias de la construcción, todas las unidades de apoyo tales como: Plantel, plantas de concreto, sitios de disposición final de materiales excedentes, entre otros.

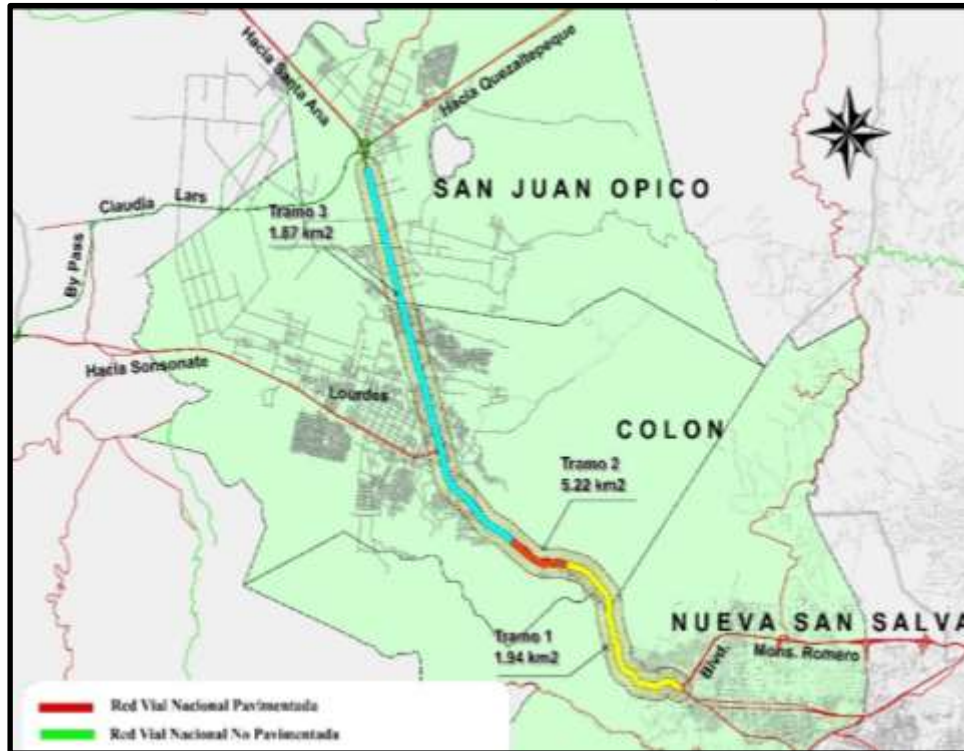
Para el estudio socio-económico, el área de influencia directa se consideró delimitada por una franja lateral promedio de 300 m a lo largo del tramo, medida a partir del eje central del trazo actual, asociada a la presencia de asentamientos urbanos, semiurbanos y rurales que son conectados directamente e indirectamente por el proyecto. En la Tabla 43 e ilustración 67, se detalla el área de influencia directa del trazado actual del proyecto.

Tabla 43. Área de influencia directa del proyecto.

Departamento	Municipio	Longitud (km)	Área (km <sup>2</sup> )
La Libertad	Santa Tecla	2.88	1.94
	Colón	8.85	5.22
	San Juan Opico	2.90	1.87
<b>TOTAL</b>		<b>14.63</b>	<b>9.03</b>

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 67. Área de influencia directa del proyecto.



Fuente: Elaboración propia.

### 6.2.2 Área de influencia indirecta

Se ha establecido en base a las áreas o sectores que generan influencia en los flujos o conexión con el tramo vial en estudio, así como áreas potencialmente afectadas en el mediano y largo plazo.

En este contexto, se abarca a las cuencas hidrográficas, con estrecha relación unitaria con el tramo evaluado, áreas potencialmente productivas, así como áreas de protección, límites de zonas urbanas y comunidades existentes, principalmente.

Para el caso del proyecto, el área de influencia indirecta se ha establecido, tomando como base la ubicación del mismo, en el contexto político administrativo, el cual está influenciado por los municipios de Santa Tecla, Colón y San Juan Opico, todos del departamento de La Libertad, considerando en ella los factores socio-culturales y factores económicos asociados con la dinámica comercial y productiva de la zona donde se ubica el tramo del proyecto vial.

En ese sentido, se ha establecido una franja alledaña a la actual carretera de 500 m, en ambos laterales, a partir del eje del trazado actual de la vía, y que conecta a la red vial de acceso alledaña.



Bajo tales consideraciones, el área de influencia indirecta para el proyecto, quedó delimitada así: Al Norte por la continuidad de la carretera panamericana (CA01) y el Valle de San Andrés; al Sur por la cordillera del Bálsamo, al Este por terrenos aledaños siempre de la cordillera del Bálsamo, centros urbanos del municipio de Colón y por el Valle de San Andrés y al Oeste por la zona urbana del municipio de Santa Tecla, además toda la red vial que intercepta con el proyecto y sus conexiones con otras ciudades, la cual es tipificada como amplia, debido a la zona geográfica en donde se ubica el proyecto. En la Tabla 44 e ilustración 68, puede observarse las áreas estimadas y la ubicación de la misma.

Tabla 44. Área de zona de influencia indirecta del proyecto

Departamento	Municipio	Longitud (km)	Área (km <sup>2</sup> )
La Libertad	Santa Tecla	2.88	3.44
	Colón	8.85	8.66
	San Juan Opico	2.90	3.25
<b>TOTAL</b>		<b>14.63</b>	<b>15.35</b>

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 68. Área de influencia indirecta del proyecto.



Fuente: Elaboración propia

### 6.3 DESCRIPCIÓN DEL ESCENARIO AMBIENTAL Y SOCIAL

En este apartado se realiza una descripción cualitativa y cuantitativa del medio ambiente actual, de los componentes físicos, biológicos, socioeconómicos y culturales pertinentes, que corresponde a los Datos de la Línea Base.

#### 6.3.1 Medio físico.

##### 6.3.1.1 Geología.

El estudio geológico del proyecto, fue realizado con una serie de actividades consistentes en visitas de reconocimiento técnico y toma de datos efectuadas a lo largo de todo el trazo vial, con inclusión del trazo del viaducto que comprende una longitud de 1,600 m, con el objetivo de obtener información de la geología presente, así como también de las condiciones tectónicas, geomorfológicas e hidrogeológicas del terreno y de los riesgos de naturaleza geológica, habiéndose empleado para la identificación de los sitios visitados la siguiente información gráfica:

- Hoja 1:100,000 denominada San Salvador que corresponde a la hoja donde aparecen las diferentes condiciones geológicas existentes en el proyecto, todo lo cual fue realizado por una Misión Geológica Alemana.
- Hoja 2357 III SE denominada Nueva San Salvador, escala 1:25,000.
- Hoja 2357 III NW denominada Quezaltepeque, escala 1:25,000.

Las actividades de campo fueron complementadas con otras de oficina que incluye la elaboración del documento.

##### 6.3.1.2 Litografía y estratigrafía.

Para la realización de este estudio se tomó como base la hoja, escala 1: 100,000 denominada San Salvador del mapa geológico elaborado por la Misión Geológica Alemana en el año de 1978.

El proyecto vial y sus alrededores inmediatos, se localiza en un medio geológico integrado por rocas de origen volcánico piroclástico, las cuales se observan a lo largo de toda la traza vial a excepción del tramo comprendido entre el turicentro Los Chorros y el acceso al área urbana del municipio de Colón, donde se observan rocas volcánicas efusivas andesíticas en taludes verticales e inestables con alturas que en algunos casos superan los 30 m.

El estudio geológico se inició con un reconocimiento técnico a lo largo del trazo vial con el propósito de identificar los materiales geológicos existentes, observándose la siguiente secuencia estratigráfica de lo más reciente a lo más antiguo:

- Tobas freato magmáticas o surge conocidas también como talpetate.
- Cenizas volcánicas conocidas localmente con el nombre de tierra blanca (s4)
- Epiclastitas volcánicas conocidas como tobas de color café (s3'a).

- Rocas volcánicas efusivas andesíticas (s2).
- Epiclastitas volcánicas o aglomerados volcánicos (b1).

El detalle de estos materiales geológicos se expone a continuación:

**Tobas freato magmáticas:** Como material más reciente se identificaron estas tobas que reciben también el nombre de surge y talpetate, que es un material endurecido que presenta una superposición de capas masivas, a veces con la presencia de huellas fósiles de hojas en su parte basal. Se origina de una serie de flujos piroclásticos devastadores, emitidos en el momento de una explosión hidro – magmática. Su origen freato – magmático se explica por la presencia de nódulos acorazados de cineritas acrecionales.

En este proyecto se les observa con mayor detalle en el Valle de San Andrés. Datan del holoceno, período cuaternario y pertenecen a la Formación San Salvador. Se presentan estratificados, son bastante compactos y con una granulometría arenosa. Por ser prácticamente impermeables constituyen zonas de mal drenaje. Los espesores máximos vistos no superan a los dos (2) metros. Presenta una serie de características, las cuales se detallan a continuación:

- La granulometría cambia de arenosa a ligeramente gruesa, estando esta última formada por nódulos de ceniza volcánica.
- Son cohesivos, por lo que se rompen con cierta dificultad, condición que no les favorece para fines agrícolas, pero sí como materiales de cimentación para cualquier obra de ingeniería. Precisamente por su alto grado de cohesión poseen un buen comportamiento sísmico, a lo cual se puede agregar que son resistentes a la erosión.
- Son bastante impermeables, por lo que dan lugar a zonas de mal drenaje, empantanándose el agua sobre la superficie del terreno.
- Presentan un bajo contenido de arcillas; sin embargo, cuando se presentan inclinados según la pendiente de un terreno pueden propiciar superficies de deslizamiento o verse muy afectados por sismos muy violentos.

El talpetate presenta una serie de características, las cuales se detallan a continuación:

- La granulometría cambia de fina a ligeramente gruesa, estando esta última formada por nódulos de ceniza volcánica.
- Son muy cohesivos, por lo que se rompen con cierta dificultad, condición que no les favorece para fines agrícolas, pero sí como materiales de cimentación para cualquier obra de ingeniería. Precisamente por su alto grado de cohesión poseen un buen comportamiento sísmico, a lo cual se puede agregar que son resistentes a la erosión.
- Son bastante impermeables, por lo que dan lugar a zonas de mal drenaje, empantanándose el agua sobre la superficie del terreno.
- Presentan un bajo contenido de arcillas; sin embargo, cuando se presentan inclinados según la pendiente del terreno pueden propiciar superficies de deslizamiento o verse

muy afectados por sismos muy violentos. Para mayor detalle en la ilustración 69, se presenta una vista de este material.

Ilustración 69. Toba freato magmática o surge.



Toba freato magmática o surge. Estacionamiento: Lateral izquierdo. Espesor: 0.6 m. Superpuesta a un estrato de cenizas volcánicas. Impermeable. Resistente a la erosión.

Fuente: Estudio geológico del proyecto.

**Cenizas volcánicas o tierra blanca:** Los estratos de cenizas volcánicas y pómez riolítico (s4) que se observan en el área del proyecto son productos volcánicos provenientes de la última erupción explosiva de la caldera de Ilopango, los cuales cubren gran extensión del territorio salvadoreño donde se localizan los centros urbanos con más alta densidad poblacional del Área Metropolitana de San Salvador (AMSS), se originaron en el cuaternario, período holoceno y pertenecen a la Formación San Salvador.

Los primeros estudios de las cenizas volcánicas y pómez riolítico los efectuaron Williams H. y Meyer Abich en el año de 1953, quienes le dieron el nombre de tierra blanca precisamente por el color que presentan. Posteriormente estas investigaciones fueron ampliadas por una Misión Geológica Alemana, quien además de elaborar el Mapa Geológico del país a escala 1:100,000, ratificaron a la caldera de Ilopango como la fuente de los depósitos de tierra blanca dividiéndoles en las unidades s4 y s3'a como miembros de la Formación San Salvador, entendiéndose que el primero se refiere únicamente a la última erupción pliniana del Ilopango y el segundo a los productos piroclásticos TB2, TB3 y TB4, que debido a la coloración de los paleosuelos entre estas unidades, se conocen también con el nombre de tobas de color café.

Estos materiales piroclásticos se observan con mayor detalle en las cercanías de El Poliedro (estación 8+400), con espesores que no superan a los 4 m. Se caracterizan por su granulometría limosa, permeabilidad baja y por su poco grado de cohesión debido a su edad geológica reciente, por lo que son susceptibles al fenómeno de la erosión hídrica, de tal manera que pueden ser removidas con bastante facilidad; sin embargo, en el área de influencia del

proyecto los daños erosivos son de poca cuantía. Para mayor objetividad en la ilustración 70, se presenta una vista de un estrato conformado por cenizas volcánicas.

Ilustración 70. Estrato de cenizas volcánicas (s4)



Estrato de cenizas volcánicas (s4). Espesor visto: 2 m. Granulometría limosa. Permeabilidad baja.

Fuente: Estudio geológico del proyecto.

Las principales características geológicas y geotécnicas de las cenizas volcánicas son las siguientes:

- Desde el punto de vista geotécnico son limos.
- Son poco cohesivas debido a su juventud geológica, por lo que pueden ser removidas con el uso de maquinaria o en forma manual. Pueden servir como material para la cimentación de cualquier obra civil en el proyecto.
- Son susceptibles y vulnerables a la erosión hídrica.
- Presentan una permeabilidad primaria baja.
- Carecen de un buen comportamiento sísmico.
- El contenido de materiales arcillosos es bajo.
- Los espesores varían, los mayores que fueron observados no superan a los 5 m.

**Epiclastitas volcánicas o tobas color café (s3'a):** son rocas volcánicas piroclásticas que se formaron en el cuaternario, época del holoceno y pertenecen a la Formación San Salvador.

Estos materiales son moderadamente cohesivos, pero aumentan a mayor profundidad al igual que la capacidad de carga; de igual manera son poco resistentes a los efectos de la erosión hídrica, tal como se puede observar en el Turicentro Los Chorros (estación 3+500 lateral derecho), sitio en el que la erosión hídrica provocó el deslave de una ladera con el resultado de que las piscinas quedaron completamente sepultadas. Presentan una granulometría areno limosa y una permeabilidad primaria intermedia. Se les observa hasta el sitio conocido como El Poliedro en ambos laterales donde conforman en algunos casos estratos verticales y estables con espesores superiores a los 50 m, tal como se observa en el río Los Chorros frente al balneario del mismo nombre.

Estos materiales pueden ser removidos con el empleo de maquinaria o en forma manual. En la ilustración 52 izquierda, se puede apreciar a este material sin presentar evidencias de deslizamientos o desprendimientos en un talud a orillas de la carretera con un espesor estimado en 3 m, frente al Turicentro Los Chorros.

En la misma ilustración 71 derecha, se observan los mismos materiales geológicos a orillas del río Los Chorros; siempre frente a las instalaciones del Turicentro Los Chorros, en algunos casos se tienen alturas de 50 m.

Ilustración 71. Toba café.



Fuente: Estudio geológico del proyecto.

De acuerdo a lo observado en el área del proyecto, estas tobas color café se presentan en forma mayoritaria, de tal manera que el viaducto proyectado será emplazado sobre ellas, al igual que la ampliación del resto de la carretera, a pesar de que fueron bastante afectadas por la depresión tropical Amanda (mayo de 2020), que las convirtió en una masa fluida que inundó ciertos tramos de la vía.

Desde el punto de vista de la ingeniería civil, presentan las siguientes características:

- Poseen una granulometría areno limosa.
- Por ser materiales geológicos jóvenes, presentan un grado de cohesión moderado, por lo que pueden verse afectadas por el fenómeno de la erosión hídrica, principalmente durante la estación lluviosa.
- Debido a su granulometría presentan una permeabilidad intermedia a baja, y como consecuencia de esto, no tienen la capacidad de convertirse en un buen acuífero.
- Su contenido de arcillas es moderado.
- Mal comportamiento sísmico, lo cual deberá ser considerado en el diseño de la obra vial.

**Epiclastitas volcánicas o aglomerados volcánicos (b1):** pertenecen al período terciario, época miocénica, Formación Bálsamo. Estos materiales volcánicos piroclásticos están constituidos por material tobáceo con incrustaciones de bloques pétreos de diámetro pequeño.

En nuestro medio se conocen con el nombre de aglomerados volcánicos, los cuales se caracterizan por ser muy compactos, resistentes a la erosión, de baja permeabilidad, moderadamente meteorizados y fáciles de remover con maquinaria. Se les observa en el km 21, conformando un pequeño estrato con un espesor de aproximadamente 2 m en el lateral izquierdo de la carretera en las cercanías de la ciudad de Colón. Para mayor objetividad en la ilustración 72, se presenta una vista de un estrato constituido por este material.

Ilustración 72. Epiclastita o aglomerado volcánico.



Epiclastita volcánica o aglomerado volcánico (b1) de 2 m de espesor. Lateral izquierdo.

Fuente: Estudio geológico del proyecto.

- Caracterización lito estratigráfica y geotecnia de detalle a lo largo del trazo vial.

En este proyecto, de acuerdo al Estudio Geológico realizado, las diferentes formaciones que se observan desde el estacionamiento inicial hasta el Turicentro Los Chorros, consisten en su inicio en cenizas volcánicas con espesores no superiores a 3 m; pero en su mayoría se observan tobas de color café (s3'a) en ambos laterales con alturas máximas aproximadas de 15 m.

Luego en el tramo entre el turicentro Los Chorros y la zona urbana de Colón se presentan rocas volcánicas efusivas laminares de carácter andesítico bastante sanas en taludes con alturas máximas superiores a los 30 m, los cuales en más de una ocasión han dado lugar a deslizamientos, así como también a desprendimientos a veces con resultados trágicos.

Del área urbana de Colón (estación 5+800) a El Poliedro (estación 8+300), la topografía del terreno se suaviza significativamente con la presencia de taludes de cenizas volcánicas (s4) con espesores no superiores a los 3 m de altura con pequeños estratos de talpetate en su parte superior con un espesor de 0.6 a 1.0 m. De igual manera y muy puntualmente se presenta un pequeño estrato de aglomerados volcánicos con un espesor de 2 m en las cercanías del área urbana de Colón.

El detalle geológico de los materiales existentes se presenta en la Tabla 45.

Tabla 45. Material geológico presente en el trazo del proyecto

Estacionamiento	Símbolo	Caracterización Litológica	Caracterización Geotécnica
0+ 000 – 0+300	s4	<p><b>LITOLOGÍA:</b></p> <p>Roca volcánica piroclástica.</p> <p>Nombre: ceniza volcánica o tierra blanca</p> <p>Alturas máximas vistas de taludes: 3 m.</p> <p><b>ESTRATIGRAFÍA:</b></p> <p>Período: Cuaternario Época: Holoceno</p> <p>Formación San Salvador.</p>	<p>Roca volcánica piroclástica, de color blanco. Con suelo residual en su parte superior. Taludes estables con espesores no superiores a 3 m. En ambos laterales de la carretera. Sin evidencias de deslizamientos ni desprendimientos.</p> <p>Bastante sana. Granulometría limo arenosa. Permeabilidad primaria baja. Poco cohesiva. Poco resistente a la erosión hídrica. Sin presencia de arcillas.</p> <p>Removible con maquinaria y en forma manual.</p>



Estacionamiento	Símbolo	Caracterización Litológica	Caracterización Geotécnica
Estacionamiento 0+300 – 3+ 900	S3'a	<p><b>LITOLOGÍA:</b></p> <p>Roca volcánica piroclástica</p> <p>Nombre: Epiclastita volcánica o toba color café.</p> <p>Alturas máximas vistas en taludes: más de 50 m.</p> <p><b>ESTRATIGRAFÍA:</b></p> <p>Período: Cuaternario Época: Pleistoceno.</p> <p>Formación San Salvador.</p>	<p>Roca volcánica piroclástica de color café. Con suelo residual en su parte superior. Taludes poco estables con espesores superiores en algunos casos a 50 m. En ambos laterales de la carretera. En algunos casos con evidencias de deslizamientos y desprendimientos como los que se ven en el turicentro Los Chorros.</p> <p>Poco meteorizada. Granulometría areno limosa. Permeabilidad primaria baja. Poco cohesiva. Poco resistente a la erosión hídrica. Con cierto contenido de arcillas.</p> <p>Removible con maquinaria y en forma manual.</p>
Estacionamiento – 3+ 900 + 5 + 700	S2	<p><b>LITOLOGÍA:</b></p> <p>Roca volcánica efusiva</p> <p>Nombre: andesita Estructura: laminar</p> <p>Alturas máximas vistas en taludes: Ligeramente superior a 30 m.</p> <p><b>ESTRATIGRAFÍA:</b></p> <p>Período: Cuaternario Época: Pleistoceno.</p> <p>Formación San Salvador.</p>	<p>Roca volcánica efusiva de color gris claro. Con suelo residual en su parte superior. Taludes poco estables con espesores superiores en algunos casos a 30 m. Con evidencias de deslizamientos y desprendimientos como los que se ven en la carretera en las cercanías de Colón.</p> <p>Roca sana. Permeabilidad secundaria intermedia. Bastante cohesiva. Muy resistente a la erosión hídrica. Sin contenido de arcillas.</p> <p>Removible con explosivos.</p>

Estacionamiento	Símbolo	Caracterización Litológica	Caracterización Geotécnica
Estacionamiento - 5+700 – 8 + 500	<b>S4</b>	Roca volcánica piroclástica.  Nombre: ceniza volcánica o tierra blanca  Alturas máximas vistas de taludes: 3 m.  <b>ESTRATIGRAFÍA:</b>  Período: Cuaternario Época: Holoceno  Formación San Salvador.	Roca volcánica piroclástica, de color blanco. Con suelo residual en su parte superior. Taludes estables con espesores no superiores a 2 m. En ambos laterales de la carretera. Sin evidencias de deslizamientos ni desprendimientos.  Bastante sana. Granulometría limo arenosa. Permeabilidad primaria baja. Poco cohesiva. Poco resistente a la erosión hídrica. Sin presencia de arcillas.  Removible con maquinaria y en forma manual.
8 + 500 – 14 + 778		Nombre: toba freato-magmática, surge o talpetate.  Localización: Valle de Zapotitán.  Alturas máximas vistas de taludes: 1 metro.  <b>ESTRATIGRAFÍA:</b> Período: Cuaternario  Época: Holoceno  Formación San Salvador.	Roca volcánica aluvial.  Bastante sana. Granulometría arenosa. Permeabilidad primaria baja. Semi compacta. Resistente a la erosión hídrica. Sin presencia de arcillas.  Removible con maquinaria y en forma manual.

Fuente: Estudio geológico del proyecto.

### 6.3.1.3 Geomorfología.

La Geomorfología es la ciencia que se encarga del estudio de las diferentes formas del relieve terrestre, las cuales están en constante variación a través del paso del tiempo geológico.

El proyecto, de acuerdo al Estudio Geológico, se localiza en la unidad geomorfológica denominada Fosa o Graben Central, con alturas sobre el nivel del mar que oscilan aproximadamente entre 950 a 980 m.

Se presenta en un terreno con una topografía montañosa a semi plana desde el estacionamiento inicial hasta El Poliedro, con mucha maleza, cafetal, arbustos y árboles de diferentes clases, con la presencia de una quebrada sin nombre que se desplaza en dirección

noroeste por el lateral derecho de la carretera prácticamente desde el estacionamiento inicial, atravesando a la vía en las cercanías de un sitio donde hay una báscula que controla el peso de camiones que ingresan a este lugar, para unirse a la quebrada de nombre El Guarumal que más adelante cambia el nombre a río Los Chorros, siempre desplazándose en una dirección noroeste.

La geomorfología de la zona comprende varias unidades que reflejan las variaciones morfológicas ocurridas con el paso del tiempo geológico, tal como lo presenta el mapa geomorfológico elaborado por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) en la Zonificación Ambiental y Usos del Suelo de la Subregión Metropolitana de San Salvador (SRMSS), en el cual se pueden observar las siguientes unidades geomorfológicas:

- Ladera de erosión o denudación, las cuales se forman como resultado de los efectos provocados por la erosión. Las laderas generalmente tienen una inclinación alta que permite la erosión del suelo. De acuerdo a las características litológicas, la erosión es intensa o de menor intensidad. Las laderas de erosión con una capa de meteorización (lateritas y las rocas con esmectita) cubiertas con capas de cenizas del volcán San Salvador, que son materiales muy suaves y no consolidados, son las más impactadas por la erosión del suelo. La erosión sucede junto con los procesos de movimiento de ladera como son los flujos de escombros. La ladera de erosión tiene diferentes inclinaciones, que son importantes para la erosión fluvial. También es importante la litología y meteorización de la roca existente.
- Planicie volcánica fluvial que se forma en la falda de los volcanes y sobre las depresiones adyacentes. Es un complejo de rocas, tobas y sedimentos generalmente poco consolidados, que se formaron mediante procesos de depósito y denudación, así como también son productos de erupciones volcánicas y de los materiales que al ser denudados se depositan en planicies.

Tal como ha sido mencionado, los materiales geológicos que forman parte del área del proyecto consisten en rocas volcánicas piroclásticas como cenizas volcánicas o tierra blanca, tobas de color café, talpetate o surge y aglomerados volcánicos, así como rocas volcánicas efusivas, en este caso andesitas laminares, todas las cuales pertenecen a la Formación San Salvador a excepción de los aglomerados volcánicos que pertenecen a la Formación Bálsamo, que contribuyen con su presencia a darle las diferentes formas al relieve de la zona.

#### 6.3.1.4 Tectónica.

La tectónica de nuestro país se caracteriza por ser de fracturamiento, con poco o nada de plegamientos. De acuerdo al Estudio Geológico elaborado para el proyecto, en El Salvador se reconocen cuatro sistemas tectónicos, los cuales tienen las siguientes orientaciones: oeste noroeste (ONO), noreste (NNE), noroeste (NNO) y este – oeste (E – O), de los cuales se hace la siguiente descripción:

➤ Sistema Oeste Noroeste.

Este sistema presenta cinco ejes tectónicos, los cuales se originaron a causa del levantamiento y encorvamiento de la placa tectónica de El Caribe. Estos ejes atraviesan longitudinalmente el territorio salvadoreño y propiciaron la formación de estructuras de tensión, tales como fosas tectónicas, conocidas también con el nombre de graben.

El eje No. 1, que es el más septentrional limita la vertiente sur de la Montaña Frontera, presentando dislocaciones verticales de aproximadamente 1,000 m, sin volcanismo y en el momento actual sin actividad sísmica alguna.

El eje No. 2, que se encuentra al sur del anterior; se caracteriza por un volcanismo central que en la actualidad está totalmente apagado y de igual manera sin actividad sísmica.

El tercer eje localizado también más al sur del anterior ha originado una fosa o graben con dislocaciones verticales que atraviesan longitudinalmente al país. Este eje presenta un volcanismo central parcialmente activo o con actividad remanente, representado por los volcanes de Santa Ana o Ilamatepec, Izalco, San Salvador y San Miguel o Chaparrastique para el primer caso; y grupo volcánico Las Ninfas – Las Ranas, caldera Coatepeque, caldera Ilopango, volcán San Vicente o Chinchontepec, grupo volcánico Tecapa – Berlín y volcán Conchagua, en segunda instancia. Este eje presenta actividad sísmica con profundidad focal entre 2 a 10 km, que en innumerables ocasiones ha provocado grandes daños en el país.

El eje No. 4, está localizado a 25 km de la línea litoral pacífica y se caracteriza por su gran actividad sísmica y por su profundidad focal de aproximadamente 100 km.

El quinto eje es el más meridional y conforma la fosa submarina denominada “Middle American Trench”, la cual tiene una profundidad de más o menos 3,000 m, desde el fondo de la cual se levantan estructuras cónicas que llegan a 30 m abajo del nivel del mar. Muestra actividad sísmica de profundidad focal de más o menos 20 m y alberga posiblemente un volcanismo naciente.

➤ Sistema noroeste

Este sistema es contemporáneo con el sistema oeste noroeste. Se caracteriza porque a lo largo de él se presentan grandes dislocaciones horizontales. La fragmentación en bloques desplazados horizontalmente de la cadena volcánica joven de El Salvador, Guatemala y Nicaragua de edad contemporánea se debe a este sistema tectónico. El origen de este desplazamiento horizontal en bloques es una consecuencia de la geodinámica de subducción a lo largo de este sistema.

El volcanismo de este sistema tectónico es posterior al volcanismo del sistema oeste noroeste y aparentemente de poca intensidad. En la actualidad, este volcanismo está totalmente apagado, con una actividad sísmica baja.

➤ Sistema nornoroeste

Este sistema es el más joven, con una actividad volcánica histórica a través de fallas geológicas que le pertenecen. Si bien la actividad volcánica del país está subordinada al sistema oeste noroeste, no se descarta la influencia que pueda tener este sistema con la actividad volcánica actual. La actividad sísmica de este sistema tiene una profundidad focal que oscila entre 1.5 a 3 km. La sismicidad de focos poco profundos no afecta a la zona norte del territorio salvadoreño. La actividad sísmica se limita a la fosa central o graben central, ya que por su poca profundidad su radio de sensibilidad es reducido.

➤ Sistema este-oeste

Este sistema es el más antiguo y el que más sobresale por su morfología. Tiene su inicio en el extremo norte de la Cordillera del Bálsamo, continuando por la depresión volcano – tectónica del volcán Ilopango, el curso inferior del río Lempa, para finalizar al este de la ciudad de San Miguel, donde constituye el límite norte de la cuenca de Olomega.

En el área del proyecto se nota la presencia de fallas geológicas con rumbo este – oeste y otras con rumbo noroeste - sureste. La zona en estudio pertenece a la unidad geomorfológica denominada Fosa o Graben Central y al eje No. 3 del sistema oeste noroeste, donde se ha originado una fosa o graben que atraviesa longitudinalmente la parte media del país en una dirección oeste noroeste – este sureste, la cual presenta un volcanismo central parcialmente activo o con actividad remanente, entre ellos el volcán de San Salvador.

Este eje presenta una actividad sísmica con profundidad focal entre 2 a 15 km, que en innumerables ocasiones ha provocado grandes daños en municipios situados en el interior de esta fosa o graben o en las cercanías de esta estructura geológica.

#### 6.3.1.5 Hidrogeología

De acuerdo al Estudio Geológico desarrollado para el proyecto, el área de estudio presenta las siguientes unidades hidrogeológicas: A- Unidad acuífero volcánico fisurado de extensión limitada y productividad media. B- Unidad acuífero poroso de gran extensión y productividad media. C- Unidad acuíferos locales de extensión limitada y de productividad media a baja. Estas unidades hidrogeológicas fueron definidas con base a la nomenclatura estandarizada de la Asociación Internacional de Hidrogeólogos (IAH), Edición 1995, y al Mapa Hidrogeológico de El Salvador, escala 1:100,000 (FIAS-ANDA-COSUDE, 2008).

En el turicentro Los Chorros, el agua proveniente del volcán de San Salvador es aprovechada en tanques de captación cubriendo así las necesidades que incluyen al turismo; en la planta de ANDA existente en el lateral izquierdo frente al centro turístico, no hay pozos, pero abastecen de agua a un determinado número de viviendas y el resto de ellas lo hacen por medio de pipas de agua que la toman de Los Chorros.

La gran cantidad de agua que emerge del volcán y que se observa en este turicentro, fue la razón por la cual se le puso balneario de Los Chorros.

En lo que respecta a “lloraderos de agua, los hay a lo largo de los taludes existentes, precisamente si se toma en cuenta que las condiciones geológicas de ellos son similares, los cuales en la estación seca desaparecen. El nombre de Los Chorros proviene de la gran cantidad de agua que emana del volcán en el contacto entre uno y otro estrato y en lo relativo a las quebradas existentes, el caudal de agua también disminuye en la estación del estiaje.

Las características hidrogeológicas están determinadas, en gran medida, por los fenómenos volcánicos y los procesos erosivos que han afectado a la zona con áreas cubiertas en su mayoría, por materiales piroclásticos (pómez, cenizas volcánicas, tobas, etc.) y rocas volcánicas efusivas (flujos y coladas de lavas de carácter andesítico y basáltico).

La unidad acuífero volcánico fisurado de extensión limitada y productividad media está constituida principalmente por rocas volcánicas efusivas de carácter andesítico, con ciertas intercalaciones de materiales piroclásticos retrabajados, en la que se concentra una gran abundancia de rocas andesíticas constituidas por derrames de composición intermedia, entre las que se pueden distinguir flujos y coladas de lavas provenientes de los centros de erupción volcánica de la zona, en este caso del volcán de San Salvador.

La unidad acuíferos locales generados por sistemas de fallas está constituida por rocas volcánicas de carácter andesítico y basáltico, entre las que se distinguen flujos y coladas de lavas que provienen de procesos tectónico-volcánicos que son originados en la zona.

En el área de influencia del proyecto se observan pocas quebradas y un río que se desplaza en una dirección noroeste, sin que representen riesgo alguno de acuerdo a lo que se observa en el momento actual. El río recibe el nombre de río de El Guarumal o Los Chorros, pero en sus inicios se llama quebrada El Guarumal. En la ilustración 73, se presentan dos vistas de este río.

Ilustración 73. Río Los Chorros en las cercanías del Poliedro (Estación 8+300).



Fuente: Estudio geológico del proyecto.

#### 6.3.1.6 Riesgos geológicos.

De acuerdo al estudio geológico que se presenta en el Apéndice 11, todos los taludes que se encuentran entre el estacionamiento inicial hasta El Poliedro, se consideran inestables aun cuando parezcan lo contrario, ya que con frecuencia cuando se presentan situaciones anómalas como depresiones tropicales de gran intensidad, entre ellas Amanda o movimientos sísmicos violentos como el ocurrido el 13 de enero del 2001, estos taludes son afectados en una u otra forma causando serios problemas a las personas que hacen uso de esta ruta vial.

Por esta razón todas las actividades que se lleven a cabo y estén relacionadas con cortes de materiales geológicos deben efectuarse de tal manera que se tenga la seguridad que los movimientos de tierra que puedan ocurrir sean de poca cuantía.

En el área de este proyecto se observa la presencia de taludes propensos a esta clase de movimientos, entre ellos los constituidos por lavas andesíticas que se localizan entre el Turicentro Los Chorros y el área urbana del municipio de Colón, los cuales en algunos casos presentan una altura superior a los 30 m, y en diferentes ocasiones han fallado con resultados a veces trágicos.

De acuerdo a investigaciones que se han realizado en el mencionado Estudio Geológico, los factores que favorecen el origen de los deslizamientos se clasifican en dos grupos: los primeros que son condicionantes, reconocidos también como pasivos, los cuales dependen de la naturaleza, estructura, forma del terreno y los segundos que son desencadenantes y denominados también activos o externos, que son los que actúan desde fuera del medio que se investiga, provocando por consiguiente un deslizamiento.

Los factores condicionantes están relacionados en primer lugar con la morfología, conocida también como factor de relieve, topográfico o geométrico; segundo con la geología y en tercer lugar con el agua subterránea, de los cuales el más importante es el primero, puesto que es necesario que exista una pendiente para que tengan lugar los movimientos en las laderas, siendo las regiones montañosas las que están más sujetas a esto.

El factor geología, conocido también como factor litológico o estratigráfico, es de igual manera determinante, ya que contribuye con estos movimientos en las diferentes clases de suelos y rocas. En este caso, la posibilidad del terreno de que sufra roturas y desplazamientos está relacionada con la composición, resistencia, deformabilidad, grado de alteración, fracturación, porosidad y permeabilidad.

El factor agua subterránea o factor humedad desempeña un triple papel negativo en la resistencia de los materiales, ya que reduce la resistencia debido a la generación de presiones intersticiales; incrementa el peso del terreno y favorece al proceso de la meteorización, tanto de suelos como de rocas.

Por su parte, entre los factores desencadenantes se tiene a las precipitaciones pluviales y la sismicidad. En el primer caso, los deslizamientos están relacionados con el volumen, intensidad y distribución de las precipitaciones. Esto significa que es de mucha importancia considerar la respuesta del terreno a las lluvias durante el transcurso de horas, días, meses, años o durante ciclos de lluvias y sequías ocurridos en el transcurso de varios años. Las lluvias favorecen a subir el nivel del agua subterránea, lo cual da lugar a que se eleven las presiones intersticiales, al incremento de peso, a los procesos de erosión interna y a cambios mineralógicos, todo lo cual contribuye a que cambien las propiedades de resistencia de los suelos.

En lo que respecta a la sismicidad, ésta puede originar toda clase de deslizamientos, que dependen de las características de los suelos, de la magnitud y de la distancia al epicentro.

En el tramo comprendido desde el estacionamiento inicial hasta llegar al Poliedro todos los estratos constituidos por talpetates, cenizas volcánicas y tobas color café son susceptibles a sufrir los efectos de la erosión hídrica, lo cual se percibe con mayor intensidad cuando ocurren depresiones tropicales como la última de nombre Amanda que azotó al país en el mes de mayo de 2020, cuyas precipitaciones pluviales provocaron la saturación de estos materiales piroclásticos, quedando a expensas de sufrir los efectos de la erosión, que en algunos casos incluye la destrucción de viviendas y pérdidas de vidas humanas.

#### ➤ Conclusiones y Recomendaciones

De acuerdo al Estudio Geológico del proyecto y a lo observado a lo largo del trazo vial los estratos geológicos presentes consisten en su mayoría en materiales piroclásticos que reciben los nombres de cenizas volcánicas (s4), tobas de color café (s3'a), epiclastitas volcánicas (b1) y tobas freato magmáticas, con alturas máximas en el caso de las tobas café de 15 m. La excepción la constituyen las andesitas laminares que se ven en las cercanías de Colón, con alturas mayores de 30 metros.

La obra vial proyectada será emplazada mayoritariamente desde el estacionamiento inicial hasta aproximadamente el estacionamiento 5 + 700 sobre tobas de color café (s3'a).

Los materiales piroclásticos están relativamente poco consolidados por lo que cualquier labor de corte se puede llevar a cabo con el empleo de maquinaria y en algunos casos en forma manual, no así con las andesitas laminares que requieren el uso de explosivos debido a su dureza.

En lo que respecta a los taludes conformados por las andesitas laminares se recomienda no efectuar ninguna labor de corte por medios explosivos en ellas con el objetivo de no desestabilizar los taludes existentes.

Prácticamente desde el estacionamiento inicial hasta el estacionamiento 3 + 000 corre en las cercanías del lateral derecho de la vía una quebrada sin nombre atravesándola



aproximadamente en el estacionamiento 3 + 000 para integrarse a la quebrada El Guarumal, que más adelante recibe el nombre de río El Guarumal o Los Chorros, el cual se desplaza en el lateral izquierdo sobrepasando El Poliedro. En ningún momento de su trayectoria representa amenaza de erosión o de inundación para la carretera.

Las tobas freato magmáticas, surge o talpetate que se presentan en el valle de Zapotitán se caracterizan por ser impermeables, por lo que pueden dan lugar a anegamientos de agua.

En lo que respecta a riesgos de naturaleza geológica el que merece mayor atención es el que está relacionado con la actividad sísmica, tomando en cuenta que en el área de estudio se presentan algunas fallas geológicas que, si bien no son un impedimento para el desarrollo del proyecto, deben ser tomadas en cuenta en el diseño estructural.

El riesgo volcánico debe ser tomado en cuenta ya que la obra vial se desplazará en uno de los costados del volcán de San Salvador, el cual, desde el punto de vista geológico es activo dado que su última erupción ocurrió en el año de 1917. Aun cuando en el momento actual no muestra ninguna señal de reactivación en un momento dado lo hará. Las erupciones volcánicas ocurridas en los últimos 800 años han tenido la tendencia de seguir una dirección noroeste, sin embargo, una erupción de cenizas volcánicas sigue la dirección que tenga el viento en este momento, en dicho caso, el daño causado no sería de mucha trascendencia para la obra vial, pero sí, para los seres vivos existentes en las zonas de afectación.

Si bien no se observaron problemas de deslizamientos ni desprendimientos significativos en el trazo vial, sí los hubo en las instalaciones del turicentro Los Chorros durante el desarrollo de la depresión tropical Amanda, la cual provocó un enorme movimiento de tierras que sepultó las piscinas y otras zonas, por lo que en el momento actual se mantiene fuera de servicio. Se debe mencionar también que, en ocasión del terremoto del 13 de enero del 2001, un tramo de la vía sufrió las consecuencias de un deslizamiento que provocó su obstrucción, durante cierto período de tiempo.

A lo largo del trazo vial es improbable que se manifieste el riesgo de licuefacción, pero sí se considera posible en el turicentro de Los Chorros debido a la poca profundidad del agua subterránea.

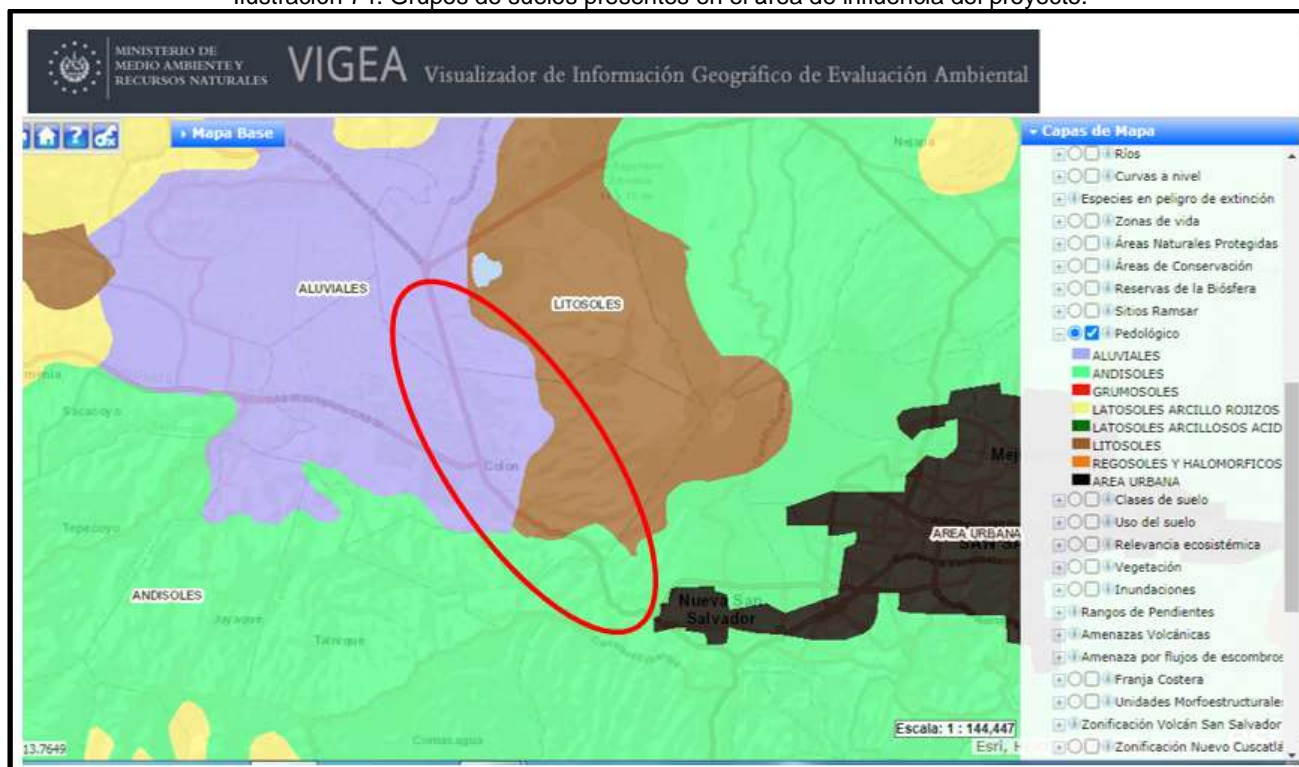
En el desarrollo del estudio geológico los riesgos de erosión e inundación en el trazo vial no han sido de mayor trascendencia, por lo que no se hará ningún comentario al respecto.

Desde el punto de vista geológico el proyecto es viable.

### 6.3.1.7 Suelos

De acuerdo a la clasificación de suelos por división política del Ministerio de Agricultura y Ganadería, Dirección General de Ordenamiento Forestal, Cuencas y Riego y Drenaje (marzo de 2012) y el Visualizador de Información Geográfica de Evaluación Ambiental (VIGEA) del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), y recorridos de campo efectuados, los suelos donde se ubica el proyecto, lo comparten los grupos Aluviales en su mayor proporción (8.73 km), luego Andisoles (4.10 km) y por ultimo los Litosoles (1.80 km), como puede apreciarse en la Ilustración 74.

Ilustración 74. Grupos de suelos presentes en el área de influencia del proyecto.



Fuente: Visualizador de Información Geográfica de Evaluación Ambiental (VIGEA) del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (<http://mapas.marn.gob.sv/VIGEA/nepamap.aspx?wherestr=COLON&searchtype=municipios>)

Las características de cada grupo de acuerdo a la clasificación de suelos por división política del Ministerio de Agricultura y Ganadería, Dirección General de Ordenamiento Forestal, Cuencas y Riego y Drenaje (marzo de 2012), son las siguientes:

#### ➤ Suelos Aluviales.

Son aluviones estratificados de textura variable. En consecuencia, el manto freático está cerca de la superficie y el drenaje por lo general es pobre. Son suelos de alta productividad permitiendo agricultura intensiva y mecanizada, aptos para toda clase de cultivos, 8.73 km del proyecto se encuentra en este grupo de suelos.

➤ Suelos Andisoles.

Son originarios de cenizas volcánicas, de distintas épocas y en distintas partes del país, tienen por lo general un horizonte superficial entre 20 y 40 centímetros de espesor, de color oscuro, textura franca y estructura granular. Su capacidad de producción es de alta a muy alta productividad, según la topografía son aptos para una agricultura intensiva mecanizada para toda clase de cultivos, 4.10 km del proyecto se encuentra en este grupo de suelos.

➤ Suelos Litosoles.

Suelos de muy poca profundidad sobre roca pura, son suelos muy complejos. La mayoría son suelos cuyos horizontes superficiales han sido truncados a causa de una severa erosión laminar o sea que la erosión ocurre en laminas y no en forma de cárcavas, son suelos arcillosos como los latosoles, pero muy superficiales. Las texturas varían de arenas gruesas y gravas hasta muy pedregosos sobre la roca dura. El uso potencial es muy pobre y de bajo rendimiento, sin embargo, en algunos lugares muy pedregosos por la gran cantidad de piedras reduce la erosión, generando buenos rendimientos para los cultivos, 1.80 km del proyecto se encuentra en este grupo de suelos.

La descripción de las clases de suelo y las pendientes según Dubon, M.E. y Rodríguez Ortega, O. j. 2011, Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador y que se encuentran representadas en el tramo vial, son las siguientes:

➤ Clase III (2.70 km del proyecto)

Terreno moderadamente bueno con limitantes importantes en el suelo, pendiente o drenaje. Suelos con limitaciones moderadas, con mayores restricciones para la elección de cultivos y generalmente con mayores medidas de conservación en forma combinada, siendo a menudo más difíciles de aplicar las prácticas requeridas y puede ocasionar erosión leve, con pendientes de 4% - 12%.

➤ Clase IV (6.53 km del proyecto)

Son tierras de regular a buena calidad y poco aptas para la labranza intensiva, con pendiente de 12% - 25%, que corren riesgo de erosión y poseen características desfavorables, puede o no necesitar de prácticas de conservación y correcciones muy intensivas, son recomendables para agricultura semi intensiva.

➤ Clase VI (3.0 km del proyecto)

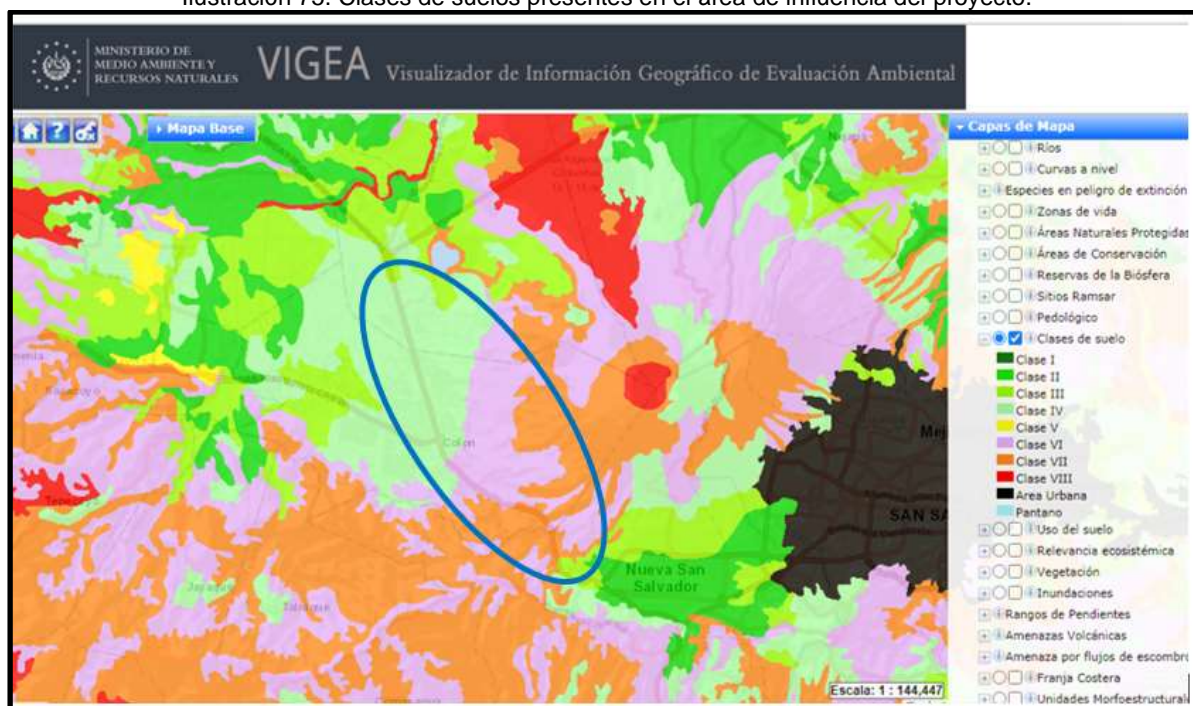
Son tierras aprovechables, no aptas para cultivos intensivos a causa de la pendiente que tienen, las cuales son de un rango de 25% - 45%, siempre y cuando el suelo tenga una profundidad efectiva mayor de 60 cm; por eso, poseen peligro muy grave de erosión, se utilizan para cultivos permanentes con el empleo de adecuadas prácticas de conservación.

➤ Clase VII (2.40 km del proyecto)

Estas son tierras de utilidad restringida, que a causa del peligro de erosión se usan únicamente para vegetación natural y no para el uso agropecuario, esto debido a las pendientes que van desde 45% - 60% y la limitada profundidad efectiva, que va de los 25 cm en adelante.

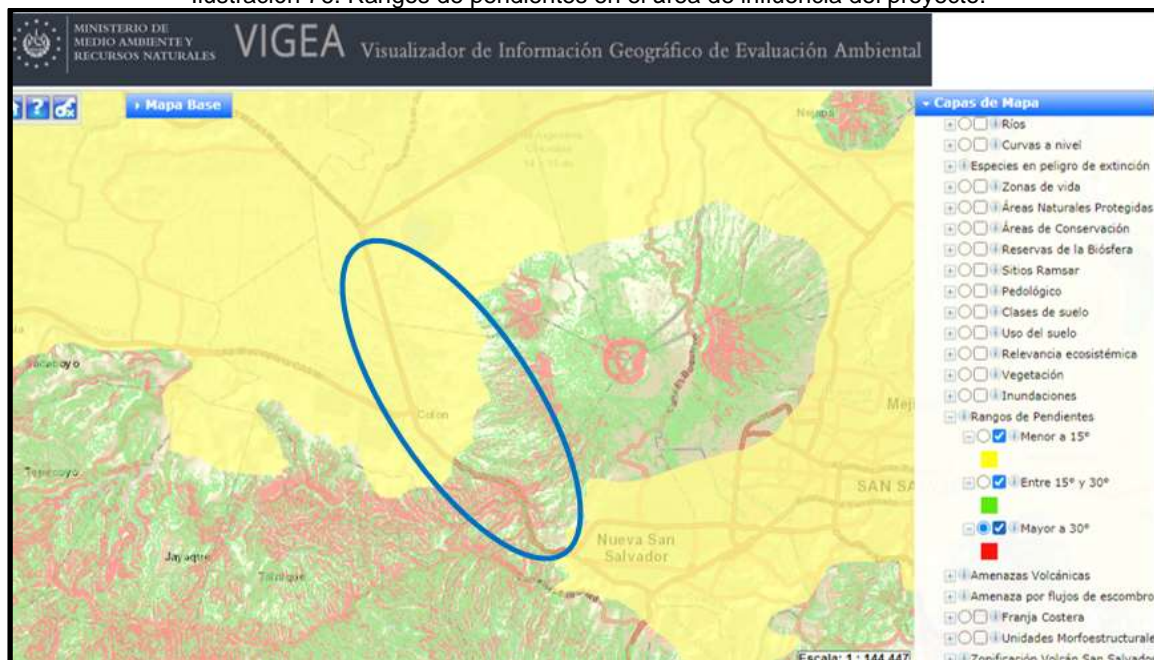
En la Ilustración 75 y 76, puede observarse la distribución de las clases de suelo y rangos de pendientes en el trazo vial.

Ilustración 75. Clases de suelos presentes en el área de influencia del proyecto.



Fuente: Visualizador de Información Geográfica de Evaluación Ambiental (VIGEA) del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (<http://mapas.marn.gob.sv/VIGEA/nepamap.aspx?wherestr=COLON&searchtype=municipios>).

Ilustración 76. Rangos de pendientes en el área de influencia del proyecto.



Fuente: Visualizador de Información Geográfica de Evaluación Ambiental (VIGEA) del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (<http://mapas.marn.gob.sv/VIGEA/nepamap.aspx?wherestr=COLON&searchtype=municipios>)

➤ Uso actual del suelo

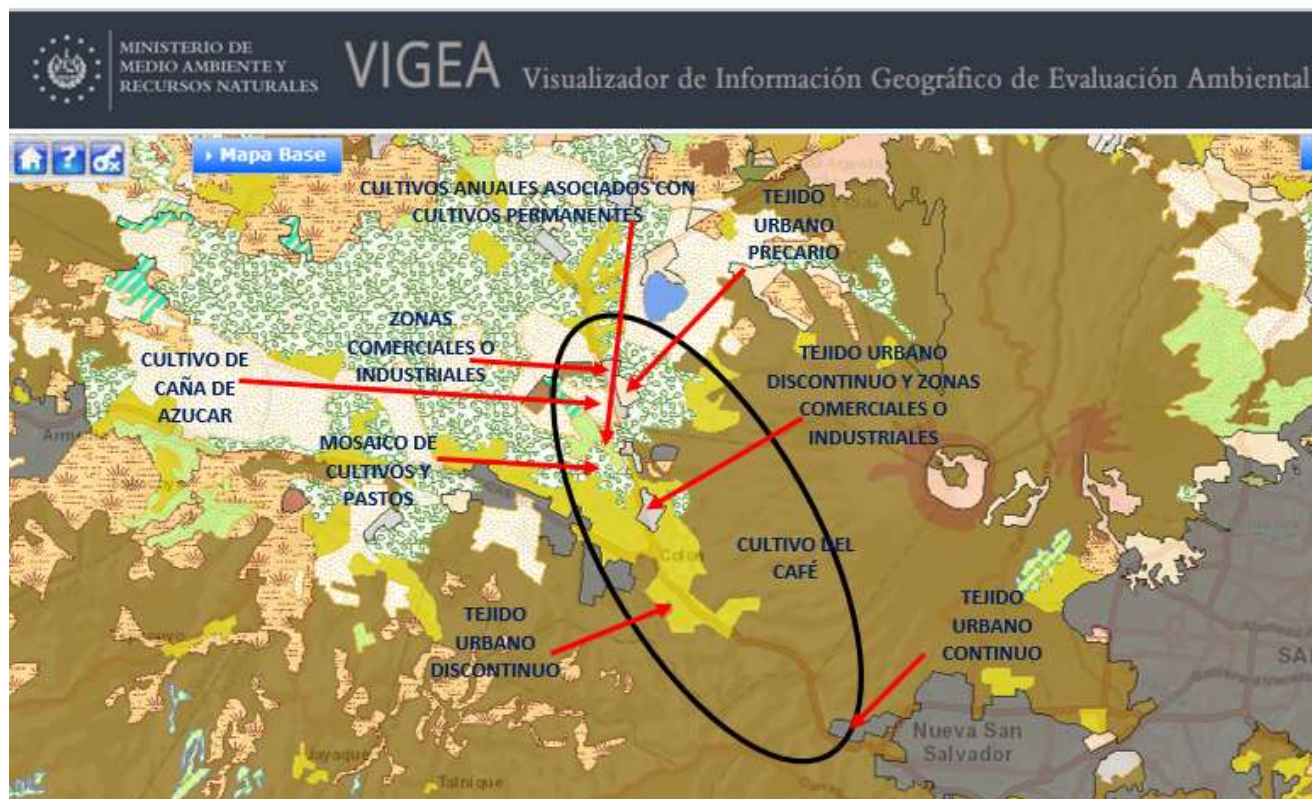
El uso aledaño al actual trazo, de acuerdo Visualizador de Información Geográfica de Evaluación Ambiental (VIGEA) del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales del proyecto y a los recorridos de campo efectuados, es el siguiente:

- ✚ Tejido urbano continuo (1.0 km), especialmente como parte de la zona urbana del municipio de Santa Tecla y sus colonias cercanas al trazo.
- ✚ Cultivo de café (4.80 km), representada por la zona montañosa del trazo vial de la cordillera del Bálsamo.
- ✚ Tejido urbano discontinuo (4.83 km), ubicándose desde la entrada a Villa Colón hasta las cercanías del Centro Comercial Metrocentro en el cantón Lourdes.
- ✚ Tejido urbano discontinuo y zonas comerciales o industriales (1.10 km), representadas por los Centros Comerciales, caso de Metrocentro y El Encuentro, además de pequeños negocios y viviendas aledañas a la carretera en ese sector.
- ✚ Mosaico de cultivos y pastos (0.30 km), ubicados en las zonas aledañas al Distrito de Riego de Zapotitán, especialmente en el lateral izquierdo de la vía aledañas al Centro Industrial Intercomplex.
- ✚ Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes (1.0 km): Se ubican en las zonas aledañas al Distrito de Riego de Zapotitán, especialmente en el lateral izquierdo de la vía en sitios cercanos al desvío de Opico.
- ✚ Tejido urbano precario (0.50 km), especialmente en las cercanías al desvío de Opico.

- ✚ Cultivo de caña de azúcar (0.30 km), ubicados en las zonas aledañas al Distrito de Riego de Zapotitán, especialmente en las zonas aledañas al desvío de Opico.
- ✚ Zonas comerciales o industriales (0.80 km), especialmente representadas por el Complejo industrial El Rinconcito, ubicado en las cercanías del desvío de Opico.

En la Ilustración 77, se observa la distribución del uso actual del suelo.

Ilustración 77. Distribución del uso actual del suelo aledaño al actual trazo.



Fuente: Visualizador de Información Geográfica de Evaluación Ambiental (VIGEA) del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (<http://mapas.marn.gob.sv/VIGEA/nepamap.aspx?wherestr=COLON&searchtype=municipios>)

#### 6.3.1.8 Calidad del aire.

La medición de la calidad del aire ambiente en el proyecto ha permitido conocer cómo se encuentran los diferentes parámetros en el entorno que será intervenido.

Para la caracterización de la calidad del aire ambiental, se realizaron mediciones de los parámetros indicados por las normativas vigentes con la finalidad de prevenir afecciones a la salud de la población, así como a los trabajadores durante las etapas de construcción y usuarios de la vía durante el funcionamiento de la carretera.

- Ruido ambiental.

El ruido ambiental se refiere al ruido que puede afectar a los alrededores de la fuente generadora, incluyendo el ruido de la construcción, ruido de maquinarias, ruido de transporte, además del ruido doméstico. El sonido ambiental es típicamente medido y expresado como Nivel de Sonido Ponderado Equivalente A expresado en decibeles, es decir, la unidad utilizada para expresar los niveles de ruido es el dBA. Los estudios de ruido ambiental son utilizados para determinar el impacto de este agente sobre la salud y bienestar de la población a los cuales se les denomina “receptores”.

Para el desarrollo del plan de muestreo, se realizó un recorrido a lo largo del proyecto identificando los puntos donde se obtendrían resultados significativos considerando como criterio principal la identificación de los receptores actuales, sin embargo, de acuerdo al diseño final del proyecto algunos de los receptores actuales serán removidos, además, se realizarán cambios en la geometría vial en varios puntos, lo cual propiciará posibles variaciones durante la construcción y el funcionamiento de la carretera respecto a los resultados que se han obtenido durante el levantamiento de la línea base.

Las mediciones fueron realizadas del 7 al 17 de abril de 2021 en horario diurno y nocturno que comprende los siguientes rangos: Horario diurno: 6:00 am a 6:00 pm, horario nocturno: 6:00 pm a 6:00 am y fueron realizadas con el sonómetro DIGITAL SOUND LEVEL METER Modelo 407730 Marca EXTECH. El certificado de calibración del aparato de medición se presenta en el Apéndice 12.

Los datos fueron recolectados bajo las siguientes condiciones:

- ✓ Tiempo de medición de cada punto fue de 60 minutos.
- ✓ Flujo vehicular normal en todos los tramos, es decir, sin congestionamientos o atascos.

En el estudio se identificaron 20 sitios de muestreo cuya ubicación se detalla en la Tabla 46 e Ilustración 78.

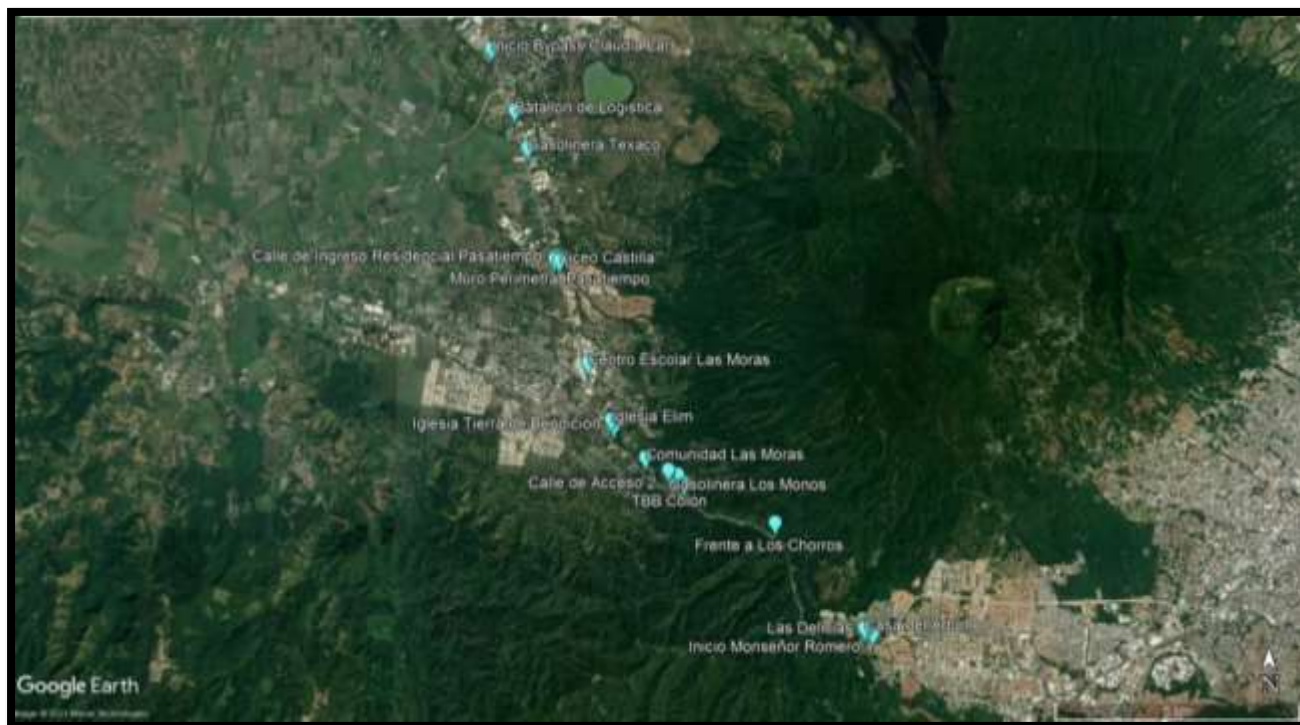
Tabla 46. Puntos de muestreo de ruido ambiental.

Muestra	Ubicación	Coordenadas	
1	Inicio Boulevard Monseñor Romero	13°40'33.72"N	89°18'14.93"O
2	Colonia Las Delicias	13°40'35.47"N	89°18'19.86"O
3	Condominio Casa del Árbol Santa Rosa	13°40'37.43"N	89°18'20.73"O
4	Frente a turicentro Los Chorros	13°41'46.59"N	89°19'21.10"O
5	Tabernáculo Bíblico Bautista Colón	13°42'15.71"N	89°20'28.71"O
6	Calle de acceso Municipio de Colón 1	13°42'12.12"N	89°20'22.63"O
7	Palacio municipal de Colón	13°42'18.19"N	89°20'27.17"O
8	Calle de acceso municipio de Colón 2	13°42'21.35"N	89°20'33.37"O
9	Estación de Servicio "Los Monos"	13°42'20.26"N	89°20'33.43"O
10	Calle de acceso a comunidad Colón	13°42'29.52"N	89°20'49.11"O
11	Iglesia Elim Las Moras	13°42'54.45"N	89°21'12.37"O
12	Iglesia Tierra de Bendición	13°42'49.78"N	89°21'11.06"O
13	Centro Escolar Cantón Las Moras	13°43'31.79"N	89°21'28.10"O
14	Muro Perimetral Residencial Pasatiempo	13°44'41.77"N	89°21'49.81"O
15	Dentro de Residencial Pasatiempo	13°44'39.80"N	89°21'50.65"O
16	Residencial Bosques de Lourdes	13°44'42.25"N	89°21'48.05"O
17	Colegio Castilla	13°44'38.85"N	89°21'47.30"O
18	Gasolinera Texaco	13°45'53.01"N	89°22'09.04"O

Muestra	Ubicación	Coordenadas	
19	Batallón de Logística	13°46'17.44"N	89°22'17.77"O
20	Inicio Bypass Claudia Lars	13°46'58.19"N	89°22'33.73"O

Fuente: Datos de campo.

Ilustración 78. Puntos de muestreo de ruido ambiental.



Fuente: Datos de campo.

Debido a que el ruido por arriba de los límites tolerables o permitidos es considerado un contaminante ambiental, el Estado a través de varios instrumentos legales tales como el Código de Salud y Ley de Medio Ambiente señala que este agente es sujeto a regulación. A pesar de indicar que este agente contaminante atmosférico es sujeto de regulación, no existe alguna norma técnica de calidad ambiental vigente oficializada que establezca los niveles permisibles de exposición.

Es importante mencionar que las actividades principales del proyecto es la comercial e industrial, en ese sentido el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) desde hace más de una década utiliza como referencia para la emisión de permisos ambientales los valores recomendados por la Organización Mundial de la Salud y retomados por el Banco Mundial donde existen fuentes fijas, siendo las siguientes:

- ✓ Nivel de ruido máximo permisible (NMP) para Industria y Comercio: 75 dBA
- ✓ Nivel de ruido máximo permisible (NMP) para Industria y Comercio: 70 dBA



Sin embargo y de acuerdo al Artículo 14 de la Ordenanza Reguladora de las Emisiones de Ruidos y Vibraciones en el Municipio de Santa Tecla, para calles y carreteras que atraviesan el municipio de Santa Tecla el NMP es de 86 dBA cuando hay vehículos en movimiento tanto para horario nocturno como diurno; esto aplica para transporte de carga y transporte público de pasajeros que es el tipo de vehículos de mayor generación de ruido ambiental que circula actualmente en la carretera.

Para fines de análisis, se han incluido los NMP (niveles máximos permisibles) de referencia empleados por el MARN y el establecido en la Ordenanza Reguladora de las Emisiones de Ruidos y Vibraciones en el Municipio de Santa Tecla.

En la Tabla 47, se muestran los niveles de ruido obtenidos en la actualidad con el tráfico vehicular que se mantiene en la carretera.

Tabla 47. Resultados del nivel de ruido muestreado en la actual carretera.

Muestra	Ubicación	NPSeq dBA Diurno <sup>12</sup>	NMP OMS/MARN Diurno <sup>13</sup>	NMP Santa Tecla Diurno <sup>14</sup>	NPSeq dBA Nocturno <sup>15</sup>	NMP OMS/MARN Nocturno <sup>16</sup>	NMP Santa Tecla Nocturno <sup>17</sup>
1	Inicio Boulevard Monseñor Romero	83.8	75	86	66.8	70	86
2	Colonia Las Delicias	83.8	75	86	68.1	70	86
3	Condominio Casa del Árbol Santa Rosa	81.1	75	86	68.1	70	86
4	Frente a turicentro Los Chorros	85.3	75	86	67.9	70	86
5	Tabernáculo Bíblico Bautista Colón	67.8	75	86	62.3	70	86
6	Calle de acceso Municipio de Colón 1	71.5	75	86	58.4	70	86
7	Palacio Municipal de Colón	57.7	75	86	50.4	70	86
8	Calle de acceso Municipio de Colón 2	57.8	75	86	50.2	70	86
9	Estación de Servicio "Los Monos"	72.9	75	86	62.9	70	86
10	Calle de acceso a comunidad Colón	82.6	75	86	70.4	70	86
11	Iglesia Elim Las Moras	65.9	75	86	57.8	70	86
12	Iglesia Tierra de Bendición	78.6	75	86	63.7	70	86
13	Centro Escolar Cantón Las Moras	79.6	75	86	62.4	70	86
14	Muro Perimetral Residencial Pasatiempo	85.8	75	86	67.7	70	86
15	Dentro de Residencial Pasatiempo	72.0	75	86	63.4	70	86
16	Residencial Bosques de Lourdes	74.3	75	86	54.5	70	86
17	Colegio Castilla	81.6	75	86	66.8	70	86
18	Gasolinera Texaco	76.5	75	86	60.3	70	86
19	Batallón de Logística	76.9	75	86	62.5	70	86
20	Inicio Bypass Claudia Lars	84.1	75	86	67.4	70	86

Fuente: Resultados de campo de la medición de la calidad del aire, marzo de 2021.

En la Tabla 47, se evidencia que los resultados de la mayoría de las mediciones realizadas en horario diurno en los sitios de muestreo indicados superan significativamente el NMP de la OMS/MARN, pero no así la de la ordenanza contravencional del municipio de Santa Tecla.

12 NPSeq dBA Diurno: Nivel de Sonido Ponderado Equivalente, expresado en decibeles. Diurno (Lectura tomada en campo)

13 NMP OMS/MARN Diurno: Nivel de Sonido Ponderado Equivalente, expresado en decibeles. Diurno (Comparativo OMS/MARN)

14 NMP Santa Tecla Diurno: Nivel de Sonido Ponderado Equivalente, expresado en decibeles. Diurno (Comparativo Ordenanza Reguladora de las Emisiones de Ruidos y Vibraciones en el Municipio de Santa Tecla)

15 NPSeq dBA Nocturno: Nivel de Sonido Ponderado Equivalente, expresado en decibeles. Nocturno (Lectura tomada en campo)

16 NMP OMS/MARN Nocturno: Nivel de Sonido Ponderado Equivalente, expresado en decibeles. Nocturno (Comparativo OMS/MARN)

17 NMP Santa Tecla Nocturno: Nivel de Sonido Ponderado Equivalente, expresado en decibeles. Nocturno (Comparativo Ordenanza Reguladora de las Emisiones de Ruidos y Vibraciones en el Municipio de Santa Tecla)

Es importante recalcar que el sitio donde fueron colectadas la mayoría de las muestras ubicadas al mismo nivel de la carretera no es el punto donde se ubican directamente la mayoría de los receptores. De acuerdo con el documento “GIZ SUTP SB5c. El Ruido y Su Mitigación. Transporte Sostenible. Texto de referencia para formuladores de Políticas Públicas”, se produce una disminución en 3 dBA cuando se duplica la distancia entre la fuente y el receptor, considerando que no hay ningún tipo de barrera que pueda reducir el nivel de ruido, es decir, se considera que hay dispersión de ruido al aire libre. Por tal razón se ha realizado un análisis considerando la reducción del nivel de ruido al incrementar la distancia desde el punto de colección de la muestra. Los resultados se detallan en la Tabla 48.

Tabla 48. Análisis de nivel de cumplimiento de la medición de ruido ambiental. Abril 2021.

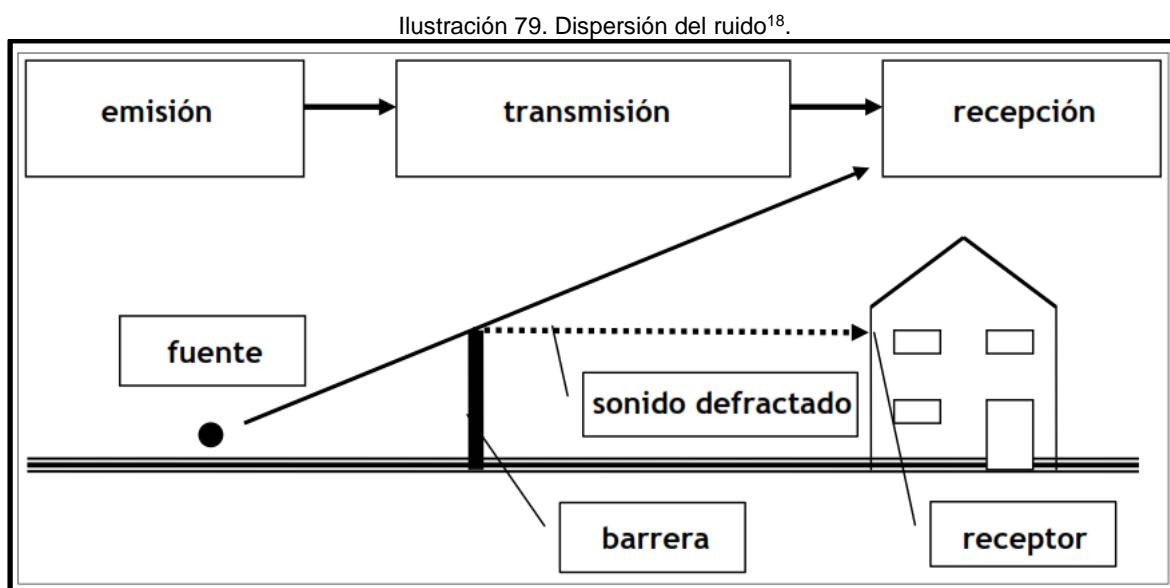
Muestra.	Subdivisión.	Ubicación.	NPSeq (dBA) Medidos en Horario Diurno.				NMP OMS/MARN Horario Diurno.	NMP Santa Tecla Horario Diurno.
			3 m	6 m	12 m	24 m		
1	1	Inicio Blvd Monseñor Romero.	83.8	80.8	77.8	74.8	75	86
2	1	Colonia Las Delicias.	83.8	80.8	77.8	74.8	75	86
3	1	Condominio Casa del Árbol Santa Rosa.	81.1	78.1	75.1	72.1	75	86
4	2	Frente a Balneario Los Chorros.	85.3	82.3	79.3	76.3	75	86
5	3	Tabernáculo Bíblico Bautista Colón.	67.8	64.8	61.8	58.8	75	86
6	3	Calle de acceso Municipio de Colón 1.	71.5	68.5	65.5	62.5	75	86
7	3	Palacio Municipal de Colón.	57.7	54.7	51.7	48.7	75	86
8	3	Calle de acceso Municipio de Colón 2.	57.8	54.8	51.8	48.8	75	86
9	3	Estación de Servicio "Los Monos".	72.9	69.9	66.9	63.9	75	86
10	4	Calle de acceso a comunidad Colón.	82.6	79.6	76.6	73.6	75	86
11	4	Iglesia Elim Las Moras.	65.9	62.9	59.9	56.9	75	86
12	4	Iglesia Tierra de Bendición.	78.6	75.6	72.6	69.6	75	86
13	4	Centro Escolar Cantón Las Moras.	79.6	76.6	73.6	70.6	75	86
14	5	Muro Perimetral Residencial Pasatiempo.	85.8	82.8	79.8	76.8	75	86
15	5	Dentro de Residencial Pasatiempo.	72.0	69.0	66.0	63.0	75	86
16	5	Residencial Bosques de Lourdes.	74.3	71.3	68.3	65.3	75	86
17	5	Colegio Castilla.	81.6	78.6	75.6	72.6	75	86
18	6	Gasolinera Texaco.	76.5	73.5	70.5	67.5	75	86
19	6	Batallón de Logística.	76.9	73.9	70.9	67.9	75	86
20	6	Inicio Bypass Claudia Lars.	84.1	81.1	78.1	75.1	75	86

Fuente: Datos de campo.

Los resultados de la Tabla 48, muestra que se alcanza un nivel de cumplimiento con le NMP de OMS/MARN a una distancia de 24 m desde la fuente. En la práctica la distancia de 24 m

es la encontrada en la mayoría de receptores que estarán durante la fase de construcción y funcionamiento del proyecto, por lo que se alcanza un nivel de cumplimiento sin considerar las modificaciones de la geometría vial.

Se refuerza lo anterior al ser encontradas diferentes tipos de barreras físicas, es decir, se tienen barreras naturales y barreras hechas por el hombre como son los muros perimetrales de los complejos habitacionales que generan un tipo de dispersión del ruido ambiental como se presenta en la Ilustración 79.



Fuente: GIZ SUTP SB5c. El Ruido y Su Mitigación. Transporte Sostenible.

Al realizar un análisis por subdivisión de los sitios de muestreo y al observar las características que tiene cada sitio y los resultados obtenidos, puede argumentarse lo siguiente:

✓ Subdivisión 1

Este grupo de muestras comprende las localizadas a la salida del área urbana del municipio de Santa Tecla. En este tramo de la carretera hay una pendiente pronunciada propiciando a los motores de los vehículos realicen un mayor esfuerzo para su desplazamiento; en este punto no habrá receptores que estarán al nivel de la carretera al momento de construir y poner en marcha el proyecto.

En las proximidades a los sitios donde se recolectaron las muestras hay complejos habitacionales que están a diferente nivel de la carretera y cuentan con muro perimetral lo que permite que se reduzca el nivel de ruido generado en todo el trayecto. Como se puede observar en la Ilustración 80, la dispersión del ruido varía dependiendo de la ubicación del receptor. En la Ilustración 81, se observa un ejemplo de las características del área de muestreo.

<sup>18</sup> GIZ SUTP SB5c. El Ruido y Su Mitigación. Transporte Sostenible. Texto de Referencia para Formuladores de Políticas Públicas

Ilustración 80. Puntos. Dispersión del ruido con receptores a diferentes niveles<sup>19</sup>



Fuente: GIZ SUTP SB5c. El Ruido y Su Mitigación. Transporte Sostenible.

Ilustración 81. Sitio de ubicación de muestras subdivisión 1.



Nótese la presencia de barrera

Fuente: Propia.

<sup>19</sup> GIZ SUTP SB5c. El Ruido y Su Mitigación. Transporte Sostenible. Texto de Referencia para Formuladores de Políticas Públicas

✓ Subdivisión 2

Estas muestras fueron tomadas frente al turicentro Los Chorros. En este sitio existen barreras naturales como son la vegetación y el relieve característico, así como muros perimetrales. La presencia de estas barreras es positiva para la reducción de ruido que pudieran recibir los receptores, sin embargo, el ruido queda contenido en el espacio concentrándose en el punto de generación. Por tal razón, los resultados obtenidos en esta subdivisión son numéricamente mayores a los de la Subdivisión 1. En la Ilustración 82, se muestra un ejemplo de las características físicas del sitio de medición.

Ilustración 82. Ejemplo de sitio de ubicación de muestras subdivisión 2.



Nótese el relieve característico.

Fuente: Propia.

✓ Subdivisión 3.

En este grupo están concentrados los receptores del tramo donde se proyecta la construcción de un viaducto que contribuirá a la reducción de los niveles de ruido actuales por el efecto de dispersión que se muestran en la Ilustración 65. Los resultados de las mediciones indican que hay cumplimiento de los NMP considerados de referencia debido a que este grupo de receptores no están al nivel de los emisores, debido al relieve y a las barreras de origen antropogénico que son muros de contención y edificaciones.

Ilustración 83. Ejemplo de sitio de ubicación de muestras subdivisión 3.<sup>20</sup>



#### ✓ Subdivisión 4

Dentro de este grupo se encuentra la mayoría de los receptores que serán reubicados por el proyecto. Estos receptores están a nivel de las fuentes de ruido, siendo el más crítico el Centro Escolar “Las Moras” debido a que su acceso está al mismo nivel de la carretera, sin embargo, el Centro Escolar cuenta con muro perimetral por lo que es una barrera acústica que hace que el nivel de ruido percibido por la comunidad educativa es menor. En la Tabla 48, se evidencia que a una distancia de 6 metros desde la fuente se ha alcanzado los NMP de referencia.

Esta Subdivisión cuenta con barreras naturales y un relieve que permite la atenuación de ruido a los posibles receptores que estén detrás de dichas barreras. En la Ilustración 84, se muestra ejemplo de las características del entorno.

<sup>20</sup> <https://www.municipiosdeelsalvador.com/la-libertad/colon>

Ilustración 84. Ejemplo de sitio de ubicación de muestras Subdivisión 4.



Nótese la presencia de barreras naturales.

Fuente: Propia.

#### ✓ Subdivisión 5

Los receptores de esta subdivisión se encuentran protegidos por barreras físicas y naturales como se puede apreciar en la Ilustración 85, donde se observa la existencia de vegetación a lo largo del tramo tanto en los linderos de los complejos habitacionales como en la división de los carriles de la carretera. Los valores obtenidos en esta subdivisión son numéricamente mayores que los de la Subdivisión 4 debido a que la dispersión del ruido es menor.

En la Tabla 48 se evidencia que a una distancia de 24 m desde la fuente se han alcanzado los NMP de referencia, siendo la distancia promedio entre los receptores y la fuente generadora de ruido ambiental. En la Ilustración 66, puede observarse un ejemplo de este grupo.

Ilustración 85. Ejemplo de sitio de ubicación de muestras Subdivisión 5.



Nótese la presencia de barreras naturales y muros.

Fuente: Propia.

✓ Subdivisión 6

En este grupo es donde se produce la mejor dispersión debido a que existen pocas barreras físicas y naturales como se muestra en la Ilustración 86. En este sector es donde no se considera la presencia de receptores debido a que las personas están dentro de sus centros de trabajo donde se ha producido atenuación de ruido.



Ilustración 86. Ejemplo de sitio de ubicación de muestras Subdivisión 6.



Sítios considerados sin presencia de receptores.

De los resultados obtenidos en este estudio se puede concluir lo siguiente:

- ✓ El ruido generado por el tráfico vehicular depende en su mayoría de las condiciones del motor de los vehículos, conductas de manejo, numero de neumáticos y la condición de la carretera.
- ✓ No se cuenta con una normativa específica aplicables a nivel nacional sobre ruido generado por el tráfico en carreteras, por lo que se deberá utilizar información de referencia como la Ordenanza Reguladora de las Emisiones de Ruidos y Vibraciones en el Municipio de Santa Tecla.
- ✓ Los resultados numéricos obtenidos a 3 m del punto de generación para horario diurno, en su mayoría no cumplen con los NMP utilizados como referencia por el MARN, aunque no sean específicos para proyectos de obras viales, pero si con la Ordenanza Reguladora de las Emisiones de Ruidos y Vibraciones en el Municipio de Santa Tecla.
- ✓ Los resultados numéricos obtenidos a 3 m del punto de generación para horario nocturno cumplen con los NMP utilizados como referencia por el MARN y el establecido por la Ordenanza Reguladora de las Emisiones de Ruidos y Vibraciones en el Municipio de Santa Tecla.

- Medición de gases y material particulado.

Para la obtención de una línea base sobre el estado actual de la calidad del aire del área de influencia del proyecto fue necesario tomar en cuenta la medición de los gases siguientes: Óxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), hidrocarburos totales, así como los materiales particulados (PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>).

La metodología utilizada estuvo basada en los siguientes aspectos:

- Reconocimiento del proyecto (planimetría y campo).
- Definición de sitios de muestreo.
- Toma de muestras según metodologías aprobadas internacionalmente.
- Envío de muestras laboratorios acreditados en Estados Unidos de América.
- Obtención y discusión de resultados.

Luego de las reuniones con el personal gerencial del diseño del proyecto y la revisión de la planimetría existente, se procedió a las visitas de campo para definir los sitios de muestreo. El inventario de los agentes ambientales a evaluar se realizó en base a los requerimientos de la legislación ambiental vigente aplicable, estableciendo de esa forma el programa de muestreo. Los medios utilizados de captación de las muestras fueron bombas dosimétricas y tubos colorimétricos de las marcas reconocidas como SKC Inc., MARKES International, entre otros.

Los ensayos químicos fueron realizados en los laboratorios de Bureau Veritas en Estados Unidos de América con acreditación de calidad 17025-2005 para ensayos para calidad ambiental y ocupacional, asegurando la integridad de la muestra desde el momento en que fueron tomadas en campo hasta ser entregadas en el laboratorio (ver Apéndice 12).

Para la medición de los agentes químicos ambientales óxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), hidrocarburos totales y los materiales particulados 10 y 2.5, fueron colectadas cuatro (4) muestras por cada parámetro, que fueron distribuidas en todo el trazo del proyecto, en el periodo comprendido entre el 23 de febrero al 23 de marzo de 2021.

La ubicación de los puntos de muestreo fue evaluada tomando en cuenta los criterios de seguridad física, representatividad y no afectación de condiciones ambientales. La norma aplicable para los agentes químicos fue la establecida por la Norma Salvadoreña de Calidad de Aire NSO 13.11.01:01. En la Tabla 49, se presentan las metodologías de muestreo utilizadas para cada uno de los parámetros indicados.

Tabla 49. Métodos de muestreo utilizados para los parámetros indicados.

No.	Parámetro	Método de muestreo
1	Óxidos de Azufre	NIOSH 6004
2	Dióxido de Nitrógeno	OSHA ID-182
3	Hidrocarburos Totales	NIOSH 1550
4	Dióxido de Carbono	Colorimétrico
5	Monóxido de Carbono	Colorimétrico
6	Material Particulado 2.5	NIOSH 0600
7	Material Particulado 10	MDHS 14/3

Fuente: Propia.

Las mediciones fueron realizadas en 4 puntos estratégicos que comprenden el inicio y el final del Proyecto y dos puntos intermedios. Los puntos donde fueron colectadas las muestras para su análisis de laboratorio se detallan en la Tabla 50 y en la Ilustración 87.

Tabla 50. Puntos de muestreo.

Muestra	Ubicación	Coordenadas	Ubicación
1	Inicio de Tramo: Taller	13°40'36.79"N, 89°18'21.96"O	Tramo I: 13 + 800
2	Punto Intermedio: Turicentro Los Chorros	13°41'45.46"N, 89°19'18.95"O	Tramo I y II: 17 + 050
3	Punto Intermedio: Iglesia Tierra de Bendición	13°42'49.79"N, 89°21'11.33"O	Tramo III: 21 + 210
4	Fin de Tramo: Batallón de Logística	13°46'11.66"N, 89°22'16.35"O	Tramo III: 27 + 800

Fuente: Datos de campo.

Ilustración 87. Puntos de muestreo llevados a cabo en campo.



Fuente: Datos de campo.

Los resultados obtenidos se detallan en la Tabla 51 donde son comparados con la norma de referencia.

Tabla 51. Resultados obtenidos del muestreo de calidad de aire ambiental realizado en el proyecto.

Muestra	Identificación de Muestras	Resultados Analíticos		Límite Máximo NSO 13.11.01:01	Metodología de muestreo y Análisis	Resultados
		(mg/m <sup>3</sup> )	(µg/m <sup>3</sup> )	(µg/m <sup>3</sup> )		
<b>Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>).</b>						
1	SO2-01 12064	<0.13	130	365	NIOSH 6004	CUMPLE
2	SO2-02 13196A	<0.13	130	365	NIOSH 6004	CUMPLE
3	SO2-03 13196A	<0.13	130	365	NIOSH 6004	CUMPLE
4	SO2-04 13196A	<0.13	130	365	NIOSH 6004	CUMPLE
<b>Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>).</b>						
1	NOx-01 8393701635	<0.067	<67	150	OSHA ID-182	CUMPLE
2	NOx-02 8393701632	<0.067	<67	150	OSHA ID-182	CUMPLE

Anexo 16: Estudio de Impacto Ambiental - Pág. 251

Muestra	Identificación de Muestras	Resultados Analíticos		Límite Máximo NSO 13.11.01:01	Metodología de muestreo y Análisis	Resultados
		(mg/m <sup>3</sup> )	(µg/m <sup>3</sup> )	(µg/m <sup>3</sup> )		
3	NOx-03 8393701538	<0.067	<67	150	OSHA ID-182	CUMPLE
4	NOx-04 8393701630	<0.067	<67	150	OSHA ID-182	CUMPLE
<b>Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>)<sup>21</sup>.</b>						
1	Tubo Colorimétrico CO2 RAE - 01	500	900,000	----	Colorimétrico	----
2	Tubo Colorimétrico CO2 RAE - 02	1,000	1,800,000	----	Colorimétrico	----
3	Tubo Colorimétrico CO2 RAE - 03	500	900,000	----	Colorimétrico	----
4	Tubo Colorimétrico CO2 RAE - 04	500	90,000	----	Colorimétrico	----
<b>Monóxido de Carbono (CO)</b>						
1	Tubo Colorimétrico CO RAE - 01	25	28,640	40,000	Colorimétrico	CUMPLE
2	Tubo Colorimétrico CO RAE - 02	15	17,184	40,000	Colorimétrico	CUMPLE
3	Tubo Colorimétrico CO RAE - 03	18	20,621	40,000	Colorimétrico	CUMPLE
4	Tubo Colorimétrico CO RAE - 04	10	11,4561	40,000	Colorimétrico	CUMPLE
<b>Hidrocarburos Totales (THC)<sup>22</sup>.</b>						
1	THC-01 8830813330	0.11	110	----	NIOSH 1550	----
2	THC-02 8830813332	<0.33	330	----	NIOSH 1550	----
3	THC-03 8830813328	<0.33	330	----	NIOSH 1550	----
4	THC-05 8830813329	<0.33	330	----	NIOSH 1550	----
<b>Material particulado (PM<sub>2.5</sub>).</b>						
1	R-01 PZ214350016	0.020	20	65	NIOSH 0600	CUMPLE
2	R-02 PZ214350011	0.020	20	65	NIOSH 0600	CUMPLE
3	R-03 PZ214350009	0.020	20	65	NIOSH 0600	CUMPLE
4	R-05 PZ214350017	0.029	29	65	NIOSH 0600	CUMPLE
<b>Material particulado (PM<sub>10</sub>).</b>						
1	I-01 PW226750020	<0.35	<35	150	MDHS 14/3	CUMPLE
2	I-02 PW226750024	<0.035	<35	150	MDHS 14/3	CUMPLE
3	I-03 PW226750010	0.12	120	150	MDHS 14/3	CUMPLE
4	I-04 PW226750015	<0.035	<35	150	MDHS 14/3	CUMPLE

Fuente: Resultados de campo de medición de calidad del aire, marzo de 2021.

De los resultados puede concluirse lo siguiente:

Las muestras colectadas para determinar la calidad de aire como línea base del proyecto cumplen con los límites máximos permitidos de los parámetros de la norma vigente Calidad de Aire NSO 13.11.01:01.

El material particulado (PM<sub>2.5</sub>) está por debajo del límite máximo permitido, es decir no existen concentraciones de partículas de tipo respirable a lo largo del recorrido, siendo una confirmación de que las partículas PM<sub>10</sub> suspendidas no están relacionadas a la combustión, sino que provienen del polvo o de partículas suspendidas causadas por condiciones externas al proyecto.

Los resultados obtenidos muestran que la operación del proyecto una vez finalizado no tendrá impacto en la calidad de las emisiones de fuentes móviles producidas por los vehículos que circulan.

<sup>21</sup> Parámetro no regulado por la norma de calidad de aire utilizada como referencia NSO 13.11.01:01.

<sup>22</sup> Parámetro no regulado por la norma de calidad de aire utilizada como referencia NSO 13.11.01:01.

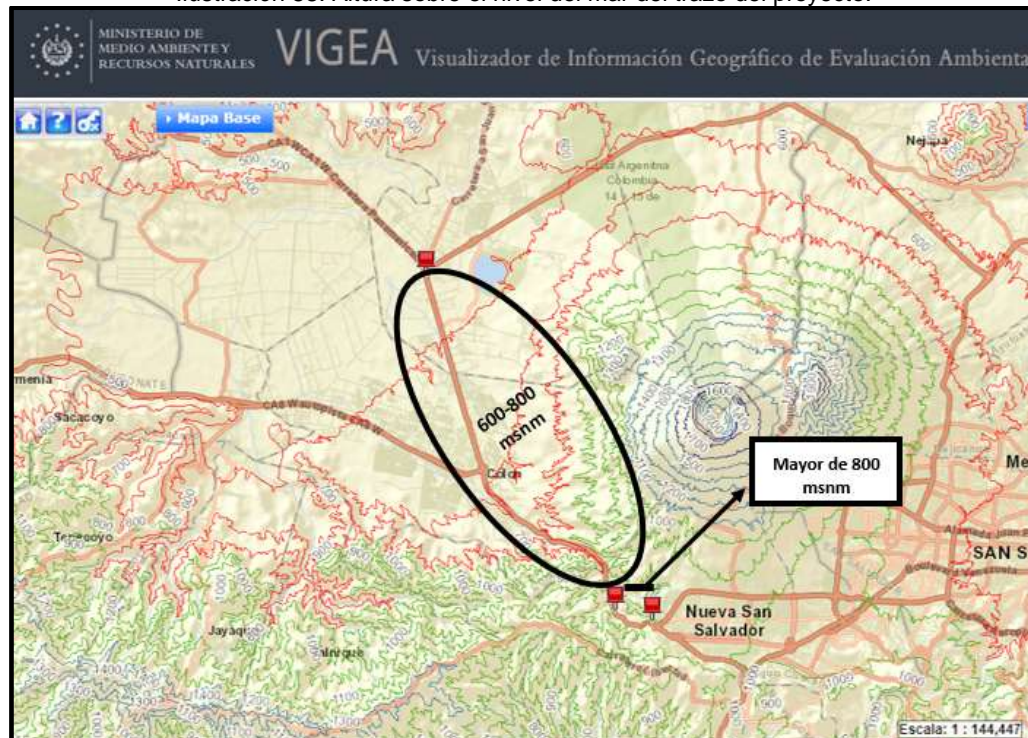
### 6.3.1.9 Clima

Según la clasificación de Köppen, Sapper y Lauer, (MAG, 1992), el proyecto, se encuentra ubicado dentro de las siguientes dos zonas climáticas:

- Sabana Tropical Caliente o Tierra Caliente, (90% del proyecto). Se encuentra comprendida desde 0-800 msnm, con promedio de temperatura disminuyendo con la altura de 27 a 22° C en las planicies costeras y de 28 a 22° C en las planicies internas.
- Sabanas Tropicales Calurosas o Tierra Templada, (10% del proyecto). Se encuentra comprendida desde 800-1,200 msnm, con promedio de temperatura disminuyendo con la altura de 22 a 20° C en las planicies altas y de 21 a 19° C en las faldas de montañas.

En la Ilustración 88, se presenta la distribución de las zonas climáticas por la altura sobre el nivel del mar.

Ilustración 88. Altura sobre el nivel del mar del trazo del proyecto.



Fuente: Visualizador de Información Geográfica de Evaluación Ambiental (VIGEA) del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (<http://mapas.marn.gob.sv/VIGEA/nepamap.aspx?wherestr=COLON&searchtype=municipios>)

La zona donde se ubica el proyecto, se caracteriza por presentar una estación seca en invierno (Noviembre-Todo Abril). En la Tabla 52, se presentan los inicios y finales de las estaciones climáticas.

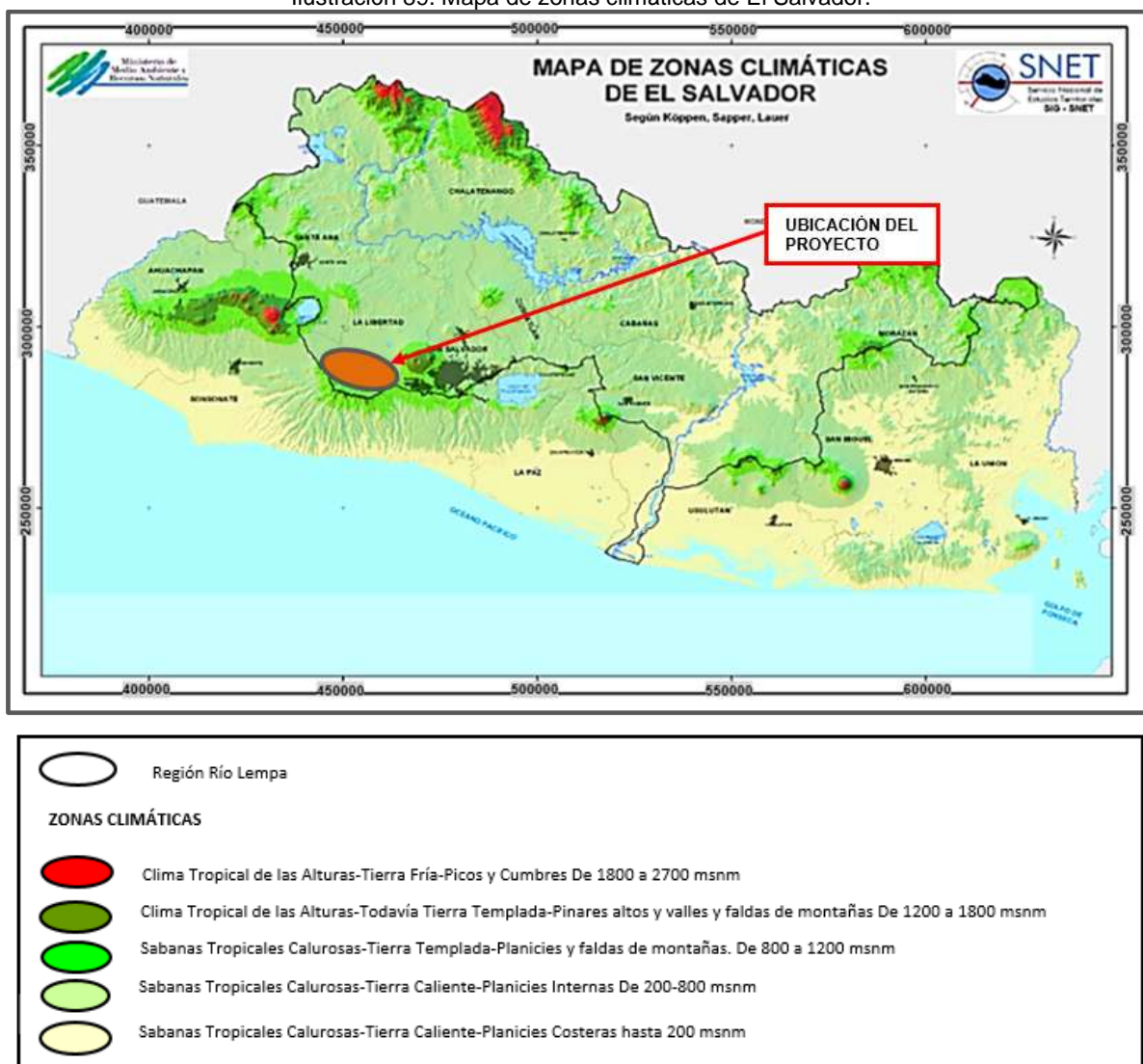
Tabla 52. Inicios y finales de estaciones climáticas en El Salvador

Época del Año	Principio	Final	Duración	
			Días	Semanas
Estación Seca	14 de Noviembre	19 de Abril	157	22 ½
Transición Seca-Lluviosa	20 de Abril	20 de Mayo	31	4 ½
Estación Lluviosa	21 de Mayo	16 de Octubre	149	21
Transición Lluviosa- Seca	17 de Octubre	13 de Noviembre	28	4
<b>TOTAL</b>			<b>365</b>	<b>52</b>

Fuente: Almanaque Salvadoreño, 2000 y 1992 (Observaciones verificadas en San Salvador durante 50 años (1918-1967).

En la Ilustración 89, se muestran las diferentes zonas climáticas de El Salvador y su clasificación, estableciéndose el área del proyecto en las Sabanas tropicales calientes o tierra caliente y en Sabanas Tropicales Calurosas o Tierra Templada.

Ilustración 89. Mapa de zonas climáticas de El Salvador.



Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN).

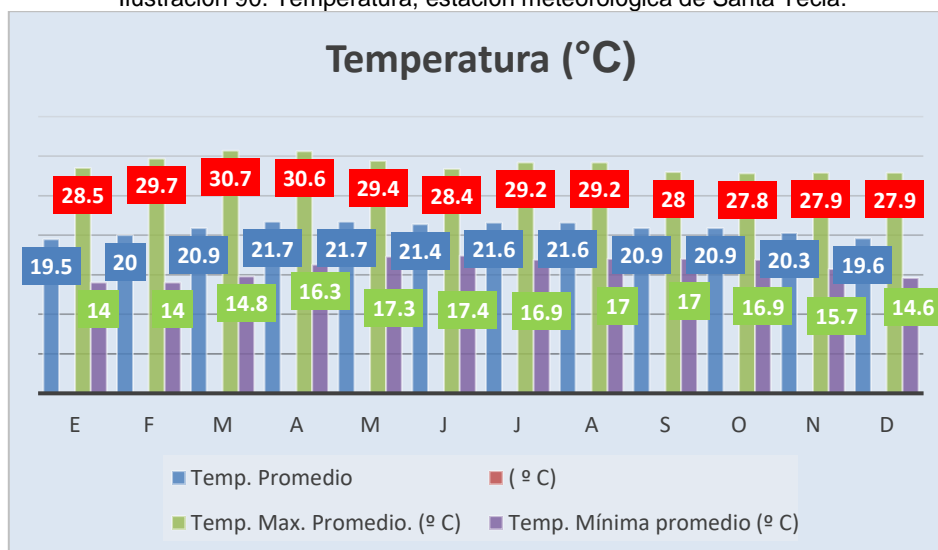
En la zona de influencia del proyecto se encuentran dos estaciones meteorológicas San Andrés y Santa Tecla, el estudio hidrológico en su análisis ha utilizado datos de la Estación Meteorológica de Santa Tecla por su proximidad y porque posee datos más completos en cuanto a variables climáticas.

A continuación, se presentan las variables climatológicas (temperatura, precipitación, humedad relativa, velocidad del viento), registradas por la Estación Meteorológica de Santa Tecla, ubicada a 2.5 km del inicio del proyecto y cercana a la zona montañosa, considerada de mayor riesgo del tramo carretero en estudio.

➤ **Temperatura.**

Los valores más altos de la temperatura en la zona de influencia del proyecto se presentan en los meses de marzo y abril, en donde sobrepasan los 30 grados centígrados. En la Ilustración 90, se presentan los valores de temperatura registrados en la Estación Meteorológica de Santa Tecla.

Ilustración 90. Temperatura, estación meteorológica de Santa Tecla.

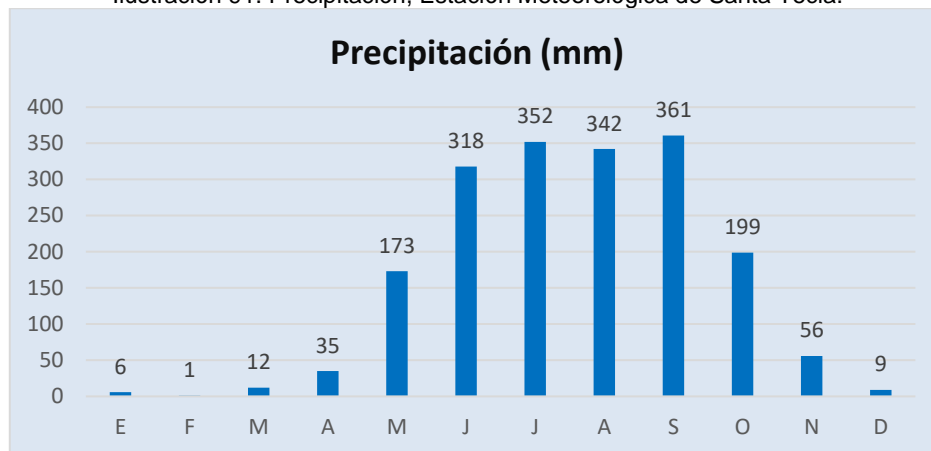


Fuente: Dirección General de Observatorio Ambiental (MARN).

➤ **Precipitación.**

De acuerdo a la estación meteorológica de Santa Tecla, la precipitación máxima se produce entre los meses de julio a septiembre y la menor entre diciembre a febrero, siendo el mes de septiembre el más copioso del año (ver Ilustración 91).

Ilustración 91. Precipitación, Estación Meteorológica de Santa Tecla.

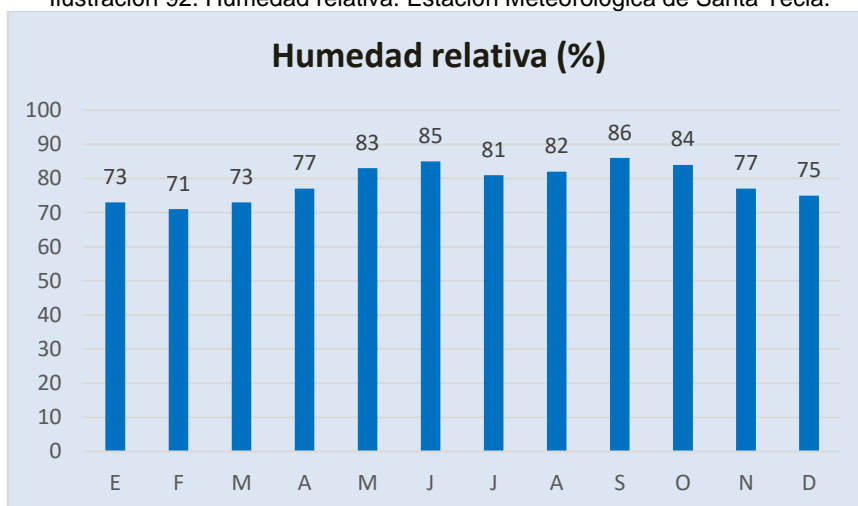


Fuente: Dirección General de Observatorio Ambiental (MARN).

➤ **Humedad relativa.**

La humedad relativa se define como el cociente entre la presión parcial de una sustancia pura y su presión de saturación y es la humedad que contiene una masa de aire, en relación con la máxima humedad absoluta que podría admitir sin producirse condensación, conservando las mismas condiciones de temperatura y presión atmosférica. De acuerdo a los registros de la Estación Meteorológica de Santa Tecla, los meses en que la humedad relativa es mayor en el año están comprendidos entre mayo y octubre, siendo menores entre noviembre y abril, como puede observarse en la ilustración 92.

Ilustración 92. Humedad relativa. Estación Meteorológica de Santa Tecla.



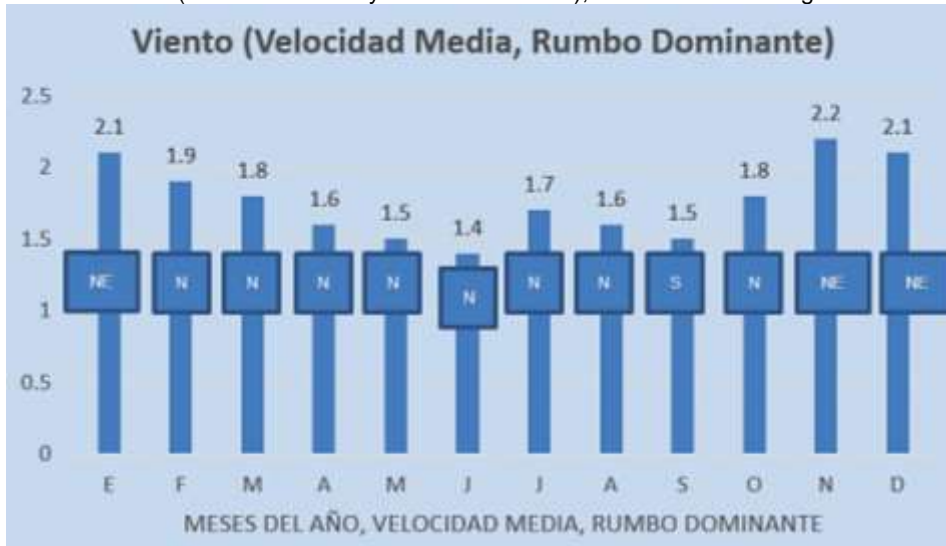
Fuente: Dirección General de Observatorio Ambiental (MARN).



➤ Viento.

La velocidad del viento de acuerdo a la técnica para la medición llamada escala de Beaufort, presenta valores mayores de noviembre a enero, siendo los rumbos Nor Este los dominantes, lo cual puede observarse en la Ilustración 93.

Ilustración 93. Viento (Velocidad media y rumbo dominante), Estación Meteorológica de Santa Tecla.



Fuente: Dirección General de Observatorio Ambiental (MARN).

6.3.1.10 Hidrología e hidráulica del proyecto.

La zona del proyecto se encuentra en la cuenca del río Lempa, como muestra la marca en la Ilustración 94, la más septentrional del país. La cuenca tiene como río principal el río Lempa, que nace en Guatemala, pasa por Honduras, ingresando a El Salvador al noreste del departamento de Chalatenango y desemboca en la planicie costera del Océano Pacífico, entre los departamentos de San Vicente y Usulután.

Ilustración 94. Mapa de regiones hidrográficas de El Salvador



Fuente: MARN.

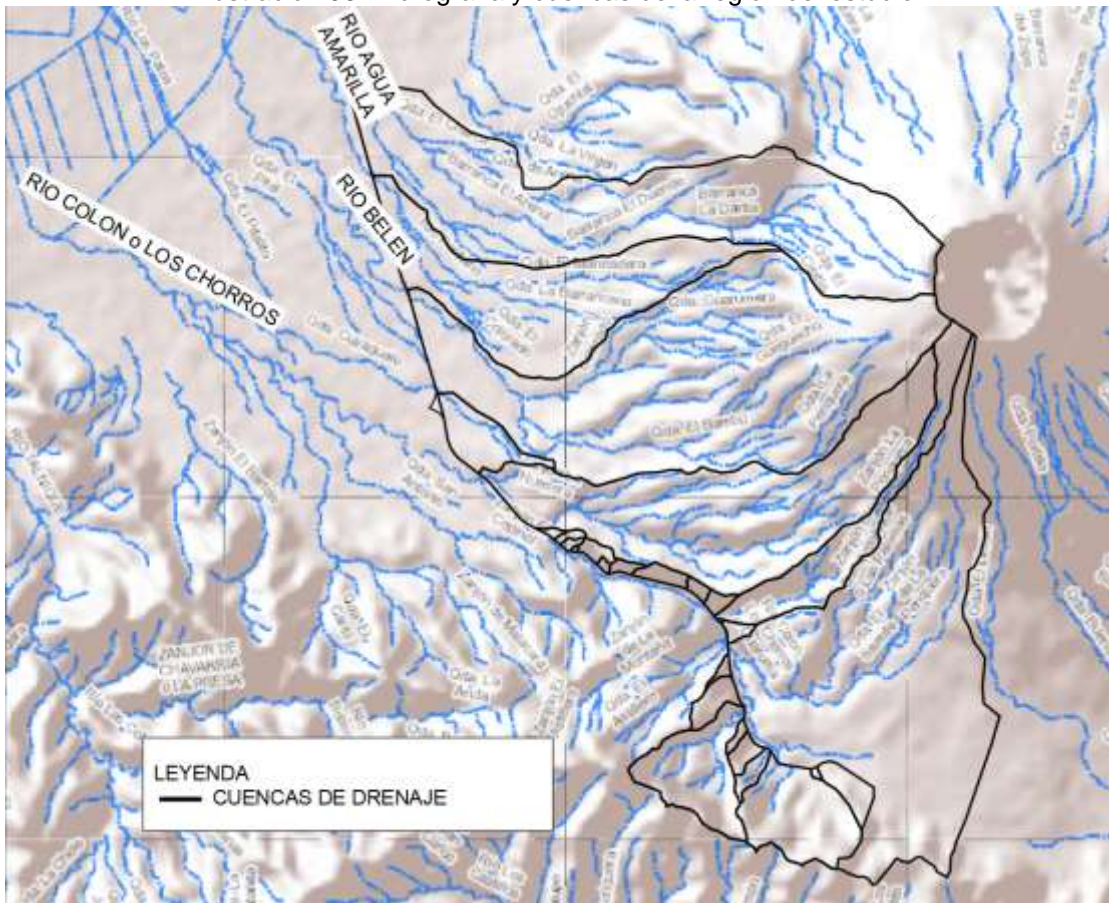
La Ilustración 95 muestra el eje del diseño geométrico de la carretera y las cuencas y subcuencas de proyecto, que forman parte de las cuencas de los ríos Agua Amarilla, Colón/Los Chorros y Belén (Ilustración 96), que desembocan en el Río Sucio, un brazo del Río Lempa.

Ilustración 95. Área del proyecto y delimitación de cuencas.



Fuente: Google Earth adaptado.

Ilustración 96. Hidrografía y cuencas de la región del estudio.

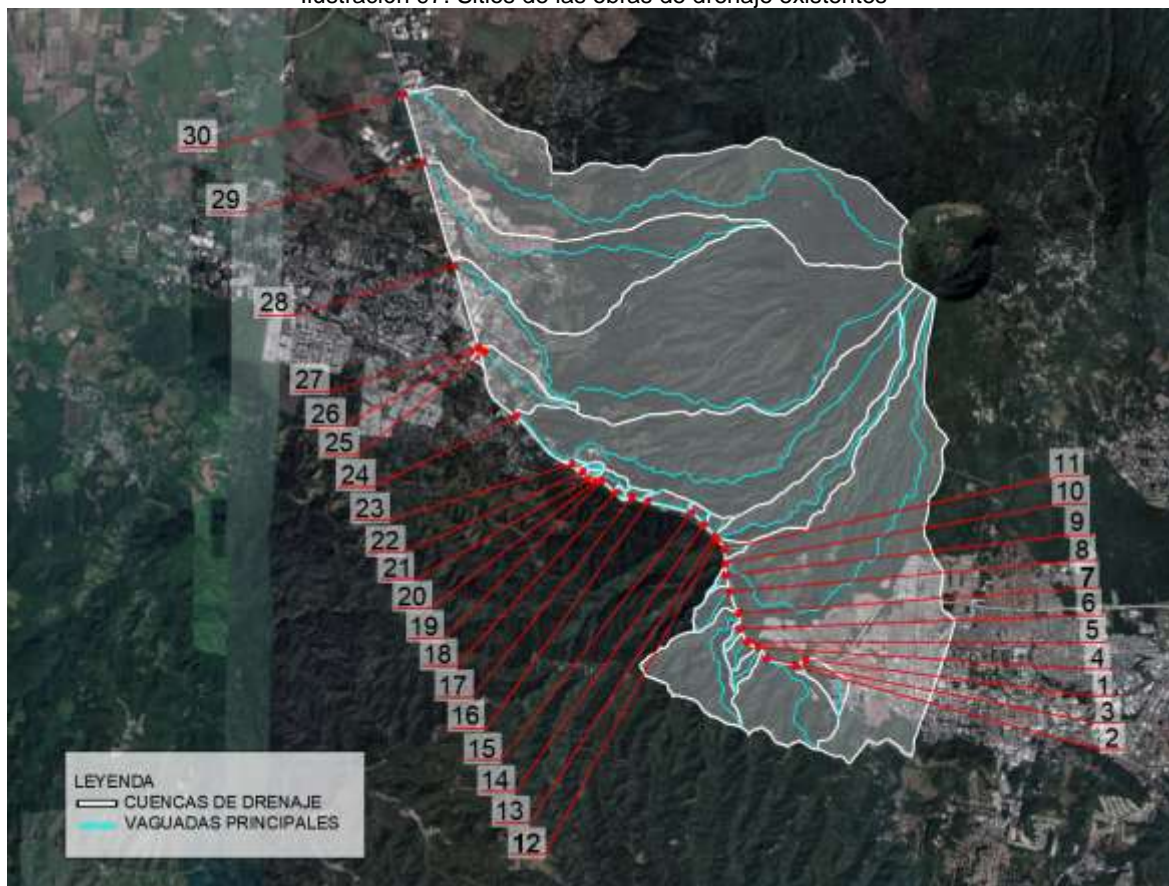


Fuente: VIGEA – MARN. Adaptado.

- Obras existentes.

Las cuencas del proyecto se delimitaron a partir de puntos de interés, siendo asignados en función de la presencia de obras de drenaje (tuberías y obras de drenaje mayor (ODMs)), denominados "sitios". A lo largo del eje del proyecto, se definieron 30 sitios, entre ellos 22 tuberías y 8 ODMs. La ubicación y las características de cada una de ellas se muestran en la Ilustración 97 y en la Tabla 53.

Ilustración 97. Sitios de las obras de drenaje existentes



Fuente: Estudio hidrológico.

Tabla 53. Identificación de cauces y obras de drenaje existentes.

SÍTIO.	OBRA.	TIPO DE SECCIÓN.	LATITUD.	LONGITUD.	DIÁMETRO o DIMENSIONES (pulgadas o mm) <sup>23</sup> .
1	Tubería 1	Circular	13°40'38.05"N	89°18'28.03"O	60
2	Tubería 2	Circular	13°40'35.02"N	89°18'35.07"O	36
3	ODM 1	Rectangular	13°40'37.67"N	89°18'48.20"O	4100 x 3500 mm
4	Tubería 3	Circular	13°40'44.00"N	89°18'53.49"O	60 y caja rectangular
5	Tubería 4	Circular	13°40'47.16"N	89°18'59.80"O	48
6	Tubería 5	Circular	13°40'55.33"N	89°19'3.27"O	48
7	ODM 2	Bóveda	13°41'1.79"N	89°19'3.36"O	4680 x 5400 mm
8	No existe obra en campo		13°41'13.84"N	89°19'7.96"O	Dimensionar
9	Tubería 6	Circular	13°41'21.91"N	89°19'10.34"O	36
10	ODM 3	Bóveda	13°41'27.45"N	89°19'10.65"O	9030 x 6400 mm
11	Tubería 7	Circular	13°41'35.74"N	89°19'11.61"O	48 (X2)
12	Tubería 8	Circular	13°41'41.01"N	89°19'15.10"O	24
13	ODM 4	Circular	13°41'42.87"N	89°19'17.01"O	96
14	Tubería 9	Circular	13°41'48.69"N	89°19'22.89"O	42
15	Tubería 10	Circular	13°41'54.07"N	89°19'29.70"O	36
16	Tubería 11	Circular	13°42'0.69"N	89°19'53.31"O	24

<sup>23</sup> A menos que se indique con el símbolo mm, la medida está dada en pulgadas.

SÍTIO.	OBRA.	TIPO DE SECCIÓN.	LATITUD.	LONGITUD.	DIÁMETRO o DIMENSIONES (pulgadas o mm) <sup>23</sup> .
17	Tubería 12	Circular	13°42'2.85"N	89°20'1.40"O	48
18	Tubería 13	Circular	13°42'5.32"N	89°20'10.69"O	48
19	Tubería 14	Circular	13°42'11.28"N	89°20'18.18"O	36
20	Tubería 15	Circular	13°42'11.60"N	89°20'21.52"O	24
21	Tubería 16	Circular	13°42'13.05"N	89°20'24.93"O	24
22	No existe obra en campo		13°42'18.30"N	89°20'30.92"O	Dimensionar
23	Tubería 17	Circular	13°42'21.40"N	89°20'36.20"O	36 y 60
24	ODM 5	Bóveda	13°42'45.25"N	89°21'4.25"O	4850 x 2500 mm
25	Tubería 18	Circular	13°43'20.60"N	89°21'22.47"O	60
26	Tubería 19	Circular	13°43'21.65"N	89°21'23.86"O	36
27	Tubería 20	Circular	13°43'37.51"N	89°21'28.80"O	60
28	Tubería 21	Circular	13°44'4.88"N	89°21'36.93"O	60 (X2)
29	ODM 6	Rectangular	13°44'58.87"N	89°21'53.76"O	5100 x 2700 mm
30	ODM 7	Rectangular	13°45'44.73"N	89°22'7.17"O	3000x1200 (x2) mm

Fuente: Estudio hidrológico.

- Datos de partida.

Las estaciones meteorológicas se identificaron en función de la disponibilidad de datos pluviométricos acumulados en el sitio web:

<http://www.snet.gob.sv/ver/meteorologia/monitoreo/lluvia+acumulada/>.

En la región de interés, hay dos estaciones meteorológicas principales. La primera, denominada Santa Tecla, se ubica dentro de la cuenca de drenaje del estudio. La segunda, San Andrés, se ubica fuera del área de la cuenca y un poco más lejos del área del proyecto, como se muestra en la Ilustración 98.


Ilustración 98. Estaciones meteorológicas.



Fuente: VIGEA - MARN. Adaptado.

Los datos de precipitación máxima diaria brindada por el MARN, se muestra en las Ilustraciones 99 y 100.


Ilustración 99. Datos de la Estación San Andrés.

 MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES DIRECCION GENERAL DEL OBSERVATORIO DE AMENAZAS Y RECURSOS NATURALES GERENCIA DE METEOROLOGIA CENTRO DE CLIMA Y AGROMETEOROLOGIA													
INTENSIDAD DE PRECIPITACION MAXIMA ANUAL (ABSOLUTA) En mm/minuto para diferentes periodos.													
ESTACION:		SAN ANDRES										INDICE: L- 4	
LATITUD:		13° 48.5'											
LONGITUD:		89° 24.4'											
ELEVACION:		460 m.s.n.m.											
ANO	5	10	15	20	30	45	60	90	120	150	180	240	360
1953	2.00	1.74	1.39	1.28	1.04	0.75	0.58	0.42	0.34	0.31	0.26	0.19	0.14
1954	2.24	1.96	1.83	1.62	1.31	0.91	0.71	0.48	0.37	0.31	0.26	0.20	0.16
1955	2.40	2.17	2.16	1.76	1.19	1.01	0.78	0.41	0.31	0.30	0.26	0.19	0.13
1956	1.80	1.51	1.36	1.12	0.89	0.77	0.59	0.40	0.30	0.25	0.23	0.18	0.15
1957	2.58	2.13	1.99	1.84	1.43	0.96	0.73	0.54	0.42	0.36	0.32	0.24	0.19
1958	3.16	2.67	2.27	2.07	1.71	1.37	1.10	0.83	0.67	0.55	0.48	0.38	0.16
1959	2.70	2.53	2.29	1.99	1.41	1.02	0.81	0.62	0.49	0.41	0.35	0.27	0.15
1960	2.30	1.96	1.95	1.77	1.47	1.17	1.01	0.69	0.53	0.42	0.33	0.26	0.12
1961	2.48	2.04	1.63	1.36	1.11	0.76	0.57	0.37	0.34	0.33	0.31	0.28	0.23
1962	2.64	2.44	2.27	2.16	1.80	1.44	1.36	0.94	0.70	0.37	0.32	0.20	
1963	3.18	2.31	1.79	1.51	1.24	0.92	0.79	0.63	0.50	0.40	0.18	0.12	0.08
1964	2.88	2.04	1.59	1.54	1.17	0.86	0.65	0.46	0.37	0.31	0.26	0.18	0.13
1965	3.52	2.61	2.31	2.16	1.70	1.47	1.21	0.43	0.32	0.27	0.15	0.11	
1966	2.04	1.72	1.57	1.52	1.19	0.99	0.78	0.52	0.24	0.19	0.16	0.13	
1967	2.04	1.84	1.69	1.52	1.13	0.78	0.75	0.48	0.34	0.22	0.22	0.18	
1968	2.88	2.12	2.01	1.62	1.14	0.77	0.63	0.56	0.42	0.34	0.24	0.14	
1969	3.00	2.40	1.96	1.82	1.55	1.17	0.90	0.61	0.47	0.38	0.32	0.20	
1970	2.32	1.96	1.77	1.66	1.40	0.95	0.72	0.49	0.37	0.31	0.26	0.20	
1971	2.12	2.00	1.78	1.61	1.00	0.69	0.53	0.35	0.24	0.22	0.20	0.15	
1972	2.42	1.84	1.55	1.32	1.02	0.71	0.55	0.39	0.31	0.25	0.21	0.16	
1973	2.08	1.75	1.40	1.31	1.16	0.94	0.72	0.54	0.41	0.36	0.31	0.23	
1974	2.06	1.63	1.33	1.18	1.11	0.82	0.75	0.65	0.60	0.42	0.36	0.27	0.21
1975	3.94	3.40	1.84	1.88	1.54	1.47	1.22	0.89	0.62	0.53	0.53	0.41	0.35
1976	2.50	1.90	1.43	1.18	0.89	0.62	0.56	0.44	0.36	0.29	0.26	0.20	0.14
1977	3.00	2.69	2.32	1.94	1.56	1.09	0.84	0.57	0.43	0.34	0.30	0.24	0.17
1978	2.50	2.14	2.05	1.98	1.88	1.40	1.25	0.89	0.67	0.55	0.46	0.35	0.21
1979	2.84	2.34	2.11	1.68	1.18	0.97	1.00	0.94	0.75	0.65	0.52	0.40	0.28
1980	2.64	2.12	1.75	1.46	1.09	0.81	0.67	0.58	0.45	0.38	0.34	0.28	0.19
1981	2.40	1.75	1.55	1.40	1.12	0.81	0.62	0.44	0.35	0.30	0.26	0.20	0.12
1982	4.00	2.74	2.16	1.92	1.53	1.14	0.90	0.62	0.48	0.44	0.38	0.31	0.15
1983	2.36	1.68	1.37	1.10	0.86	0.61	0.47	0.32	0.29	0.22	0.15	0.11	0.10
1984	2.04	1.88	1.96	1.52	1.18	0.95	0.74	0.50	0.37	0.30	0.25	0.20	0.14
1985	1.98	1.72	1.40	1.14	0.84	0.58	0.59	0.40	0.30	0.25	0.21	0.18	0.01
PROM.	2.57	2.11	1.81	1.60	1.27	0.96	0.79	0.56	0.43	0.35	0.29	0.22	0.16
DS.	0.54	0.40	0.32	0.31	0.28	0.25	0.23	0.17	0.14	0.11	0.10	0.08	0.07
MAX.	4.00	3.40	2.32	2.16	1.88	1.47	1.36	0.94	0.75	0.65	0.53	0.41	0.35
MIN.	1.80	1.51	1.33	1.10	0.84	0.58	0.47	0.32	0.24	0.19	0.15	0.11	0.01

Nota: Durante eventos extremos en algunas estaciones en el país, se han registrado para 5 minutos 5 milímetros. Certificamos que es la única estación meteorológica en San Andrés y son los únicos registros datos históricos de intensidades máximas absolutas.

Fuente: MARN.

Ilustración 100. Datos de la Estación Santa Tecla.

 MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES DIRECCION GENERAL DEL OBSERVATORIO AMBIENTAL CENTRO DE INFORMACION Y AGROMETEOROLOGIA												
<b>INTENSIDAD DE PRECIPITACION MAXIMA ANUAL (ABSOLUTA)</b> En mm/minuto para diferentes periodos												
ESTACION :		SANTA TECLA										
LATITUD :		13°41.2'										
LONGITUD :		89°147.3'										
ELEVACION :		965 m.s.n.d.m.										
No.	Año	5	10	15	20	30	45	60	90	120	150	180
1	1954	2.64	2.28	2.52	2.42	2.00	1.44	1.14	0.85	0.65	0.32	0.28
2	1955	1.86	1.73	1.46	1.28	1.05	0.71	0.54	0.40	0.32	0.27	0.22
3	1956	3.56	2.89	2.34	1.94	1.80	1.67	1.32	0.98	0.75	0.61	0.52
4	1957	2.20	1.89	1.53	1.56	1.26	0.88	0.67	0.45	0.36	0.30	0.25
5	1958	2.74	2.03	1.49	1.18	0.83	0.69	0.59	0.42	0.56	0.49	0.44
6	1959	2.12	1.71	1.49	1.36	1.11	0.79	0.61	0.43	0.36	0.31	0.28
7	1960	2.42	2.03	1.40	1.10	1.01	0.77	0.58	0.45	0.35	0.30	0.32
8	1961	1.62	1.33	1.22	1.08	0.83	0.69	0.56	0.46	0.35	0.27	0.27
9	1962	2.06	1.49	1.38	1.34	1.27	1.11	0.91	0.68	0.52	0.43	0.37
10	1963	2.60	2.29	2.09	1.98	1.77	1.35	1.03	0.70	0.54	0.44	0.37
11	1964	2.40	2.27	2.27	1.78	1.36	0.94	0.78	0.56	0.44	0.36	0.21
12	1965	2.48	2.28	2.01	1.71	1.33	0.93	0.68	0.47	0.41	0.30	0.32
13	1966	2.28	1.92	1.89	1.87	1.58	1.26	1.02	0.78	0.65	0.53	0.45
14	1967	2.56	2.36	1.97	1.77	1.26	1.25	1.17	0.94	0.36	0.23	0.20
15	1968	2.14	1.89	1.50	1.42	1.25	1.15	1.07	0.83	0.74	0.60	0.32
16	1969	1.64	1.42	1.28	1.16	0.89	0.76	0.66	0.52	0.44	0.40	0.36
17	1970	2.80	2.51	2.04	1.62	1.13	0.88	0.70	0.62	0.47	0.38	0.33
18	1971	3.36	2.66	2.32	2.10	1.56	1.20	1.02	0.76	0.41	0.33	0.28
19	1972	2.56	1.78	1.45	1.20	0.91	0.74	0.60	0.53	0.44	0.27	0.24
20	1973	3.18	2.29	1.93	1.76	1.41	1.05	0.90	0.64	0.50	0.42	0.36
21	1974	2.84	2.24	1.89	1.70	1.37	0.96	0.75	0.55	0.45	0.43	0.40
22	1975	2.38	2.17	1.88	1.79	1.73	1.27	0.97	0.67	0.52	0.42	0.35
23	1976	3.40	2.42	1.87	1.54	1.39	1.10	0.87	0.63	0.38	0.31	0.27
24	1977	3.44	2.07	1.61	1.28	0.94	0.66	0.50	0.43	0.38	0.36	0.38
25	1978	3.72	2.36	2.24	1.85	1.29	0.87	0.67	0.48	0.38	0.32	0.27
26	1979	2.72	1.95	1.90	1.68	1.45	1.02	0.80	0.59	0.47	0.39	0.33
27	1980	3.16	2.57	2.17	1.93	1.90	1.56	1.49	1.15	0.88	0.75	0.63
28	1981	2.84	2.24	1.84	1.58	1.35	1.10	0.89	0.70	0.45	0.36	0.32
29	1982	2.80	2.40	2.27	2.26	1.84	1.48	1.14	0.77	0.41	0.35	0.30
30	1983	2.76	1.80	1.66	1.50	1.46	1.24	0.96	0.61	0.49	0.38	0.31
31	1984	3.60	2.80	2.46	2.24	1.58	1.14	0.91	0.70	0.54	0.46	0.27
32	1993	2.14	2.14	1.81	1.66	1.22	0.91	0.74	0.51	0.38	0.30	0.25
33	1994	3.14	2.13	1.56	1.51	1.25	0.99	0.77	0.52	0.40	0.33	0.27
34	1995	2.33	2.08	1.71	1.50	1.12	0.76	0.67	0.52	0.39	0.31	0.26
35	1996	2.32	2.28	1.87	1.79	1.42	1.05	0.85	0.65	0.54	0.45	0.39
36	1997	2.24	1.94	1.59	1.43	1.25	0.91	0.69	0.46	0.35	0.30	0.26
37	1998	3.84	2.83	2.35	1.90	1.61	1.18	0.94	0.64	0.48	0.45	0.42
38	1999	1.90	1.82	1.51	1.41	1.09	0.85	0.68	0.49	0.43	0.34	0.29

Fuente: MARN.



La información principal de las estaciones meteorológicas se muestra en la Tabla 54.

Tabla 54. Estaciones meteorológicas en la región de interés

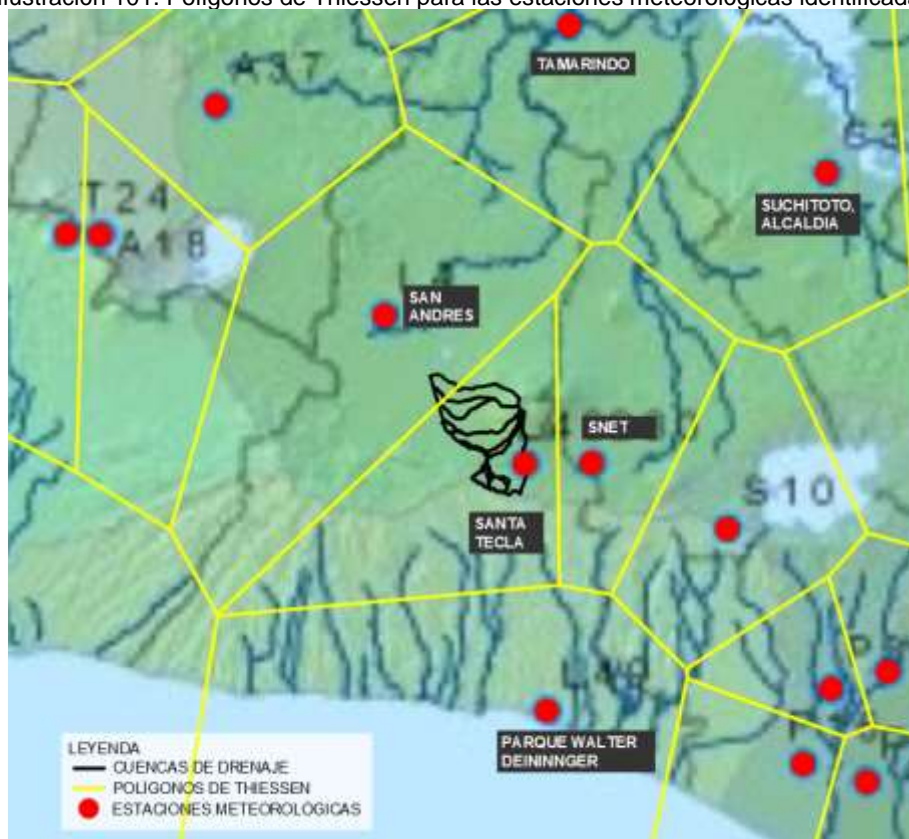
Código	Nombre	Año de Fundación	Número de Años	Latitud Norte	Longitud Oeste	Elevación (m)
L-4	San Andrés	1947	33	13° 48.5'	89° 24.4'	460
L-8	Santa Tecla	1942	38	13° 41.2'	89° 17.3'	965

Fuente: MARN. Adaptado.

Para la selección de la estación meteorológica a utilizar en el proyecto, se tuvo en cuenta la proximidad de la misma al área de la cuenca de drenaje, el número de años con datos de lluvia y la altitud de la estación de registro, así como la comparación de las precipitaciones máximas de cada una de ellas.

En términos de proximidad, Santa Tecla tiene una mejor ubicación que San Andrés, principalmente porque se encuentra dentro de la cuenca de estudio. Para obtener una confirmación, se trazaron polígonos de Thiessen, que representan el área de influencia de cada estación (Ilustración 101).

Ilustración 101. Polígonos de Thiessen para las estaciones meteorológicas identificadas



Fuente: Estudio hidrológico.

De los polígonos de Thiessen se desprende que casi todas las cuencas del proyecto están en el polígono definido para la estación de Santa Tecla. Sólo una pequeña parte de las cuencas de los sitios 29 y 30 se encuentra en el polígono de San Andrés.

En cuanto al número de años con datos de lluvia, la primera presenta más datos que la segunda, lo que permite un mejor ajuste de la ecuación pluviométrica. Sobre la altitud, la cuenca de drenaje se encuentra aproximadamente entre los ~500 y ~1900 msnm, por lo que la estación Santa Tecla es la que mejor se ajusta, ya que se encuentra a una altitud de 965 msnm, mientras la estación San Andrés se encuentra a una altitud de 460 msnm. Concluyendo que es más seguro utilizar la estación de Santa Tecla porque tiene resultados de precipitación más altos que San Andrés. Así, la estación elegida para ser utilizada en el proyecto es la de Santa Tecla

- Estudio de cuencas.

Las cuencas delimitadas y sus datos se muestran en la Tabla 55.

Tabla 55. Datos de las cuencas de drenaje

SÍTIO	ÁREA (km <sup>2</sup> )	LONGITUD DEL CAUCE (km)	NÍVEL MÁXIMO (m)	NÍVEL MÍNIMO (m)	DESNÍVEL (m)	PENDIENTE (m/m)
1	0.32	1.23	1060	935	125.0	0.102
2	0.01	0.22	960	940	20.0	0.091
3	1.68	2.12	1170	800	370.0	0.175
4	0.15	0.91	910	690	220.0	0.242
5	0.14	0.57	950	770	180.0	0.316
6	0.05	0.45	900	760	140.0	0.311
7	1.55	2.38	1150	680	470.0	0.197
8	0.26	0.91	930	670	260.0	0.286
9	0.05	0.51	850	700	150.0	0.294
10	16.55	8.32	1800	710	1090.0	0.131
11	0.08	0.44	910	720	190.0	0.432
12	0.003	0.08	760	740	20.0	0.250
13	1.96	6.10	1882	720	1162.0	0.190
14	0.09	0.53	920	730	190.0	0.358
15	0.06	0.42	870	730	140.0	0.333
16	0.14	0.82	830	700	130.0	0.159
17	0.06	0.58	818	700	118.0	0.203
18	0.02	0.22	760	680	80.0	0.364
19	0.10	0.61	780	670	110.0	0.180
20	0.01	0.10	710	670	40.0	0.400
21	0.03	0.29	740	660	80.0	0.276
22	0.04	0.40	740	650	90.0	0.225
23	0.02	0.29	700	630	70.0	0.241
24	7.25	8.71	1800	650	1150.0	0.132
25	0.78	1.92	680	590	90.0	0.047
26	0.02	0.27	598	580	18.0	0.067
27	0.80	1.92	680	590	90.0	0.047
28	12.25	10.54	1870	550	1320.0	0.125
29	5.17	6.81	1180	510	670.0	0.098
30	10.40	10.50	1850	500	1350.0	0.129

Fuente: Estudio hidrológico.

- Cálculo de caudales.

El método elegido para el cálculo de los caudales de las cuencas pequeñas (con una superficie inferior a 1.5 km<sup>2</sup>) fue el Método Racional, que tiene como concepto básico que el caudal máximo se produce cuando toda la cuenca está contribuyendo, a partir de una precipitación de intensidad constante y uniformemente distribuida.

Este es probablemente el método más ampliamente utilizado hoy en día para el diseño de sistemas de drenaje debido a su simplicidad. La idea detrás del método es que si una lluvia con intensidad (I) empieza en forma instantánea y continua en forma indefinida, la tasa de escorrentía continuará hasta que se llegue al tiempo de concentración (T<sub>c</sub>) en el cual toda la cuenca está contribuyendo al flujo en la salida.

El producto de la intensidad (I) y el área de la cuenca (A) es el caudal (Q) de entrada al sistema y la relación entre este caudal y dicho producto (i · A) se conoce como el coeficiente de escorrentía. Este coeficiente toma valores (0 ≤ C ≤ 1).

El caudal pico se calcula al utilizar la ecuación de la Fórmula Racional:

$$Q = \frac{CIA}{3.6}$$

Donde:

- C es el coeficiente de escorrentía,
- I es la intensidad de la lluvia correspondiente al tiempo de concentración (mm / hora),
- A es el área de la cuenca (km<sup>2</sup>), y
- Q es el caudal (m<sup>3</sup>/s).

Las hipótesis del método racional son las siguientes:

- a) toda la cuenca contribuye a la escorrentía superficial y por eso el tiempo de duración de la tormenta debe ser igual o superior al tiempo de concentración de la cuenca;
- b) Las precipitaciones se distribuyen uniformemente en toda la zona de la cuenca;
- c) todas las pérdidas se incorporan al coeficiente de escorrentía.

El método elegido para la simulación de las grandes cuencas (con una superficie superior a 1.5 km<sup>2</sup>) es el Hidrograma Unitario del SCS – *Soil Conservation Service*. Para determinar los caudales máximos y hidrogramas de las grandes cuencas, se utilizó el *software* CAbc, modelo computacional para la transformación lluvia-escorrentía, que utiliza el método de infiltración del SCS.

El *software* CAbc es un programa similar al HEC-HMS, que utiliza el mismo método de simulación, y es muy utilizado por su sencillez a la hora de introducir los datos y generar los resultados.

En los sub-tramos del arco se introduce información relevante sobre la cuenca hidrográfica, como el área de drenaje, pendiente, características de infiltración y otras necesarias para determinar el hidrograma de inundación de una tormenta de diseño.

En el módulo de datos del modelo, es posible determinar la tormenta de diseño a partir de las precipitaciones proporcionadas directamente por el usuario o mediante las relaciones Intensidad-Duración-Frecuencia.

Los módulos de salida CAbc muestran los resultados de cualquier punto de interés. Los resultados, tales como precipitación total, exceso de precipitación e hidrogramas de escurrimiento superficial directo, se presentan en forma de tablas y gráficos.

El CAbc es distribuido por la “Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica – FCTH”, de la “Escola Politécnica da Universidade de São Paulo” – Brazil.

- Cálculo de las precipitaciones

Es la determinación de la intensidad y la altura de la lluvia de diseño, para cualquier período de retorno, utilizando los parámetros de la ecuación Intensidad – Duración – Frecuencia. Para el caso actual se adoptó la ecuación de lluvia de la Estación Santa Tecla.

- Cálculo del exceso de precipitación

Es el cálculo de la parte de la lluvia que se convierte en escorrentía directa a partir de las características del suelo y del uso de la tierra en la cuenca.

A partir del método SCS, se obtiene la escorrentía superficial directa por:

$$Q = \frac{(P - 0,2 \cdot S)^2}{(P + 0,8 \cdot S)} \quad \text{para } P > 0,2 \cdot S$$

Donde:

- Q es la escorrentía superficial directa en mm;
- P es la precipitación en mm; y
- S es la retención potencial del suelo en mm.

El valor de S depende del tipo de suelo y puede determinarse mediante tablas adecuadas. La cantidad  $(0,2 \cdot S)$  es una estimación de las pérdidas iniciales debidas a la interceptación y la retención en las depresiones. Por ello, se impone la condición  $P > (0,2 \cdot S)$ . Para facilitar la solución gráfica de la ecuación, se realiza el siguiente cambio de variable:

$$CN = \frac{1000}{10 + S/25,4}$$

donde CN se denomina “Número de Curva” y varía entre 0 y 100. Los valores de CN dependen de tres factores: humedad del suelo anterior, tipo de suelo y ocupación del suelo.

- Generación de los hidrogramas

Los hidrogramas son generados a partir del método de los hidrogramas unitarios. El hidrograma adimensional del SCS es un hidrograma unitario sintético, donde el flujo (Q) se expresa como una fracción del flujo máximo (Qp) y el tiempo (t) como una fracción del tiempo de subida del hidrograma unitario (tp). Dado el flujo máximo y el tiempo de respuesta (Lag-Time) durante la duración del exceso de lluvia, el hidrograma unitario se puede estimar a partir del hidrograma adimensional sintético para una cuenca determinada.

Los valores de Qp y tp pueden estimarse utilizando un modelo de hidrograma unitario triangular simplificado, donde el tiempo se da en horas y los caudales en m³/s, cm (o pes³/pol) (SCS, 1972). A partir de la observación de un gran número de hidrogramas unitarios, el Servicio de Conservación de Suelos sugiere que el tiempo de recesión es de aproximadamente 1,67\* tp.

Como el área debajo del hidrograma unitario debe ser igual al volumen de escorrentía superficial directa de 1 cm (o 1 pulgada), puede verse que:

$$q_p = \frac{C * A}{T_p}$$

donde C = 2.08 (o 483.4 en lo sistema inglés) y A es el área de drenaje en km² (o millas cuadradas). Un estudio posterior de hidrogramas unitarios de muchas cuencas rurales grandes y pequeñas indicó que el tiempo de respuesta (Lag-Time) es aproximadamente igual al 60% de tc, donde tc es el tiempo de concentración de la cuenca.

- Período de Retorno.

El período de retorno está directamente relacionado con la altura máxima de precipitación prevista para el proyecto. Es una medida que refleja el riesgo que se debe adoptar para evaluar la seguridad de un proyecto. Es el número medio de años que tarda en repetirse o superarse un determinado fenómeno meteorológico.

Para los estudios hidrológicos, se utilizarán períodos de 25, 50, 100, 200 y 500 años, definidos en función del tipo de obra de drenaje.

- Ecuación de Lluvia.

Para los cálculos de los caudales, se utilizó la ecuación generada para la estación Santa Tecla:

$$I = \frac{2876.98 \times TR^{0.116}}{(t + 19.892)^{0.9165}}$$

Donde:

- $I$  es la intensidad de lluvia (mm/h);
- $TR$  es el período de retorno (años);
- $t$  es la duración de la precipitación (min).

- **Tiempo de Concentración.**

El tiempo de concentración representa el tiempo necesario para que la escorrentía superficial alcance un determinado punto de interés en la cuenca, partiendo de su punto hidráulico más alejado. Fenómenos como la urbanización intensa producen generalmente una reducción del tiempo de concentración, ya que la canalización de los ríos, la creación de redes de drenaje y el aumento de la impermeabilización tienden a producir escorrentías más voluminosas y rápidas.

Es habitual adoptar ecuaciones empíricas, cuyas variables son las características geomorfológicas de las cuencas, para calcular el tiempo de concentración. La ecuación siguiente presenta la fórmula de Kirpich, una de las más utilizadas.

$$tc = 0.28 \times \left( \frac{L^2}{S} \right)^{0.385}$$

Donde:

- $tc$  es el tiempo de concentración de la cuenca en minutos;
- $L$  es el comprimento del cauce en metros; y
- $S$  es la pendiente media del cauce en m/km.

El tiempo de concentración se consideró mínimo de 5 minutos.

- **Duración de la Lluvia.**

Como ya se ha comentado, el método racional considera que la cuenca recibe una precipitación uniformemente distribuida en toda su superficie. Toda la zona contribuirá al volumen de escorrentía superficial generado, por lo que la duración de la tormenta se considerará igual al tiempo de concentración para cada subcuenca.

En el caso de las cuencas de más de 1.5 km<sup>2</sup>, la duración de las precipitaciones debe ser igual o mayor que el tiempo de concentración, para que las zonas más alejadas de la cuenca puedan contribuir. Además, la duración de las precipitaciones no debe ser demasiado larga, ya que las duraciones más largas generan intensidades de lluvia más bajas. Así, para las cuencas superiores a 1.5 km<sup>2</sup>, la simulación se realizará con una duración de lluvia de aproximadamente el doble del tiempo de concentración, según lo solicitado por el equipo técnico del MOPT.

- **Tiempo de Retardo y Tiempo al Pico.**

Los tiempos de retardo y al pico son utilizados para la simulación de las cuencas en el método SCS, es decir, cuencas con una superficie superior a 1.5 km<sup>2</sup>.

El tiempo de retardo es un parámetro utilizado para obtener el hidrograma unitario de una cuenca a partir de un hidrograma unitario sintético, como los presentados por el *Soil Conservation Service*. Representa el tiempo que transcurre desde el centro de gravedad del hidrograma de precipitaciones al centro de gravedad del Hidrograma de caudales.

Su valor se ha estimado a partir de una relación con el tiempo de concentración de la cuenca, expresada por la siguiente ecuación.

$$t_r = 0.6 \times t_c$$

Donde:

$t_c$  es el tiempo de concentración de la cuenca en minutos; y  
 $t_r$  es el tiempo de retardo de la cuenca en minutos.

El tiempo al pico representa el momento en que se produce el flujo máximo desde el momento en que comienza la precipitación y se calcula con la siguiente ecuación:

$$T_p = \frac{d}{2} + t_r$$

Donde:

$T_p$  es el tiempo al pico en minutos;  
 $t_r$  es el tiempo de retardo de la cuenca en minutos; y  
 $d$  es la duración de la lluvia en minutos.

- Distribución Espacial y Reducción de la Lluvia.

En el caso de las cuencas pequeñas, se considera que las precipitaciones se producen de manera uniforme. En el caso de las grandes cuencas, esta consideración puede generar resultados sobreestimados.

Es menos probable que las grandes cuencas se vean afectadas por lluvias intensas de forma homogénea, es decir, simultáneamente en toda su longitud. Así que es habitual aplicar un factor de reducción a la precipitación de diseño en los estudios de grandes cuencas.

El factor de reducción está relacionado con variables como la duración de las precipitaciones y la superficie de la cuenca. Las lluvias de menor duración sufren mayores reducciones, ya que tienden a concentrarse en regiones más pequeñas; en cambio, las lluvias prolongadas sufren menores reducciones.

- Distribución Temporal de la Lluvia.

Para construir el hietograma de diseño para las cuencas superiores a 1.5km<sup>2</sup>, se utilizó la distribución temporal de bloques alternos, que genera grandes picos de precipitación y, por tanto, mayores picos de caudal, para que el análisis sea bastante seguro. Para todos los hietogramas, se utilizó un intervalo de discretización que generó 10 bloques, es decir, la duración de las precipitaciones dividida por 10. Los hietogramas para períodos de retorno 100, 200 y 500 años, y duración de 0.5, 1.0, 1.5 y 1.8 hora.

- Resultados del estudio hidrológico.

En esa sección se presentan los cálculos y resultados del estudio hidrológico, primero por el método racional para cuencas con área inferior a 1.5 km<sup>2</sup>, y a continuación por simulación hidrológica utilizando el *software* CAbc para cuencas con área superior a 1.5 km<sup>2</sup>.

Los resultados del método racional están presentados en la Tabla 56.

Tabla 56. Resultados del método racional de las cuencas de área inferior a 1.5 km<sup>2</sup>

SITIO	OBRA	ÁREA (ha)	L (km)	C	PENDIENTE (m/km)	tc (min)	i (mm/h)	TR (años)	CAUDAL DE DISEÑO (m <sup>3</sup> /s)
1	Tubería 1	32.39	1.23	0.56	101.50	11.33	193.34	50 100	9.79 10.61
2	Tubería 2	1.43	0.22	0.40	91.81	5.00	237.97	50	0.38
4	Tubería 3	14.90	0.91	0.41	241.76	6.43	226.12	50	3.85
5	Tubería 4	13.99	0.57	0.41	318.26	5.00	237.97	50	3.77
6	Tubería 5	5.34	0.45	0.42	307.98	5.00	237.97	50	1.47
8	Nueva 1	25.93	0.91	0.40	284.59	6.05	229.10	50 100	6.67 7.23
9	Tubería 6	4.53	0.51	0.42	292.77	5.00	237.97	50	1.26
11	Tubería 7	7.67	0.44	0.40	434.19	5.00	237.97	50	2.03
12	Tubería 8	0.29	0.08	0.54	256.57	5.00	237.97	50	0.10
14	Tubería 9	8.53	0.53	0.46	360.67	5.00	237.97	50	2.59
15	Tubería 10	5.31	0.42	0.40	336.52	5.00	237.97	50	1.41
16	Tubería 11	13.73	0.82	0.44	158.65	6.97	221.91	50	3.70
17	Tubería 12	5.95	0.58	0.40	205.12	5.00	237.97	50	1.57
18	Tubería 13	2.12	0.22	0.40	358.81	5.00	237.97	50	0.56
19	Tubería 14	10.04	0.61	0.40	180.07	5.30	235.40	50	2.63
20	Tubería 15	0.65	0.10	0.40	416.71	5.00	237.97	50	0.17
21	Tubería 16	3.53	0.29	0.68	274.85	5.00	237.97	50	1.60
22	Nueva 2	4.41	0.40	0.74	223.05	5.00	237.97	50	2.16
23	Tubería 17	2.09	0.29	0.74	238.50	5.00	237.97	50	1.02
25	Tubería 18	77.82	1.92	0.72	46.88	21.48	149.39	50 100	23.11 25.05
26	Tubería 19	2.42	0.27	0.74	66.67	5.00	237.97	50	1.18
27	Tubería 20	80.24	1.92	0.72	46.88	21.48	149.39	50 100	23.86 25.85

Fuente: Estudio hidrológico.

Los resultados de la simulación utilizando el método SCS están presentados en la Tabla 57 y en las ilustraciones 102, 103 y 104. Se presentan los resultados de períodos de retorno de 100 y 200 años para verificación y dimensionamiento de cajas y bóvedas, y dimensionamiento de puentes según sea necesario.

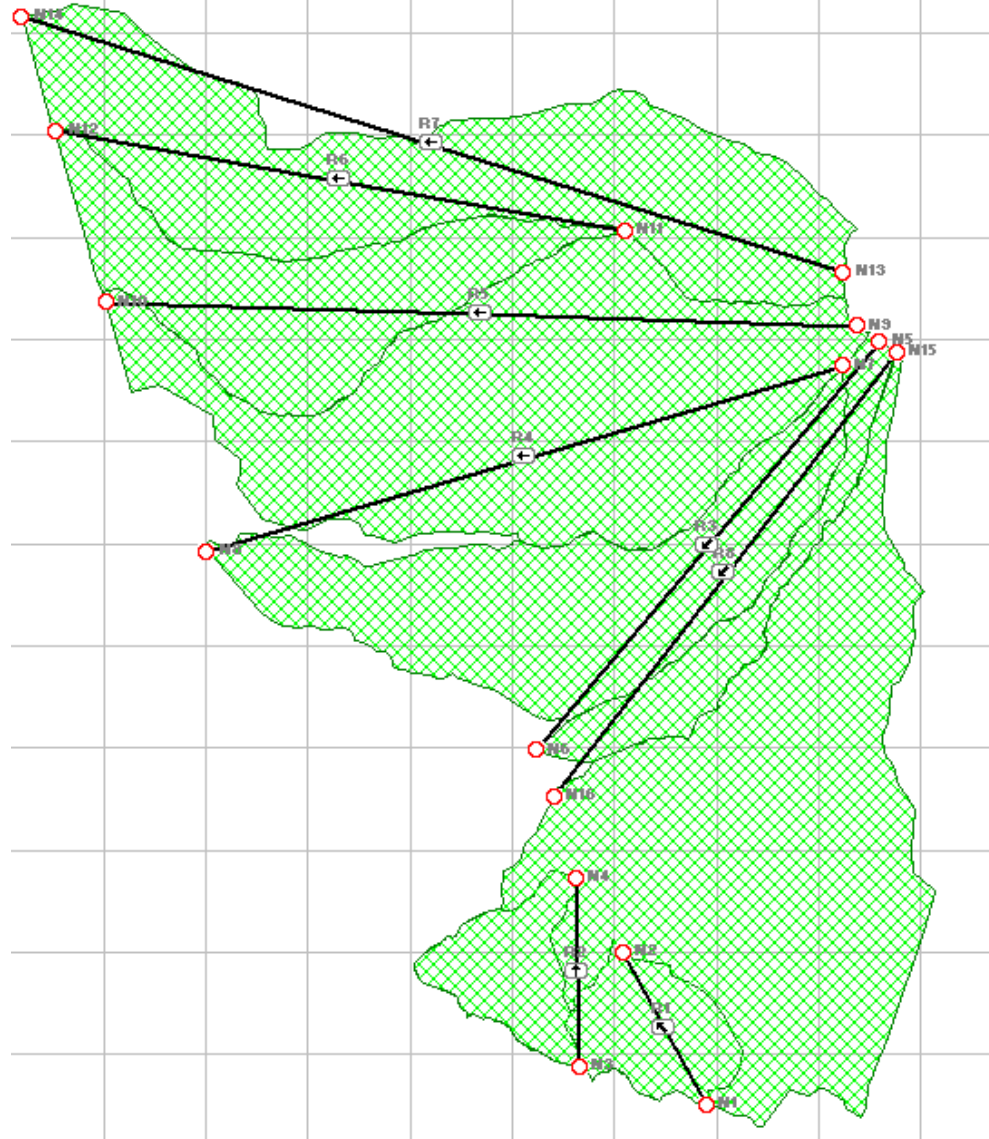


Tabla 57. Resultados del método SCS de las cuencas de área superior a 1.5 km<sup>2</sup>

SÍTIO	OBRA	ÁREA (km <sup>2</sup> )	CUENCA	NUDO INICIAL	NUDO FINAL	tc (min)	DURACIÓN ADOPTADA (min)	CN medio	TR (años)	CAUDAL DE DISEÑO (m <sup>3</sup> /s)
3	ODM 1	1.684	R1	N1	N2	13.96	30	74	100 200	20.50 24.27
7	ODM 2	1.550	R2	N3	N4	14.52	30	74	100 200	18.67 22.12
10	ODM 3	16.55	R8	N15	N16	44.60	90	80	100 200	229.52 262.05
13	ODM 4	1.960	R3	N5	N6	30.42	60	74	100 200	22.47 26.33
24	ODM 5	7.248	R4	N7	N8	46.03	90	75	100 200	80.12 92.27
28	Tubería 21	12.246	R5	N9	N10	54.43	108	76	100 200	135.95 156.20
29	ODM 6	5.172	R6	N11	N12	42.66	90	82	100 200	80.81 91.61
30	ODM 7	10.401	R7	N13	N14	53.71	108	77	100 200	120.95 138.50
-	Viaducto	23.691	R1 a R11	N1	N11	61,2	120	79	200	245.125
-	Cauce 1 (viaducto)	19.879	R1 a R8	N1	N4	0.47	60	79	200	225.48
-	Cauce 2	7.248	R4	N7	N8	46.03	90	75	100	80.12
-	Cauce 3	1.684	R1	N1	N2	13.96	30	74	100	20.50

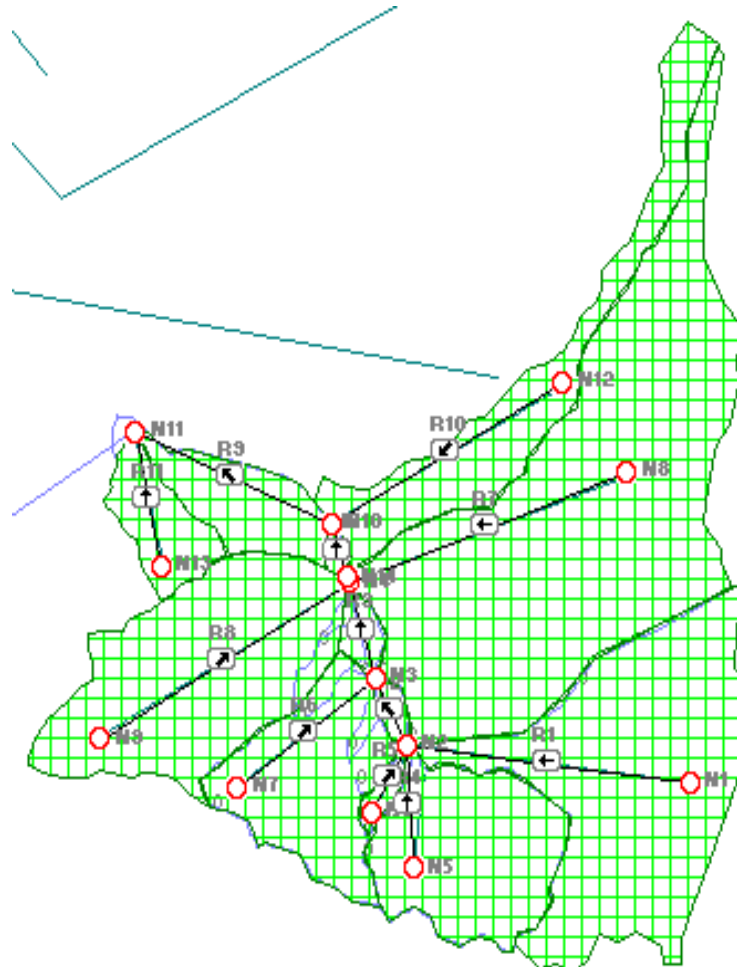
Fuente: Estudio hidrológico.

Ilustración 102. Simulación del estudio hidrológico de las cuencas de área superior a 1.5 km<sup>2</sup>



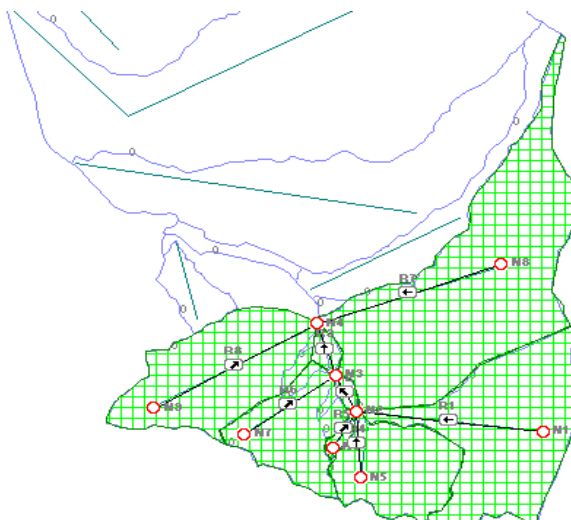
Fuente: Estudio hidrológico.

Ilustración 103. Simulación del estudio hidrológico de las cuencas que contribuyen al Viaducto.



Fuente: Estudio hidrológico.

Ilustración 104. Simulación del estudio hidrológico de las cuencas que contribuyen al Cauce 1.



Fuente: Estudio hidrológico.

Los resultados finales del estudio hidrológico se presentan en la Tabla 58, con el valor del caudal máximo, el período de retorno y el método utilizado para cada cuenca. Los caudales máximos se utilizarán en la verificación, predimensionamiento y la modelación hidráulica de las tuberías y ODMs.

Tabla 58. Resultados del estudio hidrológico

SÍTIO	OBRA	ÁREA DE LA CUENCA (km <sup>2</sup> )	MÉTODO DEL ESTUDIO	PERÍODO DE RETORNO (años)	CAUDAL DE DISEÑO (m <sup>3</sup> /s)
1	Tubería 1	0.32	Racional	50 100	9.79 10.61
2	Tubería 2	0.01	Racional	50	0.3
3	ODM 1	1.68	SCS	100 200	20.50 24.27
4	Tubería 3	0.15	Racional	50	3.85
5	Tubería 4	0.14	Racional	50	3.77
6	Tubería 5	0.05	Racional	50	1.47
7	ODM 2	1.55	SCS	100 200	18.67 22.12
8	Nueva 1	0.26	Racional	50 100	6.67 7.23
9	Tubería 6	0.05	Racional	50	1.26
10	ODM 3	16.55	SCS	100 200	229.52 262.05
11	Tubería 7	0.08	Racional	50	2.03
12	Tubería 8	0.003	Racional	50	0.10
13	ODM 4	1.96	SCS	100 200	22.47 26.33
14	Tubería 9	0.09	Racional	50	2.59
15	Tubería 10	0.06	Racional	50	1.41
16	Tubería 11	0.14	Racional	50	3.70
17	Tubería 12	0.06	Racional	50	1.57
18	Tubería 13	0.02	Racional	50	0.56
19	Tubería 14	0.10	Racional	50	2.63
20	Tubería 15	0.01	Racional	50	0.17
21	Tubería 16	0.03	Racional	50	1.60

SÍTIO	OBRA	ÁREA DE LA CUENCA (km <sup>2</sup> )	MÉTODO DEL ESTUDIO	PERÍODO DE RETORNO (años)	CAUDAL DE DISEÑO (m <sup>3</sup> /s)
22	Nueva 2	0.04	Racional	50	2.16
23	Tubería 17	0.02	Racional	50	1.02
24	ODM 5	7.25	SCS	100 200	80.12 92.27
25	Tubería 18	0.78	Racional	50 100	23.11 25.05
26	Tubería 19	0.02	Racional	50	1.18
27	Tubería 20	0.80	Racional	50 100	23.86 25.85
28	Tubería 21	12.25	SCS	100 200	135.95 156.20
29	ODM 6	5.17	SCS	100 200	80.81 91.61
30	ODM 7	10.40	SCS	100 200	120.95 138.50
	Viaducto	23.691	SCS	200	245.125
	Cauce 1 (viaducto)	19.879	SCS	200	225.48
	Cauce 2	7.248	SCS	100	80.12
	Cauce 3	1.684	SCS	100	20.50

Fuente: Estudio hidrológico.

Las obras que fueron diagnosticadas con socavación de acuerdo al estudio de factibilidad, fueron ODM2, ODM3 y ODM4. De este modo, se presenta el resultado del estudio hidrológico para el período de retorno de 500 años, de modo que el fenómeno pueda ser estudiado en estas obras, así como en las demás obras de drenaje mayor (ver Tabla 59).

Tabla 59. Resultados del estudio hidrológico de los sitios que presentaron socavación

SÍTIO	OBRA	ÁREA DE LA CUENCA (km <sup>2</sup> )	MÉTODO DEL ESTUDIO	PERÍODO DE RETORNO (años)	CAUDAL DE DISEÑO (m <sup>3</sup> /s)
3	ODM 1	1.684	SCS	500	29.976
7	ODM 2	1.550	SCS	500	27.360
10	ODM 3	16.55	SCS	500	310.498
13	ODM 4	1.960	SCS	500	32.163
24	ODM 5	7.248	SCS	500	110.456
28	Tubería 21	12.246	SCS	500	186.489
29	ODM 6	5.172	SCS	500	107.603
30	ODM 7	10.401	SCS	500	164.682
-	Viaducto	23.691	SCS	500	295.161
-	Cauce 1	19.879	SCS	500	271.852
-	Cauce 2	7.248	SCS	500	110.456
-	Cauce 3	1.684	SCS	500	29.976

Fuente: Estudio hidrológico

- Criterios de diseño para obras de paso tipo puentes y viaductos.

Se analizaron las condiciones del cauce aguas arriba, dentro y aguas abajo de las obras de paso, a fin de determinar el calado crítico, niveles de aguas máximas, velocidades de flujo y los efectos de erosión y socavación. De este modo, se dimensionó los puentes y viaductos, y las obras de protección del cauce.

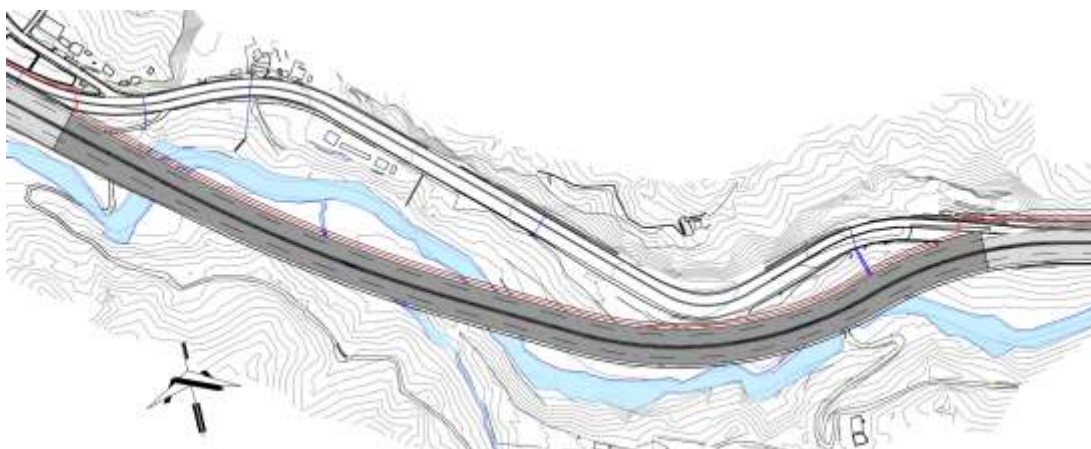
En el diseño hidráulico de Viaductos se consideró un resguardo libre para el paso de elementos flotantes (distancia libre entre el nivel de aguas máximas esperada y el nivel más bajo de la superestructura del puente) de al menos 3.00 m.

En el diseño hidráulico de puentes nuevos (distintos al viaducto) se consideró un resguardo libre para el paso de elementos flotantes de al menos 1.50 m.

Las simulaciones hidráulicas para el cálculo de niveles y velocidades del agua aguas arriba, en la zona de la obra, y aguas abajo, se realizó a través de análisis de flujo utilizando el software HEC-RAS. Para tal caso, se utilizó la topografía de detalle del eje del río y secciones transversales a éste cubriendo la totalidad de la zona del proyecto en una distancia de 200 m hacia aguas arriba desde el inicio del viaducto, y 200 m aguas abajo posterior a la finalización del viaducto.

El viaducto que fue diseñado con cuatro carriles para cada sentido, desde la estación 18+355 hasta la estación 19+255, cerca del punto de intersección con el acceso al municipio de Colón (ver Ilustración 105).

Ilustración 105. Ubicación del Viaducto diseñado



Fuente: Estudio hidrológico.

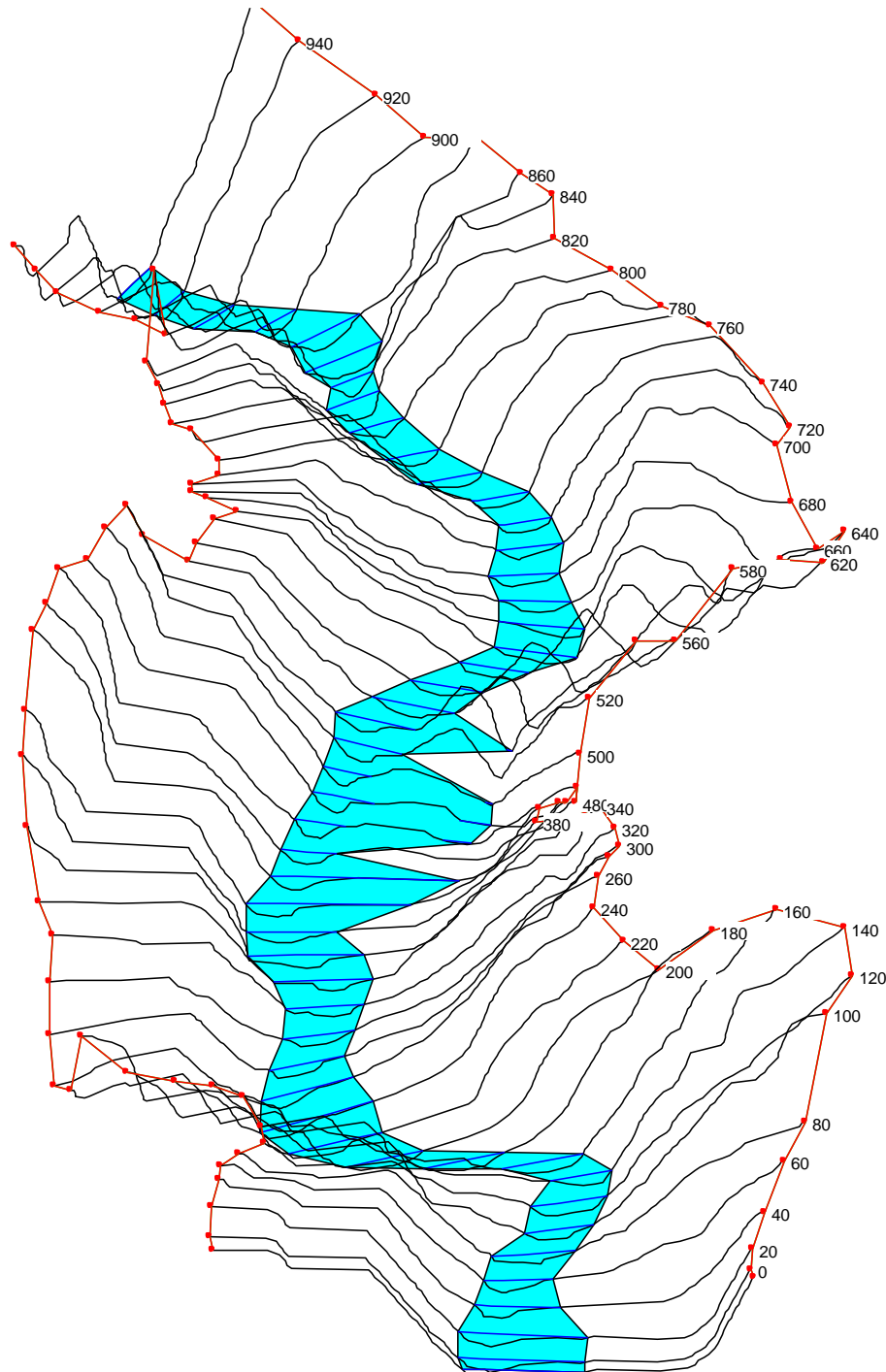
Para el análisis de determinación de línea de agua, áreas de inundación y perfiles de erosión se utilizó Hec-Ras, un modelo computacional ampliamente utilizado para tales fines.

Se creó una red compuesta por el tramo fluvial y varios tramos transversales, generalmente espaciados 20 m entre sí, para determinar inicialmente la línea de agua en estado estacionario con caudal máximo calculado para el tramo con un período de retorno de 200 años.

Las Tablas 58 y 59 presentan los caudales máximos obtenidos en la sección de interés, para ser considerados como caudales de proyecto en estado estacionario, para los períodos de retorno de 200 años (para análisis hidráulico) y 500 años (para estudios de erosión).

A continuación (Ilustración 106 y Tabla 60), se presentan los resultados de la simulación correspondiente al TR de 200 años.

Ilustración 106. Visualización 3D de la región del Viaducto con la línea de agua calculada.



Fuente: Estudio hidrológico.



Tabla 60. Resultados de simulación para TR = 200 años.

PROGRESIVA	CAUDAL TOTAL	COTA DEL FONDO	N.A.	VELOCIDAD	AREA	ANCHO	FROUDE	ALTURA DEL AGUA
(m)	(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m/s)	(m <sup>2</sup> )	(m)		(m)
960	245.13	641.59	645.44	3.08	79.62	28.31	0.59	3.85
940	245.13	640.93	644.66	4.71	52.03	23.12	1	3.73
920	245.13	640.54	644.15	4.23	57.96	24.91	0.89	3.61
900	245.13	639.95	644.14	3.97	61.69	23.59	0.78	4.19
880	245.13	639.41	644.5	2.22	110.59	36.94	0.41	5.08
860	245.13	638.76	644.57	1.54	158.73	38.77	0.24	5.82
840	245.13	638.35	643.93	3.7	66.2	20.63	0.66	5.58
820	245.13	637.95	644.23	2.13	114.97	25.29	0.32	6.28
800	245.13	638.95	643.23	4.67	52.51	23.76	1	4.28
780	245.13	636.76	640.22	4.79	51.22	21.99	1	3.46
760	245.13	635.9	638.93	4.51	54.35	26.54	1.01	3.03
740	245.13	635.36	638.41	4.71	52.08	23.13	1	3.05
720	245.13	634.65	637.72	4.85	50.59	21.15	1	3.07
700	245.13	633.9	637.37	4.51	54.39	26.45	1	3.47
680	245.13	633.77	636.85	4.49	54.6	26.81	1	3.08
660	245.13	633.53	636.71	4.41	55.53	27.97	1	3.19
640	245.13	633.28	636.52	4.19	58.54	32.91	1	3.24
620	245.13	632.9	635.67	3.83	64.01	32.82	0.88	2.77
600	245.13	632.66	635.66	3.56	68.8	28.3	0.73	3
580	245.13	632.27	635.23	4.33	56.58	29.83	1	2.96
560	245.13	631.72	635.3	3.3	74.34	34.48	0.72	3.58
540	245.13	630.84	635.1	3.61	67.92	36.24	0.84	4.26
520	245.13	630.1	635.17	3.08	79.67	29.74	0.6	5.06
500	245.13	629.69	634.42	4.64	52.78	24.14	1	4.72
480	245.13	629.34	634.21	3.99	61.48	38.2	1	4.87
460	245.13	628.98	633.4	4.21	58.22	32.43	1	4.43
440	245.13	628.48	632.11	4.82	50.87	21.57	1	3.63
420	245.13	627.99	632.19	3.25	75.33	72.48	1.02	4.2
400	245.13	627.39	631.18	3.4	72.08	62.66	1.01	3.79
380	245.13	626.91	630.23	3.85	63.64	34.49	0.91	3.32
360	245.13	626.64	630.43	2.69	91.23	44.32	0.6	3.79
340	245.13	626.37	629.87	4	61.29	38.22	1.01	3.5
320	245.13	626.1	629.34	4.33	56.66	30.17	1.01	3.24
300	245.13	625.8	628.89	4.43	55.38	28.08	1.01	3.09
280	245.13	625.47	628.67	4.26	57.47	31.25	1	3.2
260	245.13	624.9	628.55	3.93	62.31	39.97	1.01	3.65
240	245.13	624.58	627.63	3.66	66.97	49.88	1.01	3.05
220	245.13	623.81	626.63	3.91	62.72	40.35	1	2.82
200	245.13	623.41	625.87	4.23	57.92	32.15	1.01	2.45
180	245.13	622.9	625.68	4.02	60.98	33.42	0.95	2.78
160	245.13	622.32	625.87	2.99	82.02	33.19	0.61	3.54
140	245.13	621.87	625.1	4.62	53.08	24.4	1	3.24
120	245.13	621.62	625.31	2.84	86.42	30.57	0.54	3.7
100	245.13	621.37	624.59	4.46	54.9	27.18	1	3.22
80	245.13	621.12	624.21	4.21	58.23	32.5	1	3.09
60	245.13	619.9	623.41	4.51	54.31	26.2	1	3.51
40	245.13	619.61	623.3	4.22	58.09	32.62	1.01	3.69
20	245.13	618.7	622.55	2.84	86.3	49.73	0.69	3.85
0	245.13	618.5	622.39	3.11	78.73	48.72	0.78	3.89

PROGRESIVA	CAUDAL TOTAL	COTA DEL FONDO	N.A.	VELOCIDAD	AREA	ANCHO	FROUDE	ALTURA DEL AGUA
-11.27	245.13	618.3	622.1	3.74	65.62	46.95	1.01	3.8

Fuente: Estudio hidrológico.

- Criterios de diseño para obras de drenaje mayor (cajas y bóvedas).

Se analizaron las condiciones del cauce aguas arriba, dentro y aguas abajo de las cajas y bóvedas, sean nuevas o existentes, a fin de determinar el calado crítico, niveles de aguas máximas, velocidades de flujo, a fin de poder proporcionar un dimensionamiento adecuado, y las obras de protección y canalización que sean necesarias. También fueron analizados los sitios de avistamiento de fauna terrestre, para adecuar algunas obras de drenaje mayor para el paso por ellas.

En el diseño hidráulico de Cajas se consideró un resguardo libre para el paso de elementos flotantes (distancia libre entre el nivel de aguas máximas esperada y el nivel más bajo de la losa superior de la obra) de al menos 0.50 m.

En el diseño hidráulico de Bóvedas se consideró un resguardo libre para el paso de elementos flotantes de al menos 1.00 m.

Para el diseño, se consideró una velocidad de escorrentía máxima permitida de 4.5 m/s y una velocidad mínima de 1.0 m/s, además del análisis del número de Froude.

El coeficiente de rugosidad de Manning ( $n$ ) es un parámetro que determina el grado de resistencia, que ofrecen las paredes y fondo del canal al flujo del fluido y se supuso en función del revestimiento interno de las paredes de las obras, de las cajas de recolección del agua superficial, de los cabezales, de los derramaderos y de los alatones, utilizando:

- $n = 0.013$ , para nuevas obras de concreto reforzado;
- $n = 0.018$ , para verificación de las obras de concreto existentes;
- $n = 0.024$ , para verificación de las obras de hierro corrugado existentes;
- $n = 0.025$ , para dispositivos de mampostería de piedra;
- $n = 0.030$ , para dispositivos de gaviones; y
- $n = 0.035$ , para la modelación hidráulica de los cauces naturales.

Las simulaciones hidráulicas para el cálculo de niveles y velocidades del agua tanto aguas arriba, en la zona de la obra, y aguas abajo, se realizó a través de análisis de flujo utilizando el software HEC-RAS. Para tal caso, se utilizó la topografía de detalle de los ejes de los ríos y secciones transversales que cubran la totalidad de la zona de inundación en una distancia que se extienda al menos 100 m hacia aguas arriba desde el inicio de la obra y 100 m aguas abajo posterior a la finalización de cada obra.

En primer lugar, se verificó la capacidad de las obras de drenaje mayor según los datos informados en la topografía. A continuación, para los que no tenían capacidad suficiente para

el caudal encontrado en el estudio hidrológico, se realizó un predimensionamiento en una planilla de cálculo. Además, se diseñaron tramos adicionales y derramaderos disipadores cuando fue necesario.

Como se identificó en la verificación, las ODMs 1, 2, 3 y 4 presentan condición suficiente para el caudal de diseño, siendo las ODMs 2, 3 y 4 las que mejor se adaptan para la adecuación de pasos de fauna terrestre debido a que no se altera la capacidad hidráulica de las mismas y es congruente con el tipo de avistamientos de mamíferos en este tramo del proyecto, mientras que las ODMs 5, 6, 7 y Tubería 21 presentan insuficiencia.

Para los sitios que presentaban suficiencia, se dimensionaron tramos adicionales, para que las obras atravesen toda la plataforma. Además, como estas obras presentaron flujos de alta velocidad, se diseñó dispositivos de disipación de energía, como derramaderos disipadores, para reducir la probabilidad de erosión y el desgaste prematuro de las estructuras.

Se han proyectado nuevas obras en los sitios donde la situación actual ha resultado insuficiente, con estructuras tipo caja o puente.

También se realizó el predimensionamiento de cajas en los sitios donde las tuberías resultaron insuficientes, como: sitio 1, sitio 8, sitio 25 y sitio 27.

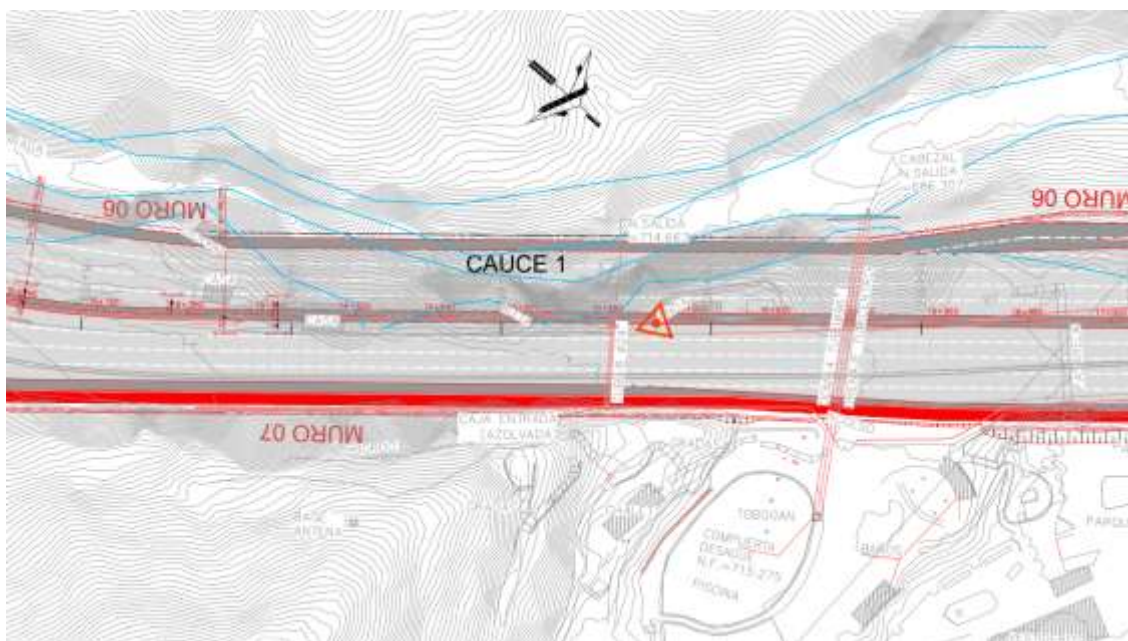
Es importante mencionar que las obras existentes que se mantendrán deben someterse a la limpieza y retirada de residuos y piedras de sus interiores, entradas y salidas. Además, tanto las obras existentes como las que se construyan en el futuro deben recibir limpiezas y mantenimientos constantes, de modo que se mantenga el buen funcionamiento de los dispositivos y se reduzca y retrase el desgaste de las estructuras.

Se han realizado las modelaciones hidráulicas de las obras de drenaje mayor. En todos los casos, se consideró que la hora de inicio de la simulación era las 8:00 y se analizó la situación (profile) más grave para las alturas del agua.

- Estudio de cauces.

El Cauce 1 se encuentra desde la estación 16+780 hasta la estación 16+960, a la izquierda del eje principal del diseño geométrico (Ilustración 107).

Ilustración 107. Ubicación del Cauce 1



Fuente: Estudio hidrológico.

Para no alterar el lecho del río y minimizar el impacto ambiental, se diseñó una plataforma metálica, colocada en la pista junto al río Guarumal, con un vano central de 90 m y vanos laterales de 55 m, totalizando 200 m de obra. Las juntas entre la plataforma y el terreno se sitúan en principio en las estaciones 16+750 y 16+950 y los pilares centrales en las estacas 16+805 y 16+895.

Los resultados de la modelación hidráulica del cauce se presentan en la Tabla 61.

Tabla 61. Resultados de la Modelación Hidráulica del Cauce 1 TR = 200 años

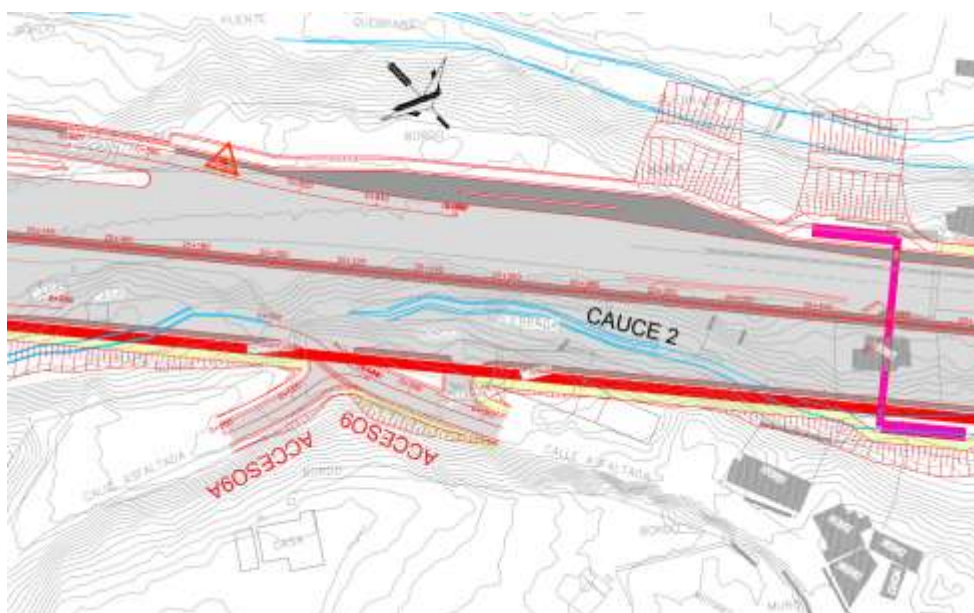
PROGRESIVA	CAUDAL TOTAL	COTA DEL FONDO	N.A.	VELOCIDAD	AREA	ANHO	FROUDE	ALTURA DEL AGUA
(m)	(m3/s)	(m)	(m)	(m/s)	(m2)	(m)		(m)
0	225.48	695.64	700.75	5.74	39.3	11.77	1	5.11
-20	225.48	693.51	700.75	3.62	62.3	14.1	0.55	7.24
-40	225.48	693.38	700.93	2.68	84.26	18.07	0.4	7.55
-60	225.48	692.11	700.79	3.04	74.19	14.58	0.43	8.68
-80	225.48	691.91	699.13	6.14	36.72	9.68	1.01	7.22
-100	225.48	691.44	700.04	2.98	75.74	14.37	0.41	8.6
-120	225.48	689.77	700.16	2.24	100.53	15.93	0.29	10.38
-140	225.48	689.45	700.22	1.73	130.42	18.81	0.21	10.77
-160	225.48	688	700.25	1.44	156.83	20.62	0.17	12.25
-180	225.48	687.72	700.14	1.95	115.71	16.59	0.24	12.42
-200	225.48	686.35	700.14	1.92	117.55	15.54	0.22	13.79
-220	225.48	693.17	698.45	5.77	39.05	11.58	1	5.27
-240	225.48	691.78	695.44	9.05	24.9	10.01	1.83	3.66
-260	225.48	686.89	691.33	11.89	18.97	7.99	2.46	4.43
-280	225.48	685.5	688.58	12.9	17.47	8.97	2.95	3.08

PROGRESIVA	CAUDAL TOTAL	COTA DEL FONDO	N.A.	VELOCIDAD	AREA	ANHO	FROUDE	ALTURA DEL AGUA
-300	225.48	684.51	687.65	12.41	18.17	8.74	2.75	3.14
-320	225.48	684.32	687.05	11.64	19.36	10.81	2.78	2.73
-340	225.48	683.53	685.09	12.02	18.75	14.58	3.39	1.56
-360	225.48	682.1	683.96	11.35	19.86	16.27	3.28	1.86
-367.093	225.48	682.01	683.78	10.91	20.67	15.71	3.04	1.78

Fuente: Estudio hidrológico.

El Cauce 2, se encuentra desde la estación 20+100 hasta la estación 20+620, a la derecha del eje principal del diseño geométrico (Ilustración 108).

Ilustración 108. Ubicación del Cauce 2



Fuente: Estudio hidrológico.

La modelación hidráulica para el Cauce 2 se presenta en la Tabla 62. La simulación se realizó con Manning para gaviones con el fin de obtener velocidades inferiores a la máxima permitida.

Tabla 62. Resultados de la Modelación Hidráulica del Cauce 2 Proyectado (n = 0.030)

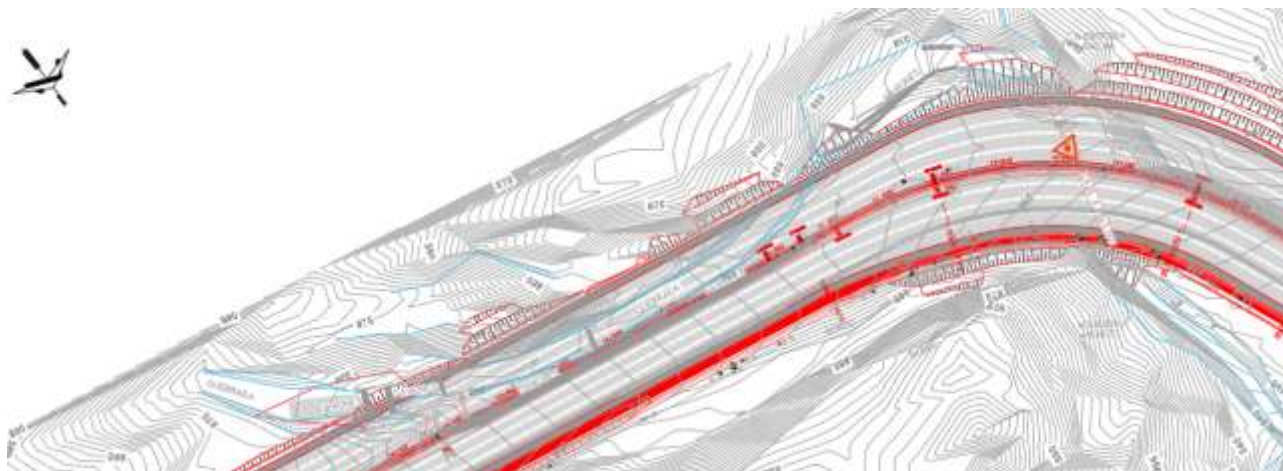
CAUCE 2 (6.00 x 4.50)					
OBRA	STATION	PROFILE (h:min)	CAUDAL (m³/s)	ALTURA DEL AGUA (m)	VELOCIDAD (m/s)
Cauce 2	1067	09:20	80.11	2.15	6.88
Cauce 2	967	09:20	80.07	2.91	4.69
Cauce 2	867	09:20	80.02	2.30	6.12
Cauce 2	767	09:20	79.98	2.19	6.56
Cauce 2	666	09:20	79.93	2.69	5.11
Cauce 2	567	09:20	79.89	2.42	5.75
Cauce 2	467	09:20	79.84	2.17	6.57
Cauce 2	366	09:20	79.79	2.71	5.09

CAUCE 2 (6.00 x 4.50)					
OBRA	STATION	PROFILE (h:min)	CAUDAL (m³/s)	ALTURA DEL ÁGUA (m)	VELOCIDAD (m/s)
Cauce 2	267	09:20	79.73	3.35	4.02
Cauce 2	191	09:20	79.65	4.12	3.25
Cauce 2	190	09:20	79.65	4.12	3.21
Cauce 2	185	09:20	79.65	4.80	2.39
Cauce 2	157	Culvert – ODM 5			
Cauce 2	128	09:20	79.65	2.04	3.60
Cauce 2	110	09:20	79.64	2.00	3.78
Cauce 2	105	09:20	79.63	2.03	4.48
Cauce 2	95	09:20	79.63	2.00	5.97
Cauce 2	85	09:20	79.63	1.80	8.29
Cauce 2	76	09:20	79.63	1.65	12.36
Cauce 2	66	09:20	79.62	1.77	6.16
Cauce 2	56	09:20	79.62	2.25	1.80
Cauce 2	47	09:20	79.61	2.40	2.26
Cauce 2	37	09:20	79.60	2.36	2.23
Cauce 2	27	09:20	79.59	2.36	1.99
Cauce 2	17	09:20	79.58	2.38	1.66
Cauce 2	8	09:20	79.56	2.39	1.50

Fuente: Estudio hidrológico.

El Cauce 3 se encuentra desde la estación 14+420 hasta la estación 14+580, a la izquierda del eje principal del diseño geométrico (Ilustración 109).

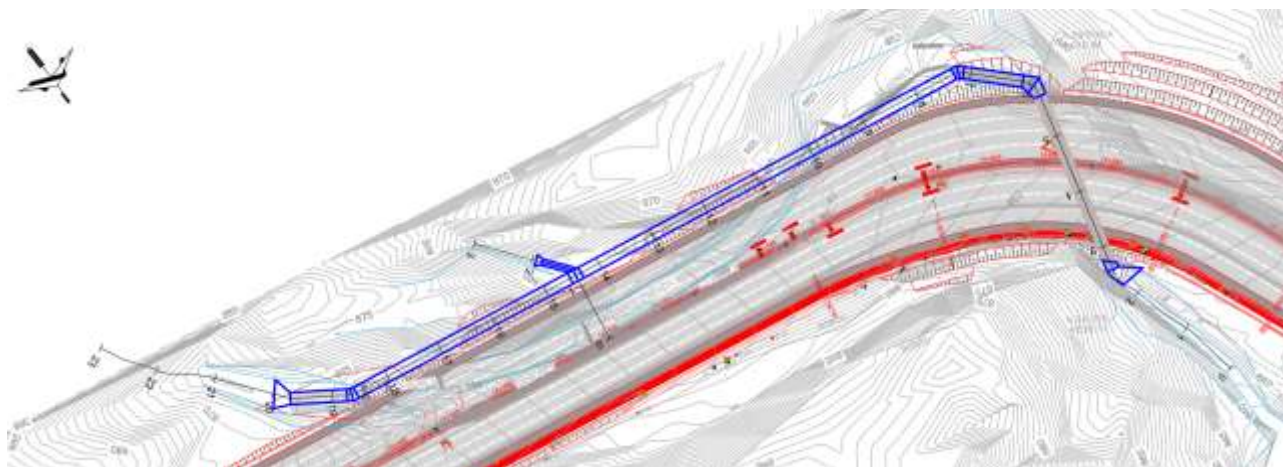
Ilustración 109. Ubicación del Cauce 3



Fuente: Estudio hidrológico.

Para el Cauce 3, se diseñó una caja de sección rectangular, con dimensiones de 3.50 x 3.00 m y pendiente de 0,0035 m/m, que se interconecta aguas arriba del ODM1 (Ilustración 110). Para que la obra supere el desnivel, se han previsto pasos a lo largo de su longitud, lo que también ayuda a la disipación de energía.

Ilustración 110. Diseño del Cauce 3 y conexión con la ODM1 Existente



Fuente: Estudio hidrológico.

La modelación hidráulica para el Cauce 3 se presenta en la Tabla 63. La simulación se realizó con Manning para mampostería de piedra con el fin de obtener velocidades inferiores a la máxima permitida.

Tabla 63. Resultados de la Modelación Hidráulica del Cauce 3 Proyectado (n = 0.025)

CAUCE 3 (3.50 x 3.00)				
OBRA	STATION	CAUDAL (m³/s)	ALTURA DEL AGUA (m)	VELOCIDAD (m/s)
Cauce 3	378	20.50	5.87	1.82
Cauce 3	370	20.50	4.72	1.36
Cauce 3	360	20.50	3.79	1.00
Cauce 3	351	20.50	6.50	2.13
Cauce 3	341	20.50	4.00	1.01
Cauce 3	328	20.50	6.35	2.06
Cauce 3	320	20.50	2.63	0.59
Cauce 3	311	20.50	7.43	2.58
Cauce 3	301	20.50	6.10	1.95
Cauce 3	291	20.50	3.86	1.00
Cauce 3	280	20.50	6.41	2.09
Cauce 3	268	20.50	2.83	0.65
Cauce 3	261	20.50	7.31	2.48
Cauce 3	251	20.50	6.12	1.98
Cauce 3	241	20.50	2.95	0.69
Cauce 3	230	20.50	6.60	2.18
Cauce 3	220	20.50	3.01	0.71
Cauce 3	209	20.50	6.81	2.18
Cauce 3	201	20.50	2.43	0.53
Cauce 3	191	20.50	2.61	0.58
Cauce 3	181	20.50	3.29	0.80
Cauce 3	171	20.50	3.29	0.80
Cauce 3	159	20.50	6.78	2.23
Cauce 3	149	20.50	8.00	2.93
Cauce 3	139	20.50	8.34	3.11
Cauce 3	128	20.50	8.28	3.09

CAUCE 3 (3.50 x 3.00)				
OBRA	STATION	CAUDAL (m <sup>3</sup> /s)	ALTURA DEL AGUA (m)	VELOCIDAD (m/s)
Cauce 3	119	20.50	8.73	3.32
Cauce 3	107	20.50	8.61	3.34
Cauce 3	105	20.50	8.03	2.94
Cauce 3	102	20.50	7.54	2.68
Cauce 3	100	Culvert – ODM 1		
Cauce 3	18	20.50	5.47	1.90
Cauce 3	4	20.50	5.06	1.86

Fuente: Estudio hidrológico.

- Criterios para tuberías de drenaje.

Se revisó la capacidad hidráulica y las condiciones de flujo de las obras de drenaje existentes y se realizó el dimensionamiento hidráulico de las tuberías de drenaje transversal, según los siguientes criterios.

Para el predimensionamiento de la sección transversal de las tuberías, se utilizó la ecuación de Manning:

$$V = \frac{Rh^{2/3} \times \sqrt{I}}{\eta}$$

Donde:

V es la velocidad en m/s;

Rh es el radio hidráulico en metros;

I es la pendiente longitudinal en m/m; y

η es el coeficiente de rugosidad de Manning.

El radio hidráulico se obtuvo mediante la expresión:

$$Rh = \frac{A}{P}$$

Donde:

A es el área mojada en metros; y

P es el perímetro mojado en metros.

Por lo tanto, el caudal admisible para una sección determinada viene dado por:

$$Q = A \times V$$

Donde:

Q es el caudal en m<sup>3</sup>/s;

A es el área mojada en metros; y

V es la velocidad en m/s.

El régimen de flujo se define en función del número de Froude, que a su vez viene dado por:

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{9.81 \times h}}$$



Donde:

Fr es el número de Froude;

V es la velocidad en m/s; y

h es la altura de la lámina de agua en metros.

El número de Froude clasifica el régimen de flujo en subcrítico ( $Fr < 1$ ), supercrítico ( $Fr > 1$ ), o crítico ( $Fr = 1$ ).

Una vez realizado el predimensionamiento, se hizo el diseño en el software HY-8.

*Diámetro mínimo y Recubrimiento.*

Se utilizó un diámetro mínimo de 30 pulgadas, o 76.2 cm, para dimensionar las tuberías transversales, con recubrimiento mínimo de 1.00 m.

Se han conservado las tuberías existentes de diámetro igual o superior a 30" que estaban en buenas condiciones estructurales, que no excedían su capacidad hidráulica y tenían el recubrimiento (colchón) mínimo.

*Borde libre.*

Se consideró un borde libre referido a una capacidad excedente del 15%, y de al menos 40 centímetros, para que los conductos trabajen como canal abierto.

Las tuberías se dimensionaron de forma que la sección de control de flujo estuviera en la propia entrada y se cumpliera la condición:

$$Hw \leq 1.5 \times D$$

Donde:

Hw es la altura de la lámina de agua en la entrada; y

D es el diámetro de la tubería.

Además, el dimensionamiento se hizo de forma que el Hw nunca sobrepasa el nivel de rodadura de la vía para evitar la posibilidad de que se produzcan daños materiales a las propiedades adyacentes.

*Límite de velocidades.*

Para el diseño, se consideró una velocidad de escorrentía máxima permitida de 5 m/s y una velocidad mínima de 1 m/s, además del análisis del número de Froude.

*Coefficiente de Rugosidad de Manning.*

El coeficiente de rugosidad de Manning es un parámetro que determina el grado de resistencia, que ofrecen las paredes y fondo del canal al flujo del fluido.

El coeficiente de rugosidad  $\eta$  se supuso en función del revestimiento interno de las paredes de las tuberías, de las cajas de recolección del agua superficial, de los cabezales, de los derramaderos y de los aletones, utilizando:

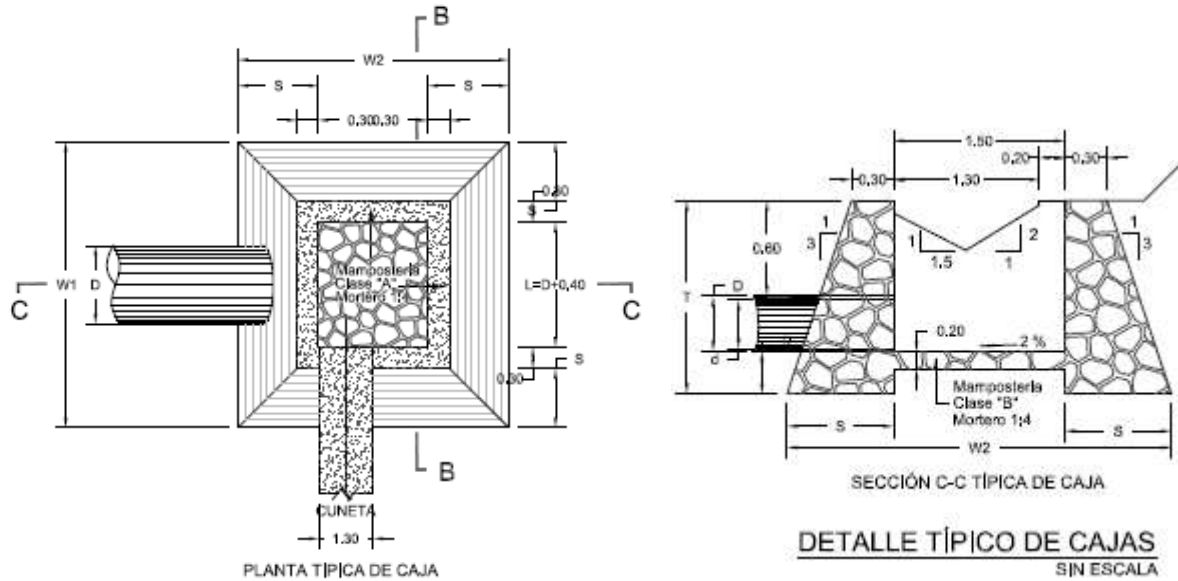
- $\eta = 0.013$ , para nuevas tuberías de concreto reforzado;
- $\eta = 0.016$ , para tubos de hierro galvanizado (Ho.Go.) utilizados en viaductos;
- $\eta = 0.018$ , para verificación de las tuberías de concreto existentes; y
- $\eta = 0.025$ , para dispositivos de mampostería de piedra.

*Dispositivos.*

Se diseñó las obras necesarias para recibir y descargar adecuadamente la escorrentía superficial desde y hasta el terreno natural. En los casos en que fue necesario, se diseñó las obras que evitan las erosiones regresivas en los elementos de salida que puedan poner en peligro la obra de drenaje y los rellenos aledaños a ésta.

Se diseñó cabezales con estructuras adicionales reductoras o disipadoras de energía, cuando necesario, tanto para las obras nuevas como para las existentes (ver Ilustraciones 111, 112, 113 y 114).

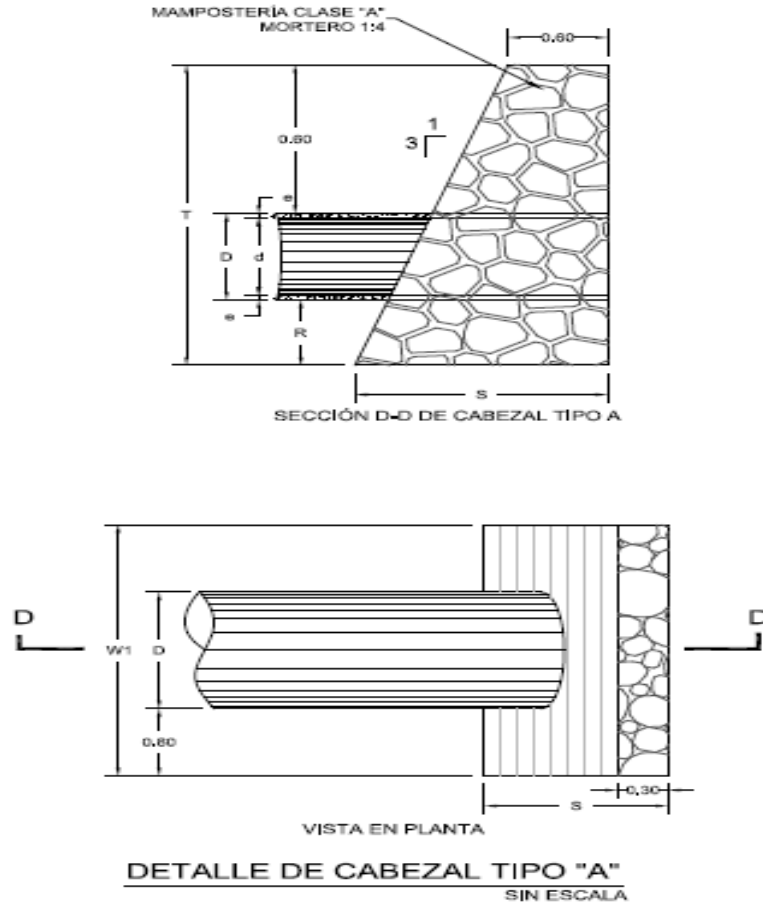
Ilustración 111. Detalle típico de cajas y dimensiones



DIMENSIONES DE CAJA								
DIAMETRO DEL TUBO INTERNO (d) (PULG.)	DIMENSIONES EN METROS						VOLUMEN DE MAMPOSTERIA M3	
	R	T	W1	S	L	W2	CLASE	
							A	B
30"	0.41	1.95	3.24	0.95	1.34	3.40	2	0.563
36"	0.43	2.15	3.56	1.02	1.52	3.54	11.36	0.638
42"	0.50	2.40	3.90	1.10	1.70	3.70	14.22	0.714
48"	0.53	2.60	4.21	1.17	1.87	3.84	16.94	0.785
60"	0.62	3.05	4.87	1.32	2.23	4.14	23.99	0.937

Fuente: Estudio hidrológico.

Ilustración 112. Detalle y dimensiones del cabezal tipo A

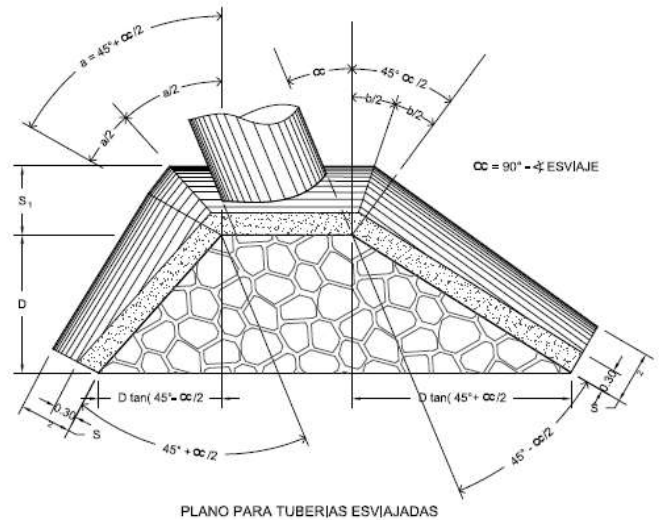
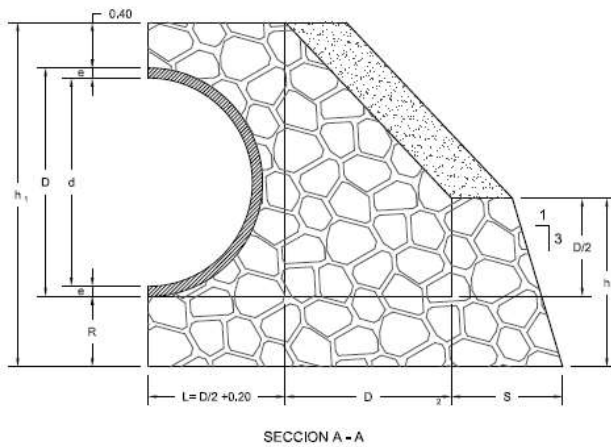
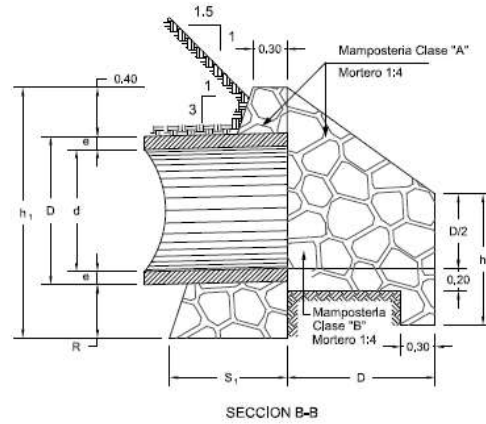
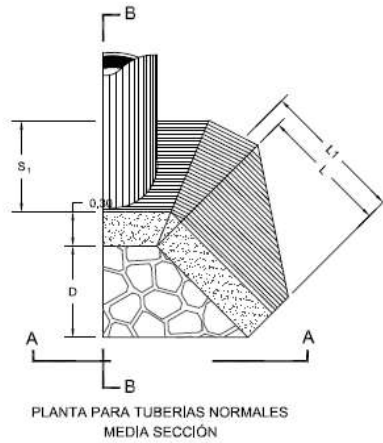


CABEZALES TIPO "A"						
DIAMETRO DEL TUBO INTERNO (d) (PLG)	DIMENSIONES EN METROS				VOLUMEN DE MAMPOSTERIA M3	
	R	T	W1	S	CLASE	
					A	B
30"	0.41	1.95	2.69	0.95	4.66	0.592
36"	0.43	2.15	2.94	1.02	5.99	0.653
42"	0.50	2.40	3.20	1.10	6.90	0.714
48"	0.53	2.60	3.44	1.17	8.12	0.772
60"	0.62	3.05	3.95	1.32	11.33	1.01

Fuente: Estudio hidrológico.

Ilustración 113. Detalle y dimensiones del cabezal tipo B

Anexo 16: Estudio de Impacto Ambiental - Pág. 292

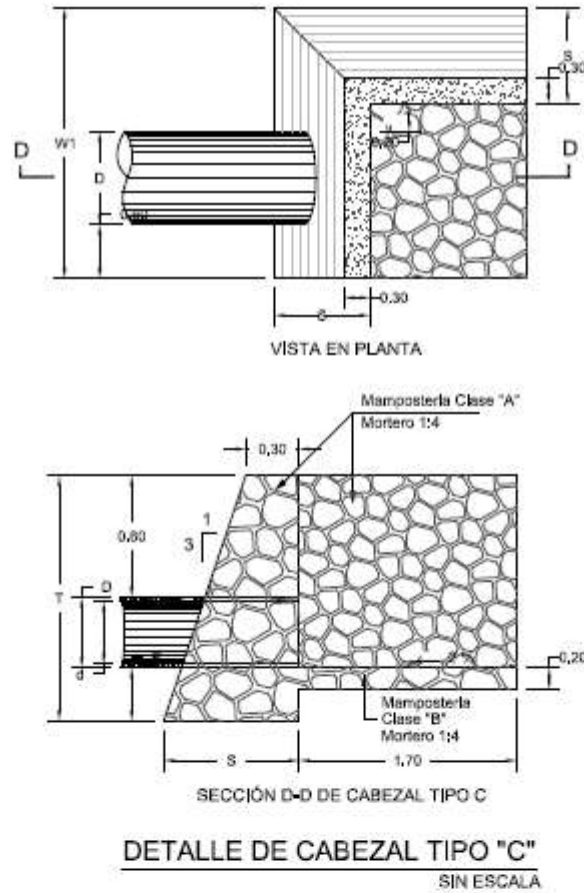


DETALLE DE CABEZAL TIPO "B"  
SIN ESCALA

CABEZALES TIPO "B"									
DIAMETRO DEL TUBO INTERNO $d$ (pulg)	ALTURAS(MTS)			L	$L_1$	$S_1$	$S_2$	VOLUMEN DE MAMPOSTERIA (M3)	
	R	$h_1$	$h_2$					CLASE	
30"	0.41	1.75	0.88	1.36	1.33	0.88	0.59	5,81	1,22
36"	0.43	1.95	0.90	1.61	1.58	0.95	0.63	7.76	1.58
42"	0.50	2.10	1.15	1.87	1.84	1.00	0.68	10.13	2.28
48"	0.53	2.40	1.27	2.11	2.08	1.10	0.72	13.76	2.88
60"	0.62	2,85	1,54	2,63	2,59	1,25	0,81	21,92	4,41

Fuente: Estudio hidrológico.

Ilustración 114. Detalle y dimensiones del cabezal tipo C



CABEZAL TIPO "C"						
DIAMETRO DEL TUBO INTERNO (d) (PLG)	DIMENSIONES EN METROS				VOLUMEN DE MAMPOSTERIA M3	
	R	T	W1	S	CLASE	
					A	B
30"	0,41	1,95	2,89	0,95	4,66	0,592
36"	0,43	2,15	2,94	1,02	5,99	0,853
42"	0,50	2,40	3,20	1,10	6,90	0,714
48"	0,53	2,60	3,44	1,17	8,12	0,772
60"	0,62	3,05	3,95	1,32	11,33	1,01

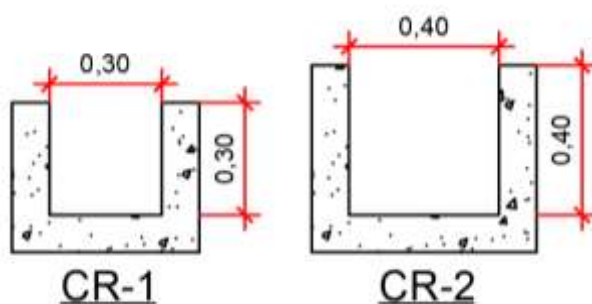
Fuente: Estudio hidrológico.

- Criterios de Diseño para la Plataforma (Viaducto).

Se proyectó canaletas con parrillas a lo largo de la plataforma del viaducto, que desaguan en tuberías de hierro galvanizado (Ho.Go.), que a su vez descienden a través de tubos verticales en el interior de los pilares. En general, las salidas fueran diseñadas con una distancia máxima de aproximadamente 100 metros.

Para la escorrentía superficial, se definieron secciones transversales de canaletas como se aprecia en la Ilustración 115.

Ilustración 115. Secciones de Canaletas para el Viaducto



Fuente: Estudio hidrológico.

Las salidas y los tubos verticales fueron proyectados de hierro galvanizado (Ho.Go.) con diámetro 12”.

- Criterios de diseño para la Plataforma (Tramos de Ampliación).

En general, se proyectó salidas de las cunetas con una distancia máxima de 250 m. Las salidas se resolvieron mediante desagües por medio de derramaderos, el drenaje transversal, o bien a través de obras transversales para drenaje longitudinal.

Las zonas de contribución de cada tramo se definieron en función de la longitud del mismo y de los caudales de diseño y admisibles. Los caudales admisibles se calcularon en función de las secciones transversales de las cunetas y de la pendiente longitudinal de cada tramo. Se determinó que sólo las cunetas deberían tener una lámina de agua, sin que el agua se desborde hacia los carriles, los hombros, las veredas y la ciclovía.

El coeficiente de rugosidad  $\eta$  se supuso en función del revestimiento de las paredes de las cunetas y canaletas, utilizando:

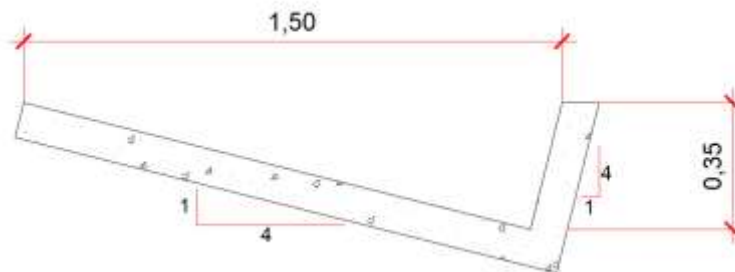
- $\eta = 0.016$ , para cunetas y canaletas de concreto; y
- $\eta = 0.030$ , para canaletas de grama.

Para la escorrentía superficial, se definieron las secciones transversales de dispositivos.

### Cunetas

En los casos de corte, se definió la sección de cuneta (ver Ilustración 116).

Ilustración 116. Sección de Cuneta

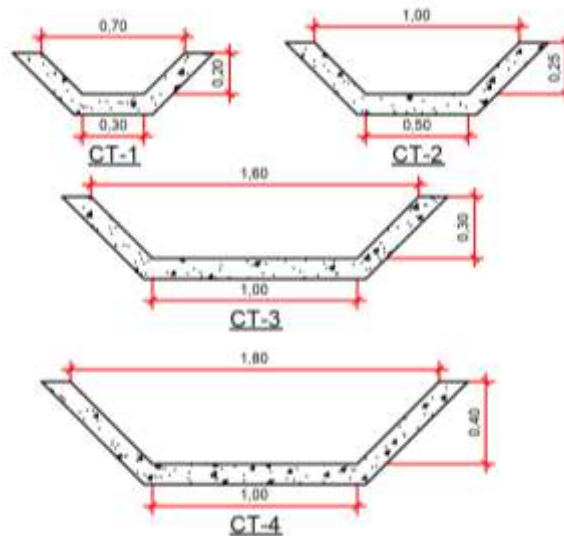


Fuente: Estudio hidrológico.

### Canaletas Trapezoidales (CT) y Rectangulares (CR)

Además, se definieron las siguientes canaletas trapezoidales para las bermas de los taludes y las canaletas rectangulares para las áreas de relleno (ver Ilustración 117 y 118).

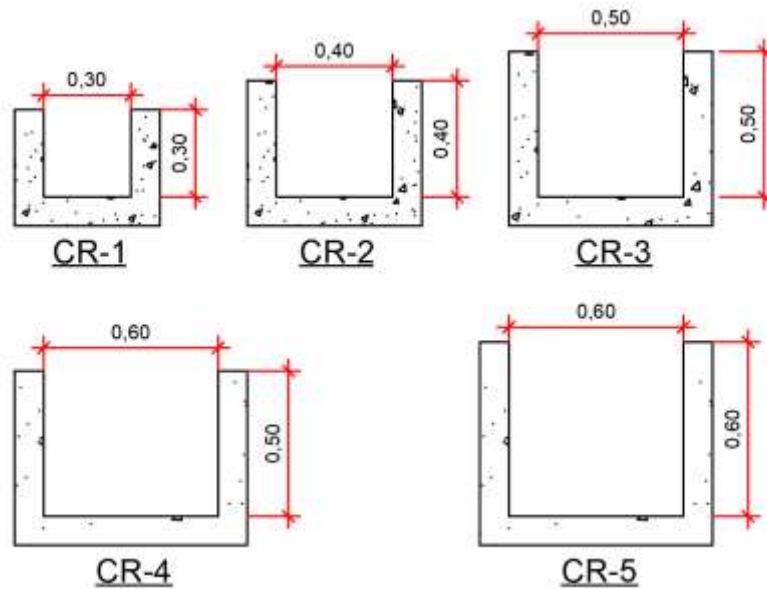
Ilustración 117. Secciones de Canaletas Trapezoidales



Fuente: Estudio hidrológico.



Ilustración 118. Secciones de Canaletas Rectangulares

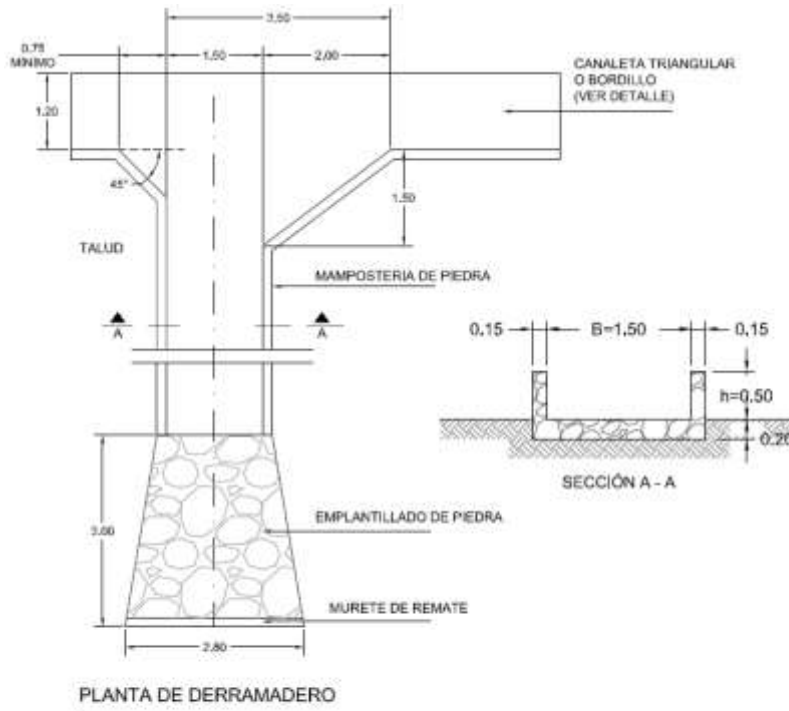


Fuente: Estudio hidrológico.

### *Derramaderos*

Se definieron los derramaderos para las salidas, que pueden ser canaletas rectangulares sin gradas, o con gradas cuando sea necesario (ver Ilustración 119).

Ilustración 119. Detalle y ejemplos de dimensiones del derramadero

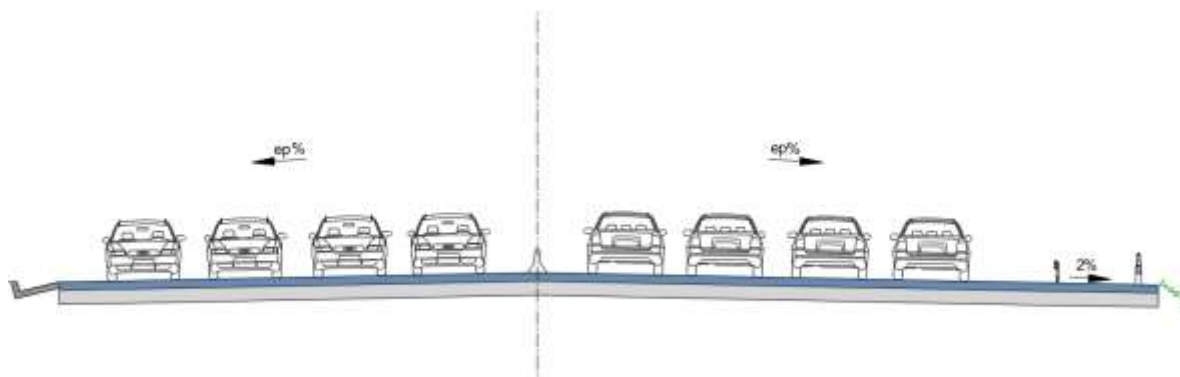


Fuente: Estudio hidrológico.

### Aberturas en la Barrera

El diseño geométrico de la plataforma tiene tramos tangentes y curvos. En los tramos tangentes (Ilustración 120), la sección-tipo de la plataforma está abombada, de modo que hay un punto alto en el eje central, donde se colocará la barrera tipo “New Jersey”.

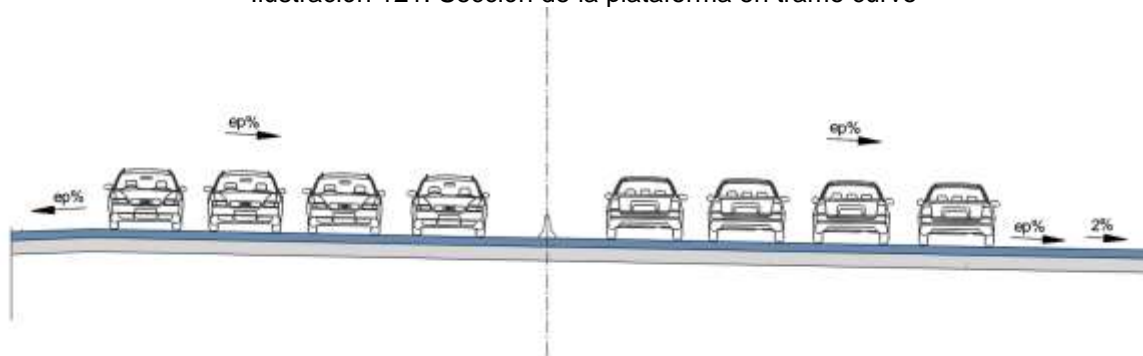
Ilustración 120. Sección de la plataforma en tramo tangente



Fuente: Estudio hidrológico.

En los tramos curvos, el cambio de pendiente transversal hace que toda la plataforma se incline hacia el lado interior de la curva, de modo que el agua del carril superior tiene que cruzar el eje central para llegar a la cuneta/canaleta del carril inferior (Ilustración 121). Por lo tanto, es necesario diseñar aberturas en las barreras, calculando las dimensiones necesarias para tragar esta contribución.

Ilustración 121. Sección de la plataforma en tramo curvo



Fuente: Estudio hidrológico.

Para calcular el caudal de contribución por metro de barrera ( $q$ ), se consideró una anchura de carretera de 19.50 m, debido al aumento de la anchura que se produce en las situaciones de

curva, y se utilizó el método racional. Se utilizó la barrera “New Jersey” con cada unidad de 3.00 m de longitud.

Por lo tanto, para cada metro de barrera, el caudal de contribución en la abertura es de 1.13 L/s, lo que resulta en 3.39 L/s por dispositivo (Qdis).

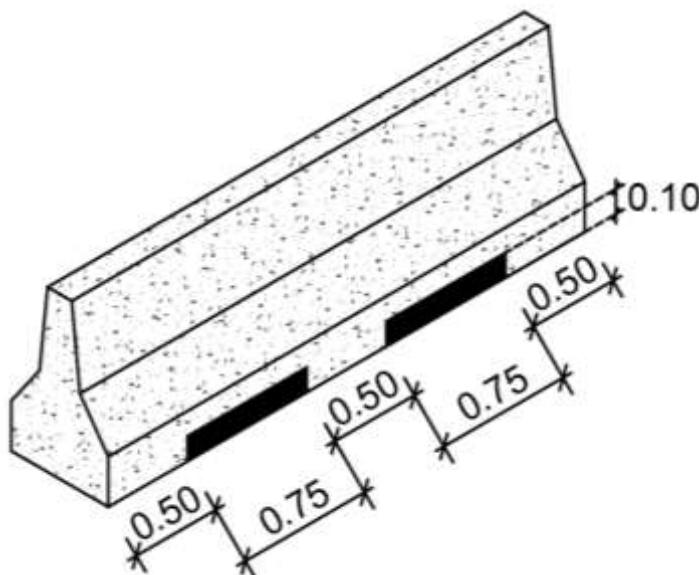
Para el estudio, se utilizó el caso más crítico de pendiente transversal en las curvas, es decir, la menor pendiente que se da en el diseño geométrico: 2%.

Utilizando el hombro de 1.00 m de ancho, y una pendiente transversal mínima para las curvas de 2%, la altura máxima de agua es de 2.00 cm.

Por lo tanto, una abertura total de 1.50 m de longitud por cada dispositivo de 3.00 m de longitud es suficiente para el paso del agua superficial de un lado a otro de la plataforma. Esta abertura puede dividirse en dos de 0.75 m, como se sugiere en la Ilustración 122.

Para la altura requerida de la abertura, se utilizó la pendiente transversal máxima en las curvas, para obtener la altura máxima del agua. La pendiente transversal máxima es de 8%, lo que resulta en 8.00 cm de altura del agua. Por lo tanto, se sugiere una abertura con al menos 10.00 cm de altura, como se muestra en la Ilustración 122.

Ilustración 122. Barrera con dos aberturas de 0.75 m de longitud y 0.10 m de altura



Fuente: Estudio hidrológico.

- Diseño de drenaje subterráneo.

El estudio geotécnico de este proyecto en sus CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES” afirma que no es necesario añadir elementos de drenaje subterráneo como drenes, aparte de los ya utilizados como tuberías, colectores, y otros, según el fragmento extraído del informe:

*“En ninguno de los PCA practicados se encontró nivel freático, tampoco en los sondeos SPT practicados en la etapa de factibilidad en los PCA se encontró agua a la profundidad explorada, tomando en cuenta que la etapa de diseño final se realizó en la época lluviosa, que es cuando se forman flujos colgados en el subsuelo, y en este caso no se observó ninguno. Tampoco se observan daños en los hombros o carriles externos debido a la saturación de la subrasante. En vista de lo anterior, no se considera necesaria la construcción de drenes longitudinales en las vías proyectadas.”*

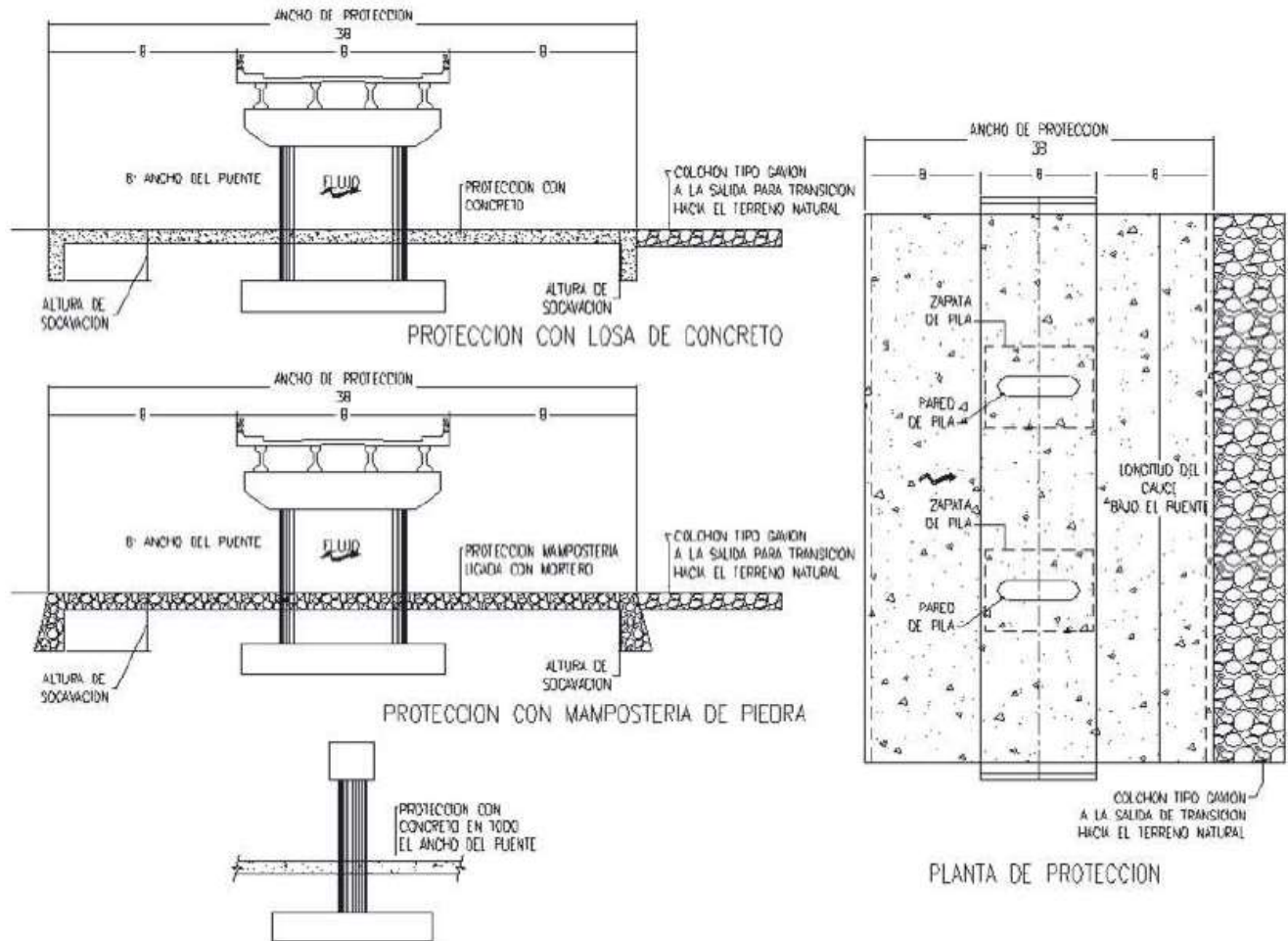
- Obras de protección para puentes.

Dada la dinámica de los ríos y el tipo de materiales de los cauces, es necesario considerar obras de protección en las estructuras existentes y, en particular, en los casos de nuevos proyectos, tanto en las bases de los apoyos intermedios (pilas) como en los extremos (estribos). En función del número de apoyos del puente, se proponen algunos tipos de obras de protección.

En el primer tipo, la propuesta se dirige principalmente a los apoyos intermedios o pilas, colocando dichas protecciones directamente en su base, o indirectamente colocando protecciones a nivel del lecho del río, tanto aguas arriba como aguas abajo.

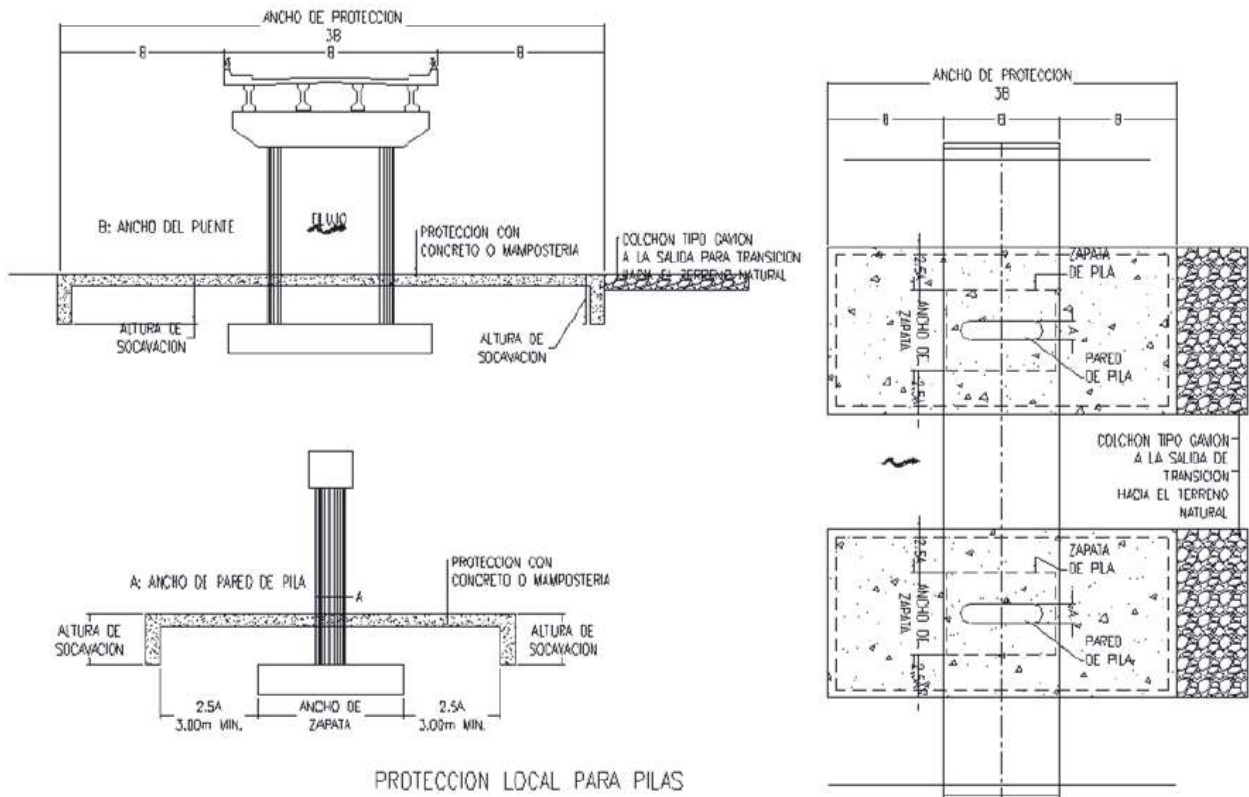
Para evitar que el caudal del río pase por debajo de la protección y que ésta se pierda, se diseñan dientes de protección de una altura igual o superior a la altura de socavación calculada, tanto aguas arriba como aguas abajo. Se coloca un colchón tipo gavión en la salida para proporcionar una transición entre la protección y el terreno natural. La protección puede ser de losa de concreto o de mampostería de mortero. En ambos casos la superficie superior debe ser rugosa para no aumentar la velocidad del flujo bajo el puente (ver Ilustración 123 y 124).

Ilustración 123. Tipo de protección en pilas, en todo el ancho del cauce



Fuente: SPOP, 2014

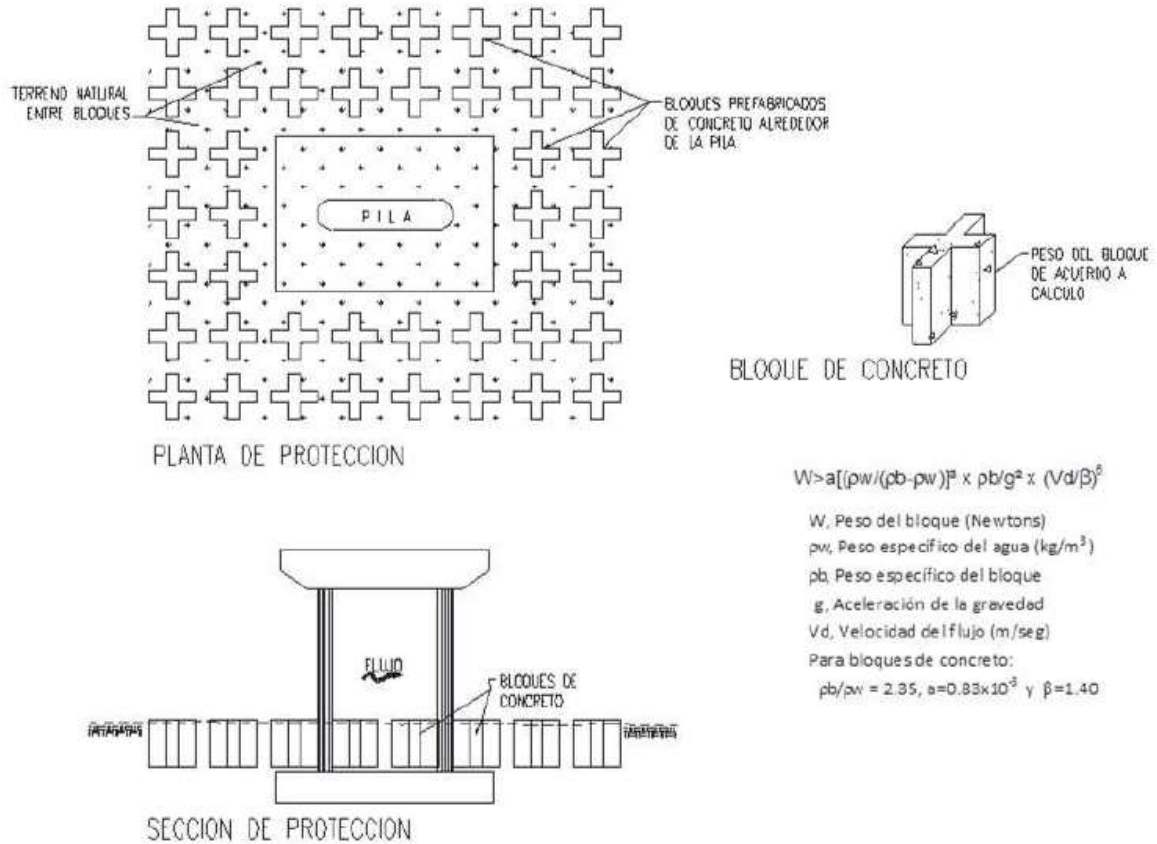
Ilustración 124. Tipo de protecciones locales en pilas



Fuente: SPOP, 2014

Además de este tipo de protección local, se propone el uso de bloques de concreto prefabricados, que se colocan alrededor de la base de la pila a proteger. Estos elementos deben tener un peso tal que no puedan ser arrastrados por la corriente del río. Esta técnica pretende minimizar los posibles procesos de socavación local de las pilas, evitando el asentamiento diferencial de las fundaciones (ver Ilustración 125).

Ilustración 125. Protección local en pilas mediante bloques prefabricados de concreto

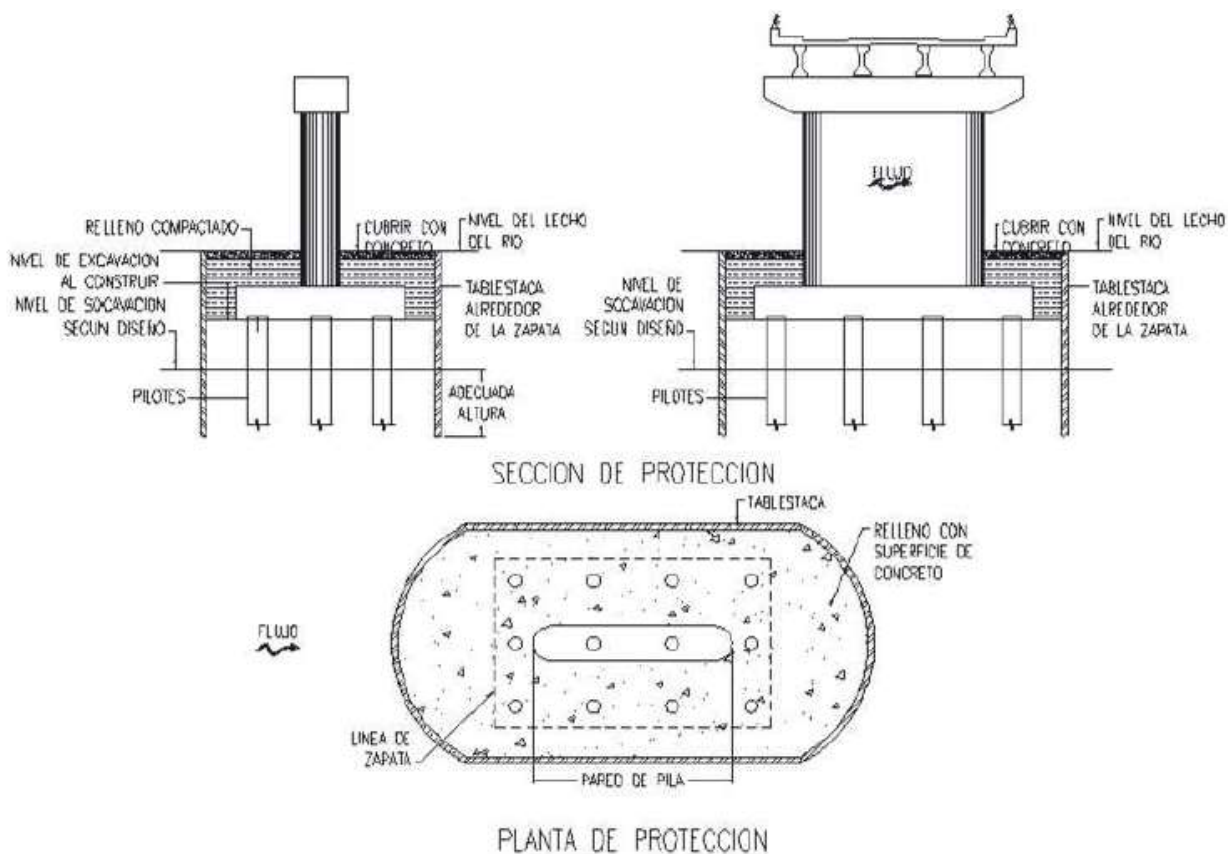


Fuente: SPOP, 2014

Por otro lado, también se propone utilizar las tablestacas en sitios donde el tipo de suelo permita hincar la tablestaca por debajo del nivel de socavación calculado para que se mantenga estable (ver Ilustración 126).



Ilustración 126. Protección local en pilas mediante tablestacas



Fuente: SPOP, 2014

Además, se puede combinar un segundo tipo (la protección de las márgenes) con el primer tipo de protección, dependiendo del número de apoyos intermedios, así como del tipo de materiales de arrastre y de la propia dinámica del flujo fluvial.

La elección del tipo de obra de protección se realiza a partir de la definición de la estructura de las pilas y su detalle se presenta en los planos del proyecto estructural.

Para la protección de pilas se definió, junto con el equipo de estructuras, que el tipo que mejor se adapta a la situación del proyecto es el de la Ilustración 105. En este tipo, se proyecta la protección localmente en las pilas, con una longitud en la dirección del río de al menos 3 veces el ancho del puente, mientras que en la dirección del puente la protección deberá ser de 2.5 veces el espesor de la pared de la pila desde el borde de la zapata o 3 m como mínimo.

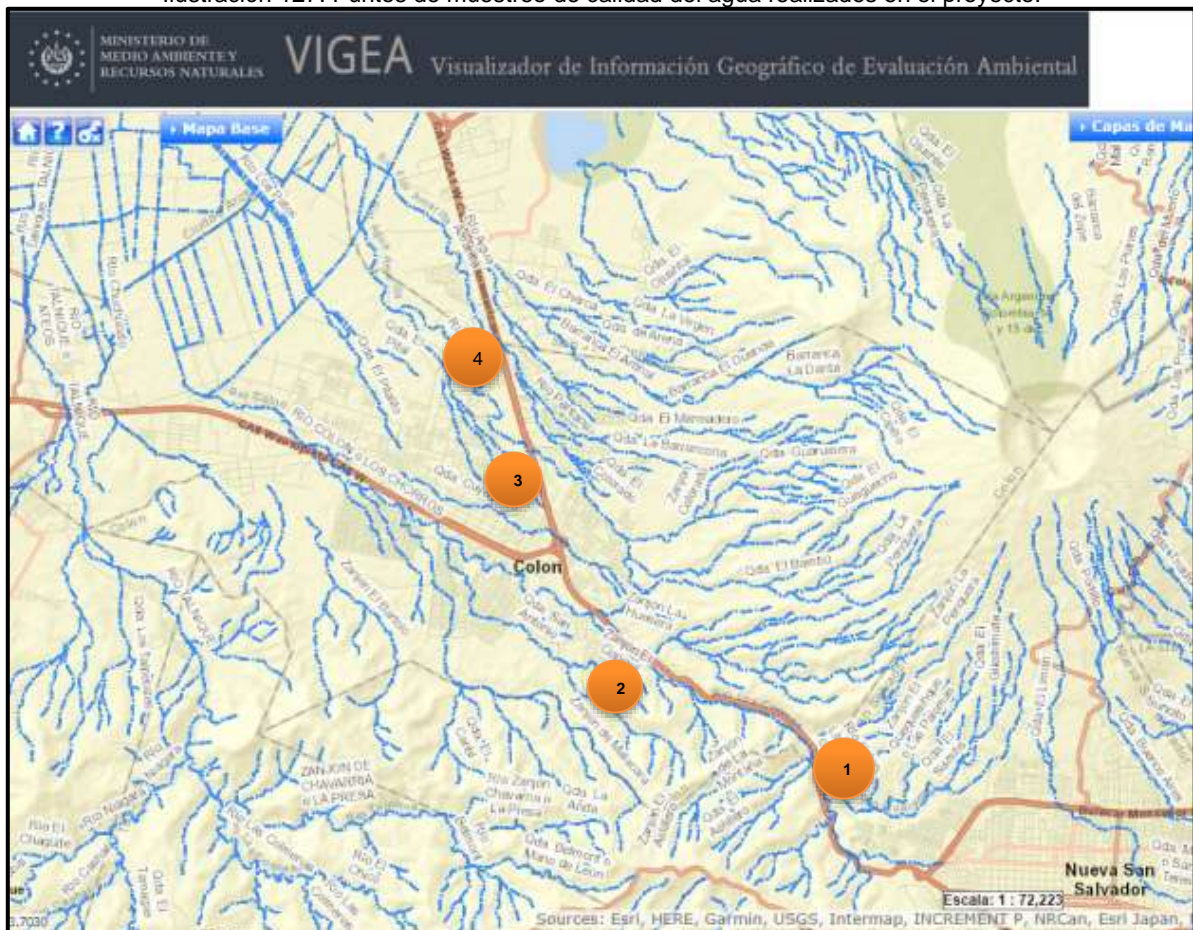
Se recomienda implementar un sistema de losa de mampostería ligada con mortero dejando una superficie rugosa. Además, deberán colocarse dientes de control de socavación, con altura equivalente o mayor a la altura de socavación calculada, y colchones tipo gavión aguas abajo para tener una transición entre la protección y el terreno natural.

En el Apéndice 13, se presenta el estudio hidrológico e hidráulico, así como el análisis y modelación hidráulica para el proyecto.

- Calidad de las aguas del proyecto.

Para conocer la calidad de las aguas superficiales y subterráneas de las fuentes presentes en el proyecto, se llevaron a cabo muestreos de los ríos presentes. Los puntos muestreados pueden apreciarse en la Ilustración 127.

Ilustración 127. Puntos de muestreo de calidad del agua realizados en el proyecto.



1: Agua de pileta proveniente de manantial del turicentro Los Chorros (13°41'38" N 89°19'11"O); 2: Río Los Chorros (quebrada El Guarumal, río Colón) (13°42'49" N 89°21'19"O); 3: Río Belén (13°44'05" N 89°21'38"O); 4: Río Agua Amarilla (13°45'01" N 89°21'59"O)

Fuente: Visualizador de Información Geográfica de Evaluación Ambiental (MARN), puntos de muestreo de calidad del agua realizados en campo. <http://mapas.marn.gob.sv/vigea/nepamap.aspx>

Los ríos muestreados fueron los siguientes: Río Los Chorros (quebrada El Guarumal o río Colón), Río Belén, Río Agua Amarilla y como referente de aguas subterráneas una pileta de captación proveniente de manantial del turicentro Los Chorros. Los muestreos fueron desarrollados el día 23 de abril de 2021, utilizando frascos esterilizados proporcionados por un laboratorio acreditado por el Organismo Salvadoreño de Acreditación (OSA), siendo transportadas bajo refrigeración las muestras el mismo día al laboratorio para su análisis.

Al ser analizadas sus aguas, los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 64, mostrando en el Apéndice 14, las hojas del laboratorio que realizó los análisis.

Tabla 64. Resultados de laboratorio de las aguas muestreadas de los ríos presentes en el proyecto.

Parámetro	Especificación	Río Los Chorros (quebrada El Guarumal, río Colón).	Río Belén.	Río Agua Amarilla.	Agua de pileta proveniente de manantial del turicentro Los Chorros <sup>24</sup>
pH (1)	LMP (3): Debe mantenerse en un rango de 6.5 a 7.5 unidades o no alterar en 0.5 unidades de pH el valor ambiental natural	8.0	7.6	8.00	7.7
Demanda Bioquímica de Oxígeno (1)	LMP: No debe permitirse que el nivel de oxígeno disminuya de 5 mg/l.	9.3 mg/l.	109.7 mg/l.	22.8 mg/l.	Menor a 5 mg/l.
Aceites y Grasas (2)	LMP: 20 mg/l.	9.9 mg/l.	17.1 mg/l.	Menor a 6.0 mg/l.	Menor a 6.0 mg/l.
Turbidez (1)	LMP: No deberá incrementarse más de 5 unidades de turbiedad sobre los límites ambientales del cuerpo receptor.	0.3 UNIT.	52.8 UNIT.	2.7 UNIT.	0.1 UNIT.
Oxígeno Disuelto (1)	LMP: Igual o mayor a 5 mg/l..	4.9 mg/l (4)	2.4 mg/l.	6.0 mg/l.	8.8 mg/l.
Recuento Coliformes Totales (1)	LMP: Que no excedan de una densidad mayor a los 5,000 UFC por 100 ml de muestra analizada.	1,700,000.00 UFC/100 ml.	1,900,000.00 UFC/100 ml.	390,000.00 UFC/100 ml.	1,800,000.00 UFC/100 ml.
Recuento Coliformes Totales (1)	LMP: Que no excedan de una densidad mayor a los 1,000 UFC por 100 ml de muestra analizada.	7,300 UFC/100 ml.	1,900.00 UFC/100 ml.	7,100 UFC/100 ml.	10,000 UFC/100 ml.

- (1) Reglamento especial de normas técnicas de calidad ambiental.  
 (2) Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.49.01:09 Agua residual tipo ordinario.  
 (3) LMP: Límite máximo permisible.  
 (4) Valores en amarillo fuera de norma.

Fuente: Laboratorio especializado de control de calidad (LECC).

### Conclusiones.

- ✓ Las cuatro fuentes de agua analizadas tienen sus niveles de pH, aceites y grasas en los límites permisibles de acuerdo a la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.49.01:09 Agua residual tipo ordinario.
- ✓ El agua muestreada de la pileta proveniente del manantial del turicentro Los Chorros, no resultó dentro de los parámetros permisibles en la Demanda Bioquímica de Oxígeno, de acuerdo al Reglamento especial de normas técnicas de calidad ambiental.
- ✓ La muestra tomada del río Belén no cumplió con los niveles permisibles en cuanto a turbidez, de acuerdo al Reglamento especial de normas técnicas de calidad ambiental.

<sup>24</sup> Se prevé que las piletas que recogen aguas provenientes de fuentes subterráneas en el sector del turicentro Los Chorros, no serán alteradas por las actividades del proyecto, sin embargo, deberán monitorearse para prevenir cualquier afectación en las mismas.

- ✓ El río Agua Amarilla y el agua proveniente de manantial del turicentro Los Chorros, cumplieron con el parámetro de oxígeno disuelto de acuerdo al Reglamento especial de normas técnicas de calidad ambiental.
- ✓ Las cuatro fuentes muestreadas no cumplieron con el recuento de bacterias coliformes totales y fecales, los cuales están fuera de norma.
- ✓ Todas las fuentes de agua muestreadas no cumplieron al 100% con los parámetros analizados de acuerdo al Reglamento especial de normas técnicas de calidad ambiental.

- Hidrogeología.

Como parte del estudio hidrogeológico, se procedió a investigar la existencia de pozos de agua artesanales y nacimientos de agua a lo largo de la traza vial que pudiesen verse afectados por el proyecto, no encontrándose ninguno en la franja de derecho de vía del proyecto, solamente las pilas de captación de aguas procedentes del turicentro Los Chorros que se prevé no serán afectadas por las actividades del proyecto. La población de la zona de influencia se abastece por medio de la ANDA para consumo humano.

- Calidad de aguas subterráneas.

El área de estudio es una zona con una actividad principalmente agrícola en el inicio del proyecto (tramo de la estación 13+560-19+256) y al final del mismo (tramo de la estación 24+000-27+100) y el resto de tramos están dedicados al comercio, industria, así como residencial, considerando que los principales componentes que alteran la calidad del agua subterránea son los productos agroquímicos y desechos generados por la actividad humana, sea en la actividad agrícola y/o por desechos producto de la actividad de las viviendas, residenciales, industria y comercio, siendo el factor más importante que altera la calidad del agua subterránea, la materia fecal entre otros.

La Universidad Católica (UCA) con el Fondo de la Iniciativa para las Américas (FIAES), desarrolló durante el año 1997 el "Monitoreo de la calidad de los recursos hídricos en las cuencas Sucio y Acelhuate y protección de márgenes del río Sucio", en donde se colectaron y analizaron 18 muestras provenientes de la cuenca del río Sucio (distrito de riego de zapotitan y zonas aledañas), con los resultados siguientes:

- ❖ Todas las muestras de aguas de pozo resultaron no aptas para beber directamente debido a la presencia de bacteria coliformes fecales, es decir, las aguas crudas no son aptas para beber, en principio requieren de un tratamiento de desinfección.
- ❖ El 100% de las muestras excede el límite aceptable de hierro y el 55 % supera el límite del manganeso. Se determina que el agua para su potabilización requiere de otros tratamientos físicos y/o químicos para remover el contenido de hierro y manganeso.
- ❖ Con respecto al uso del agua para consumo humano, según las especificaciones de contenido de metales pesados se determinó que el 33 % de las muestras sobrepasan el valor aceptable para aluminio, todas las muestras exceden el valor permisible para el

metal cadmio y que el 88% de las muestras presentan concentraciones de plomo mayores a 0.05 mg/l.

- ❖ En base a las determinaciones hechas se concluye que esos acuíferos presentan alteraciones de composición química y biológica que los vuelven de calidad dudosa.

De acuerdo al monitoreo de aguas subterráneas que realizó el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) durante el año 2017, afirma que la cuenca del río Sucio, a la cual pertenece las subcuencas de la zona del proyecto no cumple con la calidad requerida por la normativa para dicho uso porque presenta un valor de 3300 NMP/100 ml de coliformes fecales, superior a 1000 NMP/100 ml, el límite máximo permisible.

## 6.3.2 Medio Biológico

### 6.3.2.1 Zonas de Vida.

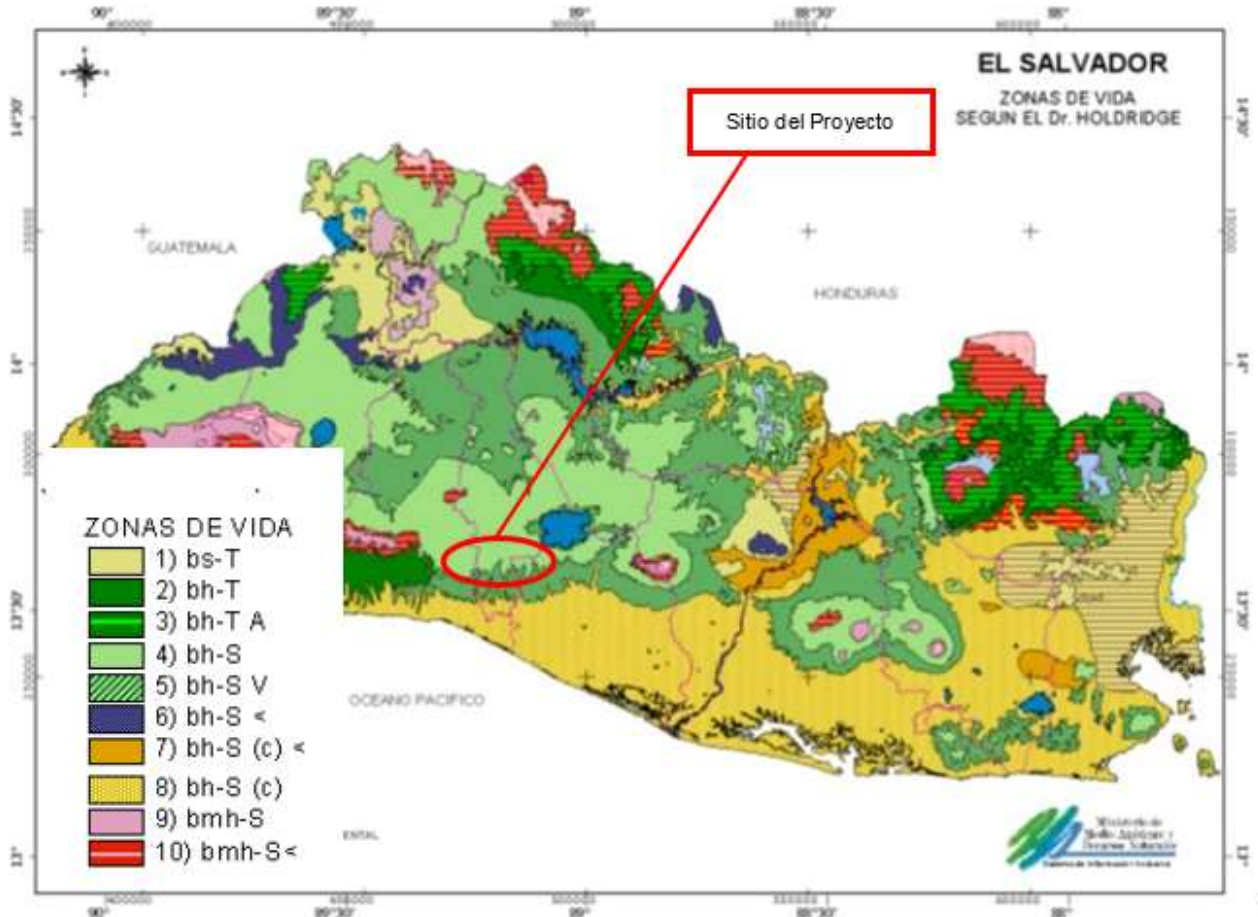
Las zonas de vida bajo las cuales se ubica el proyecto, se acuerdo al Doctor Holdridge (1979) y al Visualizador de Información Geográfico de Evaluación Ambiental (VIGEA) del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, son las siguientes:

- Bosque húmedo subtropical (con biotemperatura y temperatura del aire, medio anuales < 24°)
- Bosque húmedo subtropical, transición a tropical (con biotemperatura > 24°)

La zona se caracteriza por plantaciones de café bajo sombra en los primeros seis (6) km, así como cultivos de granos básicos y caña de azúcar en mediana escala, relictos de vegetación en los laterales y parte céntrica de la actual carretera, mucha de ella plantada, especialmente en los últimos siete (7) km del proyecto. Es importante mencionar que los laterales de la actual carretera desde la zona urbana del municipio de Colón hasta el final del proyecto se encuentran antropizadas, es decir la presencia de colonias, residenciales, zonas francas, comercios, etc., se hacen ver.

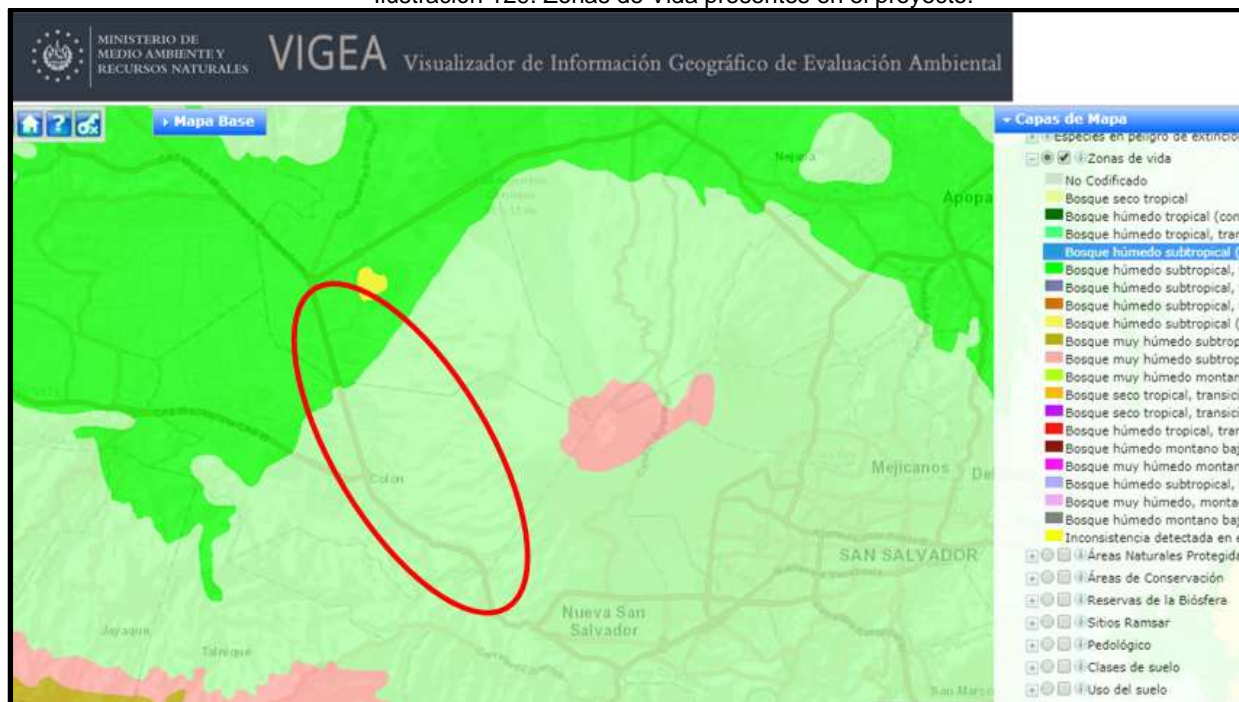
En la Ilustración 128, se presenta la clasificación de zonas de vida según el Doctor Holdridge y en la Ilustración 129, de acuerdo al Visualizador de Información Geográfico de Evaluación Ambiental (VIGEA) del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Ilustración 128. Zonas de Vida presentes en el proyecto.



Fuente: Mapa de zonas de vida según Doctor Holdridge. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN).

Ilustración 129. Zonas de Vida presentes en el proyecto.



Fuente: Visualizador de Información Geográfica de Evaluación Ambiental (VIGEA) del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (<http://mapas.marn.gov.sv/VIGEA/nepamap.aspx?wherestr=COLON&searchtype=municipios>)

### 6.3.2.2 Vegetación

El estudio de la vegetación, así como de la fauna terrestre y avifauna, fue realizado de la siguiente manera.

- Recorridos de campo.

Estos se realizaron en toda el área de la zona establecida como derecho de vía (75 m a cada lado medidos a partir del eje central de la actual carretera), por la longitud del proyecto, con el objetivo de establecer las condiciones actuales de la vegetación que será objeto de tala, para dar paso a la infraestructura vial a construirse.

- Análisis Dasonométrico (vegetación).

Se realizaron con la ayuda de las cuadrillas de topografía un censo de la vegetación presente (especies arbóreas y arbustivas) donde tendrá influencia el corredor vial.

- Medición de Árboles y Arbustos

Para cada individuo censado dentro de las zonas de muestreo establecidas, se registró el nombre común, nombre científico y familia taxonómica correspondiente. Para los arbustos y árboles, se registró la circunferencia a 1.30 metros sobre el nivel del suelo; comúnmente conocido como: CAP (Circunferencia a la Altura del Pecho), para ello se utilizó una cinta métrica. Posteriormente, al registro se le aplicó la fórmula:  $D = CAP/\pi$  (Melo Cruz y Vargas Ríos, 2001), estos cálculos se realizaron con el paquete de Microsoft Excel. Se determinaron

las respectivas categorías dentro de listados nacionales, como el Acuerdo No. 74. Listado actualizado de Especies de Vida Silvestre Amenazadas o en Peligro de Extinción, 2015 e internacionales como CITES (CITES, 2020) y UICN (UICN, 2020), dando mayor énfasis a las especies “Amenazada” o “En Peligro de Extinción”.

También se clasificaron los individuos por el estrato vegetativo al que pertenecen y por su procedencia; si estos son nativos, naturalizados o exóticos. Para determinar si los individuos corresponden al estrato arbóreo o arbustivo se categorizaron por diámetro; si estos tienen un diámetro mayor a 20 cm se reconocen como árboles o pertenecientes al estrato arbóreo, si los individuos presentan un diámetro menor a los 20 cm se categorizaron como arbustos o estrato arbustivo.

La vegetación observada en los primeros kilómetros del proyecto, especialmente antes de la zona de inicio del viaducto fue principalmente individuos arbóreos plantados con funciones de ornamento u obra verde, se logran visualizar especies de “cerezo de belice” (*Syzygium cumini*) y “madrecacao” (*Gliricidia sepium*) a las orillas de la carretera, sin presencia de vegetación en el eje central. Se encuentran zonas verdes urbanas con árboles de “cerezo de belice” (*Syzygium cumini*), “pino” (*Pinus oocarpa*), “maquilishuat” (*Tabebuia rosea*), “llama del bosque” (*Spathodea campanulata*) y “laurel de la india” (*Ficus retusa*). Se identifica poca interacción con aves u otras especies de fauna, sin embargo, son existentes a pesar de la alta carga vehicular. Los registros con fauna fueron mayormente con especies de aves tales como; “zanate” (*Quiscalus mexicanus*), “paloma” (*Zenaida asiatica*), “chio” (*Myiozetetes similis*), “cristofué” (*Pitangus sulphuratus*) y “mosquero” (*Contopus cinereus*).

A medida se avanzó en el proyecto en el lado noreste se encontró abundancia de especies de “guarumo” (*Cecropia peltata*) y “eucalipto blanco” (*eucalyptus globulus*) (especie exótica) al borde de la calle. En el lado sureste de la carretera se identifican especies desarrolladas de “coco” (*Cocos nucifera*), “júpiter de java” (*Lagerstroemia speciosa*), pito (*Erythrina berteroana*), “almendro” (*Terminalia oblonga*), “madrecacao” (*Gliricidia sepium*), “aguacate” (*Persea americana*), “mangollano” (*Pithecellobium dulce*) y “cedro” (*Cedrela odorata*) (especie amenaza). La proliferación de viviendas rurales alrededor de la carretera ha conllevado a plantaciones de especies exóticas usadas como ornamento o para efectos de seguridad alimentaria, estas afectan a la flora y fauna del lugar causando un riesgo de desequilibrio del ecosistema, aparte de los impactos causados por el tejido urbano desarrollado de forma desordenada en la zona.

Debido a la alta carga vehicular hace que no sea posible un óptimo registro de fauna, a excepción de algunas especies de aves de hábitat generalista, tales como “zopilotes” (*Coragyps atratus*), “zanate” (*Quiscalus mexicanus*), “ala blanca” (*Zenaida asiatica*) y “paloma de castilla” (*Columba livia*). En los extremos este y oeste se encontró un relicto de bosque secundario de tipo húmedo Subtropical (bh-S), con especies indicadoras de perturbación; por ejemplo, guarumo y leucaena, caracterizado por un sotobosque cerrado y alta competencia por luz, limitando el crecimiento de especies arbustivas y arbóreas en estadios juveniles. En el



extremo este se presentó el mismo tipo de bosque, con la característica de que se encuentra altamente foliado en época seca y con una pendiente pronunciada, característico de la vegetación ribereña.

A la altura de la estación 16+560, se encontraron especies comúnmente utilizadas como obra verde para carreteras, hay menos cantidad de árbol guarumo y a su vez disminuyen las especies ornamentales además del “cerezo de belice” (*Syzygium cumini*) y “laurel de la india” (*Ficus retusa*). En la parte superior de las colinas hay presencia de “pino” (*Pinus oocarpa*) dispuestos de forma ordenada.

Se registraron especies naturalizadas en las orillas de la calle, dentro de los bosques se encontraron especies nativas, comunes de la zona de vida en la cual se categoriza el área (Holdridge), mencionándose; “mango” (*Mangifera indica*), “guarumo” (*Cecropia peltata*), “laurel” (*Cordia alliodora*), “conacaste” (*Enterolobium cyclocarpum*), “cedro” (*Cedrela odorata*) (Amenazada), “manzano” (*Malus domestica Borkh.*), “cincho” (*Lonchocarpus salvadorensis*) (Amenazada), “cuajinicuil” (*Inga vera*), “capulín” (*Muntingia calabura*), “nogal” (*Juglans olanchana*) (En Peligro de Extinción), “volador” (*Terminalia oblonga*), “tempisque” (*Sideroxylon capiri*), “mano de león” (*Oreopanax gemiatus*) (amenazada), “llama del bosque” (*Spathodea campanulata*), “pimienta” (*Pimenta dioica*), “cojón de puerco” (*Stemmadenia donnell-smithii*). Cabe mencionar que las especies de “nogal” (*Juglans olanchana*) están dispuestas de forma sistematizada, lo que indica que posiblemente se realizaron actividades agrícolas con estas especies. Estos individuos presentan una altura considerable (más de 20 m), con un DAP superior a los 30 cm, bien desarrollados y saludables (a simple vista).

La parte final del primer tramo se caracteriza por mantener una combinación de especies naturalizadas con especies nativas indicadoras de perturbación y especies nativas forestales bien desarrolladas, hay abundancia de “guarumo” (*Cecropia peltata*) y presencia, en menor grado, de especies forestales usadas en agrocultivos como el “pepeto” (*Inga punctata*), “mano de león” (*Oreopanax gemiatus*) (amenazada), “capulín” (*Muntingia calabura*), “aguacate” (*Persea americana*) y “bálsamo” (*Myroxylon balsamum*). A la orilla de la calle hay especies pequeñas, arbustivas, a medida se adentra las especies van adquiriendo más altura. Hay troncos delgados y gran altura, indica competencia de luz, los folios no han caído en época seca, posiblemente por la cercanía con el río “Los Chorros”.

A partir del estacionamiento 18+354, se presentó la vegetación arbórea más desarrollada, con algunos individuos de al menos 40 años, juzgando por su tamaño y las declaraciones de las personas residentes de la zona. También se encontraron, en la zona perimetral circundante a la carretera, organismos más jóvenes con abundancia de especies indicadoras de perturbación, tales como “leucaena” (*Leucaena leucocephala*) y “guarumo” (*Cecropia peltata*).

Se identificaron varios individuos de “conacaste” (*Enterolobium cyclocarpum*) bien desarrollados, estos usualmente se encontraban junto a árboles de “carreto” (*Samanea*

saman), los organismos de más edad de estas especies, usualmente contenían especies epifitas como orquídeas y bromelias.

Fue identificado un ecosistema de bosque húmedo subtropical modificado para el cultivo de café, se encontró un sistema agroforestal multiespecífico en condiciones de abandono, de las especies registradas de mayor importancia se pueden mencionar; “volador” (*Terminalia oblonga*), “madrecacao” (*Gliricidia sepium*), “laurel” (*Cordia alliodora*), “aguacate” (*Persea americana*), “mulato” (*Triplaris melaenodendron*), “ceiba” (*Ceiba pentandra*), “pepeto” (*Inga punctata*), “castaño” (*Sterculia apetala*) (Amenazada), “polvo de queso” (*Albizia niopoides*), “caoba” (*Swietenia macrophylla*) (Amenazada), “palomora” (*Maclura tinctoria*) (Amenazada), “matazano” (*Casimiroa sapota*) (Amenazada), copinol (*Hymenaea courbaril*). En la estación 19+256 se logró observar un bosque cerrado, con un sotobosque poco desarrollado y árboles de gran altura y copas extendidas, se registraron especies de “ojushte” (*Brosimum alicastrum*), “mano de león” (*Oreopanax gemiatum*), “pepeto de río” (*Inga vera*), “laurel” (*Cordia alliodora*), “volador” (*Terminalia oblonga*), “cincho” (*Lonchocarpus salvadorensis*), “papaturre” (*Coccoloba caracasana*), “níspero” (*Manilkara sapota*) y “cedro” (*Cedrela odorata*). Del lado oeste del río Los Chorros, se identificó una vegetación arbórea pobre, con laderas degradadas, y abundante vegetación indicadora de perturbación (ejemplo guarumo) al igual que especies herbáceas como “pan caliente”, “tomatillo” e “higuerillo”. De las pocas especies arbóreas registradas en la parte oeste se encuentran, “caulote” (*Guazuma ulmifolia*), “mango” (*Mangifera indica*), “leucaena” (*Leucaena leucocephala*) y “guarumo” (*Cecropia peltata*).

A partir de la estación 19+256 hasta el final del proyecto, se presentó la mayor área de tejido urbano, se identificaron especies con funciones de cerca viva, entre ellas, “tigüilote” (*Cordia alba*), “mango” (*Mangifera indica*), “izote” (*Yucca elephantipes*), “aguacate” (*Persea americana*). En las zonas colindantes al río Colón, se lograban identificar especies de vegetación ribereña como “cordoncillo” (*Piper tuberculatum*), “guarumo” (*Cecropia peltata*), “cojón” (*Stemmadenia donnell-smithii*), “conacaste” (*Enterolobium cyclocarpum*), “mulato” (*Triplaris melaenodendron*), “laurel” (*Cordia alliodora*). En las zonas con mayor cantidad de viviendas urbanas se encontró vegetación por conveniencia como árboles frutales o de consumo.

En los lotes o terrenos sin construcción alguna, se observaba abundante vegetación herbácea y arbustiva como “campanilla” e “higuerillo” y solanáceas como el “tomatillo”. Varias zonas sin construcción son utilizadas como botadero de basura, la cual estanca en las zanjas de la carretera y la quebrada del río. A la altura del desvío para la carretera hacia Sonsonate (estación 22+100) se registró vegetación nativa desarrollada usada como ornamento u obra verde, árboles como “ceiba” (*Ceiba pentandra*), “cedro” (*Cedrela odorata*), “conacaste” (*Enterolobium cyclocarpum*) y “maquilishuat” (*Tabebuia rosea*) son comunes de observar tanto en el eje de la carretera como en las zonas perimetrales, también hay especies de ficus benjamina y conacastes no mayores de 10 metros de altura. Las áreas verdes presentan especies de “san andrés” (*Tecoma stans*), “zungano” (*Licania platypus*), “jacaranda” (*Jacaranda mimosifolia*), “aguacate” (*Persea americana*), “cerezo de belice” (*Syzygium*

*cumini*), “júpiter de java” (*Lagerstroemia indica*) “almendro de río” (*Andira inermis*), “maquilishuat” (*Tabebuia rosea*), “eucalipto” (*Eucalyptus camaldulensis*), “laurel” (*Cordia alliodora*), “pino” (*Pinus oocarpa*), “casuarina” (*Casuarina equisetifolia*) e individuos de “palo de hule” (*Ficus elastica*) de más de 5 m de DAP. Las especies de cassia y guarumo alimentan aves migratorias, además de ser hábitat de reptiles como el tenguereche. Se identificaron lugares en los cuales se realiza la quema de desechos comunes de forma ilegal.

A medida se avanza hacia el final del proyecto, se observó poca vegetación arbórea entre el eje de la carretera, abundantes cerezos de belice del lado sureste, almendros de río pocos desarrollados. Los centros comerciales presentan especies ornamentales como pie de venado y palmeras reales (exóticas), almendro de río, maquilishuat y cerezo de belice bien desarrollados. Finalmente, se encontraron especies nativas y naturalizadas, dispuestas de forma ornamental como “júpiter de java” (*Lagerstroemia indica*), “mango” (*Mangifera indica*), “conacaste” (*Enterolobium cyclocarpum*), “tempisque” (*Sideroxylon capiri*), “carreto” (*Samanea saman*) con epifitas como flor de la noche (*Epiphyllum oxypetalum*) y “caoba del pacifico” (*Swietenia humilis*) (En Peligro de Extinción).

Como resultado fueron inventariados 5,772 individuos (2,689 árboles y 3,083 arbustos), involucrando 54 familias y 149 especies vegetales.

Según el Acuerdo No. 74. Actualización del Listado Oficial de Especies de Vida Silvestre Amenazadas o en Peligro de Extinción, que se emitió mediante Acuerdo Ejecutivo No. 36 de fecha once de mayo de dos mil nueve, se observan trece (13) especies en la categoría de amenazadas con 460 individuos vegetales (árboles y arbustos) y una (1) especies en peligro de extinción con 66 individuos vegetales (árboles y arbustos). Basado en el índice de Shannon (3.67), puede considerarse la zona de estudio con diversidad media en vegetación.

En la Tabla 65, se presenta el inventario de flora potencialmente impactada (afectada) por la construcción del proyecto y en el Apéndice 15 el plano de vegetación y el inventario de vegetación identificada con potencial impacto (afectada).

Tabla 65. Especies de flora y número de individuos vegetales (árboles y arbustos) con potencial impacto (afectadas) con la construcción del proyecto.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	No. de Individuos	Status MARN 2015	UICN <sup>25</sup>
Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i> Jacq.	"jocote"	54	No enlistada	LC
	<i>Mangifera indica</i> L.	"mango"	293	No enlistada	LC
	<i>Anacardium occidentale</i> L.	"marañón"	13	No enlistada	LC
	<i>Spondias purpurea</i> L.	"pitarrillo"	1	No enlistada	LC
	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	"ron rón"	2	<b>Amenazada</b>	LC
Annonaceae	<i>Annona reticulata</i> L.	"anona"	17	No enlistada	LC
	<i>Cananga odorata</i> (Lam.) Hook. F. Y Thomson	"cananga"	7	No enlistada	LC
	<i>Annona purpurea</i> Moç. & Sessé ex Dunal	"cincuya"	10	<b>Amenazada</b>	LC
	<i>Annona muricata</i> L.	"guanaba"	4	No enlistada	LC
Apocynaceae	<i>Cascabela thevetia</i> (L.) Lippold	"chilindrón"	2	<b>Amenazada</b>	LC

<sup>25</sup> Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	No. de Individuos	Status MARN 2015	UICN <sup>25</sup>
	<i>Tabernaemontana donnell-smithii</i> Rose ex J. D. Sm.	"cojón de puerco"	17	No enlistada	LC
Araliaceae	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.	"mano de león"	5	<b>Amenazada</b>	LC
	<i>Aralia excelsa</i> (Griseb.) J. Wen	"cola de garrobo"	28	No enlistada	LC
Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i> L.	"coco"	31	No enlistada	LC
	<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd. ex R. Keith	"coyol"	9	No enlistada	LC
	<i>Adonidia merrillii</i> (Becc.) Becc.	"palmera de miami o árbol de palmera"	17	No enlistada	LC
	<i>Archontophoenix cunninghamiana</i> (H. Wendl.) H. Wendl. Y Drude	"palmera"	72	No enlistada	LC
	<i>Cyrtostachys renda</i> , Blume	"palmera"	7	No enlistada	LC
Asparagaceae	<i>Yucca gigantea</i> Lem.	"izote"	425	No enlistada	LC
Bignoneaceae	<i>Roseodendron donnell-smithii</i> (rosa) Miranda	"cortez blanco"	7	No enlistada	LC
	<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	"cortez"	16	No enlistada	LC
	<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	"jacaranda"	9	No enlistada	LC
	<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	"llama del bosque"	3	No enlistada	LC
	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC.	"maquilihuat"	190	No enlistada	LC
	<i>Crescentia cujete</i> L.	"morro"	8	No enlistada	LC
	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	"san andrés"	152	No enlistada	LC
Bixaceae	<i>Bixa orellana</i> L.	"achiote"	7	No enlistada	LC
	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	"tecomasuche"	4	No enlistada	LC
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	"laurel"	256	No enlistada	LC
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	"jiote"	32	No enlistada	LC
Cactaceae	<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill.	"nopal"	1	No enlistada	LC
Calophyllaceae	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	"barillo"	18	No enlistada	LC
Clusiaceae.	<i>Mammea americana</i> L.	"mamey"	4	No enlistada	LC
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	"capulín macho"	2	No enlistada	LC
Caricaceae	<i>Carica papaya</i> L.	"papayo"	7	No enlistada	LC
Casuarinaceae	<i>Casuarina equisetifolia</i> L.	"casuarina"	9	No enlistada	LC
Chrysobalanaceae	<i>Licania platypus</i> (Hemsl.) Fritsch	"sunza"	23	No enlistada	LC
	<i>Chrysobalanus icaco</i> L.	"icaco"	2	No enlistada	LC
Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i> L.	"almendro de playa"	4	No enlistada	LC
Convolvulaceae	<i>Ipomoea arborescens</i> (Humb. Y Bonpl. Ex Willd.) G. Don	"siete pellejos"	1	No enlistada	LC
Cordiaceae	<i>Cordia allodora</i> L.	"manune"	2	<b>Amenazada</b>	LC
	<i>Cordia dentata</i> Poir.	"tigüilote"	34	No enlistada	LC
Cupressaceae	<i>Thuja occidentalis</i> L.	"tuya"	5	No enlistada	LC
	<i>Cupressus lusitanica</i>	"ciprés"	2	No enlistada	LC
Dilleniaceae	<i>Curatella americana</i> L.	"chaparro"	1	No enlistada	LC
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i> L.	"higuerillo"	5	No enlistada	LC
	<i>Jatropha curcas</i> L.	"tempate"	3	No enlistada	LC
Fabaceae	<i>Andira inermis</i> (Wright) DC.	"almendro de río"	85	No enlistada	LC
	<i>Delonix regia</i> (Hook.) Raf.	"árbol o flor de fuego"	12	No enlistada	LC
	<i>Myroxylon balsamum</i> (L.) Harms	"bálsamo"	8	<b>Amenazada</b>	LC
	<i>Cassia grandis</i> L.f.	"carao"	6	No enlistada	LC
	<i>Bauhinia aculeata</i> L.	"casco de venado"	12	No enlistada	LC
	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	"ceiba"	21	No enlistada	LC
	<i>Albizia saman</i> (Jacq.) Merr.	"cenicero o carrito"	22	No enlistada	LC
	<i>Lonchocarpus salvadorensis</i> Pittier	"chaperno, cincho, sangre de chuchó"	253	<b>Amenazada</b>	LC
	<i>Albizia niopoides</i> (Benth.) Burkart	"conacaste blanco"	7	<b>Amenazada</b>	LC
	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	"conacaste"	76	No enlistada	LC
	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	"copinol"	10	No enlistada	LC
	<i>Inga vera</i> subsp. <i>spuria</i> (Willd.) J. Leon	"cujín"	23	No enlistada	LC
	<i>Dalbergia melanoxylon</i> Guill. & Perr.	"granadillo"	1	No enlistada	LC
	<i>Diphysa americana</i> (Mill.) M.Sousa	"guachipilín"	6	<b>Amenazada</b>	LC
	<i>Vachellia cornigera</i> (L.) Seigler y Ebinger	"izcanal"	19	No enlistada	LC

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	No. de Individuos	Status MARN 2015	UICN <sup>25</sup>
	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) De Wit	"leucaena"	18	No enlistada	LC
	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Walp.	"madrecacao"	134	No enlistada	LC
	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	"mangollano"	5	No enlistada	LC
	<i>Inga vera</i> subsp. <i>spuria</i> (Willd.) J. Leon	"nacaspilo"	7	No enlistada	LC
	<i>Inga edulis</i> Mart.	"paterno"	7	No enlistada	LC
	<i>Inga punctata</i> Willd.	"pepeto"	202	No enlistada	LC
	<i>Caesalpinia eriostachys</i> Benth.	"pintadillo"	2	No enlistada	LC
	<i>Erythrina berteroana</i> Urb.	"pito"	69	No enlistada	LC
	<i>Lysiloma divaricatum</i> (Jacq.) J.F. Macbr.	"quebracho"	11	No enlistada	LC
	<i>Tamarindus indica</i> L.	"tamarindo"	7	No enlistada	LC
	<i>Acacia pycnantha</i> Benth.	"zarzo"	21	No enlistada	LC
	<i>Quercus robur</i> L.	"roble"	4	No enlistada	LC
Hernandiaceae	<i>Gyrocarpus americanus</i> Jacq.	"volador"	32	No enlistada	LC
Juglandaceae	<i>Juglans regia</i> L.	"nogal"	5	No enlistada	LC
Lamiaceae	<i>Gmelina arborea</i> Roxb. ex Sm.	"gmelina o flor amarilla"	14	No enlistada	LC
Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill., 1768	"aguacate"	138	No enlistada	LC
	<i>Cinnamomum verum</i> J. Pres	"canelo"	9	No enlistada	LC
Lythraceae	<i>Lagerstroemia indica</i> L.	"júpiter de java"	29	No enlistada	LC
	<i>Punica granatum</i> L.	"granada"	1	No enlistada	LC
Magnoliaceae	<i>Magnolia grandiflora</i> L.	"magnolia"	2	No enlistada	LC
Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	"nance"	27	No enlistada	LC
Malvaceae	<i>Luehea candida</i> (DC.) Mart.	"cabo de hacha"	1	No enlistada	LC
	<i>Theobroma cacao</i> L.	"cacao"	4	No enlistada	LC
	<i>Sterculia apetala</i> (Jacq.) Karst.	"castaño"	3	<b>Amenazada</b>	LC
	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	"caulote"	40	No enlistada	LC
	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	"clavel"	1	No enlistada	LC
	<i>Heliocarpus appendiculatus</i> Turcz.	"mozote"	7	No enlistada	LC
Melastomataceae	<i>Miconia argentea</i> (Sw.) DC.	"cirin"	1	No enlistada	LC
Meliaceae	<i>Swietenia humilis</i> Zucc.	"caoba"	66	<b>En peligro</b>	VU
	<i>Guarea glabra</i> (Kunth) T. D. Penn.	"cedrillo"	3	No enlistada	LC
	<i>Cedrela odorata</i> L.	"cedro"	136	<b>Amenazada</b>	VU
	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss.	"neem"	9	No enlistada	LC
	<i>Melia azedarach</i> L.	"paraíso"	1	No enlistada	LC
	<i>Trichilia martiana</i> C. DC.	"trichilia"	1	No enlistada	LC
Moraceae	<i>Ficus insipida</i> Willd.	"amate"	27	No enlistada	LC
	<i>Artocarpus altilis</i> (Parkinson) Fosberg	"árbol de pan"	2	No enlistada	LC
	<i>Ficus insipida</i> Willd.	"chilamate"	8	No enlistada	LC
	<i>Ficus benjamina</i> L.	"laurel de la india"	24	No enlistada	LC
	<i>Magnolia grandiflora</i> L.	"matapalo"	1	No enlistada	LC
	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex Steud.	"mora"	11	<b>Amenazada</b>	LC
	<i>Ficus macrophylla</i> Desf.	"mujillo"	1	No enlistada	LC
	<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	"ojushte"	3	No enlistada	LC
	<i>Castilla elastica</i>	"palo de hule"	6	No enlistada	LC
Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura</i> L.	"capulín"	101	No enlistada	LC
Myrtaceae	<i>Psidium friedrichsthalianum</i> (Berg) Nied.	"arrayán"	28	No enlistada	LC
	<i>Callistemon speciosus</i> (Sims) Dulce	"calistemo"	7	No enlistada	LC
	<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	"cerezo de belice"	456	No enlistada	LC
	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	"eucalipto"	57	No enlistada	LC
	<i>Psidium guajava</i> L.	"guayabo"	50	No enlistada	LC
	<i>Syzygium malaccense</i> (L.) Merr. Y LM Perry	"marañón japones"	23	No enlistada	LC
	<i>Myrtus communis</i> L.	"mirto"	11	No enlistada	LC
	<i>Pimenta dioica</i> (L.) Merr.	"pimienta"	2	No enlistada	LC
Nyctaginaceae	<i>Bougainvillea glabra</i> Choisy	"veranera"	1	No enlistada	LC
Picramniaceae	<i>Alvaradoa amorphoides</i> Liebm.	"plumajillo"	1	No enlistada	LC
Pinaceae	<i>Pinus oocarpa</i> Schiede ex Schltdl.	"pino"	15	<b>Amenazada</b>	LC
Piperaceae	<i>Piper aduncum</i> L.	"cordoncillo"	44	No enlistada	LC
Poaceae	<i>Bambusa balcooa</i> Roxb.	"bambú"	5	No enlistada	LC
Podocarpaceae	<i>Podocarpus oleifolius</i> D. Don	"chaquiro"	2	No enlistada	LC

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	No. de Individuos	Status MARN 2015	UICN <sup>25</sup>
Polygonaceae	<i>Triplaris melaenodendron</i> (Bertol.) Standl. & Steyerf.	"mulato"	77	No enlistada	LC
	<i>Coccoloba caracasana</i> Meisn.	"paturro"	3	No enlistada	LC
Proteaceae	<i>Grevillea robusta</i> A. Cunn. ex R. Br.	"gravileo"	7	No enlistada	LC
Rhamnaceae	<i>Karwinskia calderonii</i> Standl.	"huilhuiste"	1	No enlistada	LC
Rosaceae	<i>Rhaphiolepis loquata</i> B. B. Liu & J. Wen	"barre horno"	1	No enlistada	LC
	<i>Malus domestica</i> Borkh.	"manzano"	3	No enlistada	LC
	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	"níspero"	10	No enlistada	LC
Rubiaceae	<i>Coffea arabica</i> L.	"café"	330	No enlistada	LC
	<i>Hintonia latiflora</i> (Sessé & Moc. ex DC.) Bullock	"copalchio"	13	No enlistada	LC
	<i>Ixora finlaysoniana</i> ex G. Don	"ixora"	1	No enlistada	LC
	<i>Gardenia jasminoides</i> J. Ellis	"jazmín"	1	No enlistada	LC
	<i>Morinda citrifolia</i> L.	"noni"	1	No enlistada	LC
	<i>Coffea arabica</i> L.	"zona de cafetal"	4	No enlistada	LC
Rutaceae	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm. fil.	"limón"	23	No enlistada	LC
	<i>Swinglea glutinosa</i> (Blanco) Merr.	"limonsillo"	3	No enlistada	LC
	<i>Citrus reticulata</i> Blanco	"mandarina"	4	No enlistada	LC
	<i>Casimiroa edulis</i> La Llave & Lex.	"matasano"	4	No enlistada	LC
	<i>Citrus sinensis</i> OSBECK	"naranja"	18	No enlistada	LC
Sapindaceae	<i>Sapindus saponaria</i> L.	"jaboncillo"	1	No enlistada	LC
	<i>Melicoccus bijugatus</i> Jacq.	"mamoncillo"	47	No enlistada	LC
	<i>Sapindus saponaria</i> L.	"pacún"	1	No enlistada	LC
	<i>Thouinidium decandrum</i> (Humb. & Bonpl.) Radlk.	"zorriño"	8	No enlistada	LC
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum cainito</i> L.	"caimito"	8	No enlistada	LC
	<i>Sideroxylon capiri</i> (A. DC.) Pittier	"tempisque"	5	No enlistada	LC
	<i>Pouteria sapota</i> (Jacq.) H.E. Moore & Stearn	"zapote"	12	No enlistada	LC
Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	"aceituno"	27	No enlistada	LC
Solanaceae	<i>Solanum torvum</i> Sw.	"lavaplatos"	7	No enlistada	LC
Urticaceae	<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich.	"chichicaste"	30	No enlistada	LC
	<i>Cecropia peltata</i> L.	"guarumo"	837	No enlistada	LC
<b>Total general</b>			<b>5772</b>		

VU: vulnerable, LC: Preocupación menor.  
Fuente: Inventario realizado en campo.

En la Tabla 66, puede observarse la participación de cada una de las especies vegetales inventariadas y que saldrán afectadas por el proyecto.

Tabla 66. Participación de cada una de las especies vegetales inventariadas y con potencial impacto por el proyecto.

Nombre Científico	Nombre Común	No. de Individuos	Representación de las especies (%)
<i>Cecropia peltata</i> L.	"guarumo"	837	14.50
<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	"cerezo de belice"	456	7.90
<i>Yucca gigantea</i> Lem.	"izote"	425	7.36
<i>Coffea arabica</i> L.	"café"	330	5.72
<i>Mangifera indica</i> L.	"mango"	293	5.08
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	"laurel"	256	4.44
<i>Lonchocarpus salvadorensis</i> Pittier	"chaperno, cincho, sangre de chuchó"	253	4.38
<i>Inga punctata</i> Willd.	"pepeto"	202	3.50
<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC.	"maquillishuat"	190	3.29
<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	"san andrés"	152	2.63
<i>Persea americana</i> Mill., 1768	"aguacate"	138	2.39
<i>Cedrela odorata</i> L.	"cedro"	136	2.36
<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Walp.	"madrecacao"	134	2.32
<i>Muntingia calabura</i> L.	"capulín"	101	1.75

Nombre Científico	Nombre Común	No. de Individuos	Representación de las especies (%)
<i>Andira inermis</i> (Wright) DC.	"almendro de río"	85	1.47
<i>Triplaris melaenodendron</i> (Bertol.) Standl. & Steyerm.	"mulato"	77	1.33
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	"conacaste"	76	1.32
<i>Archontophoenix cunninghamiana</i> (H. Wendl.) H. Wendl. Y Drude	"palmera"	72	1.25
<i>Erythrina berteroana</i> Urb.	"pito"	69	1.20
<i>Swietenia humilis</i> Zucc.	"caoba"	66	1.14
<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	"eucalipto"	57	0.99
<i>Spondias mombin</i> Jacq.	"jocote"	54	0.94
<i>Psidium guajava</i> L.	"guayabo"	50	0.87
<i>Melicoccus bijugatus</i> Jacq.	"mamoncillo"	47	0.81
<i>Piper aduncum</i> L.	"cordoncillo"	44	0.76
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	"caulote"	40	0.69
<i>Cordia dentata</i> Poir.	"tigüilote"	34	0.59
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	"jiote"	32	0.55
<i>Gyrocarpus americanus</i> Jacq.	"volador"	32	0.55
<i>Cocos nucifera</i> L.	"coco"	31	0.54
<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich.	"chichicaste"	30	0.52
<i>Lagerstroemia indica</i> L.	"júpiter de java"	29	0.50
<i>Aralia excelsa</i> (Griseb.) J. Wen	"cola de garrobo"	28	0.49
<i>Psidium friedrichsthalianum</i> (Berg) Nied.	"arrayán"	28	0.49
<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	"nance"	27	0.47
<i>Ficus insipida</i> Willd.	"amate"	27	0.47
<i>Simarouba amara</i> Aubl.	"aceituno"	27	0.47
<i>Ficus benjamina</i> L.	"laurel de la india"	24	0.42
<i>Licania platypus</i> (Hemsl.) Fritsch	"sunza"	23	0.40
<i>Inga vera</i> subsp. <i>spuria</i> (Willd.) J. Leon	"cujín"	23	0.40
<i>Syzygium malaccense</i> (L.) Merr. Y LM Perry	"marañón japonés"	23	0.40
<i>Citrus limon</i> (L.) Burm. fil.	"limón"	23	0.40
<i>Albizia saman</i> (Jacq.) Merr.	"cenicero o carrito"	22	0.38
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	"ceiba"	21	0.36
<i>Acacia pycnantha</i> Benth.	"zarzo"	21	0.36
<i>Vachellia cornigera</i> (L.) Seigler y Ebinger	"izcanal"	19	0.33
<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	"barillo"	18	0.31
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) De Wit	"leucaena"	18	0.31
<i>Citrus sinensis</i> OSBECK	"naranja"	18	0.31
<i>Annona reticulata</i> L.	"anona"	17	0.29
<i>Tabernaemontana donnell-smithii</i> Rose ex J. D. Sm.	"cojón de puerco"	17	0.29
<i>Adonia merrillii</i> (Becc.) Becc.	"palmera de miami o árbol de palmera"	17	0.29
<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	"cortez"	16	0.28
<i>Pinus oocarpa</i> Schiede ex Schtdl.	"pino"	15	0.26
<i>Gmelina arborea</i> Roxb. ex Sm.	"gmelina o flor amarilla"	14	0.24
<i>Anacardium occidentale</i> L.	"marañón"	13	0.23
<i>Hintonia latiflora</i> (Sessé & Moc. ex DC.) Bullock	"copalchio"	13	0.23
<i>Delonix regia</i> (Hook.) Raf.	"árbol o flor de fuego"	12	0.21
<i>Bauhinia aculeata</i> L.	"casco de venado"	12	0.21
<i>Pouteria sapota</i> (Jacq.) H.E. Moore & Stearn	"zapote"	12	0.21
<i>Lysiloma divaricatum</i> (Jacq.) J.F. Macbr.	"quebracho"	11	0.19
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex Steud.	"mora"	11	0.19
<i>Myrtus communis</i> L.	"mirto"	11	0.19
<i>Annona purpurea</i> Moç. & Sessé ex Dunal	"cincuya"	10	0.17
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	"copinol"	10	0.17
<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	"nispero"	10	0.17
<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd. ex R. Keith	"coyol"	9	0.16
<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	"jacaranda"	9	0.16
<i>Casuarina equisetifolia</i> L.	"casuarina"	9	0.16
<i>Cinnamomum verum</i> J. Pres	"canelo"	9	0.16
<i>Azadirachta indica</i> A. Juss.	"neem"	9	0.16

Nombre Científico	Nombre Común	No. de Individuos	Representación de las especies (%)
<i>Crescentia cujete</i> L.	"morro"	8	0.14
<i>Myroxylon balsamum</i> (L.) Harms	"bálsamo"	8	0.14
<i>Ficus insipida</i> Willd.	"chilamate"	8	0.14
<i>Thouinidium decandrum</i> (Humb. & Bonpl.) Radlk.	"zorrillo"	8	0.14
<i>Chrysophyllum cainito</i> L.	"caimito"	8	0.14
<i>Cananga odorata</i> (Lam.) Hook. F. Y Thomson	"cananga"	7	0.12
<i>Cyrtostachys renda</i> , Blume	"palmera"	7	0.12
<i>Roseodendron donnell-smithii</i> (rosa) Miranda	"cortez blanco"	7	0.12
<i>Bixa orellana</i> L.	"achiote"	7	0.12
<i>Carica papaya</i> L.	"papayo"	7	0.12
<i>Albizia niopoides</i> (Benth.) Burkart	"conacaste blanco"	7	0.12
<i>Inga vera</i> subsp. <i>spuria</i> (Willd.) J. Leon	"nacaspilo"	7	0.12
<i>Inga edulis</i> Mart.	"paterno"	7	0.12
<i>Tamarindus indica</i> L.	"tamarindo"	7	0.12
<i>Heliocarpus appendiculatus</i> Turcz.	"mozote"	7	0.12
<i>Callistemon speciosus</i> (Sims) Dulce	"calistemo"	7	0.12
<i>Grevillea robusta</i> A. Cunn. ex R. Br.	"gravileo"	7	0.12
<i>Solanum torvum</i> Sw.	"lavaplatos"	7	0.12
<i>Cassia grandis</i> L.f.	"carao"	6	0.10
<i>Diphysa americana</i> (Mill.) M.Sousa	"guachipilín"	6	0.10
<i>Castilla elastica</i>	"palo de hule"	6	0.10
<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.	"mano de león"	5	0.09
<i>Thuja occidentalis</i> L.	"tuya"	5	0.09
<i>Ricinus communis</i> L.	"higuerillo"	5	0.09
<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	"mangollano"	5	0.09
<i>Juglans regia</i> L.	"nogal"	5	0.09
<i>Bambusa balcooa</i> Roxb.	"bambú"	5	0.09
<i>Sideroxylon capiri</i> (A.DC.) Pittier	"tempisque"	5	0.09
<i>Annona muricata</i> L.	"guanaba"	4	0.07
<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	"tecomasuche"	4	0.07
<i>Mammea americana</i> L.	"mamey"	4	0.07
<i>Terminalia catappa</i> L.	"almendro de playa"	4	0.07
<i>Quercus robur</i> L.	"roble"	4	0.07
<i>Theobroma cacao</i> L.	"cacao"	4	0.07
<i>Coffea arabica</i> L.	"zona de cafetal"	4	0.07
<i>Citrus reticulata</i> Blanco	"mandarina"	4	0.07
<i>Casimiroa edulis</i> La Llave & Lex.	"matasano"	4	0.07
<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	"llama del bosque"	3	0.05
<i>Jatropha curcas</i> L.	"tempate"	3	0.05
<i>Sterculia apetala</i> (Jacq.) Karst.	"castaño"	3	0.05
<i>Guarea glabra</i> (Kunth) T. D. Penn.	"cedrillo"	3	0.05
<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	"ojushte"	3	0.05
<i>Coccoloba caracasana</i> Meisn.	"papurro"	3	0.05
<i>Malus domestica</i> Borkh.	"manzano"	3	0.05
<i>Swinglea glutinosa</i> (Blanco) Merr.	"limonsillo"	3	0.05
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	"ron rón"	2	0.03
<i>Cascabela thevetia</i> (L.) Lippold	"chilindrón"	2	0.03
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	"capulín macho"	2	0.03
<i>Chrysobalanus icaco</i> L.	"icaco"	2	0.03
<i>Cordia collococca</i> L.	"manune"	2	0.03
<i>Cupressus lusitanica</i>	"ciprés"	2	0.03
<i>Caesalpinia eriostachys</i> Benth.	"pintadillo"	2	0.03
<i>Magnolia grandiflora</i> L.	"magnolia"	2	0.03
<i>Artocarpus altilis</i> (Parkinson) Fosberg	"árbol de pan"	2	0.03
<i>Pimenta dioica</i> (L.) Merr.	"pimienta"	2	0.03
<i>Podocarpus oleifolius</i> D. Don	"chaquiro"	2	0.03
<i>Spondias purpurea</i> L.	"pitarrillo"	1	0.02
<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill.	"nopal"	1	0.02
<i>Ipomoea arborescens</i> (Humb. Y Bonpl. Ex Willd.) G. Don	"siete pellejos"	1	0.02
<i>Curatella americana</i> L.	"chaparro"	1	0.02



Nombre Científico	Nombre Común	No. de Individuos	Representación de las especies (%)
<i>Dalbergia melanoxyloides</i> Guill. & Perr.	"granadillo"	1	0.02
<i>Punica granatum</i> L.	"granada"	1	0.02
<i>Luehea candida</i> (DC.) Mart.	"cabo de hacha"	1	0.02
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	"clavel"	1	0.02
<i>Miconia argentea</i> (Sw.) DC.	"cirin"	1	0.02
<i>Melia azedarach</i> L.	"paraíso"	1	0.02
<i>Trichilia martiana</i> C. DC.	"trichilia"	1	0.02
<i>Magnolia grandiflora</i> L.	"matapalo"	1	0.02
<i>Ficus macrophylla</i> Desf.	"mujillo"	1	0.02
<i>Bougainvillea glabra</i> Choisy	"veranera"	1	0.02
<i>Alvaradoa amorphoides</i> Liebm.	"plumajillo"	1	0.02
<i>Karwinskia calderonii</i> Standl.	"huilihuiste"	1	0.02
<i>Rhaphiolepis loquata</i> B. B. Liu & J. Wen	"barre horno"	1	0.02
<i>Ixora finlaysoniana</i> ex G. Don	"ixora"	1	0.02
<i>Gardenia jasminoides</i> J. Ellis	"jazmín"	1	0.02
<i>Morinda citrifolia</i> L.	"noni"	1	0.02
<i>Sapindus saponaria</i> L.	"jaboncillo"	1	0.02
<i>Sapindus saponaria</i> L.	"pacún"	1	0.02
<b>TOTAL</b>		<b>5,772</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Datos de campo.

De la Tabla anterior puede notarse que las especies más representadas en la afectación serán las siguientes: "guarumo" (*Cecropia peltata* L.), "cerezo de belice" (*Syzygium cumini* (L.) Skeels), "café" (*Coffea arabica* L.), "mango" (*Mangifera indica* L.), "laurel" (*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken), "chaperno" (*Lonchocarpus salvadorensis* Pittier), "pepeto" (*Inga punctata* Willd.), "maquilishuat" (*Tabebuia rosea* (Bertol.) DC.), "san andrés" (*Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth), entre otras.

A partir de los resultados obtenidos se establece que el grado de perturbación ecológica en las zonas de influencia directa del proyecto se identificaron especies indicadoras de perturbación ecológica, por lo que existe el antecedente que no es una vegetación primaria si no más bien obedece a la sucesión o grado de respuesta en las zonas afectadas. Dentro de estas especies se pueden mencionar: "guarumo", "madrecacao", "higuerillo", "pan caliente", "chichicaste", entre otras.

Varias áreas han sido utilizadas para realizar actividades agrícolas, algunas logran conservar relictos de bosque, como los cafetales, sin embargo, otras han realizado la depredación de toda especie arbórea que pudiese estar ahí originalmente, como maizales y cañales. También existen asentamientos humanos que han contribuido con la misma depredación, estos han alterado el ecosistema al suplantar especies nativas por especies introducidas con fines ornamentales.

Sin embargo, aún por todo el impacto que presenta la zona, se logró registrar especies con categorías de conservación del MARN, varias de estas especies presentan la categoría de "en peligro de extinción", como por ejemplo "nogal", "cincho", "copalchio", "caoba" y "chaquiro". Además de encontrar especies con categoría "amenazada" como "cedro", "sangre de chucho", "roble", "castaño", "palomora", entre otras.

Con relación al número de individuos registrados la cantidad de estos aumenta debido a que existen varias especies que han sido producto de la actividad antropogénica, como ejemplo: “izote”, cerezo de belice”, “mango”, “café,” pepeto” y especies productos de alteraciones ecológicas como ejemplo: “guarumo”.

El mayor número de vegetación a ser afectadas se encuentra en el tramo con estacionamiento 19+256 hasta el final del proyecto, debido a que la longitud es mayor que los tramos ubicados en los estacionamientos 13+560 al 18+354 y del 18+354 al 19+256, siendo este último el que presenta menor número de individuos a ser afectados, debido a que es de menor longitud.

### 6.3.2.3 Fauna.

Para cada uno de los taxones se utilizó la metodología siguiente:

- Herpetofauna.

Los sitios de muestreo fueron seleccionados basándose en las condiciones ambientales del proyecto para una mayor probabilidad de encontrar ejemplares de anfibios y reptiles. El muestreo se hizo en horas diurnas, estableciendo transectos lineales mediante el método aleatorio estratificado, recorriéndolo a una velocidad constante.

Se hizo una búsqueda intensiva por encuentros visuales a fin de poder registrar diferentes especies por observación directa o a través de vocalizaciones (en el caso de los anuros). También se utilizaron técnicas indirectas como entrevistas a personal que labora en el proyecto o personas de las comunidades aledañas.

Para el caso de los reptiles se seleccionaron sitios soleados, troncos, hojarasca, rocas y arbustos que usualmente utilizan como guaridas. En el caso de los anfibios, se buscaron sitios con bastante humedad (especies nativas correspondientes a la zona), como charcas, pequeñas pozas que se forman en quebradas, ríos o caminos principales, depósitos de agua presentes en el área de muestreo. Las visitas de campo se llevaron a cabo en horario de 8:00 a 12:00 horas por la mañana y de 14:00 a 16:00 horas por la tarde. Estas horas son ideales para el muestreo de reptiles, debido a las variables climáticas que se presentan, tales como temperatura, humedad, índice UV (ultra violeta), entre otros.

- Avifauna.

Los métodos para el estudio de la avifauna se implementaron de acuerdo a los tipos de vegetación y de uso de suelo identificados en el área del proyecto.

En los tramos bajo los estacionamientos 13+560-18+354 y 19+256 hasta el final del proyecto, se implementó el método de conteo por puntos, debido a que las áreas presentaron perturbaciones antrópicas, además de ser zonas abiertas paralelas a la carretera. El método consistió en permanecer en un punto fijo previamente seleccionado y hacer el registro de las

aves vistas y escuchadas en un área limitada o ilimitada durante un período de tiempo determinado (10-30 minutos). Cada punto de conteo fue situado como mínimo en intervalos de 250 m lineales, estableciéndose a lo largo de la carretera.

En el estacionamiento 18+354 al 19+256 (zona de construcción del viaducto), el estudio de las aves se hizo mediante el método de transecto en franjas, debido al tipo de ecosistema presente (bosque de sombra). Se realizó haciendo un recorrido a velocidad constante registrando todas las aves observadas y escuchadas, deteniéndose o desviándose para identificar especies difíciles cuando fuese necesario (Ralph et al, 1996).

Los censos se hicieron en horarios de 05:30 am a 10:00 am y de 3:00 pm a 5:30 pm, debido a que estas son las horas de mayor actividad de las aves por su conducta de forrajeo. Se tomaron registros de especies residentes o migratorias, uso de hábitat, interacciones ecológicas, especies bandera (especies con importancia económica y sociocultural) y especies protegidas.

Las aves se identificaron mediante la clasificación de sus vocalizaciones y la diferenciación de sus características con base a la observación directa, utilizando binoculares Bushnell 10 X 40 mm de aumento y tomando registro fotográfico con una cámara fotográfica Canon T5 55 – 250 mm. También se hizo uso de guías taxonómicas especializadas de avifauna, como “A Guide to the Birds of Mexico and Northern Central America” (Howell & Webb, 1995) y “Peterson Field Guide to Birds of Northern Central America” (Fagan & Komar, 2016). Todas las especies de aves se registran por orden taxonómico y se incluyen en un listado general detallando su estacionalidad, hábitat, gremio ecológico, categorías de conservación nacional e internacional decretados por instituciones oficiales como el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN, 2015), la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2020) y la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres (CITES, 2020).

- Mastofauna.

El estudio de mamíferos se hizo mediante el método aleatorio estratificado, estableciéndose transectos lineales a lo largo del área del Proyecto. Recorriéndose en horas diurnas a una velocidad constante de acuerdo a la naturaleza del terreno, los cuales se ubicaron según la forma del paisaje del área de estudio (longitudes y velocidades variaron según la naturaleza del terreno a muestrear). Para los muestreos en general se usaron técnicas directas (observaciones y encuentros) e indirectas (observaciones de excretas, huellas y entrevistas), mediante una búsqueda intensiva acompañada por encuentros visuales. Se realizaron recorridos diurnos en los diferentes estratos vegetativos de la zona, promediando las horas de mayor actividad de las especies. De igual forma se identificaron sitios con potencial de ser frecuentados por algunas especies ya sean por refugio, descanso o alimentación.

Resultados.

- Herpetofauna.

Se registraron siete (7) especies de reptiles y un (1) anfibio; seis (6) identificadas por observación directa y una por identificación de madriguera. De las seis (6) especies identificadas, dos (2) se encuentran enlistadas en la Categoría Amenazada según el Acuerdo No. 74. Actualización del Listado Oficial de Especies de Vida Silvestre Amenazadas o en Peligro de Extinción, que se emitió mediante Acuerdo Ejecutivo No. 36 de fecha once de mayo de dos mil nueve, las cuales son: “garrobo” (*Ctenosaura similis*) e “iguana verde” (*Iguana iguana*), estas especies presentan la categoría de LC según UICN (2020), que indica que son especies de reptiles de preocupación menor. El “tenguereche” (*Basiliscus vittatus*), el “bebeleche” (*Anolis serranoi*), la “lagartija escamosa” (*Sceloporus squamosus*), la “Ameiva centroamericana” (*Holcosus festivus*) y la “lisa” (*Scincella assata*) son especies de lagartijas generalistas, no enlistadas por el MARN (2015), y clasificadas como preocupación menor o “LC” por UICN (2020) (ver Tabla 67).

Tabla 67. Reptiles registrados en los distintos tramos del proyecto. Febrero 2021.

No.	Familia.	Nombre científico.	Nombre Común.	Número de individuos.	Técnica utilizada.	Categoría de conservación.	
						MARN 2015.	UICN.
1	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i> (Gray, 1831)	Garrobo	2	Madriguera	Amenazada	LC
2	Iguanidae	<i>Iguana</i> (Linnaeus, 1758)	Iguana verde	1	Visualización	Amenazada	LC
3	Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i> (Wiegmann, 1828)	Tenguereche	1	Visualización	No Enlistado	LC
4	Dactyloidae	<i>Anolis serranoi</i> (Köhler, 1999)	Bebeleche	2	Visualización	No Enlistado	LC
5	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus squamosus</i> (Bocourt, 1874)	Lagartija escamosa	1	Visualización	No Enlistado	LC
6	Scincidae	<i>Scincella assata</i> (Cope, 1864)	Lisa	1	Visualización	No Enlistado	LC
7	Teiidae	<i>Holcosus festivus</i> Lichtestein, 1856	Ameiva centroamericana	1	Visualización	No enlistado	LC
8	Bufoidea	<i>Rhinella marina</i> Linnaeus, 1758	Sapo común	1	Visualización	No enlistado	LC
<b>TOTAL ESPECIES REGISTRADAS EN EL PROYECTO.</b>				<b>10</b>			

UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

LC: Preocupación menor.

Fuente: Inventario realizado en campo.

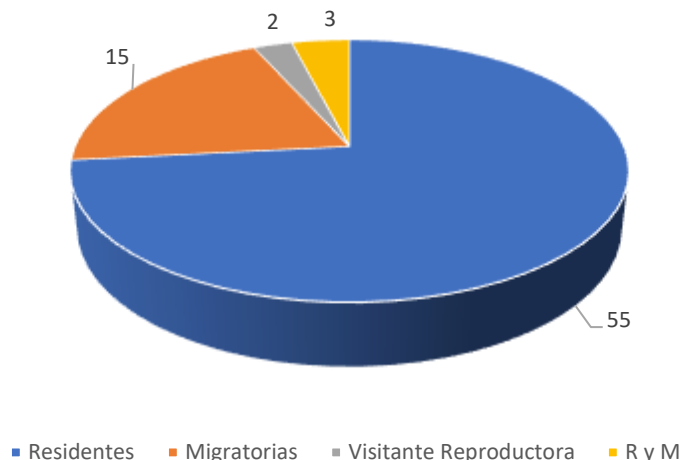
Fuente: Datos de campo.

- Avifauna.

Mediante un esfuerzo de 32 horas, distribuidos en 4 días de muestreo dedicados a la búsqueda de aves, se registraron un total de 75 especies y 1,121 individuos, agrupados en 25 familias taxonómicas.

De las especies de aves registradas, 54 son aves residentes (R) (anidan en el país), 15 son migratorias (M) (no anidan en el país y son observadas eventualmente), 2 son visitantes reproductoras (VR) (son observadas eventualmente) y 3 que pueden ser residentes y/o migratorias (R y M) (ver Ilustración 130).

Ilustración 130. Estacionalidad de las aves silvestres registradas en el proyecto.

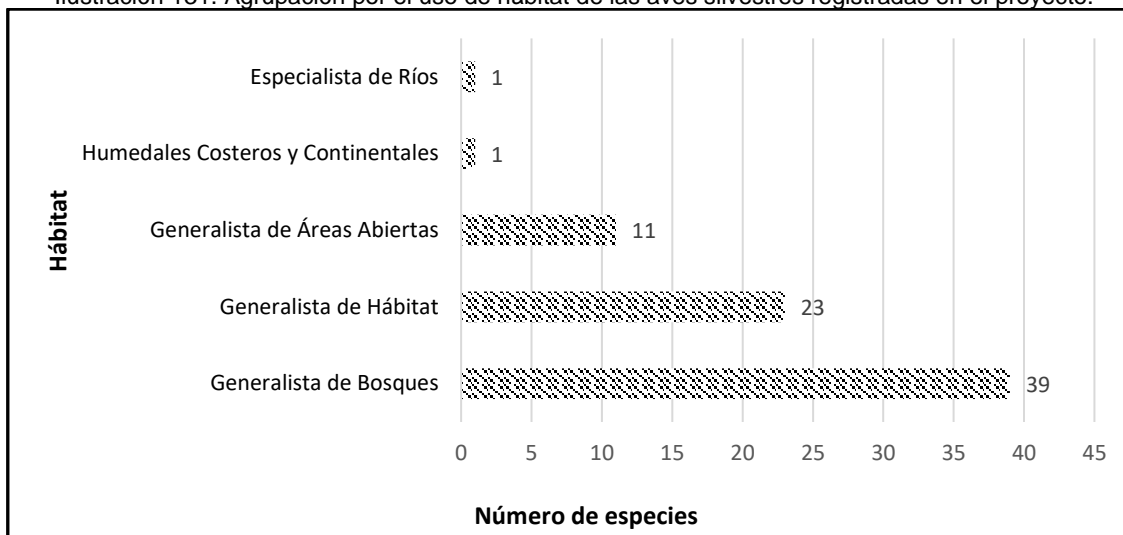


Fuente: Propia.

En el área del proyecto se identificaron diferentes tipos de hábitat, como bosques, matorrales, áreas abiertas, cuerpos de agua (ríos) y urbanizaciones en donde se registraron especies de aves adaptadas a las características ecológicas de cada uno de estos hábitats.

Los resultados indicaron que 39 especies de aves silvestres registradas en este estudio son Generalistas de Bosques (GB), 23 especies son Generalistas de Hábitat (GH), 11 especies Generalistas de Áreas Abiertas (GAA), 1 especie propia de Humedales Costeros y Continentales (HCC), y 1 especie Especialista de Ríos (ER). (Ver Ilustración 131).

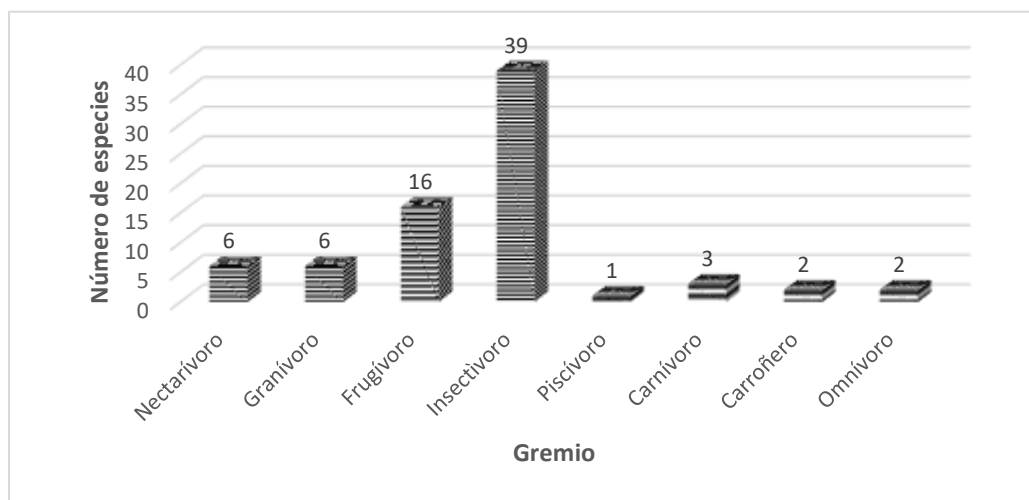
Ilustración 131. Agrupación por el uso de hábitat de las aves silvestres registradas en el proyecto.



Fuente: Propia.

Los gremios ecológicos relacionados al tipo de alimentación de las aves registradas reflejan que la mayoría de las especies tiene una dieta a base de insectos y de frutos (incluyendo semillas). El resto de las especies se agrupan en pequeños grupos con diferente tipo de dieta (ver Ilustración 132).

Ilustración 132. Agrupación de los gremios alimenticios de las aves silvestres registradas en el proyecto.



Fuente: Propia.

*Índices ecológicos para el análisis de diversidad.*

Con base al índice de diversidad de Shannon, los valores obtenidos indican una diversidad intermedia, siendo el más diverso el tramo en donde se construirá el viaducto (3.57) y el menos diverso el tramo ubicado entre los estacionamientos 19+256 hasta el final del proyecto (3.02).

Los valores coinciden con los resultados del análisis de Simpson, en donde se refleja una diversidad relativamente alta, siendo el más diverso el tramo donde se construirá el viaducto (0.95) y el menos diverso el tramo ubicado entre los estacionamientos 19+256 hasta el final del proyecto (0.93).

De acuerdo a la dominancia, los valores de Simpson son similares, habiendo especies con mayor dominancia en los estacionamientos 13+560 al 18+400 (0.06) y entre los estacionamientos 19+256 hasta el final del proyecto (0.06).

No obstante, desde el punto de vista ecológico, estos valores no determinan en forma absoluta la diversidad y dominancia entre sectores del proyecto, debido a que estas comparaciones se hacen entre los ecosistemas pertenecientes a la zona del proyecto y no a ecosistemas vírgenes en sucesiones primarias. En la Tabla 68, se presentan los índices de diversidad calculados para el proyecto.

Tabla 68. Valores de los índices de diversidad de Shannon y de Simpson de las comunidades de aves presentes en el área del proyecto.

ÍNDICES DE DIVERSIDAD	Estacionamientos		
	13+560 al 18+400	18+400 al 19+256.	19+256 al final del proyecto.
Shannon	3.21	3.57	3.02
Simpson (D)	0.06	0.04	0.06
Simpson (SI)	0.94	0.95	0.93

Fuente: Datos de campo.

El Índice de diversidad de Shannon especifica la diversidad existente entre ecosistemas, mientras que el Índice de diversidad de Simpson cuantifica la diversidad de especies que existe en un hábitat determinado. Cuando el valor de la dominancia (D) se acerca al cero, indica que hay baja dominancia de especies y una alta diversidad de especies en una zona de estudio.

*Especies protegidas con categorías de conservación*

Se encontraron aves que se incluyen en el listado nacional de especies amenazadas (MARN, 2015), tales como *Psittacara strenuus* (pericón verde), *Eupsitula canicularis* (chocoyo) y *Brotogeris jugularis* (catalnica).

Todas las especies tienen la categoría **LC** (De preocupación menor), por parte de IUCN (2019).

Según CITES (2017), incluye a las familias Accipitridae: *Buteo platypterus* (gavilán aludo), *Buteo plagiatus* (aguililla gris) y *Rupornis magnirostris* (gavilán de caminos), las especies de la familia Trochilidae: *Campylopterus hemileucurus* (fandanguero morado), *Amazilia rutila* (colibrí canelo), *Amazilia beryllina* (colibrí de berilo), *Archilocus colibrís* (colibrí gorgirrubí) y *Heliomaster longirostris* (picolargo coroniazul) y a la familia Psittacidae: *Psittacara strenuus* (pericón verde), *Eupsitula canicularis* (chocoyo) y *Brotogeris jugularis* (catalnica), que no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, pero su comercio es restringido con el fin de evitar su utilización que pueda afectar la supervivencia.

#### *Listado taxonómico general de las especies encontradas en el área del proyecto*

En la Tabla 69, se presenta un listado general en donde se detallan las especies encontradas en el área del proyecto durante los muestreos realizados, nombres comunes, nombre científico, frecuencia, estacionalidad, gremios ecológicos alimenticios, hábitat preferido de las especies, las categorías de conservación nacional, decretadas por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) y las categorías de conservación internacional, decretadas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) y de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES).



Tabla 69. Avifauna registrada y con posibilidades de ser impactada con la construcción de la carretera.

No.	Familia	Especie	Nombre común	Número de individuos	Estaciona lidad	Hábitat	Gremio Alimentario	Status MARN <sup>26</sup>	CITES <sup>27</sup>	UICN <sup>28</sup>
1	<b>Cracidae</b>	<i>Ortalis leucogastra</i> Gould, 1843	"chachalaca"	1.00	R	GB	Frugívoro	No enlistada	-	LC <sup>29</sup>
2		<i>Coragyps atratus</i> (Bechstein, 1793)	"zopilote negro"	53.00	R y M	GH	Carroñero	No enlistada	-	LC
3	<b>Cathartidae</b>	<i>Cathartes aura</i> Linnaeus, 1758	"zope cabeza roja"	37.00	R y M	GH	Carroñero	No enlistada	-	LC
4	<b>Accipitridae</b>	<i>Buteo platypterus</i> (Vieillot, 1823)	"gavilán aludo"	2.00	M	GH	Carnívoro	No enlistada	II	LC
5		<i>Buteo plagiatus</i> (Schlegel 1862)	"aguililla gris"	2.00	R	GH	Carnívoro	No enlistada	II	LC
6		<i>Rupornis magnirostris</i> (Gmelin, 1788)	"gavilán de caminos"	1.00	R	GH	Carnívoro	No enlistada	II	LC
7		<i>Columba livia</i> Gmelin, 1789	"paloma doméstica"	7.00	R	GAA	Granívoro	No enlistada	-	LC
8		<i>Patagioenas flavirostris</i> (Wagler, 1831)	"paloma patacona"	36.00	R	GH	Granívoro	No enlistada	-	LC
9		<i>Leptotila verreauxi</i> (Bonaparte, 1855) <sup>2</sup>	"paloma suelera"	2.00	R	GB	Granívoro	No enlistada	-	LC
10	<b>Columbidae</b>	<i>Columbina talpacoti</i> Temminck, 1810	"tortolita rojiza"	11.00	R	GAA	Granívoro	No enlistada	-	LC
11		<i>columbina inca</i> (Lesson, 1847)	"tortolita colilarga"	1.00	R	GAA	Granívoro	No enlistada	-	LC
12		<i>Zenaida asiatica</i> (Linnaeus, 1758)	"paloma ala blanca"	92.00	R	GH	Granívoro	No enlistada	-	LC
13		<i>Piaya cayana</i> (Linnaeus, 1766)	"plátano asado"	2.00	R	GB	Insectívoro	No enlistada	-	LC
14	<b>Cuculidae</b>	<i>Crotophaga sulcirostris</i> (Swainson, 1827)	"pijuyo"	1.00	R	GH	Insectívoro	No enlistada	-	LC
15	<b>Apodidae</b>	<i>Chaetura vauxi</i> (Townsend, 1839)	"vencejo de vaux"	5.00	R	GAA	Insectívoro	No enlistada	-	LC
16		<i>Campylopterus hemileucurus</i> (Deppe, 1830)	"fandanguero morado"	4.00	R	GB	Nectarívoro	No enlistada	II	LC
17	<b>Trochilidae</b>	<i>Amazilia rutila</i> DeLattre, 1842	"colibrí canelo"	10.00	R	GH	Nectarívoro	No enlistada	II	LC
18		<i>Amazilia beryllina</i> (Deppe, 1830)	"colibrí de berilo"	2.00	R	GH	Nectarívoro	No enlistada	II	LC
19		<i>Archilochus colubris</i> (Linnaeus, 1758)	"colibrí gorjirrubí"	6.00	M	GH	Nectarívoro	No enlistada	II	LC
20		<i>Helimaster longirostris</i> (Audebert & Vieillot, 1801) <sup>2</sup>	"picolargo coroniazul"	1.00	R	GB	Nectarívoro	No enlistada	II	LC
21	<b>Psittacidae</b>	<i>Psittacara strenuus</i> (Ridgway, 1915)	"pericón verde"	20.00	R	GH	Frugívoro	Amenazada	II	LC
22		<i>Eupsittula canicularis</i> (Linnaeus, 1758)	"perico chocoyo"	21.00	R	GH	Frugívoro	Amenazada	II	LC
23		<i>Brotogeris jugularis</i> (Müller, 1776)	"catalnica"	20.00	R	GH	Frugívoro	Amenazada	II	LC
24	<b>Momotidae</b>	<i>Momotus lessonii</i> Lesson, 1842	"talapo"	2.00	R	GB	Insectívoro	No enlistada	-	LC
25		<i>Eumomota superciliosa</i> Sandbach, 1837	"torogóz"	4.00	R	GH	Insectívoro	No enlistada	-	LC
26	<b>Alcenidae</b>	<i>Chloroceryle americana</i> (Gmelin, 1788)	"martín pescador"	1.00	R	HCC	piscívoro	No enlistada	-	LC
27	<b>Picidae</b>	<i>Melanerpes aurifrons</i> (Wagler, 1829)	"cheje"	9.00	R	GH	Insectívoro	No enlistada	-	LC
28		<i>Colaptes rubiginosus</i> (Swainson, 1820) <sup>2</sup>	"carpintero oliváceo"	3.00	R	GH	Insectívoro	No enlistada	-	LC
29	<b>Furnariidae</b>	<i>Xiphorhynchus flavigaster</i> Swainson, 1827	"trepatroncos"	4.00	R	GB	Insectívoro	No enlistada	-	LC

<sup>26</sup> **Status MARN:** Acuerdo No. 74. Actualización del Listado Oficial de Especies de Vida Silvestre Amenazadas o en Peligro de Extinción, que se emitió mediante Acuerdo Ejecutivo No. 36 de fecha once de mayo de dos mil nueve.

<sup>27</sup> **CITIES:** Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres

<sup>28</sup> **UICN:** Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

<sup>29</sup> **LC:** Preocupación menor.

No.	Familia	Especie	Nombre común	Número de individuos	Estaciona lidad	Hábitat	Gremio Alimentario	Status MARN	CITES	UICN
30	<b>Tyraniidae</b>	<i>Contopus cinereus</i> (Spix, 1825)	"mosquero"	1.00	R y M	GB	Insectívoro	No enlistada	-	LC
31		<i>Empidonax minimus</i> (Baird, 1843)	"mosquero mínimo"	2.00	M	GB	Insectívoro	No enlistada	-	LC
32		<i>Sayornis nigricans</i> (Swainson, 1827)	"mosquero negro"	1.00	R	ER	Insectívoro	No enlistada	-	LC
33		<i>Pitangus sulphuratus</i> (Linnaeus, 1766)	"cristo fue"	19.00	R	GB	Insectívoro	No enlistada	-	LC
34		<i>Myiozetetes similis</i> (Spix, 1825)	"luís gregario"	63.00	R	GB	Insectívoro	No enlistada	-	LC
35		<i>Megarynchus pitangua</i> (Linnaeus, 1766)	"luis piquigrueso"	3.00	R	GB	Insectívoro	No enlistada	-	LC
36		<i>Tyrannus melancholicus</i> (Vieillot, 1819)	"mosquero"	35.00	R	GAA	Insectívoro	No enlistada	-	LC
37		<i>Myiodinastes luteiventris</i> (P.L. Sclater, 1859)	"Huisillo"	1.00	VR	GB	Insectívoro	No enlistada	-	LC
38	<b>Tityridae</b>	<i>Tityra semifasciata</i> (Spix, 1825)	"titira enmascarada"	3.00	R	GB	Frugívoro	No enlistada	-	LC
39	<b>Vireonidae</b>	<i>Cyclarhis gujanensis</i> (Gmelin, 1789)	"vireo cejirrufo"	2.00	R	GB	Insectívoro	No enlistada	-	LC
40		<i>Vireo flavoviridis</i> (Cassin, 1851)	"vireo recluta"	6.00	VR	GB	Insectívoro	No enlistada	-	LC
41	<b>Corvidae</b>	<i>Calocitta formosa</i> (Swainson, 1827)	"urraca"	4.00	R	GH	Omnívoro	No enlistada	-	LC
42	<b>Hirundinidae</b>	<i>Stelgidopteryx serripennis</i> (Audubon, 1838)	"golondrina aliserrada"	78.00	R	GAA	Insectívoro	No enlistada	-	LC
43		<i>Progne chalybea</i> (Gmelin, 1789)	"golondrina pechigris"	4.00	R	GAA	Insectívoro	No enlistada	-	LC
44	<b>Troglodytidae</b>	<i>Campylorhynchus rufinucha</i> (Lesson, 1838)	"guacalchilla"	24.00	R	GB	Insectívoro	No enlistada	-	LC
45		<i>Troglodytes aedon</i> (Vieillot, 1809)	"saltapared"	7.00	R	GH	Insectívoro	No enlistada	-	LC
46	<b>Poliptilidae</b>	<i>Poliptila caerulea</i> (Linnaeus, 1766)	"perlita grisilla"	1.00	M	GB	Insectívoro	No enlistada	-	LC
47	<b>Turdidae</b>	<i>Turdus grayi</i> Bonaparte, 1838	"chonte"	60.00	R	GH	Frugívoro	No enlistada	-	LC
48		<i>Catharus ustulatus</i> (Nuttall, 1840)	"zorzalito de swainson"	1.00	M	GB	Insectívoro	No enlistada	-	LC
49	<b>Fringilidae</b>	<i>Spinus psaltria</i> (Say, 1823)	"dominico dorsioscuro"	18.00	R	GH	Insectívoro	No enlistada	-	LC
50		<i>Euphonia affinis</i> (Lesson, 1842)	"eufonia"	12.00	R	GH	Insectívoro	No enlistada	-	LC
51	<b>Icteridae</b>	<i>Icterus spurius</i> (Linnaeus, 1758)	"bolsero castaño"	15.00	M	GB	Frugívoro	No enlistada	-	LC
52		<i>Icterus galbula</i> (Linnaeus, 1758)	"bolsero de baltimore"	32.00	M	GB	Frugívoro	No enlistada	-	LC
53		<i>Icterus pustulatus</i> (Wagler, 1829)	"bolsero dorsirrayado"	6.00	R	GB	Frugívoro	No enlistada	-	LC
54		<i>Icterus gularis</i> (Wagler, 1829)	"bolsero de altamira"	5.00	R	GB	Frugívoro	No enlistada	-	LC
55		<i>Dives</i> (Deppe, 1830)	"tordo cantor"	31.00	R	GB	Frugívoro	No enlistada	-	LC
56		<i>Molothrus aeneus</i> (Wagler, 1829)	"tordito ojirrojo"	1.00	R	GB	Insectívoro	No enlistada	-	LC
57		<i>Quiscalus mexicanus</i> (Gmelin, 1788)	"zanate"	90.00	R	GH	Omnívoro	No enlistada	-	LC
58	<b>Parulidae</b>	<i>Oreothlypis peregrina</i> (Wilson, 1811)	"chipe peregrino"	55.00	M	GB	Insectívoro	No enlistada	-	LC
59		<i>Basileuterus rufifrons</i> (Swainson, 1838)	"chipe gorrirojo"	10.00	R	GB	Insectívoro	No enlistada	-	LC
60		<i>Setophaga petechia</i> (Linnaeus, 1766)	"chipe amarillo"	32.00	M	GB	Insectívoro	No enlistada	-	LC
61		<i>Setophaga ruticilla</i> (Linnaeus, 1758)	"pavito migratorio"	2.00	M	GB	Insectívoro	No enlistada	-	LC
62		<i>Geothlypis tolmiei</i> (Townsend, 1839)	"chipe de tolmie"	1.00	M	GB	Insectívoro	No enlistada	-	LC
63		<i>Mniotilta varia</i> (Linnaeus, 1766)	"chipe trepador"	2.00	R	GB	Insectívoro	No enlistada	-	LC
64	<b>Cardinalidae</b>	<i>Piranga rubra</i> (Linnaeus, 1758)	"tángara roja"	11.00	M	GB	Insectívoro	No enlistada	-	LC
65		<i>Piranga ludoviciana</i> (Wilson, 1811)	"tángara occidental"	7.00	M	GB	Insectívoro	No enlistada	-	LC
66		<i>Passerina cyanea</i> (Linnaeus, 1766)	"colorín azul"	3.00	M	GAA	Insectívoro	No enlistada	-	LC
67		<i>Passerina caerulea</i> (Linnaeus, 1758)	"Picogrueso azul"	4.00	R	GAA	Frugívoro	No enlistada	-	LC
68		<i>Pheucticus ludovicianus</i> (Linnaeus, 1766)	"puñalada"	1.00	M	GB	Insectívoro	No enlistada	-	LC
69	<b>Thraupidae</b>	<i>Saltator coerulescens</i> Vieillot, 1817	"dichoso fui"	41.00	R	GB	Frugívoro	No enlistada	-	LC
70		<i>Saltator atriceps</i> (Lesson, 1832)	"chepito"	6.00	R	GB	Frugívoro	No enlistada	-	LC

No.	Familia	Especie	Nombre común	Número de individuos	Estaciona lidad	Hábitat	Gremio Alimentario	Status MARN	CITES	UICN
71		<i>Cyanerpes cyaneus (Linneo, 1766)</i>	"mielero"	32.00	R	GB	Insectívoro	No enlistada	-	LC
72		<i>Thraupis episcopus (Linnaeus, 1766)2</i>	"azulejo"	14.00	R	GB	Frugívoro	No enlistada	-	LC
73		<i>Thraupis abbas (W. Deppe, 1830)2</i>	"tángara ala amarilla"	11.00	R	GB	Frugívoro	No enlistada	-	LC
74		<i>Volatinia jacarina (Linnaeus, 1766)</i>	"volatín"	1.00	R	GAA	Insectívoro	No enlistada	-	LC
75		<i>Sporophila morelleti (Bonaparte, 1850)</i>	"corbatín"	3.00	R	GAA	Insectívoro	No enlistada	-	LC

**GB:** Generalista de bosques. **GH:** Generalista de hábitat. **GAA:** Generalista de áreas abiertas. **HCC:** Humedales costeros y continentales. **ER:** Especialista de ríos. **R:** Residente. **M:** Migratoria. **RyM:** Residente y Migratoria. **VR:** Visitante Reproductora  
 Fuente: Inventario realizado en campo.

- Mastofauna.

En los recorridos realizados se identificaron 5 especies de mamíferos: 2 especies determinadas por entrevistas a las personas residentes del área, 2 por visualización directa y una especie identificada por rastros.

Una de las especies registradas, el tepezcuintle (*Cuniculus paca*) tiene categoría amenazada según el Acuerdo No. 74. Actualización del Listado Oficial de Especies de Vida Silvestre Amenazadas o en Peligro de Extinción, que se emitió mediante Acuerdo Ejecutivo No. 36 de fecha once de mayo de dos mil nueve, el resto de especies identificadas no se encuentran enlistadas. Todas las especies tienen categorías de preocupación menor (LC), según UICN (2020) (ver Tabla 70).

Tabla 70. Mamíferos registrados en el proyecto. Febrero 2021.

No.	Familia	Especie	Nombre común	Número de individuos.	Técnica	MARN 2015	UICN
1	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i> Zimmermann, 1780	venado cola blanca	1	Entrevista	-	LC
2	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i> (Linnaeus, 1766)	tepezcuintle	1	Entrevista	A	LC
3	Sciuridae	<i>Sciurus variegatoides</i> Ogilby, 1839	ardilla gris	3	Visualización	-	LC
4	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i> Linnaeus, 1758	mapache	1	Huellas	-	LC
5	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i> Gray, 1842	cotuza	2	Visualización	-	LC
<b>TOTAL ESPECIES POR TRAMO</b>				<b>8</b>			

UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

LC: Preocupación menor.

Fuente: Inventario realizado en campo.

Fuente: Datos de campo.

De acuerdo a los resultados obtenidos puede concluirse que el número de especies e individuos de anfibios, reptiles y mamíferos registrados para este estudio fue mínimo, debido a lo alterado de la zona, lo cual posibilita que ellos se desplacen cordillera adentro.

En el grupo taxonómico de avifauna, registró 75 especies, de las cuales 55 son residentes, 15 migratorias, 3 especies residentes y migratorias y 2 visitantes reproductoras.

Se identificaron 39 especies generalistas de bosque (GB), 23 especies de aves generalistas de hábitat (GH), 11 especies generalistas de áreas abiertas (GAA), 1 especie especialista de hábitat ripario (ER) y 1 especie de humedales costero continentales (HCC).

Las especies de aves con mayor abundancia de individuos fueron: *Zenaida asiatica* “paloma ala blanca” (92), *Quiscalus mexicanus* “zanate” (90), *Stelgidopteryx serripennis* “golondrina aliserrada” (78), *Myiozetetes similis* “chio” (63), *Turdus grayi* (60) y *Oreothlypis peregrina* (55) y *Coragyps athratus* (53).

Los gremios ecológicos alimenticios en los que se agruparon las especies de aves registradas en el estudio, en su mayoría tienen una dieta insectívora y frugívora. El resto de especies se agrupan en pequeños grupos con diferentes tipos de dieta, como granívoras, nectarívoras, carnívoras, carroñeras, omnívoras y piscívora. Las especies de aves omnívoras (*Calocitta formosa*) “urraca” y (*Quiscalus mexicanus*) “zanate”, son las que se alimentan de lo que encuentren a su disposición, por eso su facilidad de adaptación en ambientes urbanos perturbados.

La vegetación existente desde el estacionamiento 13+256 hasta el 19+256, funciona como un corredor ecológico para varias especies de aves, que se desplazan a través de la Cordillera El Bálsamo, utilizando el bosque para su desplazamiento, refugio y fuente de alimentación.

El tramo en donde se construirá el viaducto, es el más diverso en cuanto a registros de especies de aves y mamíferos, esto tiene relación por el tipo de vegetación que se compone de un bosque cerrado con árboles maduros, de gran altura y copas extendidas (bien desarrollados con epifitas como orquídeas y bromelias en sus ramas y troncos). El sotobosque es poco desarrollado, el río Los Chorros es de aguas contaminadas, laderas degradadas y abundante vegetación indicadora de perturbación (“guarumo”) al igual que especies herbáceas. El tipo de ecosistema identificado en este tramo es un bosque húmedo subtropical modificado para el cultivo de café y un sistema agroforestal multiespecífico en condiciones de abandono.

Los hábitats muestreados principalmente el ubicado entre el estacionamiento 19+256 y el final del proyecto, se encuentran altamente fragmentados y perturbados por acciones antropogénicas (actividades agropecuarias, industria, aguas contaminadas y desarrollo urbano). Debido a la fragmentación y perturbación de los ecosistemas, las redes tróficas se reducen y en consecuencia la presencia de la fauna en general se reduce considerablemente. Esto limita los recursos fundamentales como: el desplazamiento dentro del ecosistema, disponibilidad de refugio, alimento, así como los sitios de descanso, anidación y/o reproducción, entre otras.

Las alteraciones en los ecosistemas y sus hábitats afectan directa e indirectamente a las poblaciones de aves silvestres, sea desplazando a especies sensibles, por la eliminación de sitios de descanso, de reproducción y de obtención de alimento o por favorecer la presencia de especies de aves invasoras y depredadoras.

La diferencia de registros en la cantidad de especies de aves es mayor en comparación con los grupos taxonómicos de anfibios, reptiles y mamíferos debido a que las aves pueden desplazarse entre ecosistemas mediante el vuelo, superando las barreras físicas tales como: carreteras, zonas urbanas, cultivos y cuerpos de agua, entre otras. En el Apéndice 15 el plano de avistamiento e inventario de fauna identificada con potencial impacto (afectada).

### 6.3.3 Medio socioeconómico

#### 6.3.3.1 Generalidades.

El Área de Influencia Directa (AID) del proyecto, se considera cercana a los 300 m a ambos lados del eje central de la vía y está conformada por 7 Cantones y dos Áreas Urbanas, los que en su conjunto aglutinan a 176,897 habitantes (DIGESTYC, 2007); al inicio del proyecto el área urbana de Santa Tecla y Cantón Quequeisque; en la parte central del proyecto se encuentra el área urbana de Colón y los cantones de El Capulín, El Manguito, todos del municipio de Colón; y al final del proyecto se encuentra el cantón Las Moras, cantón Lourdes (del municipio de Colón) y los cantones Sitio del Niño y Las Delicias (del municipio de San Juan Opico). En la Tabla 71, se muestra el nombre del cantón y la población según del proyecto.

Tabla 71. Cantones y población de área de influencia directa.

Área Urbana/Cantón.	Hombres.	Mujeres.	Total.
Área urbana de Santa Tecla.	46,821	56,554	103,375
Quequeisque.	71	76	147
Área urbana de Colón.	756	864	1,620
El Capulín.	8,198	9,175	17,373
El Manguito.	165	153	318
Las Moras.	4,342	4,921	9,263
Lourdes.	13,077	14,691	27,768
Sitio del Niño.	3,185	3,643	6,828
Las Delicias.	4,819	5,386	10,205
<b>Total.</b>	<b>81,434</b>	<b>95,563</b>	<b>176,897</b>

Fuente: Censo de DIGESTYC 2007

Para el Área de Influencia Indirecta (AII) se tomaron en consideración los cantones y caseríos que se ubican a partir de los 301 m hasta los 500 m a cada lado de la vía. Dentro del AII, se localizan 2 cantones (El Cobanal y Botoncillal) que pertenecen al municipio de Colón; los cuales aglutinan a 8,124 habitantes (DIGESTYC, 2007) (ver Tabla 72).

Tabla 72. Cantón y población de área de influencia indirecta

Cantón	Hombres	Mujeres	Total
El Cobanal	1,414	1,530	2,944
Botoncillal	2,497	2,683	5,180
<b>Total</b>	<b>3,911</b>	<b>4,213</b>	<b>8,124</b>

Fuente: Censo de DIGESTYC 2007

Considerando la importancia como corredor vial estratégico del segmento de carretera en estudio, existe otra población beneficiaria del proyecto conformada por aquellos que se trasladan desde y hacia el occidente del país a los departamentos de Santa Ana, Sonsonate y Ahuachapán. Los datos obtenidos en el Estudio de Tráfico elaborado como parte del Estudio de Factibilidad del proyecto muestra que la población beneficiaria es de 57,676 conductores que utilizan diariamente la carretera, el 23% corresponde al eje CA8W-Santa Tecla y viceversa, el 77% restante corresponde al eje Santa Tecla-Santa Ana y viceversa, según el mismo estudio de tráfico, el 80% de los usuarios realizan a diario viajes de ida y vuelta sobre la carretera CA01W tramo Intersección Boulevard Monseñor Romero-Desvío San Juan Opico.

### 6.3.3.2 Descripción general de los municipios influenciados con el proyecto

El proyecto de construcción del viaducto y ampliación de la carretera CA01W, incluye a tres municipios del departamento de La Libertad: Santa Tecla, Colón y San Juan Opico. A continuación, se realiza la descripción de las características más relevantes de los municipios influenciados.

- Municipio de Santa Tecla.
- ✓ Localización del municipio.

El municipio de Santa Tecla se ubica en el departamento de La Libertad, del cual es su cabecera departamental. Se localiza sobre la Carretera Panamericana a 10 km de la capital, San Salvador. Limita al norte con los municipios de Colón, San Juan Opico, Quezaltepeque y Nejapa; al Sur con el Municipio de La Libertad; al oeste con los municipios de Talnique y Comasagua y al Este con los Municipios de San Salvador, Antigua Cuscatlán, Nuevo Cuscatlán y San José Villanueva.

- ✓ Extensión territorial y división político-administrativa.

La extensión territorial es de 112.2 km<sup>2</sup>, correspondiendo 9.0 km<sup>2</sup> al área urbana y 103.0 km<sup>2</sup> al área rural, está situado a una altitud de 789 msnm. Cuenta con una población de 122,218 habitantes. Con una densidad poblacional de 1,086.52 habitantes por km<sup>2</sup>. En la Ilustración 133, se muestra la división político-administrativa de Santa Tecla.

Ilustración 133. División político-administrativa de Santa Tecla.



Fuente: Plan Estratégico Participativo Santa Tecla, 2001.

✓ Breve historia de su fundación.

La fundación de la ciudad de Santa Tecla se remonta al terremoto que el 16 de abril de 1854 a la medianoche, destruyó la ciudad de San Salvador, capital de la República. El corazón político del país se trasladó a la ciudad de Cojutepeque, los vecinos solicitaron al presidente José María San Martín la búsqueda de un nuevo emplazamiento para la ciudad capital. Una comisión de notables nombrada para tal fin recomendó el 4 de junio de ese mismo año la llanura de Santa Tecla para instalar la nueva capital. La ciudad se nombró Nueva San Salvador y fue nombrada capital por decreto del Supremo poder Ejecutivo del 8 de agosto de 1854. El 5 de febrero de 1855 el decreto legislativo es ratificado por dos cámaras Legislativas en Cojutepeque oficializando el nombre de Nueva Ciudad de San Salvador como capital del Estado. El primer alcalde de la ciudad, don Santiago Vilanova tomó posesión el 1 de enero de 1856.

Sin embargo, ni los palacios de gobierno ni los enormes templos católicos previstos fueron construidos; el 28 de junio de 1858, el jefe del estado Capitán General Gerardo Barrios decretó el retorno del gobierno desde Cojutepeque a la antigua San Salvador.

El 20 de noviembre del 2003, se emitió el Decreto Legislativo número 201, publicado el 22 de diciembre de 2003 el cual declaró que Ciudad de Santa Tecla es el nombre oficial de la cabecera del departamento de La Libertad, fundada el 8 de agosto de 1854 en el llano de la Hacienda Santa Tecla.

✓ Fiestas patronales.

Las fiestas patronales del municipio se celebran del 1 al 30 de diciembre de cada año, en honor al Niño Jesús, siendo el punto álgido el día 25 de diciembre. Los actos incluyen la elección de la reina de los festejos, eventos culturales y carnaval.

✓ Equipamiento social del municipio

El municipio de Santa Tecla cuenta con el siguiente equipamiento social:

Complejo Deportivo El Cafetalón: 12 manzanas de terreno para la práctica de diversos deportes. El terreno fue donado a la municipalidad por Eduardo Guirola el 3 de julio de 1941.

Estadio Las Delicias: Ubicado en la colonia del mismo nombre, escenario sede del club de primera división Santa Tecla FC. Tiene capacidad para 8 mil espectadores.

Gimnasio Municipal José Adolfo Pineda: Sus instalaciones son utilizadas para la práctica del baloncesto, con un área total de 2,400 m<sup>2</sup> y capacidad para 750 personas en graderías.

Paseo El Carmen: El Ministerio de Turismo lo declaró Centro Turístico de interés Nacional en diciembre de 2012.

Museo Tecléño: Ubicado en la antigua Penitenciaría Municipal, inaugurado oficialmente el 30 de abril de 2010. Las instalaciones fueron construidas entre 1901 y 1902 como prisión



municipal. Durante la década de 1980 tuvo su período más oscuro, al servir como cárcel para reos políticos donde opositores al gobierno eran torturados.

Biblioteca Dr. Manuel Gallardo. Fundada en 1948 por el Dr. Gallardo quien puso a disposición su colección personal de 10,000 libros. Para el 2007 el acervo bibliotecario se estimó en 100,000 ejemplares.

Club Tecleño: Su fundación se remonta a noviembre de 1892 cuando un grupo de ciudadanos solicitaron la inscripción de los Estatutos de una corporación denominada Club Tecleño con el objeto de brindar distracción lícita y honesta. En 1943 el edificio fue remodelado con estilo colonial español.

Hospital San Rafael: Su fundación se remonta a 1864, cuando doña María Josefa de la Luz Saldaña fundó la “Casa de Misericordia” en una modesta casa de su propiedad. El gobierno de la República encabezado por Rafael Zaldívar donó un terreno de dos manzanas de la finca Santa María al hospital iniciándose en 1880. El 13 de enero de 1890 se aprueban los primeros estatutos del hospital dirigido por una junta de caridad. En 1909 el Hospital pasa a ser dirigido por directores nombrados por el Gobierno de la República. Actualmente brinda atención las 24 horas los 365 días del año, cuenta con Unidades de Cuidados Intensivos, Intermedios, Laboratorio Clínico, Neonatología, entre otros.

Centros Educativos: El municipio cuenta con 91 Centros Educativos, de los cuales 34 son públicos y 61 son privados.

Santa Tecla cuenta con 1 dormitorio municipal.  
Cuenta con parque recreativo El Cafetalón, Parque San Martín.  
Cuenta con Juzgado de Paz, Centro Judicial Integrado.

✓ Economía del municipio

Santa Tecla es uno de los municipios que presenta mayor desarrollo económico en el Área Metropolitana de San Salvador. Su Índice de Desarrollo Humano es el segundo más alto del país, equivalente a 0.835, solo por detrás de Antiguo Cuscatlán (0.878). La economía es dominada por el sector servicios y comercio. Según el Directorio de Unidades Económicas de la DIGESTYC de 2012, el comercio representaba el 51.90 de las unidades productivas existentes en el municipio, es decir, de micro, pequeñas, medianas y grandes empresas registradas en el municipio (ver Tabla 73).

Tabla 73. Actividades económicas y personal ocupado

Sector económico	Unidades económicas	%	Personal ocupado
Agroindustria	1	0.02	5
Comercio	2,697	51.90	9,806
Construcción	18	0.35	178
Electricidad	6	0.12	3,016
Industria	578	11.12	5,197
Servicios	1,837	35.35	14,636
Transporte	59	1.14	525

Sector económico	Unidades económicas	%	Personal ocupado
Total	5,196		33,363

Fuente: DIGESTYC V Censo de Población y VI de Vivienda 2007

En cuanto a la producción agropecuaria, el principal producto en el municipio es el café, seguido de hortalizas y granos básicos, principalmente cultivos de subsistencia.

De acuerdo a datos del IV Censo Agropecuario, realizado por el Ministerio de Agricultura en 2009, en Santa Tecla existían 1993 productores, de los cuales 764 eran productores comerciales y 1,229 se clasifican como pequeños productores. Otros 9,652 hogares se clasificaron como productores de subsistencia.

✓ Población

Según datos del censo de población y vivienda 2007, Santa Tecla cuenta con un total de 121,908 habitantes, de los cuales 55,780 (45.76%) son hombres y 66,128 (54.24%) son mujeres; en el área urbana del municipio residen 103,375 (84.80%) personas, de esta población 56,554 son mujeres y 46,821 son hombres. En el área rural residen 18,533 (15.20%), de esta población 8,959 son hombres y 9,574 son mujeres.

✓ *Organizaciones gubernamentales y no gubernamentales que trabajan en el municipio*

✚ Gubernamentales: Dentro de estas se destacan: Alcaldía Municipal, Ministerio de Salud (con Unidades Comunitarias de Salud Familiar, Hospital San Rafael, clínica del ISSS), Ministerio de Educación (centros educativos en nivel inicial, básico, educación media), centro de formación superior (Instituto Tecnológico Centroamericano, Universidad Técnica Latinoamericana), Ministerio de Justicia y Seguridad Ciudadana (con puesto de Policía Nacional Civil, Centro Integrado de Justicia), Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA), oficinas del Ministerio de Agricultura y Ganadería, Ministerio de Cultura (apoyando casa de la cultura), Ministerio de Economía.

✚ No gubernamentales: En el municipio de Santa Tecla se tiene la presencia de las siguientes organizaciones no gubernamentales: Plan Internacional, Agencia de Cooperación Española (AECID), Fundación Salvadoreña de Apoyo Integral (FUSAI), Manos Unidas, Fundación para Educación Integral Salvadoreña (FEDISAL), Cruz Roja Internacional.

- Municipio de Colón.

✓ *Localización del municipio.*

El municipio de Colón es parte del departamento de La Libertad, limita al Norte con San Juan Opico; al Este, con Nueva San Salvador (Santa Tecla); al Sur, con Jayaque, Talnique y Nueva San Salvador (Santa Tecla); al Oeste, con ciudad Arce y Sacacoyo. Se encuentra ubicado entre las coordenadas geográficas siguientes: 13°46'34" LN (extremo septentrional) y

13°40'58" LN (extremo meridional); 89°17'09" LWG (extremo oriental) y 89°25'25" LWG (extremo occidental).

✓ Extensión territorial y división político-administrativas.

El municipio cuenta con una población de 96,989 habitantes (según el censo de población y vivienda 2007 elaborado por DYGESTIC) en un área de 84,05 km<sup>2</sup>, distribuida en los 11 cantones, distribuidos en 25 caseríos y un área urbana que conforman el municipio. Cuenta con una densidad poblacional de 1,153.94 habitantes por km<sup>2</sup>. En la Tabla 74, se presentan los cantones y caseríos del municipio de Colón.

Tabla 74. Cantones y caseríos del municipio de Colón.

Área Urbana/Cantón	Caseríos/Barrios/Colonias
Botoncillal	Botoncillal
	Colonia Montemar
Área Urbana	Barrio El Centro
	Santa Marta I, II, III, IV
	Colonia Belén
	Colonia Sagrado Corazón
El Capulín	El Capulín
	Desvío El Poliedro
El Cobanal	El Cobanal
	Miravalles
	Meza Ayau
El Limón	El Limón
	Las Flores
	Colona Vista Linda
El Manguito	El Manguito
	Los Chorros
	Entre Ríos
Entre Ríos	Las Seiscientas
	El Chaparral
	Puerta de Zinc
	Girón
	Hacienda Nueva
Hacienda nueva	Hacienda Nueva
	Chuchucato
	Los Monos
Las Angosturas	Las Angosturas
	El Chile
	Monte Nuevo
Las Brisas	Las Brisas
	Las Moras
Las Moras	Colonia Las Moritas
	Colonia San Antonio
	Colonia San José I y II
	Rincón de Lira
Lourdes	Colonia San Antonio
	Colonia San José
	Colonia Dalton

Fuente: Monografía del municipio de Colón

✓ Breve historia de su fundación

La historia de Colón se remonta al año 1576 cuando era tan solo una aldea con el nombre del Guarumal. Para 1807 el Guarumal se había convertido en Hacienda de ganado y lugar de descanso para los viajeros que se dirigían hacia San Salvador. Para el año 1860 la Hacienda contaba con 71 habitantes. El 20 de agosto de 1886, el presidente provisional de El Salvador

Francisco Menéndez ascendió a Pueblo con el nombre de Colón, el valle del Guarumal anexando los caseríos el Capulín, Ateos y Sitio Viejo. El decreto se publicó en Diario Oficial Número 194, tomo 21 del 27 de agosto de 1886. El 14 de febrero de 1887 el Supremo Gobierno ordenó la realización de elecciones de las primeras autoridades de la municipalidad, resultando electo don Rafael Domínguez. En 1986, en celebración de su centenario recibe el título de villa y en el año 2000 por Decreto Legislativo número 81 del 27 de julio se le otorga el título de Ciudad de Colón.

✓ Fiestas patronales

Las fiestas patronales del municipio se celebran del 2 al 15 de enero de cada año, en honor al Cristo de Esquipulas.

✓ Equipamiento social del municipio

Centros educativos: El municipio de Colón cuenta con 64 Centros Educativos, de los cuales 29 pertenecen al sector público y 35 son privados. No cuenta con Centros de Educación Superior.

Unidades de Salud: Colón cuenta con 5 Unidades Comunitarias de Salud Familiar: UCSF Lourdes, UCSF Botoncillal, UCSF Colón, UCSF Pital y UCSF Ciudad Mujer. Cuenta además con una clínica comunal del ISSS.

Casa de la cultura.

Juzgados de Paz y de familia.

Cementerio: Colón cuenta con 4 cementerios, dos municipales y dos privados

Terminal de buses urbanos

Polideportivo municipal.

Hipódromo San Andrés

✓ Economía del municipio.

El municipio de Colón posee una economía históricamente vinculada a la producción agrícola, principalmente con el cultivo de café. En los últimos años ha presentado un importante desarrollo urbanístico, lo cual ha llevado al incremento del comercio y los servicios en la zona, principalmente en los cantones de Lourdes, Las Moras, El Capulín y Colón centro. Su Índice de Desarrollo Humano se ubica en el número 19 más alto del país equivalente a 0.738. en la Tabla 75, se presentan las actividades económicas y personal ocupado en ellas.

Tabla 75. Actividades económicas y personal ocupado

Sector económico	Unidades económicas	%	Personal ocupado
Comercio	1,713	60.53	3,763
Construcción	2	0.07	4
Electricidad	2	0.07	16
Industria	469	16.57	7,584
Servicios	615	21.74	4,691
Transporte	29	1.02	519
Total	2,830	100	16,577

Fuente: DIGESTYC V Censo de Población y VI de Vivienda 2007

El 60.53% de las unidades económicas registradas por el Ministerio de Economía para 2012 eran del sector comercio, el 21.74% servicios y el 16.57% a la Industria. En total, se registraron 2,830 unidades económicas.

✓ Población.

El municipio de Colón, cuenta con una población de 96,989 habitantes en un área de 84.05 Km<sup>2</sup>, siendo el cantón más desarrollado Lourdes, esto debido a la construcción de centros comerciales y una gran cantidad de proyectos urbanísticos; a consecuencia del crecimiento de la periferia del Área Metropolitana de San Salvador. Este municipio también presenta mayor población femenina siendo ésta de 51,208 y la población masculina es de 45,781. El cantón Lourdes presenta un crecimiento demográfico alto, con una población femenina de 14,691 mientras que la población masculina es de 13,077. En la Tabla 76, se presenta la población del municipio de Colón.

Tabla 76. Población del municipio de Colón

Área Urbana/Cantón	Hombre	Mujer	Total
Área Urbana	756	864	1,620
Botoncillal	2,497	2,683	5,180
El Capulín	8,198	9,175	17,373
El Cobanal	1,414	1,530	2,944
El Limón	8,310	9,420	17,730
El Manguito	165	153	318
Entre Ríos	4,835	5,195	10,030
Hacienda Nueva	2,069	2,455	4,524
Las Angosturas	83	87	170
Las Brisas	35	34	69
Las Moras	4,342	4,921	9,263
Lourdes	13,077	14,691	27,768
<b>Total</b>	<b>45,781</b>	<b>51,208</b>	<b>96,989</b>

Fuente: DIGESTYC V Censo de Población y VI de Vivienda 2007

- ✓ *Organizaciones gubernamentales y no gubernamentales que trabajan en el municipio*
- ✚ Gubernamentales: Dentro de estas se destacan: Alcaldía Municipal, Ministerio de Salud (con Unidades Comunitarias de Salud Familiar), Ministerio de Educación (centros educativos en nivel inicial, básico, educación media), Ministerio de Justicia y Seguridad Ciudadana (con puesto de Policía Nacional Civil, Juzgado de Paz), Ministerio de Cultura (apoyando casa de la cultura).
- ✚ No gubernamentales: En el municipio de Colón se tiene la presencia de las siguientes organizaciones no gubernamentales: FUNSANDRES. Fundación San Andrés, Plan Internacional, Médicos del Mundo, Agencia Suiza de Cooperación, COSUDE, Cruz Roja Internacional.

- Municipio de San Juan Opico

✓ Localización del municipio

San Juan Opico está ubicado a 42 km de San Salvador. Limita al sur con Colón, al este con Quezaltepeque y San Matías, al norte con San Pablo Tacachico, al noroeste con Coatepeque y Oeste con Ciudad Arce.

✓ Extensión territorial y división político-administrativas.

El municipio cuenta con una extensión territorial de 218 km<sup>2</sup>, su población asciende a 74,280 habitantes. Se divide en 27 cantones (que aglutinan a 79 caseríos), 1 área urbana (que aglutina a 17 colonias). El 52.14% de la población es femenina y el 47.86% es masculina, dando una densidad poblacional de 355.5 por km<sup>2</sup>. El 60.5% de la población total del municipio es población urbana, equivalente a 44,986. En la Tabla 77, se presentan los cantones y caseríos con que cuenta el municipio.

Tabla 77. Cantones y caseríos del municipio de San Juan Opico

Área Urbana/Cantón	Caserío	Cantón	Caserío
Agua Escondida	Agua Escondida Las Flores Boca Tronadora Periquillo El Shilar	Minas de Plomo	Minas de Plomo Los Bajíos La Estanzuela
Barranca Honda	Barranca Honda Las Flores Vanegas Los Palmitos (parte) Agua Amarilla	Nombre de Dios	Nombre de Dios Los Iraheta
Buena Vista	Buena Vista La Laguneta	Pitichorro	Pitichorro La Pita Chorro Mentidero
Chanmico	Chanmico Las Brisas El Consumidero El Conacaste (parte) El Cambio San Antonio	San Antonio	San Antonio Los Mangos Lomas del Frío Las Mesas La Bolsa Lomas del Copinol El Manzano Los Talpetates
Chantusnene	Chantusnene El Espino Valle Gracias	San Felipe	San Felipe Arranca Bota
Talcualuya	Talcualuya La Bolsa Sitio de Roma Las Lomas Las Glorias Las Arenas (parte) La Ceiba Las Mercedes El Mirador El Portillo Las Flores (parte) Los Achiotes La Esperanza El Ángel	San José La Cueva	San José La Cueva
El Castillo	El Castillo El Refugio El Zapote Gracias a Dios Buenos Aires Peñitas Siempre Viva	San Nicolás La Encarnación	San Nicolás La Encarnación El Chorizo Aquel Lado Valle Nuevo San Francisco La Colmenera Los Alcarabanes

Área Urbana/Cantón	Caserío	Cantón	Caserío
			San Nicolás
El Jabalí	El Jabalí Jabalincito El Conacaste (parte) Jabalinón	San Nicolás Los Encuentros	Los García Los Cangrejos Los Chorros
El Matazano	El Matazano Los Chintos	San Pedro Mártir	San Pedro Mártir
Joya de Cerén	Joya de Cerén Plan del Hoyo Estación de Bandera Agua Zarca La Ranchería	San Pedro Oriente	San Pedro Oriente Loma Alta
Las Delicias	Las Delicias Valle Nuevo La Arenera Belén	Sitio del Niño	Comunidad Sitio del Niño Estación Bandera Col. Oscar Osorio
Las Granadillas	Las Granadillas	Sitio Grande	Sitio Grande
Lomas de Santiago	Lomas de Santiago	Tehuicho	Tehuicho Potrerón Bartolio
Los Amates	Los Amates Los Huatales	Área Urbana	Colonia Bautista Colonia La Esperanza Colonia El Edén Colonia Michelle Colonia Llano Las Cofradías Colonia Santa barbara Colonia pilas Pachas Colonia El Rosario Colonia Valver Colonia Nuevo San Juan Colonia Tecapan Colonia Sitio del Niño Colonia Oscar Osorio Colonia Pilas de Jucuapa Colonia San Rafael Colonia Ciudad Versalles Colonia Barrio El Centro

Fuente: Política municipal de convivencia y seguridad ciudadana San Juan Opico, 2011

✓ Breve historia de su fundación.

El territorio que corresponde al actual municipio de San Juan Opico ha sido poblado desde tiempos inmemoriales por tribus pokomanes, desde la segunda mitad del siglo XI a la región llegaron tribus pipiles que transformaron el territorio, imponiendo su civilización y cultura, evidente en los profusos vestigios arqueológicos. En idioma nahuat, el topónimo Yulupico significa “Ciudad donde arrancan corazones” o “Ciudad de los sacrificios” por las raíces yulut (corazón) pi (arrancar) y co (sufijo locativo).

En 1550 el poblado estaba constituido por unos 500 habitantes. Cortez y Larras decían que en 1770, Opico era cabecera de la parroquia de su mismo nombre y que dicho curato tenía como anejos a los pueblos de Tacachico, Jayaque, Tepecoyo y Sacacoyo. La cabecera estaba

habitada por 90 familias de ladinos e indios con un total de 447 personas. Al crearse la intendencia de San Salvador en 1786 Opico vino a ser cabecera del extenso partido de Opico, que comprendía 10 pueblos de indios, 4 pueblos y 3 aldeas de ladinos y 32 haciendas pobladas por 53 españoles, 3,764 mulatos y ladinos y 2,205 indígenas según el corregidor Antonio Gutiérrez y Ulloa. Los pueblos que pertenecían a Opico eran: Opico, Quezaltepeque, Ateos, Chiltiupán, Comazahua, Jayaque, Sacacoyo, Tacachico, Talnique, Tamanique, Teotepeque, Tepecoyo y Jicala (hoy de La Libertad), Cacaluta (San Julián), Sapotan (Santo Isabel Ixhuatan), Cuisnahuat y Mizatla (Hoy de Sonsonate) y El Paisnal hoy de San Salvador.

Tras la independencia de la corona española, Opico pasó a ser parte del departamento de San Salvador, desde el 12 de junio de 1824. El 6 de abril de 1827 Opico perdió a favor del partido de Izalco los municipios de Cuisnahuat y San Julián Cacaluta. Por decreto del 4 de octubre de 1833, ratificado en abril de 1834, se segregó Quezaltepeque de opico y se incorporó en el de San Salvador. El 9 de marzo de 1835 el pueblo de Quezaltepeque, no el partido, se incorporó en el Distrito Federal de la República de Centro América, por lo que en 1936 Opico se vuelve a elevar a cabecera de distrito. La Ley del 30 de septiembre de 1836, se segregó del partido de Opico y del departamento de Cuzcatlan a los pueblos de San Julián Cacaluta, Cuisnahuat, Zapotlan (hoy Santa Isabel Ixhuatan) y Mizata, todos incorporados a Sonsonate. En marzo de 1839 las autoridades del Estado de El Salvador se trasladaron de Cojutepeque a Opico tras la derrota sufrida por el coronel Narcizo Benitez en el paraje denominado El Jícaro, hacienda San Francisco en San Vicente.

El 20 de febrero de 1855 se confirió el título de villa al pueblo de Opico, en informe de 1860 consta que la población de la villa de Opico era de 3,452 almas alojadas en 173 casas de teja y 42 de paja. Se dice en el mismo documento que “lo que tiene de más notable esta población es no sentirse temblores de tierra, pues en ningún tiempo han hecho estragos aun los más fuertes que ha habido en la república; pero en cambio a este beneficio, sufre en la estación de invierno tempestuosas tormentas, las que arrojando rayos han causado casi en todos los tiempos desgracias ya en individuos, casas y animales”.

Durante la administración del Dr. Rafael Zaldívar y por decreto Legislativo del 4 de febrero de 1881, se elevó a la villa de Opico al rango de ciudad. En 1890 tenía 6,890 habitantes, dividida en cinco barrios: El Calvario, Las Flores, La Trinidad, Las Cruces y El Refugio.

✓ Fiestas patronales

Las fiestas patronales de San Juan Opico se celebran del 19 al 27 de diciembre en honor a San Juan Evangelista.

✓ Equipamiento social del municipio

Centros educativos: El municipio de San Juan Opico cuenta con 79 Centros Educativos, de los cuales 65 pertenecen al sector público y 14 al sector privado.

Unidades de salud: Cuenta con UCSF en área urbana y UCSF en Cantón Sitio del Niño.



Complejo deportivo, con canchas de BKB y fútbol.  
Cementerio municipal.  
Parque municipal.  
Plaza central.

San Juan Opico cuenta con una Alcaldía Municipal, Unidad de Salud, Instituto Nacional, 11 Centros Educativos Privados y 64 Centros Educativos Públicos, Juzgados de Paz, 1 Parque Central, Iglesias, Mercado municipal, Casa de la Cultura.

✓ **Economía del municipio.**

La economía del municipio es mayoritariamente agropecuaria. Según el censo agropecuario de 2008, en Opico se contaba con 6,341 productores, de los cuales 5,330 (84.05%) son pequeños productores, y 1,011 (15.95%) son productores comerciales.

Por su parte, el Directorio de Unidades Económicas de 2012, da cuenta de 1,536 unidades inscritas en el Ministerio de Economía, de las cuales, el 62.30% son del sector comercio, el 23.43% pertenecen a los servicios y el 12.24% a la industria. Su Índice de Desarrollo Humano es 0.693. En la Tabla 78, se presentan las actividades económicas y personal ocupado en ellas.

Tabla 78. Actividades económicas y personal ocupado

Sector económico	Unidades económicas	%	Personal ocupado
Comercio	957	62.3	2,401
Construcción	6	0.39	250
Electricidad	2	0.21	73
Industria	188	12.24	1,474
Servicios	360	23.43	1,052
Transporte	22	1.43	335
	<b>1,536</b>	<b>100</b>	<b>5,590</b>

Fuente: DIGESTYC V Censo de Población y VI de Vivienda 2,007

✓ **Población**

El municipio cuenta con una población de 74,280 habitantes; según censo del año 2007 ocupa el puesto número tres (3) en población a nivel del departamento de la Libertad, denotando un crecimiento de 22,579 habitantes desde el último censo de Población que data de 2007, comparativamente, en la zona rural está radicada el 39.44% y en lo urbano el 60.56% de la población.

Según el mismo censo, la prevalencia de sexos por edades, entre la población masculina, es en aquellos que tienen edades entre los 5 y los 9 años, igualmente a nivel del sexo femenino, también prevalecen las edades entre los 5 y 9 años. Las edades entre los 10 y 14 años es la generación que más ha crecido, tras de ellos, solo están los jóvenes en valores inferiores a estos rangos de edad.

Considerando la edad económicamente activa, la cual se ubica entre los 15 a 64 años, el número de habitantes decrece hasta tener 758 hombres y 918 mujeres en el rango de 60 a 64 años de edad.

Para el año 2007, en el Municipio, se estima que, del total de la población, un 9.4% se identificaron como pobladores receptores de remesas; de estos el 9.2% residían en el área urbana y 9.8% residían en el área rural.

- ✓ *Organizaciones gubernamentales y no gubernamentales que trabajan en el municipio*
- ✚ Gubernamentales: Dentro de estas se destacan: Alcaldía Municipal, Ministerio de Salud (con Unidades Comunitarias de Salud Familiar), Ministerio de Educación (centros educativos en nivel inicial, básico, educación media), Ministerio de Justicia y Seguridad Ciudadana (con puesto de Policía Nacional Civil, Juzgado de Paz), Ministerio de Cultura (apoyando casa de la cultura).
- ✚ No Gubernamentales: El municipio cuenta con la presencia de las siguientes organizaciones no gubernamentales: Fundación Salvadoreña de Desarrollo y Vivienda Mínima, Fundación para El Desarrollo Salvadoreño (FUNDASAL), Fundación Pro Educación de El Salvador (FUNPRES), Fundación de Asistencia Técnica para el Desarrollo Comunal Salvadoreño (ASISTEDCOS), Sistema de Asesoría y Capacitación para el Desarrollo Local (SACDEL), Centro de Estudios y Cooperación Internacional (CECI), Reaserch Triangle Institute (RTI), Asociación Intersectorial para el Desarrollo Económico y el Progreso (CIDEP), Iniciativa Social para la Democracia, ISD.

### 6.3.3.3 Caracterización socio económica del proyecto.

La caracterización fue desarrollada mediante un Estudio de Impacto Social, la cual tuvo su base metodológica la utilización de una encuesta socioeconómica, siendo las 16,811.00 (DIGESTYC, 2007) viviendas que se ubican en cantones y caseríos en el área de influencia directa del proyecto, las personas que residen en estas viviendas y las beneficiadas. Para el cálculo de la muestra, se aplicó una fórmula para poblaciones finitas (conocidas).

La fórmula fue la siguiente:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra

N = Total de la población

$Z_{\alpha}^2 = 1.962$  (si la seguridad es del 95%)

p = proporción esperada (en este caso 5% = 0.05)

q = 1 - p (en este caso 1-0.05 = 0.95)

d = precisión (en este caso deseamos un 3%).

E= El margen de error para este estudio es del 5% y el margen de credibilidad para el estudio es del 95% al 97%. Aplicando la fórmula se obtuvo una muestra de 267, las cuales se distribuyeron como se presenta en la Tabla 79.

Tabla 79. Muestra distribuida por cantón y estación.

Estación (tramo)	Cantón	Cantidad de viviendas	Muestra por Comunidad	Muestra por tramo del proyecto.
13+560 a 18+354	Área urbana de Santa Tecla	309	68	77
	El Manguito	70	9	
18+356 a 19+256	Área urbana de Colón	360	60	95
	El Cobanal	654	25	
	El Manguito	70	10	
19+256 a 28+321	Área Urbana de Colón	405	7	95
	El Capulín	3,777	14	
	Las Moras	2,205	13	
	Lourdes	5,554	40	
	Sitio del Niño	1,366	9	
	Las Delicias	2,041	12	
<b>Total</b>		<b>16,811.00</b>	<b>267</b>	<b>267</b>

Fuente: DIGESTYC 2007.

Los resultados de las principales variables analizadas para el proyecto se describen a continuación.

- **Escolaridad.**

De la población que ha estudiado o estudia algún grado, los niños y niñas que se encuentran en Educación Inicial Parvularia ascienden a 10 (2.65%) hombre y 6 (1.46%) mujeres; los que estudian o han estudiado primer grado asciende a 13 (3.45%) hombre y 15 (3.64%) mujeres, hasta segundo grado 6 (1.59%) hombres y 10 (2.43%) mujeres, tercer grado 14 (3.71%) hombres y 19 (4.61%) mujeres, cuarto grado 9 (2.39%) hombres y 15 (3.64%) mujeres, Quinto grado 12 (3.18%) hombres y 16 (3.88%) mujeres, sexto grado 25 (6.63%) hombres y 34 (8.25%) mujeres, séptimo grado 20 (5.31%) hombres y 12 (2.91%) mujeres, octavo grado 11 (2.92%) hombres y 15 (3.64%) mujeres, noveno grado 33 (8.75%) hombres y 33 (8.01%) mujeres, primer año de bachillerato 9 (2.39%) hombres y 11 (2.67%) mujeres, segundo año de bachillerato 25 (6.63%) hombres y 24 (5.83%) mujeres, tercer año de bachillerato 84 (22.28%) hombres y 96 (23.30%) mujeres, universitario 32 (8.49%) hombres y 35 (8.50%) mujeres, maestría 61 (16.18%) hombres y 47 (11.41%) mujeres, no especifico 7 (1.86%) hombres y 20 (4.85%) mujeres. Para mayor detalle ver Tabla 80.

Tabla 80. Escolaridad según sexo de población de 5 años y más.

Ultimo grado estudiado	13+560 a 18+354		18+356 a 19+256		19+256 a 28+321		Total			
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	%	Mujeres	%
EIP (Educación Inicial Parvularia)	1	0	4	2	5	4	10	2.65	6	1.46
Primer grado	1	3	8	3	4	9	13	3.45	15	3.64
Segundo grado	1	3	2	6	3	1	6	1.59	10	2.43
Tercer grado	4	1	7	12	3	6	14	3.71	19	4.61
Cuarto grado	1	2	2	3	6	10	9	2.39	15	3.64
Quinto grado	1	5	5	3	6	8	12	3.18	16	3.88
Sexto grado	4	10	14	11	7	13	25	6.63	34	8.25
Séptimo grado	3	3	9	5	8	4	20	5.31	12	2.91
Octavo grado	1	4	7	7	3	4	11	2.92	15	3.64
Noveno grado	1	11	18	17	14	5	33	8.75	33	8.01

Ultimo grado estudiado	13+560 a 18+354		18+356 a 19+256		19+256 a 28+321		Total			
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	%	Mujeres	%
Primer año bachillerato	2	2	4	2	3	7	9	2.39	11	2.67
Segundo año bachillerato	8	9	12	8	5	7	25	6.63	24	5.83
Tercer año bachillerato	30	37	28	32	26	27	84	22.28	96	23.30
Técnico	0	0	0	0	6	4	6	1.59	4	0.97
Universitario	7	4	1	3	24	28	32	8.49	35	8.50
Maestría	38	30	22	17	1	0	61	16.18	47	11.41
No Especificó	1	0	2	13	4	7	7	1.86	20	4.85
<b>Total</b>	<b>104</b>	<b>124</b>	<b>145</b>	<b>144</b>	<b>128</b>	<b>144</b>	<b>377</b>	<b>100.00</b>	<b>412</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Estudio de impacto social.

- Cobertura educativa.

En el tramo con estacionamiento 13+560 – 18+354 del proyecto, la población estudiantil matriculada en centros escolares de área de influencia directa e indirecta fue de 820, de estos 443 (54.02%) son hombres y 377 (45.98%) son mujeres quienes residen en el área urbana de Santa Tecla y área rural del cantón el Quequehisque y El Matazano.

Para el tramo 18+356–19+256 fue de 2,301, de estos 1,173(50.98%) son hombres y 1,128(49.02%) son mujeres; pertenecientes al área urbana de Colón y otros pertenecientes al área rural de cantón El Manguito. La cobertura educativa del Complejo Educativo “Sor Clara Quiroz” es de educación inicial (4 a 6 años) hasta bachillerato; mientras que desde educación inicial hasta 9° grado imparten servicios lo siguientes centros educativos: Centro Escolar Hacienda San Miguel, Centro Escolar Caserío La Esperanza, Centro Escolar Hermano Francisco Rivat, Centro Escolar Cantón El Capulín y la Escuela de Educación Parvularia Jardines de Colón.

La población estudiantil en el tramo ubicado en los estacionamientos 19+256–28+321 del proyecto matriculada en centros escolares del área de influencia directa e indirecta de este tramo fue de 6,533, de estos 3,412(52.23%) son hombres y 3,121(47.33%) son mujeres; pertenecientes a los sitios siguientes: Área Urbana de Colón, Las Moras, Lourdes, Las Delicias y Sitio del Niño.

En la Tabla 81, se presenta la población estudiantil y centros escolares a los cuales asiste en el proyecto.

Tabla 81. Población estudiantil en centros escolares según sexo de miembros del hogar.

Estación (tramo)	Área urbana	Centro Escolar	Área de influencia		Población estudiantil		Oferta educativa	Total
			AID	AII	Hombre	Mujer		
13+560 a 18+354	Colonia Quezaltepec	Centro Escolar Quezaltepec		X	232	196	Educación inicial a noveno grado	428
	Las Delicias	Complejo Educativo José Martí		X	211	181	Educación inicial a bachillerato	392
18+356 a 19+256	El Cobanal	Complejo Educativo “Sor Clara Quiroz”		X	335	327	Educación inicial a bachillerato	662

Estación (tramo)	Área urbana	Centro Escolar	Área de influencia		Población estudiantil		Oferta educativa	Total
			AID	All	Hombre	Mujer		
	El capulín	Centro Escolar Hacienda San Miguel	X		111	98	Educación inicial a noveno grado	209
		Centro Escolar Caserío La Esperanza		X	170	177		347
		Centro Escolar Cantón El Capulín	X		388	364		752
	Las moras	Centro Escolar Hermano Francisco Rivat	X		142	126		268
	Área Urbana de Colón	Escuela de Educación Parvularia Jardines de Colón	X		27	36		63
19+256 a 28+321	Área Urbana Colon	Colegio María Angela Osorio		X	63	55	Educación inicial a noveno grado	118
		Colegio RIDVAN		X	81	77		158
		Centro Escolar Cantón Las Moras	X		164	153		317
		Centro Escolar Colonia Las Moritas	X		214	199		413
	Las Moras	Centro Escolar caserío las Arboledas	X		199	179	Educación inicial a noveno grado	378
		Instituto Nacional Cantón Lourdes		X	443	401		844
	Lourdes	Centro Escolar Ing. Roberto Quiñonez		X	262	232	Educación inicial a bachillerato	494
		Centro Escolar Residencial Los Chorros	X		186	145	Educación inicial a noveno grado	331
		Centro Escolar Cantón el Milagro, caserío La Arenera	X		228	191		419
		Complejo Educativo Soldado Oscar Antonio Ortiz Reyes	X		473	539		1,012
		Liceo Castilla	X		359	389	Parvularia a bachillerato	748
		Colegio Bilingüe Jean Itard	X		105	96	Educación inicial a noveno grado	201
		Colegio Mercedes Durand	X		25	20	Parvularia	45
	Las Delicias	Colegio Alfonsina Storni		X	107	113	Educación inicial a bachillerato	220
	Sitio del Niño	Centro Escolar Cantón Sitio del Niño		X	65	54	Educación inicial a noveno grado	119
		Colegio Arco Iris		X	28	21		49
		Complejo Educativo Juan Francisco de Bedou		X	722	542	1,264	
		Instituto Nacional Tecpán		X	177	220	Educación inicial a bachillerato	397
	<b>Total</b>			<b>10</b>	<b>13</b>	<b>5517</b>	<b>5131</b>	<b>10648</b>

Fuente: MINED 2020.

- **Religión.**

En el proyecto se obtuvieron los siguientes resultados: Religión Católica 168 hombres (45%) y 183 mujeres (43%), Cristianos Evangélicos 04 hombres (28%) y 130 mujeres (31%); los Testigos de Jehová 4 hombres (1%) y 5 mujeres (1%). Sin embargo, 80 hombres (21%) y 80 mujeres (19%) manifestó que no pertenece a ninguna religión; y 19 hombres (5%) y 25 mujeres (6%) no respondió.

Al hacer un análisis comparativo entre hombres y mujeres que practican alguna religión, se tiene que las mujeres son las que más practican la religión (295 hombres y 343 mujeres). El resto de hombres y mujeres no practica o no respondió practicar alguna religión (ver Tabla 82).

Tabla 82. Religión según sexo de miembros del hogar.

Religión	13+560 a 18+354		18+356 a 19+256		19+256 a 28+321		Total			
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	%	Mujeres	%
Católica	64	73	63	58	41	52	168	45	183	43
Evangélica	23	32	43	46	38	52	104	28	130	31
Testigo de Jehová	1	1	0	0	3	4	4	1	5	1
Ninguna	13	14	30	34	37	32	80	21	80	19
No Responde	2	6	0	1	17	18	19	5	25	6
<b>Total</b>	<b>103</b>	<b>126</b>	<b>136</b>	<b>139</b>	<b>136</b>	<b>158</b>	<b>375</b>	<b>100</b>	<b>423</b>	<b>100</b>

Fuente: Estudio de Impacto Social.

- **Salud.**

Al consultar si en el último año alguien de la familia ha padecido alguna enfermedad, se registró que 62 hombres y 80 mujeres contestaron que sí. Dentro de las principales enfermedades que afectan a población en área influenciada directamente con el proyecto: a) enfermedades comunes: tos - gripe, dolor de cabeza; covid-19 b) enfermedades crónicas: diabetes, hipertensión arterial, asma, artritis, entre otras. Para detalle ver Tabla 83.

Tabla 83. Enfermedades prevalentes en miembros de hogares del proyecto.

Enfermedad	13+560 a 18+354		18+356 a 19+256		19+256 a 28+321		Total			
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	%	Mujeres	%
Cáncer	0	0	1	2	0	0	1	1.61	2	2.50
Diabetes	2	9	8	2	6	7	16	25.81	18	22.50
Padecimiento cardíaco	0	0	1	0	2	1	3	4.84	1	1.25
Leucemia	0	0	1	0	0	0	1	1.61	0	0.00
Asma	2	1	1	1	1	1	4	6.45	3	3.75
Hipertensión	5	5	1	5	3	9	9	14.52	19	23.75
Artritis	1	3	1	2	0	2	2	3.23	7	8.75
Tos - gripe	0	0	4	8	1	0	5	8.06	8	10.00

Enfermedad	13+560 a 18+354		18+356 a 19+256		19+256 a 28+321		Total			
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	%	Mujeres	%
Dolor de cabeza	0	0	3	3	0	1	3	4.84	4	5.00
Covid - 19	1	0	7	5	3	0	11	17.74	5	6.25
Bronquios	0	0	0	1	0	0	0	0.00	1	1.25
Insuficiencia renal	0	0	2	0	0	0	2	3.23	0	0.00
Otro	1	3	2	3	0	4	3	4.84	10	12.50
No Especifica	2	1	0	1	0	0	2	3.23	2	2.50
<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>22</b>	<b>32</b>	<b>33</b>	<b>16</b>	<b>25</b>	<b>62</b>	<b>100</b>	<b>80</b>	<b>100</b>

Fuente: Estudio de Impacto Social.

Cabe destacar que la población asiste principalmente a cuatro centros de salud: UCSF Dr. Alberto Aguilar Rivas (12.35%), Hospital ISSS ST (11.74%), Clínica Comunal Santa Mónica ISSS (9.17%), Clínica Privada (8.80%). Los datos equivalen a decir que el 42.60% de la población asiste a los centros de salud mencionados y que el 57.94% asiste a otros centros de salud. Para mayor detalle ver la Tabla 84.

Tabla 84. Centros de Salud según área de influencia y sexo de miembros del hogar usuario.

Estación	Centro de Salud	Áreas de influencia		Distancia de carretera	Hombres	Mujeres	Total	%
		Directa	Indirecta					
13+560 a 18+354	Hospital "San Rafael" ST		X	5,600	1	2	3	0.37
	UCSF Dr. Alberto Aguilar Rivas	X	X	250	50	51	101	12.35
	Policlínico Magisterial ST		X	1,300	5	5	10	1.22
	Clínica Comunal Santa Mónica ISSS		X	1,700	32	43	75	9.17
	Clínica Privada, ST	X		300	11	17	28	3.42
	Otro				6	11	17	2.08
	No Responde				5	2	7	0.86
18+356 a 19+256	UCSF Lourdes		X	4,100	7	8	15	1.83
	UCSF Colón	X		250	26	32	58	7.09
	Hospital San Rafael ST		X	8,800	21	22	43	5.26
	UCSF Dr. Aguilar Rivas ST		X	7,700	8	8	16	1.96
	Bienestar Magisterial Colón		X	3,400	1	0	1	0.12
	Clínica Comunal Santa Mónica ISSS		X	7,200	28	21	49	5.99
	Clínica Privada, Lourdes		X	4,150	31	30	61	7.46
	UCSF Díaz del Pinal		X	7,300	12	13	25	3.06
	UCSF Sitio del Niño		X	10,100	2	1	3	0.37
	Hospital Militar, SS		X	21,000	1	1	2	0.24
	Otro				2	3	5	0.61
No responde				4	1	5	0.61	
19+256 a 28+321	UCSF Sitio del Niño		X	750	17	15	32	3.91
	UCSFI Lourdes	X		1,011	22	24	46	5.62
	UCSF Colón	X		250	0	1	1	0.12
	UCSF El Botoncillal		X	560	5	12	17	2.08
	Hospital San Rafael ST		X	11,500	4	5	9	1.10
	Bienestar Magisterial		X	170	0	4	4	0.49

Estación	Centro de Salud	Áreas de influencia		Distancia de carretera	Hombres	Mujeres	Total	%
		Directa	Indirecta					
	Hospital ISSS ST		X	9,880	47	49	96	11.74
	Clínica Privada	X	X	1,155	32	40	72	8.80
	UCSF Díaz del Pinal ST		X	9,750	1	1	2	0.24
	Otro				5	4	9	1.10
	No responde				3	3	6	0.73
	<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>20</b>	<b>118,176</b>	<b>389</b>	<b>429</b>	<b>818</b>	<b>100</b>

Fuente: Estudio de impacto social.

Al preguntar sobre las discapacidades de los miembros del hogar, el 100% (11 personas) de la población manifestó padecer alguna discapacidad, de estos 6 son mujeres y 5 son hombres.

Las discapacidades que se destacan son: discapacidad de miembro inferior (2 hombres y 3 mujeres), discapacidad de miembro superior (2 hombres), discapacidad para hablar (1 mujer), autismo (1 hombre y 1 mujer), otro (1 mujer). Según los datos obtenidos, las discapacidades afectan por igual a hombres y mujeres. En la Tabla 85, se presentan las discapacidades que presentan la población en el área de influencia directa del proyecto.

Tabla 85. Discapacidades en los integrantes del hogar según sexo.

Discapacidad	13+560 a 18+354		18+356 a 19+256		19+256 a 28+321		Total			
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	%	Mujeres	%
Miembro inferior	1	3	0	0	1	0	2	40.00	3	50.00
Miembro superior	0	0	1	0	1	0	2	40.00	0	0.00
Habla	0	0	0	1	0	0	0	0.00	1	16.67
Autismo	0	0	1	1	0	0	1	20.00	1	16.67
Otro	0	1	0	0	0	0	0	0.00	1	16.67
Total	1	4	2	2	2	0	5	100.00	6	100.00

Fuente: Estudio de impacto social.

- Problemas comunitarios.

Al consultar sobre cuáles son los principales problemas que afectan a población que reside en área de influencia directa del proyecto, se obtuvieron los siguientes resultados (ver Tabla 86).

Tabla 86. Problemas comunitarios identificados según sexo de entrevistados.

Problemas	13+560 a 18+354		18+356 a 19+256		19+256 a 28+321		Total			
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	%	Mujeres	%
Falta de acceso a servicios de salud	3	4	16	6	7	4	26	16.15	14	13.21
Falta de acceso a servicios de educación	4	0	0	0	1	0	5	3.11	0	0.00
Desempleo	8	12	11	7	6	5	25	15.53	24	22.64
Inseguridad	3	5	7	3	5	7	15	9.32	15	14.15



Problemas	13+560 a 18+354		18+356 a 19+256		19+256 a 28+321		Total			
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	%	Mujeres	%
Inundación	0	1	7	3	7	0	14	8.70	4	3.77
Servicio deficiente de agua	0	0	4	4	5	3	9	5.59	7	6.60
Pasarela	0	0	1	1	2	1	3	1.86	2	1.89
Tráfico vehicular a la entrada de residencial	0	0	1	2	7	0	8	4.97	2	1.89
Falta alumbrado público	0	0	5	0	0	0	5	3.11	0	0.00
Falta recolección de basura	0	0	0	1	0	0	0	0.00	1	0.94
Mantenimiento de calles	0	0	0	2	0	0	0	0.00	2	1.89
Derrumbes	0	0	2	0	0	0	2	1.24	0	0.00
Otros	14	10	2	2	11	10	27	16.77	22	20.75
Ninguno	0	2	2	2	10	4	16	9.94	8	7.55
NR	6	5	0	0	0	0	6	3.73	5	4.72
<b>Total</b>	<b>38</b>	<b>39</b>	<b>62</b>	<b>33</b>	<b>61</b>	<b>34</b>	<b>161</b>	<b>100.00</b>	<b>106</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Estudio de impacto social.

Los datos contenidos en la Tabla anterior demuestran que son varios los problemas que afectan a la población del proyecto, dentro de los cuales se destaca: el desempleo 25 (15.53%) hombres y 24 (22.64%) mujeres, falta de acceso a servicios de salud 26 (16.15%) hombres y 14 (13.21%) mujeres, falta de acceso a servicios de educación 5 (3.11%) hombres, Inseguridad 15 (9.32%) hombres y 15 (14.15%) mujeres, inundaciones 14 (8.70%) hombres y 4 (3.77%) mujeres, servicio deficiente de agua 9 (5.59%) hombres y 7 (6.60%) mujeres, 3 (1.86%) hombres y 2 (1.89%) mujeres manifestaron falta de pasarela, 8 (4.97%) hombres y 2 (1.89%) mujeres manifestaron tráfico vehicular a la entrada de residencial, 5 (3.11%) hombres manifestó falta de alumbrado público, 1 (0.94%) mujer manifestó que falta recolección de basura, el mantenimiento de calles 2 (1.89%) mujeres, 2 (1.24%) hombres presencia de derrumbes, 27 (16.77%) hombres y 22 (20.75%) manifestaron otros tipos de problemas sin especificar, alguna población respondió que ninguno 16 (9.94%) hombres y 8 (7.55%) mujeres y sin respuesta 6 (3.73%) hombres 5 (4.72%) mujeres.

- Organización de la población.

En el proyecto 84 entrevistados manifestaron que existe algún tipo de organización. Al consultar sobre el tipo de organización en las comunidades, se obtuvo que la organización predominante en las comunidades es la Asociación de Desarrollo Comunal (ADESCO), con el 94% y el 6% respectivamente para Comité de medio ambiente y otro tipo de organización (ver Tabla 87).

Tabla 87. Organizaciones existentes en las comunidades del proyecto.

Organización	13+560 a 18+354	18+356 a 19+256	19+256 a 28+321	TOTAL	
	Integrantes	Integrantes	Integrantes	Integrantes	%
ADESCO	15	10	54	79	94
Comité de medio ambiente	1	0	2	3	4
Otro	1	0	1	2	2
<b>Total</b>	<b>17</b>	<b>10</b>	<b>57</b>	<b>84</b>	<b>100</b>

Fuente: Estudio de impacto social.

Se consultó a los entrevistados si algún miembro del hogar participa en organizaciones, obteniendo que el 19% de los miembros del hogar participa, entre ellos 28 hombres (12%) y 15 mujeres (7%), los que no participan se obtuvieron 192 hombres (80%) y 191 mujeres (84%) y los que no respondieron 19 hombres (8%) y 21 mujeres (9%) (ver Tabla 88).

Tabla 88. Participación en organizaciones según sexo de miembros del hogar.

Respuesta	13+560 a 18+354		18+356 a 19+256		19+256 a 28+321		Total			
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	%	Mujeres	%
Sí	8	2	10	7	10	6	28	12	15	7
No	35	10	31	29	126	152	192	80	191	84
No responde	19	21	0	0	0	0	19	8	21	9
<b>Total</b>	<b>62</b>	<b>33</b>	<b>41</b>	<b>36</b>	<b>136</b>	<b>158</b>	<b>239</b>	<b>100</b>	<b>227</b>	<b>100</b>

Fuente: Estudio de impacto social.

- **Uso del suelo.**

El uso de suelo en el área de proyecto desde el estacionamiento 13+560 hasta el estacionamiento 19+256, se caracteriza por estar catalogado mayoritariamente como bosque siempre verde. El lateral derecho de la carretera es principalmente zona de recarga hídrica, mientras que en lateral izquierdo se observan algunas fincas dominadas por áreas forestales (café). Al inicio del proyecto se observa un segmento de tejido urbano continuo, el cual forma parte del Área Urbana de Santa Tecla, correspondiente a las colonias Quezaltepec, Alpes Suizos, Condados de Santa Rosa I y II, luego a la altura del turicentro Los Chorros se tiene la comunidad El Manguito y el cantón El Capulín. De la estación 19+256 - 28+321 está caracterizada por la alta presencia de viviendas, comercios e industrias y la mayor concentración se localiza en los cantones Las Moras y Lourdes en un tramo de aproximadamente 3 km.

- **Ocupación y fuentes de empleo.**

Al analizar el proyecto, las actividades remuneradas que lleva a cabo la población en la zona de influencia directa y que le crea ingresos se distribuyen de la forma siguiente: Agropecuario 2.47% jornalero (hombres), 0.82% agricultor (hombres), 0.82% corralero (hombres); sector negocio: Comerciantes 6.58% hombres y 15.03% mujeres, vendedores 5.76% hombres y 7.25% mujeres, venta en el hogar 6.17% hombres y 18.75 mujeres, venta en tiendas 3.29% hombres y 6.74% mujeres; empleo en oficinas 16.46% hombres y 11.92% mujeres; empleados públicos 8.23% hombres y 6.74% mujeres.

Empleados técnicos y que cuentan con cualquier tipo de taller: Albañil 4.12% (hombres), obrero de taller 3.29% hombres y 1.04% mujeres, obrero en fabricas 11.52% hombres y 6.22% mujeres, sastre 1.04% mujeres, electricista 1.23% hombres, fontanero 2.07% mujeres. Oficios domésticos remunerados 0.41% hombres y 2.59% mujeres; vigilante 3.29% hombres; Otras ocupaciones 14.81% hombres y 17.10% mujeres; motorista 2.47% hombres; abogado 0.41% hombres; despacho de buses 0.41% hombres; policía 0.41% hombres; técnico instalador de cable 0.41% hombres. A continuación, en la Tabla 89, se muestra el detalle de datos obtenidos.

Tabla 89. Ocupación principal según sexo de miembros del hogar.

Ocupación	13+560 a 18+354		18+356 a 19+256		19+256 a 28+321		Total			
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	%	Mujeres	%
Abogado/a	0	0	1	0	0	0	1	0.41	0	0.00
Agricultor	0	0	2	0	0	0	2	0.82	0	0.00
Albañil	0	0	6	0	4	0	10	4.12	0	0.00
Comerciante	2	5	6	10	8	14	16	6.58	29	15.03
Corralero	0	0	2	0	0	0	2	0.82	0	0.00
Despacho de buses	0	0	1	0	0	0	1	0.41	0	0.00
Docente	0	4	1	2	0	1	1	0.41	7	3.63
Electricista	1	0	1	0	1	0	3	1.23	0	0.00
Empleado de oficina	17	11	11	5	12	7	40	16.46	23	11.92
Empleado público	9	6	5	4	6	3	20	8.23	13	6.74
Fontanero	0	1	0	2	0	1	0	0.00	4	2.07
Jornalero	1	0	0	0	5	0	6	2.47	0	0.00
Mecánico	0	0	11	0	4	0	15	6.17	0	0.00
Motorista	0	0	3	0	3	0	6	2.47	0	0.00
Obrero fábrica	3	2	15	4	10	6	28	11.52	12	6.22
Obrero taller	1	0	4	1	3	1	8	3.29	2	1.04
Oficios domésticos remunerados	1	1	0	4	0	0	1	0.41	5	2.59
Otro	23	25	3	3	10	5	36	14.81	33	17.10
Policía	1	0	0	0	0	0	1	0.41	0	0.00
Sastre	0	2	0	0	0	0	0	0.00	2	1.04
Técnico instalador de cable	0	0	1	0	0	0	1	0.41	0	0.00
Vendedor	3	3	6	8	5	3	14	5.76	14	7.25
Venta en el hogar	9	13	3	16	3	7	15	6.17	36	18.65
Venta-tienda	1	3	4	5	3	5	8	3.29	13	6.74
Vigilante	1	0	3	0	4	0	8	3.29	0	0.00
Total	73	76	89	64	81	53	243	100.00	193	100.00

Fuente: Estudio de impacto social.

Cabe destacar que de la estación 13+560 a la estación 18+354 del proyecto el 16% de la población dentro de la PEA (16 a 65 años) está desempleada, de estos 4 son hombres y 1 es mujer. En el tramo de la estación 18+356 - 19+256 del proyecto el 16% de la población dentro de la PEA (en edad de trabajar de 16 años y más) está desempleada, de estos 14 son hombres y 0 son mujeres. Sin embargo, en la estación 19+256 – 28+321 del proyecto el 7% de la PEA

se encuentra desempleado, entre ellos 107 hombres y 58 mujeres, lo cual refleja que el desempleo afecta más a los hombres.

Respecto a los negocios en el AID, se tiene que en el tramo de la estación 13+560 a la estación 18+354 del proyecto se encuentran establecidos pocos negocios, debido a que el suelo en su mayoría es de uso agrícola y forestal en ambos lados de la vía. Sin embargo, en todo el proyecto, se identificaron 27 negocios (ver Tabla 90).

Tabla 90. Tipo de negocio según sexo de propietario.

Nombre	13+560 a 18+354		18+356 a 19+256		19+256 a 28+321		Total			
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	%	Mujeres	%
Bodega	1	0	0	0	0	0	1	0.80	0	0.00
Alquiler habitaciones/eventos	0	0	1	0	3	0	4	3.20	0	0.00
Carwash	0	0	0	0	3	0	3	2.40	0	0.00
Casa comercial	0	0	1	0	0	1	1	0.80	1	1.69
Centro Comercial	0	0	0	0	5	0	5	4.00	0	0.00
Centro Transferencia MIDES	1	0	0	0	0	0	1	0.80	0	0.00
Comedor	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00
Comercial	1	0	0	0	0	0	1	0.80	0	0.00
Alquiler de vehículos, equipos de construcción y similares	1	0	0	0	0	0	1	0.80	0	0.00
Extracción de piedra	0	0	2	0	0	0	2	1.60	0	0.00
Fabricación/comercialización derivados de cemento	0	0	1	0	5	0	6	4.80	0	0.00
Ferretería	0	0	2	0	8	0	10	8.00	0	0.00
Gasolinera	0	0	1	0	7	0	8	6.40	0	0.00
Industria	0	0	0	0	17	1	17	13.60	1	1.69
Llantería/Lubricantes	0	0	0	0	11	0	11	8.80	0	0.00
Logística y transporte	0	0	0	0	3	0	3	2.40	0	0.00
Oficinas	0	0	1	0	3	1	4	3.20	1	1.69
Repuestos automotrices	0	0	0	0	4	0	4	3.20	0	0.00
Restaurante	0	0	0	0	1	4	1	0.80	4	6.78
Salón de belleza	0	0	0	0	0	1	0	0.00	1	1.69
Supermercado	0	0	0	0	1	0	1	0.80	0	0.00
Taller automotriz	0	0	4	0	12	0	16	12.80	0	0.00
Taller estructuras metálicas	0	0	0	0	1	0	1	0.80	0	0.00
Tienda	0	1	0	0	0	0	0	0.00	1	1.69
Venta artículos varios/comestibles	0	0	1	0	22	48	23	18.40	48	81.36
Vidriería	0	0	0	0	1	0	1	0.80	0	0.00
Vivero	0	0	0	0	0	2	0	0.00	2	3.39
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>107</b>	<b>58</b>	<b>125</b>	<b>100.00</b>	<b>59</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Estudio de impacto social.

• Ingresos.

Se determinó que la mayoría de los miembros de hogares reciben algún ingreso monetario, siendo 246 hombres y 199 mujeres. El mayor porcentaje promedio entre hombres y mujeres (76.74%) de ingreso mensual se registró en el rango de \$301 a más (202 hombres y 142 mujeres), el 11.05% (21 hombres y 27 mujeres) percibe ingresos entre \$251 a \$300, el 5.30% (10 hombres y 13 mujeres) percibe ingresos entre \$201 a \$250, el 3.52% (7 hombres y 7

mujeres) percibe ingresos entre \$151 a \$200 y el 1.36 % (3 hombre y 3 mujer) percibe ingresos entre 101 a \$150. En la Tabla 91, se presenta el detalle del proyecto en esta variable.

Tabla 91. Ingresos mensuales según sexo de miembros del hogar.

Rango de Ingresos	13+560 a 18+354		18+356 a 19+256		19+256 a 28+321		Total			
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	%	Mujeres	%
De \$101 a \$150	1	1	1	1	1	1	3	1.22	3	1.51
Hasta \$50	0	0	2	4	1	2	3	1.22	6	3.02
De \$51 a \$100	0	0	0	1	0	0	0	0.00	1	0.50
De \$301 a más	58	55	74	44	70	43	202	82.11	142	71.36
De \$251 a \$300	8	13	6	2	7	12	21	8.54	27	13.57
De \$201 a \$250	3	2	4	8	3	3	10	4.07	13	6.53
De \$151 a \$200	3	3	2	4	2	0	7	2.85	7	3.52
<b>Total</b>	<b>73</b>	<b>74</b>	<b>89</b>	<b>64</b>	<b>84</b>	<b>61</b>	<b>246</b>	<b>100.00</b>	<b>199</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Estudio de impacto social.

La población recibe ingresos principalmente a través del trabajo y en forma secundaria a través de las remesas. Según los datos obtenidos, se tiene que la mayoría de las familias que manifestaron recibir remesas, se tiene que el 50% son mujeres y 50% son hombres; lo que evidencia que tanto hombres y mujeres reciben ingresos por igual producto de las remesas.

El rango de ingresos por remesas se ubica principalmente entre \$51 a \$100, \$151 a \$ 200 y \$201 a \$250, en segundo lugar de \$101 a \$150, \$251 a \$300 y arriba de \$300, en tercer lugar hasta \$50. Para mayor detalle de rangos de ingresos a través de remesa ver la Tabla 92.

Tabla 92. Remesas según rango y sexo de receptor en el hogar.

Rango	13+560 a 18+354		18+356 a 19+256		19+256 a 28+321		Total			
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	%	Mujeres	%
Hasta \$50	0	0	0	0	1	1	1	4.35	1	3.85
De \$51 a \$100	2	0	1	5	0	1	3	13.04	6	23.08
De \$101 a \$150	2	1	1	0	2	1	5	21.74	2	7.69
De \$151 a \$200	1	2	2	2	3	2	6	26.09	6	23.08
De \$201 a \$250	0	2	1	3	3	1	4	17.39	6	23.08
De \$251 a \$300	0	0	0	0	0	2	0	0.00	2	11.54
De \$300 a más	2	2	0	0	1	0	3	13.04	2	7.69
No responde	1	0	0	0	0	0	1	4.35	0	0.00
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>23</b>	<b>100.00</b>	<b>25</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Estudio de impacto social.

Respecto a la frecuencia con que se perciben las remesas, 12 (54.55%) hombres y 17 (62.96%) mujeres de los hogares es en forma mensual, 9 (40.91%) hombres y 7 (18.52%) mujeres es de forma eventual, mientras que 1 (4.55%) hombre y 5 (18.52%) mujeres las percibe de forma quincenal.

- Viviendas.

✓ Tenencia de la vivienda.

En cuanto a la tenencia de la vivienda: 105 (68%) hombres y 75 (67%) mujeres son propietarios; 5 (3%) hombres y 6 (5%) mujeres dicen ser propietarios, pero no cuentan con el título o escritura que respalde legalmente la tenencia del inmueble; 8(5%) hombres y 2 (2%) mujeres, pagando a plazo; 8 (5%) hombres y 7 (6%) mujeres, manifiesta que la vivienda es prestada; 29 (19%) hombres y 22 (20%) mujeres, son inquilinos (ver Tabla 93).

Tabla 93. Forma de tenencia de la vivienda según sexo de jefatura de hogar.

Tenencia de la vivienda	13+560 a 18+354		18+356 a 19+256		19+256 a 28+321		Total			
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	%	Mujeres	%
Propia con título o escritura	28	28	35	28	42	19	105	68	75	67
Propia sin título o escritura	1	1	1	3	3	2	5	3	6	5
Propia pagando a plazos	1	0	3	0	4	2	8	5	2	2
Alquilada	7	9	11	6	11	7	29	19	22	20
Prestada	1	1	6	2	1	4	8	5	7	6
Total	38	39	56	39	61	34	155	100	112	100

Fuente: Estudio de impacto social.

✓ Costo de alquiler de vivienda.

De la población que son inquilinos, los costos mensuales son los siguientes: El 3.33% hombres y 9.09% mujeres pagan los menos de \$50 dólares; 23.33% hombres y 18.18% mujeres pagan \$50 dólares; 16.67% hombres y 13.64% mujeres pagan \$ 75 dólares; 16.67% hombres y 13.64% mujeres pagan \$100 dólares; 10.00% hombres y 9.09% mujeres pagan \$120 dólares; el 10.00% hombres y 4.55% mujeres pagan \$350 dólares o más, el 3.33% hombres y 4.55% mujeres pagan \$200 dólares, el 4% mujeres pagan \$150 dólares, el 13.33% hombres y 4.55% mujeres pagan \$250 dólares, el 3.33% hombres y 18.18% mujeres pagan \$300 dólares (ver Tabla 94).

Tabla 94. Costo mensual de alquiler/pago a plazos de vivienda según sexo de jefatura de hogar.

Costo	13+560 a 18+354		18+356 a 19+256		19+256 a 28+321		Total			
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	%	Mujeres	%
Menos de \$50	0	0	0	0	1	2	1	3.33	2	9.09
\$50	0	0	5	2	2	2	7	23.33	4	18.18
\$75	0	0	2	2	3	1	5	16.67	3	13.64
\$100	0	0	1	1	4	2	5	16.67	3	13.64
\$120	1	1	1	1	1	0	3	10.00	2	9.09
\$150	0	1	0	0	0	0	0	0.00	1	4.55
\$200	1	1	0	0	0	0	1	3.33	1	4.55
\$250	4	1	0	0	0	0	4	13.33	1	4.55
\$300	1	4	0	0	0	0	1	3.33	4	18.18
\$350 a más	1	1	2	0	0	0	3	10.00	1	4.55
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>11</b>	<b>6</b>	<b>11</b>	<b>7</b>	<b>30</b>	<b>100.00</b>	<b>22</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Estudio de impacto social.

- Principales servicios básicos en viviendas.

✓ Agua.

La principal forma de abastecimiento de agua para consumo humano se realiza principalmente mediante red domiciliar (ANDA) con el 90% hombres y 84% mujeres, el 1% hombres y 5% mujeres a través de nacimiento, el 8% hombres y 8% mujeres mediante red domiciliar comunitaria, el 1% mujeres la compra, el 1% hombres y 2% mujeres se abastece mediante pozo (ver Tabla 95).

Tabla 95. Forma de abastecimiento de agua en vivienda según sexo de jefatura de hogar.

Forma de abastecimiento de agua	13+560 a 18+354		18+356 a 19+256		19+256 a 28+321		Total			
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	%	Mujeres	%
Red domiciliar (ANDA)	38	39	50	29	51	25	139	90	93	84
Red domiciliar comunitaria (junta de agua)	0	0	3	1	9	8	12	8	9	8
La compra a administración privada	0	0	0	2	0	0	0	0	1	1
Pozo	0	0	1	1	1	1	2	1	2	2
Nacimiento	0	0	2	6	0	0	2	1	6	5
<b>Total</b>	<b>38</b>	<b>39</b>	<b>56</b>	<b>39</b>	<b>61</b>	<b>34</b>	<b>155</b>	<b>100</b>	<b>111</b>	<b>100</b>

Fuente: Estudio de impacto social.

✓ Energía eléctrica.

El 99% (154 hombres y 112 mujeres) de los hogares cuenta con energía eléctrica y el 1% (1 hombre) expresó que no (ver Tabla 96).

Tabla 96. Viviendas con energía eléctrica según sexo de jefatura de hogar.

Tiene energía	13+560 a 18+354		18+356 a 19+256		19+256 a 28+321		Total			
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	%	Mujeres	%
Si	38	39	55	39	61	34	154	99	112	100
No	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0
<b>Total</b>	<b>38</b>	<b>39</b>	<b>56</b>	<b>39</b>	<b>61</b>	<b>34</b>	<b>155</b>	<b>100</b>	<b>112</b>	<b>100</b>

Fuente: Estudio de impacto social.

✓ Servicios sanitarios.

Cuentan con fosa séptica (22 hombres y 12 mujeres), 122 hombres y 93 mujeres tiene servicio sanitario lavable, 3 hombre tiene letrina abonera, 4 hombres y 1 mujer no respondió (ver Tabla 97).

Tabla 97. Tipo de servicio sanitario en vivienda según sexo de jefatura de hogar.

Tipo	13+560 a 18+354		18+356 a 19+256		19+256 a 28+321		Total			
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	%	Mujeres	%
Fosa séptica	0	0	14	8	8	4	22	14.19	12	10.71
De lavar	34	34	41	30	47	29	122	78.71	93	83.04
Letrina abonera	0	0	1	0	2	0	3	1.94	0	0.00
NS/NR	4	5	0	1	0	0	4	2.58	6	5.36
No responde	0	0	0	0	4	1	4	2.58	1	0.89
Total	38	39	56	39	61	34	155	100.00	112	100.00

Fuente: Estudio de impacto social.

✓ Desechos sólidos.

En promedio el 81.87% (132 hombres y 88 mujeres) entregan los desechos sólidos al camión de la basura (servicio municipal), el 12.75% (16 hombres y 17 mujeres) manifestaron que queman la basura, el 2.31% (3 hombre y 3 mujeres) la tira a la quebrada, el 1.99% (2 hombres y 3 mujer) la entierra, el 0.37% (1 hombre) la separa, el 0.77% (1 hombre y 1 mujer) le da otro tratamiento. Para mayor detalle ver la Tabla 98.

Tabla 98. Hogares por tipo de tratamiento de basura no reciclada según sexo de jefatura de hogar.

Tratamiento	13+560 a 18+354		18+356 a 19+256		19+256 a 28+321		Total			
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	%	Mujeres	%
Utiliza servicio municipal de recolección de desechos sólidos	38	39	46	23	48	26	132	85.16	88	78.57
La entierra	0	0	0	1	2	2	2	1.29	3	2.68
La quema	0	0	8	12	8	5	16	10.32	17	15.18
La tira a la quebrada	0	0	1	3	2	0	3	1.94	3	2.68
La separa	0	0	0	0	1	0	1	0.65	0	0.00
Otros	0	0	1	0	0	1	1	0.65	1	0.89
Total	38	39	56	39	61	34	155	100.00	112	100.00

Fuente: Estudio de impacto social.

✓ Recursos para cocinar.

En cuanto a recursos para cocinar: 139 hombres (89.90%) y 83 mujeres (74.11%) utilizan gas propano para cocinar; 1 mujer (0.89%) utiliza cocina eléctrica; 14 hombres (9.03%) y 28 mujeres (22.32%) utilizan leña y gas y 1 mujer (0.89%) no respondió (ver Tabla 99).



Tabla 99. Recursos utilizados para cocinar según sexo de jefatura de hogar.

Recurso utilizado para cocinar	13+560 a 18+354		18+356 a 19+256		19+256 a 28+321		Total			
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	%	Mujeres	%
Gas propano	37	37	48	21	54	25	139	89.68	83	74.11
Cocina eléctrica	0	1	0	0	0	0	0	0.00	1	0.89
Leña y gas propano	1	3	7	17	6	8	14	9.03	28	22.32
NS/NR	0	1	0	0	0	0	0	0.00	1	0.89
Leña	0	0	0	1	1	1	1	0.65	2	1.79
Gas propano y cocina eléctrica	0	0	1	0	0	0	1	0.65	0	0.00
<b>Total</b>	<b>38</b>	<b>42</b>	<b>56</b>	<b>39</b>	<b>61</b>	<b>34</b>	<b>155</b>	<b>100.00</b>	<b>115</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Estudio de impacto social.

- Valores recreacionales.

Dentro del AID y All en el tramo de la estación 13+560 a la estación 18+354 del proyecto se encontraron dos espacios recreacionales, la cancha de basquetbol ubicada en Colonia Quezaltepec y el balneario Los Chorros siendo uno de los centros turísticos más importantes a nivel nacional. Según datos obtenidos en balneario Los Chorros, para el 2019 se registró la visita de 153,369 turistas; de estos 151,351 fueron nacionales y 2,018 extranjeros.

Dentro del AID y All en el tramo de la estación 19+256 a la estación 8+321 del proyecto se encuentran pocos espacios recreativos, en la colonia Las Moras se cuenta con un parque que tiene una pequeña cancha de fútbol ubicada a 350 m sobre el lateral derecho de la carretera.

El Fondo de Inversión Local para el Desarrollo Social construyó en 2015 el Polideportivo Lourdes, ubicado sobre carretera CA08W y en 2016 construyó una cancha de fútbol rápido.

- Infraestructura social en tramo.

En cuanto a infraestructura social, se observa la presencia de 2 centros de salud públicos (UCSFI Lourdes y UCSF Botoncillal), una clínica de Bienestar Magisterial y un puesto de Cruz Roja en el Botoncillal, así como 3 centros educativos públicos (Instituto Nacional de Lourdes, CE Ing. El cantón Las Delicias, perteneciente al municipio de San Juan Opico, se ubica contiguo a Cantón Lourdes, a ambos laterales de la carretera. El cantón Sitio del Niño se ubica en la parte final del proyecto. La infraestructura social que se ubica en este cantón son 2 centros de salud (UCSF Sitio del Niño y Clínica comunal ISSS) así como centros educativos de la red pública (C.E. Cantón Sitio del Niño) y privada (Colegio Alfonsina Storni y Colegio Arcoíris), tanto los centros de salud como educativos se ubican a 500 metros del final del proyecto (ver Tabla 100).

Tabla 100. Servicio e infraestructura social.

N°	Tipo de Servicio y/o Infraestructura	Ubicación: Comunidad y Estacionamiento	Finalidad/Usos	Usuario H o M
1	UCSF Dr. Díaz del Pinal	Colonia Las Delicias, 13+900 LD	Salud	H-M
2	Centro Escolar Quezaltepec	Colonia Quezaltepec, 13+900 LD	Educativo	H-M
3	Escuela Educación Parvularia Quezaltepec	Colonia Quezaltepec, 13+950 LD	Educativo	H-M
4	Complejo Educativo José Martí	Colonia Las Delicias, 13+500 LI	Educativo	H-M
5	UCSF Dr. Aguilar Rivas	Colonia Quezaltepec, 13+900 LD	Salud	H-M
6	Puesto PNC	Quezaltepec, 13+975 LD	Seguridad	H-M
7	Planta Bombeo ANDA	Quezaltepec, 13+850 LD	Servicios básicos	H-M
8	Cancha Basketball	Quezaltepec, 14+100	Recreativo	H-M
9	Balneario Los Chorros	El Manguito, 17+000 LD	Recreativo	H-M
10	Punto abastecimiento agua municipal	El Manguito, 16+900 LD	Servicios básicos	H-M
11	Planta Bombeo ANDA	El Manguito, 17+025 LI	Servicios básicos	H-M
12	Delegación PNC	Área Urbana Colón, 19+200 LD	Seguridad	H-M
13	Complejo Educativo "Sor Clara Quiroz"	Barrio El Centro, 19+350 LD	Educativo	H-M
14	Palacio Municipal	Área Urbana Colón, 19+400 LD	Municipal	H-M
15	UCSF Colón	Área Urbana Colón, 19+600 LD	Salud	H-M
16	Iglesia Católica	Área Urbana Colón, 19+500	Religioso	H-M
17	Alcohólicos Anónimos Cristóbal Colón	Área Urbana Colón, 19+675 LD	Comunitario	H-M
18	Cementerio Municipal	Área Urbana Colón, 19+700 LD	Municipal	H-M
19	Parque Municipal	Área Urbana Colón, 19+720 LD	Recreativo	H-M
20	Centro Escolar Hacienda San Miguel	Cantón El Cobanal, 20+300 LD	Educativo	H-M
21	Centro Escolar Caserío La Esperanza	Colonia La Esperanza, El Capulín, 20+400 LI	Educativo	H-M
22	Centro Escolar Hermano Francisco Rivat	Colonia Villa Madrid, 20+900 LD	Educativo	H-M
23	Escuela de Educación Parvularia Jardines de Colón	Colonia Jardines de Colón, 21+200 LI	Educativo	H-M
24	Balneario Los Chorros	El Manguito, 17+000 LD	Recreativo	H-M
25	Colegio RIDVAN	Colonia Guadalupe, 20+050 LD	Educativo	H-M
26	Iglesia Misión evangélica	Poliedro, 20+400 LI	Religioso	H-M
27	Iglesia ITB	Poliedro, 21+150 LI	Religioso	H-M
28	Iglesia ELIM	Poliedro, 21+250 LD	Religioso	H-M
29	Iglesia Luz del Mundo	Poliedro, 21+300 LD	Religioso	H-M
30	Punto ruta 655 A	Poliedro, 21+400 LD	Transporte	H-M
31	Punto ruta 3LL	Poliedro, 21+750 LD	Transporte	H-M
32	Parroquia Nuestra Señora de Guadalupe	Poliedro, 21+850 LI	Religioso	H-M
33	Colegio María Angela Osorio	Colonia Guadalupe, 22+150 LD	Educativo	H-M
34	Planta Asfáltica MOPT	Las Moras, 22+000 LD	Construcción	H-M
35	Centro Escolar Cantón Las Moras	Cantón Las Moras, 22+500 LI	Educativo	H-M
36	Centro Escolar Colonia Las Moritas	Colonia Las Moritas, 22+500 LD	Educativo	H-M

N°	Tipo de Servicio y/o Infraestructura	Ubicación: Comunidad y Estacionamiento	Finalidad/Usos	Usuario H o M
37	Centro Escolar caserío las Arboledas	Colonia Las Arboledas, 22+600 LI	Educativo	H-M
38	Instituto Nacional Cantón Lourdes	Colonia Las Arboledas, 22+400 LI	Educativo	H-M
39	Centro Escolar Ing. Roberto Quiñonez	Colonia Miramonte, 23+650 LD	Educativo	H-M
40	Cancha Las Moras	Colonia Las Moras, 22+500 LD	Recreativo	H-M
41	UCSF Lourdes	Lourdes, 22+600 LI	Salud	H-M
42	Polideportivo Lourdes	Lourdes, 22+650 LI	Recreativo	H-M
43	Oficina distrital alcaldía municipal	Las Moras, 23+075 LI	Municipal	H-M
44	Consultorio Magisterial Lourdes, ISBM	Colonia Las Brisas, 23+200, LI	Salud	H-M
45	UCSF Botoncillal	Residencial Jacarandas, 23+700 LD	Salud	H-M
46	Cruz Roja Lourdes	Residencial Jacarandas, 23+700 LD	Salud	H-M
47	Centro Escolar Residencial Los Chorros	Residencial Los Chorros, 24+500 LD	Educativo	H-M
48	FUDEM sucursal Express	Residencial Pasatiempo, 24+900 LI	Salud	H-M
49	Centro Escolar caserío colonia El Milagro, La Arenera	Caserío La Arenera, 25+550 LD	Educativo	H-M
50	Parque El Jabalincito	El Jabalincito, 26+400 LD	Recreativo	H-M
51	Complejo Educativo Soldado Oscar Antonio Ortiz Reyes	Colonia Oscar Osorio27+550, LI	Educativo	H-M
52	Colegio Alfonsina Storni	Sitio del Niño, 29+000 LD	Educativo	H-M
53	Centro Escolar Cantón Sitio del Niño	Sitio del Niño, 29+100 LD	Educativo	H-M
54	Colegio Arco Iris	Sitio del Niño, 29+200 LD	Educativo	H-M
55	Unidad Clínica de Salud Familiar Cantón Sitio del Niño	Cantón Sitio del Niño, 29+300 LD	Salud	H-M
56	ISSS Sitio del Niño	Cantón Sitio del Niño, 29+200 LD	Salud	H-M
57	Cancha Fútbol rápido Col. Santa Lucía	Cantón Las Moras, 22+050 LD	Recreativo	H-M
58	Liceo Castilla	Cantón Lourdes, 24+900 LD	Educativo	H-M
59	Colegio Bilingüe Jean Itard	Quinta Las Esmeraldas, 24+190, LD	Educativo	H-M
60	Colegio Mercedes Durand	Catón Lourdes, 24+430, LD	Educativo	H-M

Fuente: Estudio de impacto social.

- Brechas de género identificadas.

- ✓ Actividades productivas y reproductivas.

Para el análisis de actividades desarrolladas por hombres y mujeres, se delimitaron tres tipos siendo los siguientes: a) Actividades Productivas, b) Actividades Reproductivas y c) Actividades Comunitarias/Recreativas.

Las actividades productivas son aquellas que generan un ingreso económico para la persona o grupo familiar. Las actividades reproductivas son aquellas que se relacionan con el cuidado y mantenimiento del hogar y que no representan un ingreso, se encuentran en esta categoría actividades como cuidado de hijos/as o enfermos, lavar ropa propia o de otro miembro del hogar, lavado de utensilios del hogar o compras en el mercado. Las actividades

comunitarias/recreativas son aquellas que se realizan en familia, como paseos a lugares turísticos, salidas regulares a parques, asistir a un templo religioso, participar de organizaciones o trabajos comunitarios.

Se obtuvo información de 209 (50%) hombres y 156 (27%) mujeres que expresaron realizar actividades productivas, por lo tanto, la actividad reproductiva, incluye 104 (25%) hombres y 278 (48%) mujeres, con respecto a las actividades comunitarias/recreativas el 104 (25%) hombres y 144 (25%) mujeres. Para mayor detalle ver Tabla 101.

Tabla 101. Tipo de actividad según sexo de miembro del hogar que la realiza.

Actividad	13+560 a 18+354		18+356 a 19+256		19+256 a 28+321		Total			
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	%	Mujeres	%
Productivas	51	42	89	64	69	50	209	50	156	27
Reproductivas	23	78	41	103	40	97	104	25	278	48
Comunitarias	35	48	41	52	28	44	104	25	144	25
<b>Total</b>	<b>109</b>	<b>168</b>	<b>171</b>	<b>219</b>	<b>137</b>	<b>191</b>	<b>417</b>	<b>100</b>	<b>578</b>	<b>100</b>

Fuente: Estudio de impacto social.

✓ Uso del tiempo para hombres y mujeres.

Para la determinación del uso del tiempo por parte de hombres y mujeres se tomó como unidad de medida la cantidad de horas por semana, equivalente a 168.

Los resultados muestran que expresaron tener un trabajo a tiempo completo el 49.22% hombres y el 51.59% mujeres de horas/semana. Al referirse a trabajo a medio tiempo la dedicación de horas/semana el 32.29% hombres y el 30.25% mujeres. Finalmente, respecto trabajo ocasional la dedicación de horas/semana resultó ser que el 18.50% hombres y el 18.15% mujeres (ver Tabla 102).

Tabla 102. Distribución del tiempo en actividades productivas según sexo de miembro del hogar.

Distribución del tiempo	13+560 a 18+354		18+356 a 19+256		19+256 a 28+321		Total			
	Horas/Hombres	Horas/Mujeres	Horas/Hombres	Horas/Mujeres	Horas/Hombres	Horas/Mujeres	Horas/Hombres	%	Horas/Mujeres	%
Trabajo tiempo completo	48	54	54	56	55	52	157	49.22	162	51.59
Trabajo medio tiempo	35	24	28	41	40	30	103	32.29	95	30.25
Trabajo ocasional	24	40	0	11	35	6	59	18.50	57	18.15
<b>Total</b>	<b>107</b>	<b>118</b>	<b>82</b>	<b>108</b>	<b>130</b>	<b>88</b>	<b>319</b>	<b>100.00</b>	<b>314</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Estudio de impacto social.

En lo referente a actividades comunitarias y/o recreativas, el 46.95% hombres y 74.59% mujeres se dedican a asistir a algún templo religioso, el 36.59% hombres y 20.54% se dedica

a actividades recreativas, mientras que el 16.46% hombres y 9% lo dedican a participar en organizaciones comunitarias (ver Tabla 103).

Tabla 103. Actividades comunitarias como porcentaje de horas semanal según sexo de quien la realiza.

Tipo de actividad	13+560 a 18+354		18+356 a 19+256		19+256 a 28+321		Total			
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	%	Mujeres	%
	Cantidad personas	Cantidad personas	Cantidad personas	Cantidad personas	Cantidad personas	Cantidad personas	Cantidad personas		Cantidad personas	
Ir a la iglesia	8	42	41	52	28	44	77	46.95	138	74.59
Actividades recreativas	23	6	22	19	15	13	60	36.59	38	20.54
Participar en organizaciones	23	6	2	0	2	3	27	16.46	9	4.86
Horas no utilizadas en actividades comunitarias	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00
<b>Total</b>	<b>54</b>	<b>54</b>	<b>65</b>	<b>71</b>	<b>45</b>	<b>60</b>	<b>164</b>	<b>100.00</b>	<b>185</b>	<b>100</b>

Fuente: Estudio de impacto social.

- Necesidades prácticas y estratégicas de las mujeres.

✓ Necesidades prácticas de las mujeres.

Las necesidades prácticas se relacionan con los roles de género asignados a hombres y mujeres, vinculadas a aspectos de la vida cotidiana, no son exclusivos de un género u otro, la diferencia radica en el hecho que son percibidos de forma diferenciada por hombres y por mujeres.

Se debe tener en cuenta que atender e incluso satisfacer estas necesidades prácticas no necesariamente genera una modificación de los roles de género, puede no reducir e incluso podría ampliar las brechas de género pues por sí mismas no bastan, es necesario implementar acciones con mayor alcance.

En cuanto a la obtención de información relacionada con las necesidades prácticas de las mujeres para el tramo entre las estaciones 13+560 y 18+354 del proyecto, se realizó a través de un grupo focal con mujeres, en el cual participaron 10 mujeres provenientes de Colonia Quezaltepec, obteniéndose la información que refleja la Tabla 104.

Tabla 104. Necesidades prácticas identificadas por mujeres en el tramo de la estación 13+560 a la estación 18+354 del proyecto.

Necesidad práctica	Motivo
Mejorar iluminación vial.	Es necesario mejorar la iluminación para brindar mayor seguridad de circulación a peatones y conductores, así también disminuir lugares de riesgo delincriminal, específicamente en intersección de CA01W con Bulevar Monseñor Romero.
Reparar y rectificar aceras en ingreso a colonia.	Contribuiría a dar mayor seguridad principalmente a mujeres, quienes son mayoritariamente encargadas de realizar compras en

Necesidad práctica	Motivo
	tiendas, mercados, supermercados, farmacias, lo cual también beneficiará a quienes realizan ejercicios o pasean mascotas.
Construir pasarelas inclusivas.	A las mujeres que son encargadas del cuidado y atención de adultos mayores se les complica poder salir con ellos porque no hay una infraestructura adecuada para ellos. Igualdad en cuanto a la adquisición de un trabajo, sin importar género y edad.

Fuente: Estudio de impacto social.

En cuanto a la obtención de información relacionada con las necesidades prácticas de las mujeres para la estación 18+356 – 19+256 del proyecto, se realizó a través de un grupo focal con mujeres, en el cual participaron 9 mujeres, provenientes de Comunidad El Manguito (4 participantes) y Área Urbana de Colón (5 participantes), mediante el cual se obtuvo lo que se muestra en la Tabla 105.

Tabla 105. Necesidades prácticas identificadas por mujeres para el tramo de la estación 18+356 a la estación 19+256 del proyecto.

Necesidad práctica	Motivo
Construir pasarelas inclusivas	Lo cual contribuirá a dar mayor seguridad vial a peatones, es necesario reconstruir las actuales e instalar nuevas en sitios estratégicos, como zonas escolares, pues la mayor parte de quienes acompañan a los estudiantes son mujeres.
Servicio de agua potable domiciliar regular	Considerando que son las mujeres quienes con mayor regularidad realizan actividades como lavado de utensilios del hogar, ropa propia y de otros miembros de la familia, cuidado de hijos y enfermos.
Acceso a medicinas, tanto desde el sistema público de salud como desde el privado	Según información recolectada en campo quienes utilizan en mayor medida la vía con fines de acceso a salud, acompañar enfermos y adquisición de medicamentos son mujeres, en el área existen pocas opciones de farmacias y centros de salud públicos y privados donde estas puedan obtener medicamentos.
Servicio de recolección de basura adecuado	Es en las mujeres sobre quienes recae la responsabilidad de evacuar del hogar los desechos sólidos, si bien es una necesidad de hombres y mujeres, el servicio deficiente de recolección ejerce mayor presión sobre las mujeres.
Paradas de buses debidamente establecidas y Señalización vial deficiente	Si bien es una necesidad para todos los que hacen uso de la vía, es particularmente relevante para las mujeres dado que son quienes en mayor medida y frecuencia la utilizan para actividades cotidianas como realizar compras en tiendas, mercados y supermercados, acompañar a escolares, entre otras.

Fuente: Estudio de impacto social.

En cuanto a la obtención de información relacionada con las necesidades prácticas de las mujeres para la estación 19+256 – 28+321 del proyecto, se realizó a través de un grupo focal con mujeres, en el cual participaron 9 mujeres, provenientes de Colonia El Poliedro (2 participantes), Comunidad Oscar Osorio (3 participantes) Residencial Los Chorros (3 participantes) y Colonia Cartotécnica (1 participante), mediante el cual se obtuvo lo que se muestra en la Tabla 106.

Tabla 106. Necesidades prácticas identificadas por mujeres para el tramo de la estación 19+256 a la estación 28+321 del proyecto.

Necesidad práctica	Motivo
Construir pasarelas inclusivas	Lo cual contribuirá a dar mayor seguridad vial a peatones, es necesario reconstruir las actuales e instalar nuevas en sitios estratégicos, como zonas escolares, pues la mayor parte de quienes acompañan a los estudiantes son mujeres.

Necesidad práctica	Motivo
Mejorar iluminación en paradas, pasarelas y accesos a zonas residenciales	Esto contribuirá a una mayor seguridad para las personas que hacen uso de la vía como peatones, reducirá su exposición a accidentes y a ser víctimas de la delincuencia, en el caso de las mujeres, espacios públicos iluminados contribuyen a disuadir a delincuentes en realizar actos de acoso y violencia sexual.
Evacuar de forma adecuada aguas desechadas por industrias	Durante el año afecta a las comunidades por la generación de olores desagradables, lo que impacta en su salud. En época lluviosa, incrementa la ocurrencia de inundaciones y proliferación de plagas.
Servicio de agua potable domiciliar regular	Considerando que son las mujeres quienes con mayor regularidad realizan actividades como lavado de utensilios del hogar, ropa propia y de otros miembros de la familia, cuidado de hijos y enfermos.
Mejorar servicios de salud	Según información recolectada en campo quienes utilizan en mayor medida la vía con fines de acceso a salud, acompañar enfermos y adquisición de medicamentos son mujeres, en la zona existen pocas opciones de farmacias y centros de salud públicos y privados donde estas puedan obtener medicamentos.
Servicio de recolección de basura adecuado	Es en las mujeres sobre quienes recae la responsabilidad de evacuar del hogar los desechos sólidos, si bien es una necesidad de hombres y mujeres, el servicio deficiente de recolección ejerce mayor presión sobre las mujeres.
Espacios de desarrollo y convivencia comunitaria	Esto permitirá a las comunidades contar con espacios seguros donde obtener esparcimiento sano, principalmente para niños, niñas y adolescentes.

Fuente: Estudio de impacto social.

Las necesidades prácticas identificadas por mujeres para la estación 13+560 – 18+354 del proyecto, guardan correspondencia con el contexto socioeconómico de la población perteneciente a este tramo, puede observarse que no se definen como necesidades el acceso a servicios básicos como energía eléctrica, agua potable, alcantarillados, recolección de desechos sólidos o temas educativos y de salud. Las necesidades prácticas identificadas por mujeres para la estación 18+356 – 19+256 del proyecto, se relacionan con las carencias existentes y servicios públicos deficientes, tanto los que corresponden a la municipalidad como aquellos bajo responsabilidad del gobierno central. Las necesidades prácticas identificadas por mujeres para la estación 19+256 – 28+321 del proyecto, se relacionan con las carencias existentes y servicios públicos deficientes, tanto los que corresponden a la municipalidad como aquellos bajo responsabilidad del gobierno central.

✓ Intereses estratégicos de género.

Los intereses estratégicos de género son específicos para hombres y para mujeres dado que se vinculan a lo que cada uno necesita para el desarrollo de sus capacidades. Los intereses estratégicos de las mujeres se relacionan con la consecución de equidad, transformar la situación de desventaja de las mujeres, la subordinación a la cual son sometidas, falta de recursos, medios de vida, inequidad en ingresos y violencia<sup>30</sup>. Satisfacer las necesidades prácticas no bastan por sí mismas e incluso, en algunos escenarios pueden agravar la situación de inequidad entre géneros y de poblaciones específicas, sin embargo, son necesarias para comenzar a trabajar a mediano y largo plazo intervenciones que inciden positivamente en esa situación, atendiendo así los intereses estratégicos de las mujeres.

<sup>30</sup> Género y desarrollo, Centro de Formación de Radio Nederland RNTC, 2003

De la estación 13+560 – 18+354 del proyecto, los intereses estratégicos fueron delimitados a través de la realización de grupos focales con mujeres en área de influencia directa del proyecto (ver Tabla 107).

Tabla 107. Intereses Estratégicos identificados por mujeres en la estación 13+560 – 18+354 del proyecto.

Intereses Estratégicos	Motivo
Fortalecer la organización comunitaria con la participación de las mujeres	Aunque la participación de espacios comunitarios como comités o ADESCOS es similar a los hombres, quienes toman las decisiones y participan más son los hombres.
Capacitar a mujeres en marco legal de protección de sus derechos, en instrumentos nacionales como internacionales y su aplicación práctica	Involucramiento del Estado en reconocer las leyes y normativas que amparan a las mujeres para una vida libre de violencia en forma directa a través de instancias como ISDEMU y de forma indirecta incorporando la transversalización del enfoque de género en sus intervenciones en el territorio desde las diversas instituciones que conforman el Estado. Apoyo de agentes no gubernamentales en capacitar a mujeres.
Acceso a trabajo remunerado digno, con equidad salarial.	Capacitar a mujeres para el acceso a empleos no tradicionales en proyectos como el de carretera. Abrir espacios que garanticen el acceso de mujeres en los proyectos de infraestructura vial.

Fuente: Estudio de impacto social.

De la estación 18+356 – 19+256 del proyecto, los intereses estratégicos fueron delimitados a través de la realización de grupos focales con mujeres en área de influencia directa del proyecto (ver Tabla 108).

Tabla 108. Intereses Estratégicos identificados por mujeres en la estación 18+356 – 19+256 del proyecto.

Interés estratégico	Motivo
Atención en servicios de salud especializados para mujeres	Facilitar el acceso de las mujeres a atención en salud, en tratamiento y prevención de padecimientos como cáncer de mamá, así como en salud sexual y reproductiva.
Servicio de Guardería infantil	Lo cual permitiría a las mujeres mayor tiempo disponible para realizar otras actividades formativas y productivas, brindándoles independencia económica y autonomía en sus decisiones.
Capacitación laboral y créditos productivos accesibles	Al capacitar a mujeres para insertarse en actividades productivas favorece a las comunidades al incrementar la capacidad adquisitiva de las familias, al tiempo que brinda a las mujeres mayor autonomía e independencia económica, reduciendo desigualdades, particularmente impulsando su inserción laboral en actividades no tradicionales.
Organización comunitaria deficiente	Potenciando la participación de las mujeres en espacios de toma de decisiones y en favor de sus intereses estratégicos tanto como comunitarios, impulsando desde el poder local una agenda con perspectiva de género.

Fuente: Estudio de impacto social.

De la estación 19+256 – 28+321 del proyecto, los intereses estratégicos fueron delimitados a través de la realización de grupos focales con mujeres en área de influencia directa del proyecto (ver Tabla 109).



Tabla 109. Intereses Estratégicos identificados por mujeres en la estación 19+256 – 28+321 del proyecto.

Interés estratégico	Motivo
Atención en servicios de salud especializados para mujeres	Facilitar el acceso de las mujeres a atención en salud, en tratamiento y prevención de padecimientos como cáncer de mamá, así como en salud sexual y reproductiva.
Alfabetización	Reducir los niveles de analfabetismo entre las mujeres resulta relevante dado que es un medio para brindarles mayor autonomía en cuanto a su economía, capacidad de decisión y desarrollo personal.
Servicio de Guardería infantil	Lo cual permitiría a las mujeres mayor tiempo disponible para realizar otras actividades formativas y productivas, brindándoles independencia económica y autonomía en sus decisiones.
Capacitación laboral	Al capacitar a mujeres para insertarse en actividades productivas favorece a las comunidades al incrementar la capacidad adquisitiva de las familias, al tiempo que brinda a las mujeres mayor autonomía e independencia económica, reduciendo desigualdades, particularmente impulsando su inserción laboral en actividades no tradicionales.
Divulgación de derechos de las mujeres y leyes que las protegen	El conocimiento de los marcos normativos que protegen a las mujeres es un interés estratégico, a través del cual leyes dejan de ser letra muerta

Fuente: Estudio de impacto social.

✓ Riegos en el uso de la vía para hombres y mujeres.

En la estación 13+560 – 19+256 del proyecto, los riesgos identificados por hombres y mujeres al momento de hacer uso del tramo de carretera comprendido entre la Intersección de Boulevard Monseñor Romero con CA01W en las condiciones actuales se relacionan principalmente con la seguridad vial. Destaca la falta de señalización horizontal y vertical en la mayor parte de la carretera, tomando en cuenta que es una vía que presenta gran cantidad de curvas y pendientes.

Sin embargo, en la estación 19+256 – 28+321 del proyecto, los riesgos identificados en la situación actual por hombres y mujeres al momento de hacer uso de la vía se relacionan principalmente con la seguridad vial. Destaca la falta de señalización horizontal y vertical en la mayor parte de la carretera.

Según datos obtenidos 85 (34%) hombres y 66 (40%) mujeres consideran que el principal riesgo al que se enfrentan al hacer uso de la carretera es la alta velocidad a la que se conducen los automovilistas que dada las características geométricas actuales de la carretera se vuelve un riesgo frecuente, lo cual se evidencia en la alta ocurrencia de accidentes de tránsito, el segundo riesgo que consideran con 60 (24%) hombres y 42 (25%) mujeres, los accidentes que involucran a peatones. Finalmente, 31 (13%) hombres y 23 (14%) mujeres consideran que el principal riesgo es la falta de aceras para que los peatones puedan trasladarse con seguridad. En cuanto accidente vehicular 72 (29%) hombres y 35 (21%) mujeres con la inseguridad al volante. Para mayor detalle ver la Tabla 110.

Tabla 110. Riesgos identificados según sexo de entrevistados.

Riesgos identificados	13+560 a 18+354		18+356 a 19+256		19+256 a 28+321		Total			
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	%	Mujeres	%
Accidente vehicular	11	1	9	11	52	23	72	29	35	21
Accidente peatonal	5	5	10	10	45	27	60	24	42	25
Alta velocidad	16	19	26	25	43	22	85	34	66	40
Falta de aceras	4	2	10	6	17	15	31	13	23	14
Total	36	27	55	52	157	87	248	100	166	100

Fuente: Estudio de impacto social a partir de los resultados de encuesta de Tráfico No Motorizado.

- Impactos sociales negativos identificados en el proyecto.

Los impactos sociales negativos identificados por la población del área de influencia del proyecto, fueron los siguientes:

- ✓ Riesgos de accidentes de tránsito.

El riesgo constante de ocurrencia de accidentes de tránsito se encuentra presente tanto en la etapa de ejecución como en la de funcionamiento del proyecto.

Con la ejecución del proyecto, se generarán baches, afectación a los accesos peatonales y vehiculares, el retiro de dispositivos de protección como el separador central podría incrementar el riesgo de ocurrencia de accidentes; una deficiente señalización en frentes o lugares de trabajo sería otro factor que podría contribuir a su incremento si no es atendido adecuadamente, irrespeto a señalización horizontal y vertical temporal; que, a juicio de pobladores y usuarios de la vía, incrementan el riesgo a accidentes de tránsito, tanto de niños, niñas, adultos, ancianos, personas de la tercera edad. Estos factores pueden generar mayor vulnerabilidad a que estos grupos sufran accidentes de tránsito, pues cada día hacen uso de la vía para asistir a lugares de recreación, centros de estudios, centros de salud (públicos y privados), realizar actividades cotidianas (ir al comprar a tiendas y mercado, asistir a la iglesia), ir de compras, trasladarse a lugares de trabajo.

En la etapa de funcionamiento, el riesgo de ocurrencia de accidentes de tránsito incrementará debido a que los conductores podrían sobrepasar el límite de velocidad establecido en Ley de Tránsito, el irrespeto a la señalización vertical y horizontal, peatones cruzan la vía en lugares no permitidos; lo que genera aumento en la posibilidad de ocurrencia de accidentes de tránsito que ponen en riesgo la vida de pobladores residentes y usuarios de la vía.

- ✓ Aumento de la suspensión de fines

Durante la etapa de construcción del proyecto se prevé que aumenten enfermedades respiratorias y gastrointestinales. Esto se generaría a partir de niveles de contaminación causado por polvo y humo provocado por maquinaria trabajando en el proyecto y por el aumento de desechos.

✓ Aumento de la contaminación por desechos sólidos, líquidos

Con ejecución de actividades constructivas del proyecto, se considera que puede existir un incremento en la contaminación generada por actividades sociales y fisiológicas de personal involucrado con la ejecución del proyecto.

✓ Afectación a terrenos, construcciones y linderos

La afectación de terrenos, construcciones y linderos adyacentes a la carretera, se generará a lo largo del proyecto.

✓ Afectación a accesos

Durante el proceso constructivo se afectarán accesos públicos y privados en todo el proyecto.

✓ Riesgo de acoso sexual

Durante la construcción del proyecto se identificó que uno de los impactos sociales negativos será el riesgo del acoso sexual principalmente hacia las mujeres. El personal foráneo de la empresa contratista y subcontratos asignados al proyecto se relacionará con la población local y poblaciones móviles en área de influencia indirecta para el acceso a servicios alimenticios, recreativos, alojamiento, etc. Por lo tanto, existe el riesgo de exposición al acoso hacia las mujeres.

✓ Afectación de servicios públicos

Durante el proceso constructivo se afectarán servicios públicos localizados dentro de la franja del proyecto.

✓ Conflicto Potencial

Con la ejecución del proyecto se generarán algunas condiciones que afectarán el desarrollo de las actividades cotidianas de la población, entre ellas se destaca la falta de información o la mala comunicación de la empresa constructora hacia la población, el acoso de los trabajadores (hombres) hacia las mujeres que residen en el área de influencia directa del proyecto, se afectará la movilización del transporte debido a los trabajos de construcción, se incrementará la posibilidad de accidentes de tránsito, se afectarán linderos, construcciones y se afectará accesos de uso público y privado.

✓ Tráfico vehicular

Durante la construcción del proyecto, se afectará a usuarios de la carretera con el tráfico vehicular, ya que, debido a los procesos constructivos en los frentes de trabajo, el tráfico será lento.

✓ Afectación a pasarelas

Durante la etapa de construcción del proyecto en el tramo, se afectarán varias pasarelas ubicadas a lo largo del proyecto.

✓ Interrupción del servicio de agua potable de planta de bombeo de ANDA.

Durante la etapa de construcción del proyecto, se interrumpirá el servicio de agua potable de poblados de Santa Tecla (Colonia Quezaltpec, Alpes 1 y 2 (AID)) y Colón (Urbanización El Poliedro, Comunidad El Manguito (AID) y Lotificación El Trébol (AII)) que se abastecen de la planta bombeo de Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA), localizada en la estación 17+025 lateral izquierdo (a un costado de Parque Acuático Los Chorros).

✓ Interrupción en el abastecimiento de agua de nacimiento

Durante la etapa de construcción del proyecto, se afectará a todos aquellos medios de transporte que se abastecen de agua en el tanque aledaño al Parque Acuático Los Chorros (ubicado en estación 16+900 lateral derecho) y que hacen llegar el agua (cuando estas no tienen el servicio) a distintas comunidades del municipio de Santa Tecla y Colón.

✓ Riesgo peatonal al hacer uso de la vía

Con la ejecución del proyecto se identifica que los peatones tendrán vulnerabilidad al cruzar la vía de un lateral a otro y al momento de abordar o desaborda el transporte público; el riesgo es porque durante la fase de construcción se eliminará temporalmente las pasarelas y bahías mientras se amplía la carretera y se construyen las nuevas pasarelas y bahías de buses.

✓ Afectación para acceder a planta de transferencia de desechos sólidos

Durante la etapa de construcción del proyecto, se afectará el acceso a planta de transferencia de desechos sólidos ubicado en estación 16+600 lateral derecho; la cual recibe y procesa todos los desechos sólidos que se recolectan en el municipio de Santa Tecla.

✓ Eliminación de retornos actuales

Con la ampliación de la carretera, desde intercambiador La Cuchilla (estación 22+020) hasta rotonda de Periférico Claudia Lars (estación 28+321.79), se han eliminado 3 retornos existentes (frente a Export Salva, en estación 23+350; frente a Residencial Jacarandas, en estación 23+940; frente a Holcim y Residencial Quinta Esmeralda, en estación 24+200); dicha eliminación afecta a automovilista residentes en el área de influencia directa de este tramo, ya que tendrán que desplazarse hasta donde se han establecido los nuevos retornos ubicado en estación 26+000 y la Rotonda de Periférico Claudia Lars (estación 28+671.29)

#### 6.3.3.4 Medio construido de los municipios del área de influencia del proyecto.

Santa Tecla, a escala municipal, sus caseríos albergan un 15% de la población total. A nivel de ciudad, la población habita en su gran mayoría, en viviendas de carácter permanente en calidad de propietarios. El tipo de vivienda predominante es de ladrillo y cemento, piso de ladrillo, cielo de lámina de asbesto o duralita. La ciudad la componen en su totalidad 92 colonias, 18 comunidades en vías de desarrollo.

La extensión territorial del área urbana consolidada es de alrededor de 135 hectáreas. El perímetro del viejo centro cuenta con alrededor de 30 hectáreas. El municipio de Santa Tecla posee una infraestructura bastante ordenada en la ciudad, la cual posee desarrollos significativos a nivel comercial, turístico y residencial siendo su mayor desarrollo en los últimos 20 años, su capacidad instalada en mercados, tiendas, supermercados importantes hace competitivo el municipio a nivel comercial, respecto a los aledaños.

La zona rural, la representa en mayor escala las áreas destinadas a la producción del cultivo de cafeto, especialmente en la zona del volcán de San Salvador y parte de la cordillera del Bálsamo, propiciando infraestructura construida a fin a este medio de producción, especialmente en las fincas de café en donde se benefician las cosechas (Plan Estratégico Institucional Santa Tecla 2015-2018).

El municipio de Colón, en la actualidad está conformado por un área urbana que agrupa la cabecera municipal, el cantón Lourdes y sus cantones limítrofes, Las Moras, El Capulín y Cuyagualo, El Limón y Hacienda Nueva. Este municipio ha experimentado un crecimiento del área urbanizada muy por encima de la media del Valle, aumentando de 793.5 Ha en 1996 hasta 1,357.4 Ha en 1999, lo que representa el 71.1 % de incremento. Estas desproporciones indican la falta de correspondencia entre el ritmo de crecimiento del suelo urbanizado y la dinámica poblacional del Valle de San Andrés, mostrando la progresiva dependencia del conjunto de la zona central, y en particular de los municipios de Colón y San Juan Opico, respecto al Área Metropolitana de San Salvador.

Las actividades urbanas, tanto residenciales como agroindustriales, se centran principalmente en Lourdes, y cantones aledaños, debido a su localización más idónea junto a las carreteras principales y su cercanía a las zonas industriales. Por el contrario, la cabecera municipal, Villa Colón, considerada como urbana, carece de actividad industrial, si bien es la que localiza los usos institucionales y de equipamiento, así como la actividad comercial y de servicios de carácter formal. La proximidad de este núcleo con el cantón Ateos de Sacacoyo, y con el cantón Sitio del Niño de San Juan Opico, ha generado un continuo urbano, de mayor intensidad en el cruce de las carreteras Panamericana y de Sonsonate, que actúan de ejes a la hora de desarrollarse la actividad urbana, tanto residencial como industrial. Por otra parte, al analizar los Usos de Suelo de Colón, este aparece como el que presenta la menor presencia de asentamientos informales (PDT del Valle de San Andrés, Inypsa 2001).

El municipio de San Juan Opico, posee una estructura urbana existente bastante ordenada, las áreas habitacionales de densidad alta se localizan, al este del núcleo y en las proximidades de las áreas comerciales existentes, alcanzando las 94 hectáreas. Las densidades habitacionales medias, con un desarrollo de 570 hectáreas, rodean el centro urbano, al norte del núcleo en las áreas próximas de uso institucional, industrial y de equipamientos, y al sur hasta la zona verde que cierra el área urbana en las zonas de mayor pendiente. Las áreas habitacionales de menor densidad, con 454 hectáreas, se localizan en el norte, junto a las zonas agrícolas.

San Juan Opico, así como otros núcleos de la planicie del Valle de San Andrés, como Colón, se caracteriza por presentar múltiples núcleos dispersos de baja densidad poblacional, pero con procesos acelerados de urbanización e importante población asentada en la actualidad. En el caso del municipio de San Juan Opico, es el cantón Sitio del Niño el que presenta esa condición, ya que se encuentra más unido al funcionamiento del cantón Lourdes en Colón, que al de su cabecera municipal.

El Cantón Sitio del Niño, junto al cantón Lourdes de Colón, se puede agrupar dentro de la categoría de aquellos que han tenido un acelerado proceso de urbanización desde el final de la década de los 80, y que en la actualidad cuentan con elevada concentración de población. Presentan todos ellos déficit de equipamientos y servicios, desorganizada implantación de usos, y estructura urbana sin consolidar, ni elementos de relevancia urbana. Estos cantones han experimentado los mayores índices de crecimiento de urbanización de la zona, y, sin embargo, se encuentran con una estructura de asentamiento heredada de tipo rural, al haber tenido su origen en programas de transferencias de tierras y colonización rural, inadecuada para las funciones urbanas que se desempeñan en la actualidad.

En el caso de Joya de Cerén, cantón del municipio de San Juan Opico, surgido igualmente de programas de transferencia de tierras y colonización rural, cuenta con una tipología de vivienda muy adaptada a las características de la zona, con materiales constructivos apropiados, lotes amplios de 500 m<sup>2</sup> como media y actividades de subsistencia ligadas al campo. A pesar de los déficits en servicios que presenta, en la actualidad son asentamientos con tipología residencial y estructura urbana adecuadas a la zona y con posibilidades de mejoras (PDT del Valle de San Andrés, Inypsa 2001).

#### 6.3.3.5 Valores históricos, culturales y arqueológicos.

Durante los recorridos realizados en la zona de influencia directa del proyecto contiguo a la actual carretera, no se ha observado la presencia de materiales culturales, muebles de interés arqueológicos y restos de estructuras o edificaciones prehispánicas, coloniales o republicanas con potencial arqueológico.

#### 6.3.3.6 Valores paisajísticos y recreacionales

##### ➤ Valores Paisajísticos.

El paisaje es la extensión de terreno que puede apreciarse desde un sitio y su fragmentación, es un proceso continuo y dinámico, cuyos efectos en la estructura pueden describirse mediante índices como el porcentaje de hábitat natural y número de fragmentos. Geográficamente, paisaje es un área de la superficie terrestre que nace como resultante de la interacción entre diversos factores (bióticos, abióticos y antrópicos).

([http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/documentos\\_tecnicos/integra\\_territorial/integ2.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/documentos_tecnicos/integra_territorial/integ2.pdf)).

Según proponen Hobbs y Wilson (1998), se puede distinguir un gradiente continuo con cuatro niveles de alteración del paisaje: intacto, salpicado, fragmentado y relicto. A medida que aumenta la pérdida de superficie de hábitat, disminuye la conectividad y se hace más acusado el efecto borde.

El paisaje de la zona de influencia del proyecto está constituido por vistas desde el tramo del proyecto hacia zonas cubiertas con cultivo de café, tejidos urbanos continuos y discontinuos, presencia de zonas comerciales especialmente en la zona conocida como El Poliedro y hasta el final del proyecto, en donde también se observan cultivos de granos básicos y caña de azúcar, además de la presencia de vegetación secundaria, donde se ubican algunas viviendas dispersas.

A lo largo del trazo, se observan algunos relictos de vegetación, viviendas continuas (desarrollos habitacionales) y algunas aisladas; al sur se observa un paisaje diferente dominado por las alturas de la cordillera del bálsamo, volcán de San Salvador (al este), mientras que, por el lado oeste, el paisaje está dominado por tejidos urbanos continuos y discontinuos y a lo lejos es notorio el Volcán de Izalco. La vegetación arbórea a lo largo de la carretera tiene mucha presencia en la zona aledaña de la cordillera del Bálsamo, así como en la zona donde se ubica el turicentro Los Chorros. En las Ilustraciones 134 y 135, pueden observarse vistas del paisaje en el trazo del proyecto.

Ilustración 134. Paisaje de la zona montañosa del proyecto.



Zona montañosa cubierta de vegetación y cultivo de café bajo sombra.

Fuente: Propia.

Ilustración 135. Paisaje de las zonas con desarrollo en el proyecto.



Zonas completamente antropizadas y con presencia de desarrollos industriales.

Fuente: Propia.



## 7 IDENTIFICACIÓN, PRIORIZACIÓN, PREDICCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

### 7.1 INTRODUCCIÓN.

Mediante la descripción, caracterización y cuantificación del medio ambiente actual realizada en los componentes físicos, biológicos y socioeconómicos del sitio y su área de influencia, se tienen los elementos de juicio para llevar a cabo la identificación, priorización, predicción y cuantificación de los impactos ambientales potenciales, tomando en cuenta las diferentes actividades que se realizarán tanto en la etapa de construcción, incluyendo preparación de sitio, como de funcionamiento del proyecto.

De acuerdo al decreto 233 de la Ley del Medio Ambiente del 4 de mayo de 1998, la evaluación ambiental se define como “el conjunto de procedimientos que permite al estado, en base a un estudio de Impacto Ambiental, estimar los efectos y consecuencias que la ejecución de una determinada obra, actividad o proyecto pueden causar sobre el ambiente, asegurando la ejecución y seguimiento de las medidas que puedan prevenir, eliminar, corregir, atender, compensar o potenciar, según sea el caso, dichos impactos”; en este caso el EsIA es el que predice, identifica y planifica el control de los impactos positivos y negativos originados por el desarrollo del proyecto.

Sin embargo, en las diferentes actividades que conlleva el proceso constructivo del proyecto, existen inversiones en medidas ambientales y sociales que se encuentran enmarcadas en el diseño civil de las obras de ingeniería y por medio de las cuales estos impactos son minimizados y deben ser ejecutadas como parte del mismo diseño, por lo que no forman parte del presupuesto total del Programa de Manejo Ambiental, debido a que son de cumplimiento obligatorio y forman parte del presupuesto general del proyecto.

De igual forma la liberación de derechos de vía constituye también un conjunto de actividades necesarias y de cumplimiento obligatorio a llevar a cabo previo a la construcción del proyecto, debido a que, sin la ejecución de las mismas, este no puede desarrollarse, por lo tanto, forman parte del presupuesto general y se desarrolla de forma especial como Plan de Acción de Reasentamiento (PAR) bajo lineamientos del Ministerio de Vivienda.

En ese sentido, en el presente capítulo se limita en analizar los potenciales impactos ambientales que podrán ser generados sobre la zona de influencia directa e indirecta del proyecto, durante la etapa constructiva, incluyendo preparación de sitio y la etapa de funcionamiento no contemplados por la obra civil y el Plan de Acción de Reasentamiento (PAR), posteriormente se propondrán medidas de carácter ambiental y social específicas con los impactos ambientales que se identifiquen con potencialidad de ocurrencia.

### 7.2 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.

Para la identificación de los impactos ambientales se procedió en primera instancia a establecer las actividades que se ejecutarán en el proyecto durante las etapas de preparación

de sitio, construcción y funcionamiento, las cuales se presentan en la Tabla 111, de igual forma los factores ambientales impactados (ver Tabla 112).

Mediante los recorridos de campo realizados por el proyecto y la información correspondiente de cada uno de los componentes ambientales, se procedió a la identificación de los impactos, por medio de la elaboración de una matriz de interacción, que en cuyas filas se listaron los factores ambientales impactados y en las columnas las actividades que se ejecutarán en el proyecto; obteniéndose los resultados que se presentan en la Tabla 113.

Tabla 111. Actividades del proyecto “Construcción de Viaducto y Ampliación de Carretera CA01W (Tramos los Chorros), entre autopista Monseñor Romero y CA01W; municipios de Santa Tecla, Colón y San Juan Opico, departamento de La Libertad”.

Etapa	Macro actividad	Actividades	Descripción de las actividades
<b>ETAPA DE CONSTRUCCIÓN</b>	PREPARACIÓN DE SITIO	Topografía y trazo.	Colocación de estacas, replanteo de estacas, cálculo y registro de los datos para el control del trabajo.
		Gestión para la adquisición de derechos de vía y plan de acción de reasentamiento Específico (PAR).	Gestiones para llevar a cabo el Plan de Reasentamiento, el cual involucra tantas actividades administrativas y de campo, especialmente en mediciones y valúo.
		Gestiones ambientales para las unidades de apoyo.	Gestiones administrativas que conllevan a regular y obtener los permisos ambientales de los sitios que funcionarán como unidades de apoyo.
		Establecimiento del plantel e Instalaciones provisionales	Instalación de oficinas administrativas, laboratorios de control y aseguramiento de la calidad, bodegas y almacén, taller de mecánica, planta eléctrica, tanque de combustible, bomba dispensadora, parqueos, sanitarios, trituradora, etc.
		Movilización de maquinaria.	Movilización, control de calidad, control del tráfico existente, seguridad e higiene industrial, trazado y replanteo topográfico
		Adecuación y apertura de accesos temporales.	Identificación y adecuación de caminos provisionales.
		Remoción y reubicación de servicios.	Distribución eléctrica, telefónica, drenajes, agua potable, etc.
		Limpieza y desmonte (Tala y destronconado)	Desmonte, limpieza y remoción de la cobertura vegetal, corta de los árboles necesarios para dar lugar a la construcción del proyecto y traslado de los restos a los sitios de disposición final.
	MOVIMIENTO DE TIERRAS Y ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN	Uso de maquinaria y equipo.	Para las diferentes actividades de la obra.
		Descapote.	Eliminación de la capa fértil del suelo de la zona de la ampliación y de los sitios necesarios para el viaducto.
		Remoción de revestimiento/pavimentos.	Trituración del revestimiento o del pavimento para convertirlo en parte de la sub base.
		Demolición de edificaciones existentes.	Demolición de muros, viviendas, etc., procedentes del reasentamiento humano.
		Terracería.	Labores de nivelación del terreno que incluyen cortes y rellenos.
		Desalojo de los materiales sobrantes.	Desalojo de restos provenientes de la terracería que no serán utilizados en la nivelación del terreno.
		Uso de bancos de materiales y de sitios de disposición final.	Uso de los bancos de materiales para el proyecto y de los sitios de disposición final de material excedente para el depósito de los restos de materiales provenientes de la terracería y que no serán utilizados en el proyecto.
Transporte de materiales.	Movilización de camiones con los materiales de construcción.		
Preparación de sub-rasante y subbase.	Actividades de preparación de la vía, antes de la colocación del pavimento.		

Etapa	Macro actividad	Actividades	Descripción de las actividades
		Excavación / compactación.	Excavación de sitios para dar paso al drenaje tanto mayor como menor y compactación de los mismos.
		Construcción de viaducto	Generación de accesos a los sitios de construcción de las bases, excavaciones, colocaciones de estructuras aéreas, pavimentación, etc.
	DRENAJES	Ampliación de obras de paso (drenaje mayor).	Ampliación de estructuras de acero, concreto y mampostería (puentes y cajas).
		Construcción de obras de drenaje menor (ampliación).	Construcción y ampliación de drenaje tuberías, canaletas, bordillos, etc.
		Instalación de pavimentos.	Pavimentos de comportamiento elástico: capa base, riego, pavimento asfáltico, capa de grava-emulsión. Pavimentos de comportamiento rígido: capa de gravamento, pavimento de concreto hidráulico, capa de suelo-cemento
		Construcción de aceras y ciclovía.	Pavimentos de comportamiento rígido: capa de gravamento, pavimento de concreto hidráulico.
	VARIOS	Señalización.	Señalización horizontal: marcas sobre el pavimento, vialitas unidireccionales, etc. Señalización vertical: señales preventivas, restrictivas, informativas, etc.
		Colocación de separador central.	Colocación de separador tipo New Jersey.
		Remoción y construcción de pasarelas y paradas de buses.	Se removerán las pasarelas existentes y se construirán las necesarias de acuerdo a las recomendaciones de las consultas públicas.  Colocación de paradas de buses para las personas aledañas a la vía y utilizan el transporte público.
		Construcción de muros en taludes.	Construcción de muros en los taludes de relleno.
		Medidas de mitigación y compensación ambiental.	Compensación de árboles afectados por el proyecto, engramado de isletas, barreras vivas de vetiver, control de polvo, etc.
	<b>CIERRE DE LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.</b>	Cierre ambiental de las unidades de apoyo.	Desmantelamiento de plantel, finalización de las medidas ambientales de las unidades de apoyo (plantel, sitios de disposición final y banco de materiales)
Monitoreo de la estabilidad de taludes.		Incluye las actividades de inspección de los taludes para que estén en buen estado y correcciones en los que se encuentren con problemas.	
Limpieza del corredor vial.		Limpieza de materiales de construcción sobrantes, retiro de maquinaria y equipo, etc.	
<b>ETAPA DE FUNCIONAMIENTO.</b>	Mantenimiento rutinario la franja del derecho de vía y drenajes.	Limpieza del derecho de vía y los elementos de drenaje transversal y longitudinal. La actividad incluye la poda de la vegetación para asegurar una adecuada visibilidad.	
	Mantenimiento rutinario del rodaje, hombros, aceras y ciclovía	Las actividades involucradas y las frecuencias de intervención dependen del tipo de superficie de rodaje. Esta actividad incluye tareas de barrido de la superficie, sello de fisuras, sello de grietas y bacheos, resultando con mayor demanda sobre superficies asfálticas.	
	Mantenimiento periódico del rodaje, hombros, aceras, ciclovía y drenajes.	Resello de juntas de losas, aplicada en 4 intervenciones durante el período de vida útil y espaciadas cada cinco (5) años después de la puesta en funcionamiento del proyecto. Cepillado de losas para el área de rodaje, aplicada en 2 intervenciones durante el período de vida útil	
	Mantenimiento periódico de la señalización vial.	Reemplazo de la señalización vial que se realiza en paralelo al mantenimiento con las intervenciones de mantenimiento periódico del rodaje y hombros.	
	Mantenimiento de las obras ambientales (obras verdes).	Consiste en las actividades de poda, riego de agua, fertilización, control de plagas o reemplazo, según aplique, para todas las obras verdes plantadas con cargo al proyecto, con el propósito de asegurar su arraigo (árboles, zacate o engramados).	

Etapa	Macro actividad	Actividades	Descripción de las actividades
		Operación de Maquinaria y Equipo	Para las diferentes actividades de mantenimiento de la obra.
		Tráfico vehicular.	Movimiento de los vehículos tanto livianos como pesados en el corredor vial en funcionamiento.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 112. Factores ambientales con potencial impacto en el Proyecto

Factores ambientales		Subfactores ambientales
FISICOS	Geología y suelos	Estabilidad geológica.
		Afectación morfodinámica
	Atmosfera.	Calidad del aire (contaminación).
		Clima.
	Hidrología.	Hidrología superficial (Escurrimiento, sedimentación, alteración del patrón).
		Causas de aguas (Arrastre y deposición de sedimentos).
		Lecho de ríos (socavación).
Recarga de Acuíferos (disminución).		
Calidad del Agua (contaminación).		
	Fuentes de agua (afectación).	
BIOTICOS	Vegetación.	Flora (afectación).
	Fauna (Terrestre y avifauna).	Fauna y avifauna (afectación).
SOCIOECONOMICO	Socio económico.	Alteración del hábitat.
		Arqueología y edificaciones con valor histórico y cultural.
		Uso actual del suelo
		Medios de subsistencia e ingreso
		Patrones culturales (estilo de vida)
		Propiedad privada y asentamientos humanos
		Salud pública.
		Servicios básicos.
		Riesgos ocupacionales.
		Tráfico vehicular y peatonal.
		Vías de acceso (caminos vecinales y privados)
		Plusvalía
		Desarrollo económico
Generación de empleo		
Movilización		
PAISAJE	Visual.	Vistas panorámicas.
		Carácter visual del área.

Fuente: Elaboración propia



En la Tabla 114, se presentan los impactos ambientales identificados y los números de la derecha corresponden a cada una de las 139 interacciones negativas y las 40 interacciones positivas potenciales identificadas que son explicadas en el Apéndice 16.

Tabla 114. Impactos ambientales identificados.

No.	Impactos identificados	Número de la interacción.
<b>Impactos negativos identificados</b>		
1	Pérdida de estabilidad geológica	21, 4.
2	Afectación morfodinámica	3, 13, 22, 32, 43, 56, 70, 83, 111.
3	Alteración (contaminación) de la calidad del aire	4, 10, 28, 34, 37, 44, 53, 57, 65, 71, 77, 84, 117, 136, 137.
4	Alteración al clima	23, 118, 127.
5	Cambios en la hidrología superficial	78, 85, 100, 112, 119, 128.
6	Arrastre y deposición de sedimentos en las áreas cercanas a cauces de aguas	33, 45, 86, 101, 113.
7	Disminución en la recarga de los acuíferos	88, 120, 129.
8	Alteración de los lechos de los ríos	87.
9	Cambios en la calidad del agua	35, 102.
10	Afectación de las fuentes de agua (fuentes de obtención de agua (manantiales))	46, 103.
11	Daños a la flora	5, 14, 24, 58, 89, 104, 114.
12	Daños a la Fauna y Avifauna	6, 11, 15, 25, 29, 47, 59, 66, 79, 90, 115, 138.
13	Alteración del hábitat y ecosistemas	1, 16, 26, 48, 91.
14	Cambio en el uso actual del suelo	7, 17, 27, 36, 49, 60, 72, 80, 92, 106, 116, 121, 130, 133.
15	Afectación a los medios de subsistencia e ingreso	93.
16	Afectación a los patrones culturales (estilo de vida)	40.
17	Afectaciones a la propiedad privada y desalojo de asentamientos humanos	2, 94.
18	Daños a la salud pública	54, 67, 73, 95.
19	Afectación a los servicios públicos	20.
20	Incremento de los riesgos ocupacionales	18, 30, 38, 41, 61, 68, 74, 81, 96, 107, 122, 131, 134.
21	Incrementos en el tráfico vehicular y peatonal	8, 12, 19, 31, 39, 50, 55, 62, 69, 108, 123, 135, 139.
22	Afectación a vías de acceso (caminos vecinales y propiedades privadas).	97, 109, 124.
23	Afectación a las vistas panorámicas	51, 63, 98, 125.
24	Pérdida del carácter visual del área	9, 52, 64, 75, 82, 99, 110, 126, 132.
<b>Impactos positivos identificados</b>		
1	Plusvalía	3, 5, 6, 18, 19, 20, 25, 26, 35, 37, 39.
2	Desarrollo económico	1, 2, 4, 21, 27, 40.
3	Generación de empleo	7, 8, 14, 22, 29, 36.
4	Reducción de congestionamientos	16, 34.
5	Movilización	11, 15, 17, 30, 32.
6	Reducción de costos de mantenimiento de los vehículos	9, 12.
7	Reducción de costos en consumo de combustible	10, 13.
8	Mejoramiento del paisaje.	23, 24, 28, 31, 33, 38.

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 115, se presentan las actividades identificadas y que serán desarrolladas por el proyecto durante la fase de construcción, incluyendo la preparación del sitio, contabilizándose 31 actividades, de las cuales 8 se consideran positivas y 23 negativas, que estarán propiciando los impactos identificados en la Tabla 114.

Tabla 115. Actividades a llevar a cabo en la etapa de construcción del Proyecto

Etapa del proyecto	Actividades	
	Negativas	Positivas
Preparación de sitio.	Topografía y trazo.	Gestión para la adquisición de derechos de vía y plan de acción de reasentamiento Especifico (PAR).
	Establecimiento del plantel e Instalaciones provisionales	Gestiones ambientales para las unidades de apoyo.
	Movilización de maquinaria.	-
	Adecuación y apertura de accesos temporales.	-
	Remoción y reubicación de servicios.	-
	Limpieza y desmonte (Tala y destronconado)	-
Construcción	Uso de Maquinaria y Equipo.	Remoción y construcción de pasarelas y paradas de buses.
	Descapote	Construcción de muros en taludes.
	Remoción de revestimiento/pavimentos.	Medidas de mitigación y compensación ambiental.
	Demolición de edificaciones existentes.	Cierre ambiental de las unidades de apoyo.
	Terracería.	Monitoreo de la estabilidad de taludes.
	Desalojo de los materiales sobrantes.	Limpieza del corredor vial.
	Uso de bancos de materiales y sitios de disposición final.	-
	Transporte de materiales.	-
	Preparación de sub-rasante y sub base.	-
	Excavación / compactación.	-
	Construcción de viaducto	-
	Ampliación de obras de paso (drenaje mayor).	-
	Construcción de obras de drenaje menor (ampliación).	-
	Instalación de pavimentos.	-
	Construcción de aceras y ciclovía.	-
	Señalización.	-
Colocación de separador central.	-	

Fuente: Elaboración propia

De igual forma se presentan las actividades consideradas a realizar en la etapa de funcionamiento, las cuales se contabilizan en 7, siendo 5 positivas y 2 negativas (ver Tabla 116).

Tabla 116. Actividades a llevar a cabo en la etapa de funcionamiento del proyecto.

	Actividades	
	Negativas	Positivas
Operación de Maquinaria y Equipo		Mantenimiento rutinario de la franja del derecho de vía y drenajes
Tráfico Vehicular		Mantenimiento rutinario del rodaje, hombros y ciclovía
-		Mantenimiento periódico del rodaje, hombro, ciclovía y drenajes.
-		Mantenimiento periódico de la señalización vial
-		Mantenimiento de las obras ambientales (obras verdes)

Fuente: Elaboración propia

### 7.3 PREDICCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

De las interacciones negativas resultantes se ha realizado la predicción de los impactos ambientales potenciales, los cuales se han cuantificado, por medio de una matriz de evaluación de impacto ambiental.

Para la ponderación de los impactos se aplicó el método de Criterios Relevantes Integrados (CRI), el cual permite establecer un Índice de Valoración de Impacto Ambiental (IVIA) tomando en cuenta los siguientes parámetros: Probabilidad, Intensidad; Extensión; Reversibilidad y Duración. A cada parámetro se le asignó un porcentaje para calcular el IVIA. La probabilidad tiene una ponderación de 0.2%; la intensidad, 0.3%; la extensión, 0.2%; la reversibilidad, 0.2% y la duración, 0.1%.

Cada valor del IVIA resultante de la combinación de la ponderación del CRI (López J, 1997) y de los impactos asociados se tabuló en la Matriz de Evaluación de Impacto Ambiental (ver Tabla 117), tomando como base los criterios, que se presentan en la Tabla 118.



Tabla 117. Matriz de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto

FACTOR AMBIENTAL	COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO	FASE DE CONSTRUCCIÓN																				Sumatoria Impactos Negativos	Promedio							
		PREPARACIÓN DE SITIO					CONSTRUCCIÓN										FUNCIONAMIENTO													
		Trazo y replanteo topográfico.	Establecimiento del plantel e instalaciones provisionales	Movilización de maquinaria.	Adecuación y apertura de accesos temporales.	Remoción y reubicación de servicios.	Limpieza y desmonte (Tala y desmonte)	Uso de maquinaria y equipo.	Descapote.	Remoción de revestimiento/pavimentos.	Demolición de edificaciones existentes.	Terracería.	Desajuste de materiales sobrantes.	Uso de bancos de materiales y de sitios de disposición final.	Transporte de materiales.	Preparación de sub-base y sub-base.	Excavación / compactación.	Construcción de viaducto	Ampliación de obras de paso (drenaje mayor).	Construcción de obras de drenaje menor (ampliación).	Instalación de pavimentos.			Construcción de aceras y ciclovia.	Señalización.	Colocación de separador central.	Operación de Maquinaria y Equipo	Tráfico Vehicular		
Factores físicos	Geología y suelos	Estabilidad geológica				4.90					6.50																11.40	5.70		
		Afectación morfodinámica		6.50		7.50					7.00		6.00		6.50	8.50	8.00		7.50									74.00	7.40	
	Atmosfera	Calidad del aire		6.00	5.90																						6.50	6.50	79.40	5.29
		Clima					4.90															5.00							13.00	4.33
	Hidrología	Hydrología superficial															8.00	8.00	6.90	5.90	7.50	7.00							43.30	7.22
		Causas de aguas (Arrastre y deposición de sedimentos).										5.40																	32.20	5.37
		Lecho de ríos																5.00											5.00	5.00
Recarga de acuíferos																	4.00				4.80	4.40						13.20	4.40	
Calidad del Agua											5.00																		9.50	4.75
	Fuentes de agua.										7.50										6.00							13.50	6.75	
Bióticos	Flora	Flora		5.00		8.50							5.10				8.00	8.00	8.50									51.60	7.37	
	Fauna	Fauna y avifauna		5.10	5.00	5.00		8.50		6.00			8.50	6.00	5.00		6.00	4.40	6.00	6.00							4.10	75.60	5.82	
	Habitat y ecosistemas		4.40			2.90		6.00					6.50					9.00										28.80	5.76	
Socioeconómicos	Sociales	Uso actual del suelo		5.00		5.50		10.00		7.50			7.50		9.00	8.50	6.50	5.50	7.50	9.00	7.50	9.00	7.50	7.50				104.00	7.43	
		Medios de subsistencia e ingreso															6.50												6.50	6.50
		Patrones culturales (estilo de vida)												4.40															4.40	4.40
		Propiedad privada y asentamientos humanos.	6.50															7.50											14.00	7.00
		Salud pública											6.00		4.10	5.00		3.50											18.60	4.65
		Servicios públicos.					6.70																						6.70	6.70
		Riesgos ocupacionales					4.10			3.80		5.00	5.00			4.70	5.00	3.50	6.50	5.00	4.40		2.90	2.60		3.60			56.10	4.32
Tráfico vehicular y peatonal		6.00	6.60		5.00			7.90		6.90		7.00	6.00	7.50	5.00					4.30	6.00			7.50			6.00	81.70	6.28	
	Vías de acceso (caminos vecinales y propiedades privadas)																5.00	4.10		4.40								13.50	4.50	
Paisaje	Visual.	Vistas panorámicas.										4.70		3.40														15.70	3.93	
		Carácter visual del área.		2.00									3.50		4.40		3.40	5.00	5.00	3.50		4.10	3.50					34.40	3.82	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 118. Criterios y puntaje utilizados para el cálculo del Índice de Valoración del Impacto Ambiental (IVIA)

Probabilidad o riesgo	Intensidad	Extensión	Reversibilidad	Duración	Puntaje
Alta	Alta	General	Irreversible	Larga	10
Media	Media	Local	Medianamente irreversible	Media	5
Baja	Leve	Puntual	Reversible	Corta	2

Fuente: Yáñez & Hernández Panameño, 1993.

La relevancia de los componentes impactados por las actividades del proyecto “CONSTRUCCIÓN DE VIADUCTO Y AMPLIACIÓN DE CARRETERA CA01W (TRAMOS LOS CHORROS), ENTRE AUTOPISTA MONSEÑOR ROMERO Y CA01W; MUNICIPIOS DE SANTA TECLA, COLÓN Y SAN JUAN OPICO, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD”, se clasificaron tomando de base los parámetros presentados en la Tabla 119.

Tabla 119. Parámetros de relevancia para evaluar los impactos ambientales del proyecto

No Significativo	Compatible	Moderado	Severo	Crítico
0.0 - 2.0	2.1 - 4.0	4.1-6.0	6.1 - 8.0	8.1 - 10.0

Fuente: Yáñez & Hernández Panameño, 1993.

#### 7.4 PRIORIZACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

De acuerdo a los valores calculados, se jerarquizaron los impactos en cada fase del Proyecto según los lineamientos propuestos por Yáñez & Hernández Panameño, 1993 (Hernandez Panameño, 1993); la rutina de cálculo se incluye en el Apéndice 16.

El resultado de la evaluación de cada uno de los componentes ambientales realizado mediante el Índice de Evaluación Ambiental (IVIA), generó la jerarquización que se presenta en la Tabla 120.

Tabla 120. Jerarquización de impacto a los factores ambientales evaluados del proyecto

Clasificación de los impactos ambientales	Índice de Evaluación Ambiental (IVIA)
<b>Impactos severos</b>	
<b>Jerarquización del IVIA</b>	
Cambio en el uso actual del suelo.	7.43
Afectación morfodinámica.	7.40
Daños a la flora.	7.37
Cambios en la hidrología superficial.	7.22
Afectaciones a la propiedad privada y desalojo de asentamientos humanos.	7.00
Afectación de las fuentes de agua.	6.75
Afectación a los servicios públicos.	6.70
Afectación a los medios de subsistencia.	6.50
Incremento al tráfico vehicular.	6.28
<b>Impactos moderados</b>	
<b>IVIA</b>	
Daños a la fauna y avifauna.	5.82
Alteración del hábitat y ecosistemas.	5.76
Pérdida de estabilidad geológica.	5.70
Arrastre y deposición de sedimentos en las áreas cercanas a cauces de aguas.	5.37
Alteración (contaminación) de la calidad del aire.	5.29
Alteración de los lechos de los ríos.	5.00
Cambios en la calidad del agua.	4.75
Daños a la salud pública.	4.65

Afectación a vías de acceso (caminos vecinales y propiedades privadas).	4.50
Afectación a los patrones culturales (estilo de vida).	4.40
Disminución en la recarga de acuíferos.	4.40
Alteración al clima.	4.33
Incremento de los riesgos ocupacionales.	4.32
<b>Impactos compatibles (poco significativos)</b>	<b>IVIA</b>
Alteración de las vistas panorámicas.	3.93
Pérdida de carácter visual del área.	3.82

Fuente: Elaboración propia

## 7.5 DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS POTENCIALES NEGATIVOS.

### 7.5.1 Impactos severos

#### 7.5.1.1 Cambio en el uso actual del suelo.

El cambio de uso actual se prevé en 420,920.00 m<sup>2</sup>, de nuevo terreno que será impactado por la ampliación, con la movilización de 63,138.00 m<sup>3</sup> de suelo de descapote (0.15m de profundidad). El incremento en el área a impermeabilizar por la cobertura de pavimento, incluyendo hombros será un aproximado del 595,541.00 m<sup>2</sup>.

Los terrenos en donde se llevará a cabo la ampliación contemplan porciones de fincas cafetaleras, especialmente en el tramo 1 y 2 del proyecto, es decir desde la estación 13+740 hasta la estación 19+260, seguido por tejidos poblacionales referidos a la zona urbana y sub urbana de las laterales de la ciudad de Colón y parte del municipio de San Juan Opico (Estación 19+260 hasta la estación 22+280), además de porciones de tierras utilizadas en sistemas agroforestales, cultivos de granos básicos y pastoreo de ganado vacuno, zonas comerciales e industriales, entre otros (Estación 22+280 hasta la estación 28+321). La distribución de la ocupación del suelo en el proyecto que se considera que resultará afectado se presenta en la Tabla 121 e Ilustración 136.

Tabla 121. Distribución de la ocupación del suelo aledaño al trazo del proyecto

Detalle de áreas	Longitud en km	%
Tejido urbano continuo	1.00	6.78
Cultivo de café	4.80	32.54
Tejido urbano discontinuo	4.83	32.75
Tejido urbano discontinuo y zonas comerciales o industriales	1.10	7.46
Mosaico de cultivos y pastos	0.42	2.85
Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes	1.00	6.78
Tejido urbano precario	0.50	3.39
Cultivo de caña de azúcar	0.30	2.03
Zonas comerciales o industriales	0.80	5.42
<b>Total</b>	<b>14.75</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Visualizador de Información Geográfica de Evaluación Ambiental (VIGEA) del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (<http://mapas.marn.gob.sv/VIGEA/nepamap.aspx?wherestr=COLON&searchtype=municipios>)

Ilustración 136. Distribución del uso actual del suelo aledaño al actual trazo.



Fuente: Visualizador de Información Geográfica de Evaluación Ambiental (VIGEA) del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (<http://mapas.marn.gob.sv/VIGEA/nepamap.aspx?wherestr=COLON&searchtype=municipios>)

### 7.5.1.2 Afectación morfodinámica.

Debido a los movimientos de tierra en una cantidad estimada de 1,438,517.24 m<sup>3</sup>, en todo el proyecto; la estabilidad del mismo puede verse afectada, especialmente durante la época de lluvias y por la presencia de taludes de corte existentes, especialmente en el tramo 1 y 2 (Estación 13+560 - estación 19+256 en ambos laterales), al no prevenirse y/o corregirse puede llegar a generar problemas de desprendimientos de mayores proporciones de suelo superficial, que pueden afectar el franja pavimentada, provocando problemas de interrupción de tráfico tanto de llegada o de salida a la ciudad de Santa Tecla.

Los sitios potenciales identificados y relacionados con la erosión del suelo conllevando a pérdidas de estabilidad y formación de cárcavas, están asociados a los tramos aledaños a la carretera que debido a su pendiente tendrán abundante trabajo de terracería, encontrándose entre estos, los que se presentan en la Tabla 122.

Tabla 122. Taludes presentes en el proyecto, con posibilidades de perder estabilidad en el suelo.

Desde	Hasta	Longitud (m)
<b>Lateral derecho</b>		
13+960	14+000	40.00
14+080	14+180	100.00
14+600	14+660	60.00
14+900	15+060	140.00

Desde	Hasta	Longitud (m)
16+620	16+680	160.00
16+700	16+730	30.00
16+980	17+040	60.00
17+120	18+320	1,200.00
20+320	20+620	300.00
<b>Lateral izquierdo</b>		
13+750	13+940	190.00
13+960	14+080	120.00
14+100	14+140	40.00
14+160	14+320	160.00
14+460	14+500	40.00
14+540	14+580	40.00
14+640	15+040	400.00
15+120	15+360	240.00
15+400	15+600	200.00
15+620	15+980	360.00
16+000	16+240	240.00
16+260	16+420	160.00
17+220	17+280	60.00

Fuente: Geotecnia del proyecto.

En las Ilustraciones 137 y 138, pueden observarse tramos de la carretera con potencialidad a ser susceptible a los fenómenos de alteraciones morfodinámicas.

Ilustración 137. Taludes de corte con potencial vulnerabilidad a fenómenos erosivos.



Ejemplo de taludes de corte con susceptibilidades a erosión de los suelos. Estación 16+060 LI.

Fuente: Recorridos de campo.

Ilustración 138. Taludes presentes en el proyecto, con posibilidades de erosionarse.



Ejemplo de taludes de corte con susceptibilidad a procesos de erosión de los suelos. Estación 17+500 LD.

Fuente: Recorridos de campo.

### 7.5.1.3 Daños a la flora.

El impacto cuantifica la pérdida de 5,772 individuos (2,689 árboles y 3,083 arbustos), involucrando 54 familias y 149 especies vegetales.

Según el Acuerdo No. 74. Actualización del Listado Oficial de Especies de Vida Silvestre Amenazadas o en Peligro de Extinción, que se emitió mediante Acuerdo Ejecutivo No. 36 de fecha once de mayo de dos mil nueve, se observan trece (13) especies en la categoría de amenazadas con 460 individuos vegetales (árboles y arbustos) y una (1) especies en peligro de extinción con 66 individuos vegetales (árboles y arbustos). Basado en el índice de Shannon (3.67), puede considerarse la zona de estudio con diversidad media en vegetación.

En la Tabla 123, se presenta el inventario de flora potencialmente impactada (afectada) por la construcción del proyecto y en el Apéndice 15 el plano de vegetación y el inventario de vegetación identificada con potencial impacto (afectada).

Tabla 123. Especies de flora y número de individuos vegetales (árboles y arbustos) con potencial impacto (afectadas) con la construcción del proyecto.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	No. de Individuos	Status MARN 2015	UICN <sup>31</sup>
Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i> Jacq.	"jocote"	54	No enlistada	LC
	<i>Mangifera indica</i> L.	"mango"	293	No enlistada	LC
	<i>Anacardium occidentale</i> L.	"marañón"	13	No enlistada	LC
	<i>Spondias purpurea</i> L.	"pitarrillo"	1	No enlistada	LC
	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	"ron rón"	2	<b>Amenazada</b>	LC
Annonaceae	<i>Annona reticulata</i> L.	"anona"	17	No enlistada	LC
	<i>Cananga odorata</i> (Lam.) Hook. F. Y Thomson	"cananga"	7	No enlistada	LC
	<i>Annona purpurea</i> Moç. & Sessé ex Dunal	"cincuya"	10	<b>Amenazada</b>	LC
	<i>Annona muricata</i> L.	"guanaba"	4	No enlistada	LC

<sup>31</sup> Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	No. de Individuos	Status MARN 2015	UICN <sup>31</sup>
Apocynaceae	<i>Cascabela thevetia</i> (L.) Lippold	"chilindrón"	2	<b>Amenazada</b>	LC
	<i>Tabernaemontana donnell-smithii</i> Rose ex J. D. Sm.	"cojón de puerco"	17	No enlistada	LC
Araliaceae	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.	"mano de león"	5	<b>Amenazada</b>	LC
	<i>Aralia excelsa</i> (Griseb.) J. Wen	"cola de garrobo"	28	No enlistada	LC
Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i> L.	"coco"	31	No enlistada	LC
	<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd. ex R. Keith	"coyol"	9	No enlistada	LC
	<i>Adonidia merrillii</i> (Becc.) Becc.	"palmera de miami o árbol de palmera"	17	No enlistada	LC
	<i>Archontophoenix cunninghamiana</i> (H. Wendl.) H. Wendl. Y Drude	"palmera"	72	No enlistada	LC
	<i>Cyrtostachys renda</i> , Blume	"palmera"	7	No enlistada	LC
Asparagaceae	<i>Yucca gigantea</i> Lem.	"izote"	425	No enlistada	LC
Bignoneaceae	<i>Roseodendron donnell-smithii</i> (rosa) Miranda	"cortez blanco"	7	No enlistada	LC
	<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	"cortez"	16	No enlistada	LC
	<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	"jacaranda"	9	No enlistada	LC
	<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	"llama del bosque"	3	No enlistada	LC
	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC.	"maquilihuat"	190	No enlistada	LC
	<i>Crescentia cujete</i> L.	"morro"	8	No enlistada	LC
Bixaceae	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	"san andrés"	152	No enlistada	LC
	<i>Bixa orellana</i> L.	"achiote"	7	No enlistada	LC
	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	"tecomasuche"	4	No enlistada	LC
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	"laurel"	256	No enlistada	LC
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	"jiote"	32	No enlistada	LC
Cactaceae	<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill.	"nopal"	1	No enlistada	LC
Calophyllaceae	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	"barillo"	18	No enlistada	LC
Clusiaceae.	<i>Mammea americana</i> L.	"mamey"	4	No enlistada	LC
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	"capulín macho"	2	No enlistada	LC
Caricaceae	<i>Carica papaya</i> L.	"papayo"	7	No enlistada	LC
Casuarinaceae	<i>Casuarina equisetifolia</i> L.	"casuarina"	9	No enlistada	LC
Chrysobalanaceae	<i>Licania platypus</i> (Hemsl.) Fritsch	"sunza"	23	No enlistada	LC
	<i>Chrysobalanus icaco</i> L.	"icaco"	2	No enlistada	LC
Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i> L.	"almendro de playa"	4	No enlistada	LC
Convolvulaceae	<i>Ipomoea arborescens</i> (Humb. Y Bonpl. Ex Willd.) G. Don	"siete pellejos"	1	No enlistada	LC
Cordiaceae	<i>Cordia collococca</i> L.	"manune"	2	<b>Amenazada</b>	LC
	<i>Cordia dentata</i> Poir.	"tigüilote"	34	No enlistada	LC
Cupressaceae	<i>Thuja occidentalis</i> L.	"tuya"	5	No enlistada	LC
	<i>Cupressus lusitanica</i>	"ciprés"	2	No enlistada	LC
Dilleniaceae	<i>Curatella americana</i> L.	"chaparro"	1	No enlistada	LC
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i> L.	"higuerillo"	5	No enlistada	LC
	<i>Jatropha curcas</i> L.	"tempate"	3	No enlistada	LC
Fabaceae	<i>Andira inermis</i> (Wright) DC.	"almendro de río"	85	No enlistada	LC
	<i>Delonix regia</i> (Hook.) Raf.	"árbol o flor de fuego"	12	No enlistada	LC
	<i>Myroxylon balsamum</i> (L.) Harms	"bálsamo"	8	<b>Amenazada</b>	LC
	<i>Cassia grandis</i> L.f.	"carao"	6	No enlistada	LC
	<i>Bauhinia aculeata</i> L.	"casco de venado"	12	No enlistada	LC
	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	"ceiba"	21	No enlistada	LC
	<i>Albizia saman</i> (Jacq.) Merr.	"cenicero o carrito"	22	No enlistada	LC
	<i>Lonchocarpus salvadorensis</i> Pittier	"chaperno, cincho, sangre de chucho"	253	<b>Amenazada</b>	LC
	<i>Albizia niopoides</i> (Benth.) Burkart	"conacaste blanco"	7	<b>Amenazada</b>	LC
	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	"conacaste"	76	No enlistada	LC
	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	"copinol"	10	No enlistada	LC
	<i>Inga vera</i> subsp. <i>spuria</i> (Willd.) J. Leon	"cujín"	23	No enlistada	LC
	<i>Dalbergia melanoxylon</i> Guill. & Perr.	"granadillo"	1	No enlistada	LC
<i>Diphysa americana</i> (Mill.) M.Sousa	"guachipilín"	6	<b>Amenazada</b>	LC	

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	No. de Individuos	Status MARN 2015	UICN <sup>31</sup>
	<i>Vachellia cornigera</i> (L.) Seigler y Ebinger	"izcanal"	19	No enlistada	LC
	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) De Wit	"leucaena"	18	No enlistada	LC
	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Walp.	"madrecacao"	134	No enlistada	LC
	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	"mangollano"	5	No enlistada	LC
	<i>Inga vera</i> subsp. <i>spuria</i> (Willd.) J. Leon	"nacaspilo"	7	No enlistada	LC
	<i>Inga edulis</i> Mart.	"paterno"	7	No enlistada	LC
	<i>Inga punctata</i> Willd.	"pepeto"	202	No enlistada	LC
	<i>Caesalpinia eriostachys</i> Benth.	"pintadillo"	2	No enlistada	LC
	<i>Erythrina berteroana</i> Urb.	"pito"	69	No enlistada	LC
	<i>Lysiloma divaricatum</i> (Jacq.) J.F. Macbr.	"quebracho"	11	No enlistada	LC
	<i>Tamarindus indica</i> L.	"tamarindo"	7	No enlistada	LC
	<i>Acacia pycnantha</i> Benth.	"zarzo"	21	No enlistada	LC
	<i>Quercus robur</i> L.	"roble"	4	No enlistada	LC
Hernandiaceae	<i>Gyrocarpus americanus</i> Jacq.	"volador"	32	No enlistada	LC
Juglandaceae	<i>Juglans regia</i> L.	"nogal"	5	No enlistada	LC
Lamiaceae	<i>Gmelina arborea</i> Roxb. ex Sm.	"gmelina o flor amarilla"	14	No enlistada	LC
Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill., 1768	"aguacate"	138	No enlistada	LC
	<i>Cinnamomum verum</i> J. Pres	"canelo"	9	No enlistada	LC
Lythraceae	<i>Lagerstroemia indica</i> L.	"júpiter de java"	29	No enlistada	LC
	<i>Punica granatum</i> L.	"granada"	1	No enlistada	LC
Magnoliaceae	<i>Magnolia grandiflora</i> L.	"magnolia"	2	No enlistada	LC
Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	"nance"	27	No enlistada	LC
Malvaceae	<i>Luehea candida</i> (DC.) Mart.	"cabo de hacha"	1	No enlistada	LC
	<i>Theobroma cacao</i> L.	"cacao"	4	No enlistada	LC
	<i>Sterculia apetala</i> (Jacq.) Karst.	"castaño"	3	<b>Amenazada</b>	LC
	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	"caulote"	40	No enlistada	LC
	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	"clavel"	1	No enlistada	LC
	<i>Heliconia appendiculata</i> Turcz.	"mozote"	7	No enlistada	LC
Melastomataceae	<i>Miconia argentea</i> (Sw.) DC.	"cirin"	1	No enlistada	LC
Meliaceae	<i>Swietenia humilis</i> Zucc.	"caoba"	66	<b>En peligro</b>	VU
	<i>Guarea glabra</i> (Kunth) T. D. Penn.	"cedrillo"	3	No enlistada	LC
	<i>Cedrela odorata</i> L.	"cedro"	136	<b>Amenazada</b>	VU
	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss.	"neem"	9	No enlistada	LC
	<i>Melia azedarach</i> L.	"paraíso"	1	No enlistada	LC
	<i>Trichilia martiana</i> C. DC.	"trichilia"	1	No enlistada	LC
Moraceae	<i>Ficus insipida</i> Willd.	"amate"	27	No enlistada	LC
	<i>Artocarpus alticola</i> (Parkinson) Fosberg	"árbol de pan"	2	No enlistada	LC
	<i>Ficus insipida</i> Willd.	"chilamate"	8	No enlistada	LC
	<i>Ficus benjamina</i> L.	"laurel de la india"	24	No enlistada	LC
	<i>Magnolia grandiflora</i> L.	"matapalo"	1	No enlistada	LC
	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex Steud.	"mora"	11	<b>Amenazada</b>	LC
	<i>Ficus macrophylla</i> Desf.	"mujillo"	1	No enlistada	LC
	<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	"ojushte"	3	No enlistada	LC
	<i>Castilla elastica</i>	"palo de hule"	6	No enlistada	LC
Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura</i> L.	"capulín"	101	No enlistada	LC
Myrtaceae	<i>Psidium friedrichsthalianum</i> (Berg) Nied.	"arrayán"	28	No enlistada	LC
	<i>Callistemon speciosus</i> (Sims) Dulce	"calistemo"	7	No enlistada	LC
	<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	"cerezo de belice"	456	No enlistada	LC
	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	"eucalipto"	57	No enlistada	LC
	<i>Psidium guajava</i> L.	"guayabo"	50	No enlistada	LC
	<i>Syzygium malaccense</i> (L.) Merr. Y LM Perry	"marañón japonés"	23	No enlistada	LC
	<i>Myrtus communis</i> L.	"mirto"	11	No enlistada	LC
	<i>Pimenta dioica</i> (L.) Merr.	"pimienta"	2	No enlistada	LC
Nyctaginaceae	<i>Bougainvillea glabra</i> Choisy	"veranera"	1	No enlistada	LC
Picramniaceae	<i>Alvaradoa amorphoides</i> Liebm.	"plumajillo"	1	No enlistada	LC
Pinaceae	<i>Pinus oocarpa</i> Schiede ex Schldt.	"pino"	15	<b>Amenazada</b>	LC
Piperaceae	<i>Piper aduncum</i> L.	"cordoncillo"	44	No enlistada	LC
Poaceae	<i>Bambusa balcooa</i> Roxb.	"bambú"	5	No enlistada	LC
Podocarpaceae	<i>Podocarpus oleifolius</i> D. Don	"chaquiro"	2	No enlistada	LC



Familia	Nombre Científico	Nombre Común	No. de Individuos	Status MARN 2015	UICN <sup>31</sup>
Polygonaceae	<i>Triplaris melaenodendron</i> (Bertol.) Standl. & Steyerl.	"mulato"	77	No enlistada	LC
	<i>Coccoloba caracasana</i> Meisn.	"papaturo"	3	No enlistada	LC
Proteaceae	<i>Grevillea robusta</i> A. Cunn. ex R. Br.	"gravileo"	7	No enlistada	LC
Rhamnaceae	<i>Karwinskia calderonii</i> Standl.	"huilhuiste"	1	No enlistada	LC
Rosaceae	<i>Rhaphiolepis loquata</i> B. B. Liu & J. Wen	"barre horno"	1	No enlistada	LC
	<i>Malus domestica</i> Borkh.	"manzano"	3	No enlistada	LC
	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	"níspero"	10	No enlistada	LC
Rubiaceae	<i>Coffea arabica</i> L.	"café"	330	No enlistada	LC
	<i>Hintonia latiflora</i> (Sessé & Moc. ex DC.) Bullock	"copalchio"	13	No enlistada	LC
	<i>Ixora finlaysoniana</i> ex G. Don	"ixora"	1	No enlistada	LC
	<i>Gardenia jasminoides</i> J. Ellis	"jazmín"	1	No enlistada	LC
	<i>Morinda citrifolia</i> L.	"noni"	1	No enlistada	LC
	<i>Coffea arabica</i> L.	"zona de cafetal"	4	No enlistada	LC
Rutaceae	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm. fil.	"limón"	23	No enlistada	LC
	<i>Swinglea glutinosa</i> (Blanco) Merr.	"limonsillo"	3	No enlistada	LC
	<i>Citrus reticulata</i> Blanco	"mandarina"	4	No enlistada	LC
	<i>Casimiroa edulis</i> La Llave & Lex.	"matasano"	4	No enlistada	LC
	<i>Citrus sinensis</i> OSBECK	"naranja"	18	No enlistada	LC
Sapindaceae	<i>Sapindus saponaria</i> L.	"jaboncillo"	1	No enlistada	LC
	<i>Melicoccus bijugatus</i> Jacq.	"mamoncillo"	47	No enlistada	LC
	<i>Sapindus saponaria</i> L.	"pacún"	1	No enlistada	LC
	<i>Thouinidium decandrum</i> (Humb. & Bonpl.) Radlk.	"zorrillo"	8	No enlistada	LC
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum cainito</i> L.	"caimito"	8	No enlistada	LC
	<i>Sideroxylon capiri</i> (A. DC.) Pittier	"tempisque"	5	No enlistada	LC
	<i>Pouteria sapota</i> (Jacq.) H.E. Moore & Stearn	"zapote"	12	No enlistada	LC
Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	"aceituno"	27	No enlistada	LC
Solanaceae	<i>Solanum torvum</i> Sw.	"lavaplatos"	7	No enlistada	LC
Urticaceae	<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich.	"chichicaste"	30	No enlistada	LC
	<i>Cecropia peltata</i> L.	"guarumo"	837	No enlistada	LC
<b>Total, general</b>			<b>5772</b>		

VU: vulnerable, LC: Preocupación menor  
Fuente: Inventario realizado en campo.

En las Ilustraciones 139 y 140, se presentan ejemplos de la vegetación que resultará afectada por la ampliación del proyecto.

Ilustración 139. Ejemplo de vegetación que resultará afectada con el proyecto.



Especies arbóreas con posibilidades de resultar impactada. Estación 26+040.

Especies arbóreas con posibilidades de resultar impactada. Estación 23+900.

Fuente: Recorridos de campo.

Ilustración 140. Ejemplo de vegetación con potencialidad de ser impactada con la ampliación con el proyecto.



Algunas de las especies arbóreas con posibilidades de resultar impactada. Estación 23+900.

Zona con vegetación con posibilidades de resultar impactada en la zona de ampliación en el lateral izquierdo. Estación 16+060.

Fuente: Recorridos de campo.

De acuerdo al Visualizador de Información Geográfica de Evaluación Ambiental del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), no se observan afectaciones a parques nacionales, áreas protegidas o áreas en proceso de ser protegidas, especialmente por el tramo del proyecto que se encuentra ubicado en la cordillera del bálsamo, en donde se ubica una zona de conservación, lo cual se ha retomado en el respectivo análisis de riesgos en cumplimiento a la Ordenanza Municipal de Santa Tecla, para generar las medidas necesarias para su protección.

#### 7.5.1.4 Cambios en la hidrología superficial.

La plataforma final impermeabilizada se estima que tendrá un área de 771,571.00 m<sup>2</sup>, propiciando las condiciones para incrementos en la escorrentía superficial durante la época lluviosa, que será manejada hacia los drenajes naturales durante la construcción del proyecto.

Se estima un incremento en el área impermeabilizada del 77.19 %, generando potenciales incrementos en la hidrología superficial. En la Ilustración 141 y 142, se presentan ejemplos de zonas potenciales donde se tendrán cambios en el manejo de la hidrología superficial.

Ilustración 141. Zonas de potenciales cambios en la hidrología superficial.



Fuente: Recorridos de campo.

Ilustración 142. Zonas de ampliación para alcanzar el ancho de la plataforma.



Zonas de ampliación de la carretera, para alcanzar el ancho de la plataforma proyectada. Obsérvese presencia de zonas con vegetación en donde se potencializa el cambio en la hidrología superficial al generarse zonas impermeables.

Fuente: Recorridos de campo.

#### 7.5.1.5 Afectaciones a la propiedad privada y desalojo de asentamientos humanos.

Las afectaciones se encuentran relacionadas con daños permanentes a propiedades aledañas al proyecto o por donde pasará el trazo. En la Tabla 124, se presentan el detalle de afectaciones.

Tabla 124. Afectaciones del proyecto.

Afectaciones Catastrales	Parcelas con construcciones afectadas
240	166

Fuente: Plan de Acción de Reasentamiento

La liberación de los derechos de vía constituye un conjunto de actividades necesarias y de cumplimiento obligatorio cuyo proceso conlleva a la evaluación de las afectaciones por la traza del proyecto, actividad que se realiza en campo, luego mediante revisión catastral se levantan las porciones individuales que son comparadas con las escrituras de los propietarios, que mediante valúo se determina el valor de la porción de terreno que será cancelada monetariamente al dueño de la afectación, todo lo anterior tiene su respaldo en la Ley de expropiación y ocupaciones de bienes por el estado, que es aplicada por el MOPT.

Es importante hacer notar que antes del inicio de las obras el MOPT tendrá que resolver el proceso de adquisición de derechos de vía, por tal motivo la medida no se incluirá en el presente estudio dado que constituye un proceso administrativo que se realiza aplicando la Ley de expropiación y ocupaciones de bienes por el estado.

La liberación de los derechos de vía contempla al momento el desalojo de 199 familias, las cuales serán trasladadas hacia sitio adquirido por el Ministerio de Obras Públicas y de Transporte que será definido posteriormente.

7.5.1.6 Afectación de las fuentes de agua (fuentes de obtención de agua (manantiales)). Durante los recorridos efectuados por el proyecto se ha identificado un sitio en donde se abastecen de agua transportistas que se dedican a suplir necesidades de abastecimiento a diferentes comunidades aledañas al proyecto que adolecen de un servicio constante de agua potable. El sitio se encuentra ubicado en el tramo de la estación 16+740 a la estación 16+920 tanto en el lateral derecho como en el lateral izquierdo.

En el lateral derecho existen tres acopios de agua procedente de fuentes subterráneas de la zona del turicentro Los Chorros (13°41'37" N 89°19'11", 740 msnm), encontrándose en una propiedad privada de donde se abastecen camiones cisternas para trasladarlas a diversas comunidades demandantes. Se prevé que estas estructuras no serán afectadas al proyecto, pero requieren monitoreo por la cercanía a la zona pavimentada para prevenir algún deterioro.

En las Ilustraciones 143 y 144, se pueden apreciar las estructuras de acopio.

Ilustración 143. Piletas de acopio de agua proveniente de fuentes subterráneas, sector del turicentro Los Chorros.



Acopios de agua proveniente de fuentes subterráneas del turicentro Los chorros.

Fuente: Recorridos de campo.

Ilustración 144. Pileta de acopio de agua proveniente de fuentes subterráneas, sector del turicentro Los Chorros y punto de llenado de los camiones cisternas.



Acopios de agua proveniente de fuentes subterráneas del turicentro Los chorros y sitio donde el transporte la carga para llevarla a comunidades con problemas de abastecimiento.

Fuente: Recorridos de campo.

En el lateral izquierdo del mismo sector (Estación 16+800 LI), se encuentran estructuras de acopio de las aguas que atraviesan la actual carretera bajo el pavimento y que también provienen de las aguas subterráneas del sector del turicentro Los Chorros (ver Ilustraciones 145, 146), las mencionadas estructuras serán directamente impactadas por la ampliación de la carretera.

Ilustración 145. Caseta existente en donde se encuentran estructuras de acopio de agua proveniente de fuentes subterráneas del sector del turicentro Los Chorros.



Estructuras de acopio de agua que escurre del turicentro Los Chorros y atraviesa la zona pavimentada al lateral izquierdo de la actual vía.

Fuente: Recorridos de campo.

Ilustración 146. Zona de drene de agua ubicado bajo pavimento existente y punto de abastecimiento de agua donde cargan los camiones cisterna.



A la izquierda, fuente de escurrimiento de agua proveniente de la zona del turicentro Los Chorros, a la derecha sitio de carga de los camiones cisterna.

Fuente: Recorridos de campo

Es importante mencionar que en el mismo lateral (estación 16+920 LI), se encuentra una planta de acopio y bombeo de agua de la Administración de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) que colecta agua proveniente de fuentes subterráneas que afloran en el sector del turicentro Los Chorros y por medio de tubería es trasladada a la planta del ANDA, para luego ser bombeada a un sector de la zona urbana del municipio de Santa Tecla. En la Ilustración 147, puede observarse la planta de acopio y bombeo.

Ilustración 147. Planta de acopio y bombeo de ANDA, ubicada en el lateral izquierdo del proyecto, estación 16+900.



Planta de acopio y bombeo de agua hacia parte de la zona urbana de Santa Tecla (Estación 16+920 LI).

Fuente: Recorridos de campo

Es importante aclarar que la propiedad en donde se ubica el turicentro Los Chorros que es donde se encuentran las fuentes de agua (nacimientos) no será impactada por la ampliación del proyecto.

#### 7.5.1.7 Afectación a los servicios públicos.

El impacto que tendrán los servicios públicos, se ha estimado en la remoción y reinstalo de 326 postes eléctricos, con sus líneas de alta tensión (ver Tabla 125), 144 postes telefónicos y su cableado (ver Tabla 126), 95 postes de cable (ver Tabla 127), 8 pasarelas (ver Tabla 128) y una planta de acopio y bombeo de agua, ubicada frente al turicentro Los Chorros (estación 16+920 LI).

Tabla 125. Ubicación del tendido eléctrico (postes eléctricos y cableado) que será necesario movilizar.

No.	Estación	Coordenada X	Coordenada Y	No.	Estación	Coordenada X	Coordenada Y
1	13+793.76	466907.07	283983.73	164	22+580.53	461285.75	289383.70
2	13+795.19	466907.16	283987.41	165	22+630.65	461271.65	289432.24
3	13+834.35	466855.16	283965.86	166	22+770.27	461251.40	289571.87
4	13+858.96	466838.96	284007.70	167	23+011.69	461185.04	289803.99
5	13+868.06	466824.62	283975.74	168	23+071.46	461168.75	289861.50
6	13+905.10	466787.75	284011.00	169	23+101.12	461159.64	289889.74
7	13+984.99	466700.86	283992.23	170	23+131.33	461152.41	289919.10
8	14+735.58	466057.79	284043.28	171	23+190.35	461134.60	289975.38
9	14+780.69	466041.56	284086.04	172	23+491.70	461052.96	290265.47
10	14+783.99	466039.39	284089.02	173	23+550.37	461036.37	290321.75
11	16+648.61	465391.16	285720.78	174	23+762.58	460965.25	290521.52
12	16+703.08	465379.31	285773.49	175	23+762.75	460964.61	290521.41
13	16+788.67	465336.95	285846.23	176	23+772.13	460962.20	290530.67
14	16+791.25	465334.84	285847.82	177	23+819.00	460940.87	290572.35
15	16+800.29	465329.91	285855.51	178	23+858.76	460945.16	290616.36
16	16+897.70	465265.72	285928.78	179	23+859.43	460925.15	290609.53
17	16+913.42	465255.01	285940.30	180	23+955.56	460896.36	290701.15
18	16+918.36	465252.48	285944.66	181	23+964.64	460913.79	290715.56
19	16+971.27	465207.67	285975.76	182	24+018.98	460899.02	290767.86
20	16+971.48	465210.48	285978.50	183	24+030.51	460876.36	290773.39
21	16+985.43	465227.91	286012.25	184	24+079.05	460862.75	290819.98
22	16+985.52	465227.28	286011.81	185	24+127.71	460849.45	290866.79
23	17+010.54	465209.17	286029.22	186	24+179.07	460835.45	290916.20
24	17+064.56	465172.82	286069.18	187	24+231.27	460821.37	290966.47
25	17+064.71	465174.03	286070.44	188	24+232.06	460821.22	290967.25
26	17+079.85	465162.85	286080.78	189	24+235.92	460820.41	290971.03
27	17+083.57	465135.08	286061.47	190	24+255.93	460813.68	290989.91
28	17+141.10	465095.00	286102.85	191	24+308.25	460798.16	291039.90
29	17+187.20	465064.67	286137.56	192	24+322.09	460796.63	291053.85
30	17+193.67	465053.37	286136.28	193	24+322.32	460796.42	291054.04
31	17+194.06	465056.03	286139.13	194	24+363.73	460785.65	291094.02
32	17+472.60	464848.62	286308.54	195	24+364.14	460785.19	291094.31
33	17+532.50	464809.46	286358.62	196	24+379.03	460797.00	291113.16
34	17+564.17	464780.91	286371.40	197	24+383.81	460781.90	291113.83
35	17+607.60	464740.66	286386.43	198	24+389.86	460774.42	291117.99
36	17+611.27	464737.23	286387.65	199	24+429.66	460766.74	291157.19
37	17+644.14	464706.20	286397.84	200	24+432.85	460785.10	291165.74
38	17+684.44	464667.18	286407.83	201	24+454.56	460755.38	291179.84
39	17+722.51	464631.04	286420.71	202	24+470.59	460755.86	291196.64
40	17+740.39	464612.67	286420.43	203	24+504.49	460745.08	291228.82
41	18+333.58	464034.24	286550.10	204	24+512.14	460744.10	291236.50
42	19+306.87	463184.98	286899.43	205	24+523.67	460736.44	291246.31
43	19+357.62	463147.83	286934.04	206	24+523.98	460743.15	291248.54
44	19+358.27	463145.84	286932.75	207	24+543.55	460735.47	291266.70



No.	Estación	Coordenada X	Coordenada Y	No.	Estación	Coordenada X	Coordenada Y
45	19+381.55	463129.79	286949.76	208	24+575.09	460725.92	291296.78
46	19+412.81	463106.29	286970.38	209	24+603.64	460714.66	291323.25
47	19+445.82	463076.37	286986.27	210	24+607.85	460717.90	291328.55
48	19+446.63	463073.02	286983.66	211	24+607.96	460718.20	291328.75
49	19+449.05	463064.40	286977.45	212	24+608.01	460720.13	291329.35
50	19+459.28	463051.40	286978.11	213	24+613.82	460717.16	291334.56
51	19+459.75	463050.43	286977.71	214	24+664.51	460702.03	291382.95
52	19+460.20	463053.40	286981.80	215	24+670.26	460678.75	291382.29
53	19+495.12	463044.56	287024.83	216	24+686.47	460691.71	291402.84
54	19+501.87	463020.15	287007.07	217	24+686.63	460691.58	291402.97
55	19+518.85	462996.76	287006.07	218	24+687.22	460698.20	291405.47
56	19+594.68	462949.42	287064.70	219	24+714.05	460706.93	291435.86
57	19+604.10	462957.35	287092.27	220	24+724.20	460705.09	291445.88
58	19+605.18	462936.18	287063.62	221	24+776.19	460666.81	291489.03
59	19+607.26	462932.03	287061.13	222	24+776.43	460673.59	291491.22
60	19+622.74	462940.46	287101.06	223	24+799.38	460685.91	291518.59
61	19+744.16	462815.15	287124.68	224	24+819.79	460680.21	291538.19
62	19+750.79	462838.65	287184.88	225	24+847.11	460647.53	291557.29
63	19+757.12	462801.26	287126.04	226	24+847.13	460654.55	291559.31
64	19+798.73	462776.89	287169.62	227	24+888.64	460640.51	291598.47
65	19+799.80	462784.83	287187.38	228	24+912.58	460609.09	291614.41
66	19+799.94	462794.52	287206.53	229	24+922.15	460634.00	291631.46
67	19+812.58	462756.11	287159.49	230	24+922.47	460626.73	291629.72
68	19+815.30	462767.76	287188.08	231	24+949.31	460624.04	291656.86
69	19+828.77	462768.84	287219.65	232	24+977.60	460611.22	291682.62
70	19+832.93	462751.60	287195.20	233	25+009.08	460607.42	291714.27
71	19+847.15	462738.72	287201.27	234	25+017.47	460604.21	291722.08
72	19+853.26	462733.71	287204.88	235	25+018.44	460624.17	291728.78
73	19+853.59	462733.36	287204.92	236	25+052.62	460611.76	291760.79
74	19+859.54	462728.04	287207.58	237	25+070.50	460590.81	291773.40
75	19+868.43	462724.55	287220.22	238	25+131.63	460574.10	291832.20
76	19+873.10	462701.52	287185.68	239	25+143.54	460569.98	291843.42
77	19+876.90	462712.69	287215.70	240	25+194.96	460553.68	291892.24
78	19+878.09	462711.49	287215.95	241	25+205.30	460571.11	291907.96
79	19+878.30	462703.05	287200.02	242	25+253.43	460541.19	291949.48
80	19+889.37	462702.05	287222.27	243	25+321.77	460522.17	292015.11
81	19+940.55	462661.18	287253.58	244	25+321.96	460537.89	292019.79
82	20+053.79	462563.11	287308.52	245	25+365.92	460510.31	292057.65
83	20+075.81	462532.06	287308.64	246	25+386.81	460502.71	292077.20
84	20+202.25	462445.96	287403.63	247	25+421.23	460494.98	292110.80
85	20+299.08	462382.79	287477.02	248	25+424.07	460494.34	292113.56
86	20+327.86	462379.24	287512.59	249	25+437.17	460473.95	292121.37
87	20+376.73	462353.79	287555.10	250	25+480.02	460479.00	292167.37
88	20+376.86	462352.76	287554.41	251	25+482.47	460478.42	292169.75
89	20+377.89	462353.21	287556.14	252	25+541.71	460461.85	292226.62
90	20+381.75	462345.54	287554.67	253	25+544.45	460461.09	292229.26
91	20+461.04	462294.16	287615.06	254	25+687.74	460421.90	292367.08
92	20+479.64	462283.25	287630.20	255	25+716.28	460397.47	292389.80
93	20+487.47	462277.50	287635.59	256	25+730.82	460388.24	292402.29
94	20+489.59	462276.36	287637.41	257	25+736.01	460408.65	292413.49
95	20+529.41	462249.26	287666.62	258	25+835.05	460381.54	292508.76
96	20+549.40	462238.06	287683.35	259	25+880.19	460369.26	292552.19
97	20+577.82	462218.56	287704.07	260	25+930.40	460355.72	292600.55
98	20+590.53	462209.99	287713.46	261	25+955.49	460300.89	292611.01
99	20+606.51	462227.28	287749.18	262	25+964.07	460364.92	292638.18
100	20+609.73	462225.79	287752.14	263	25+964.46	460364.80	292638.55
101	20+668.12	462160.58	287773.30	264	25+972.33	460283.14	292623.45
102	20+672.08	462173.26	287789.31	265	25+989.32	460339.38	292657.15
103	20+681.98	462150.89	287783.25	266	26+032.75	460327.13	292698.82
104	20+737.41	462116.19	287826.54	267	26+074.48	460315.76	292738.98
105	20+760.39	462115.55	287859.14	268	26+111.68	460324.58	292780.17

No.	Estación	Coordenada X	Coordenada Y	No.	Estación	Coordenada X	Coordenada Y
106	20+762.05	462113.69	287859.69	269	26+119.34	460284.19	292776.62
107	20+762.23	462114.26	287860.56	270	26+129.02	460300.20	292791.25
108	20+789.23	462078.66	287862.35	271	26+162.06	460310.57	292828.56
109	20+796.84	462072.94	287867.39	272	26+175.26	460288.31	292835.94
110	20+802.69	462067.00	287869.42	273	26+221.85	460275.98	292880.88
111	20+819.33	462055.75	287881.97	274	26+223.33	460243.25	292873.08
112	20+854.64	462026.57	287901.97	275	26+268.82	460262.42	292925.85
113	20+924.25	461971.51	287944.58	276	26+334.75	460245.02	292989.45
114	21+066.67	461859.99	288033.22	277	26+376.94	460232.78	293029.83
115	21+089.48	461824.68	288024.34	278	26+392.34	460227.27	293044.28
116	21+115.25	461820.85	288062.00	279	26+399.77	460223.22	293050.85
117	21+132.52	461806.52	288071.69	280	26+411.75	460223.69	293063.44
118	21+173.54	461759.70	288077.77	281	26+599.00	460191.43	293248.95
119	21+174.72	461759.07	288078.90	282	26+637.37	460180.96	293285.86
120	21+177.68	461757.58	288081.83	283	26+671.10	460175.01	293319.23
121	21+184.86	461768.71	288108.47	284	26+688.64	460125.44	293323.34
122	21+184.88	461767.71	288107.17	285	26+703.88	460162.54	293349.78
123	21+192.32	461747.38	288092.61	286	26+703.98	460162.55	293349.88
124	21+192.88	461746.74	288092.70	287	26+740.51	460111.42	293373.29
125	21+193.41	461746.67	288093.48	288	26+839.29	460083.73	293468.11
126	21+206.88	461736.92	288102.92	289	26+888.12	460111.63	293526.84
127	21+214.08	461732.28	288108.72	290	26+972.83	460052.04	293597.94
128	21+230.46	461737.08	288141.47	291	27+018.18	460039.64	293641.56
129	21+238.25	461714.96	288126.57	292	27+067.03	460025.88	293688.43
130	21+247.25	461705.65	288129.78	293	27+117.31	460011.96	293736.75
131	21+268.66	461691.36	288146.64	294	27+151.64	460039.15	293780.19
132	21+277.12	461704.28	288172.52	295	27+176.05	459996.14	293793.32
133	21+277.50	461683.14	288151.09	296	27+225.27	459982.58	293840.63
134	21+277.70	461685.33	288153.66	297	27+261.57	459972.53	293875.51
135	21+279.17	461684.45	288154.90	298	27+286.90	460001.89	293910.22
136	21+306.45	461669.48	288178.84	299	27+315.72	459958.21	293927.74
137	21+311.94	461665.31	288182.51	300	27+354.72	459983.08	293975.38
138	21+369.44	461632.11	288229.76	301	27+366.42	459943.98	293976.40
139	21+383.72	461624.97	288242.15	302	27+409.47	459932.40	294017.87
140	21+389.92	461620.58	288246.65	303	27+428.39	459963.02	294046.27
141	21+403.11	461613.21	288257.57	304	27+454.17	459919.46	294060.66
142	21+406.68	461611.16	288260.49	305	27+465.72	459952.64	294082.13
143	21+415.76	461606.81	288268.45	306	27+501.63	459903.98	294105.59
144	21+465.41	461562.35	288302.13	307	27+508.15	459940.96	294122.92
145	21+468.50	461576.46	288312.28	308	27+547.91	459894.35	294150.98
146	21+525.55	461552.19	288364.79	309	27+568.57	459922.92	294180.61
147	21+555.50	461573.71	288402.29	310	27+584.26	459919.53	294195.97
148	21+564.52	461541.17	288402.80	311	27+609.62	459876.98	294210.17
149	21+745.40	461503.71	288580.49	312	27+628.48	459908.15	294238.70
150	21+763.89	461510.98	288600.51	313	27+668.59	459897.24	294277.30
151	21+786.04	461493.21	288619.92	314	27+676.97	459862.00	294275.94
152	21+800.32	461501.10	288635.78	315	27+716.14	459847.27	294312.47
153	21+858.38	461519.32	288698.11	316	27+748.38	459875.17	294353.98
154	21+879.25	461474.01	288710.69	317	27+809.64	459822.29	294402.57
155	22+364.16	461366.96	289182.61	318	27+822.03	459854.97	294424.80
156	22+404.79	461357.90	289222.27	319	27+855.54	459809.66	294446.71
157	22+430.85	461348.51	289246.69	320	27+901.18	459796.65	294490.45
158	22+431.16	461348.14	289246.91	321	27+947.95	459783.86	294535.44
159	22+435.79	461366.33	289256.91	322	28+004.94	459768.17	294590.23
160	22+449.43	461304.18	289253.40	323	28+065.21	459751.80	294648.23
161	22+463.28	461340.54	289278.16	324	28+108.60	459740.13	294690.02
162	22+537.11	461337.78	289355.10	325	28+153.62	459727.48	294733.23
163	22+578.17	461286.63	289381.47	326	28+201.77	459714.39	294779.56

Fuente: Diseño final de Ingeniería.

Tabla 126. Ubicación del tendido telefónico (postes y cableado) que será necesario movilizar.

No.	Estación	Coordenada X	Coordenada Y	No.	Estación	Coordenada X	Coordenada Y
1	14+433.85	466291.60	283914.23	73	21+868.13	461516.78	288707.70
2	14+434.19	466291.33	283914.64	74	21+940.80	461498.80	288779.18
3	14+531.41	466195.91	283933.24	75	22+002.56	461482.97	288839.66
4	14+566.01	466161.79	283939.02	76	22+042.68	461474.00	288878.82
5	14+597.48	466137.05	283969.79	77	22+255.05	461416.77	289083.34
6	14+598.73	466135.85	283969.45	78	22+271.01	461404.92	289096.56
7	14+607.80	466128.22	283971.37	79	22+436.00	461366.58	289257.20
8	14+608.13	466119.52	283944.35	80	22+436.97	461329.21	289247.57
9	14+624.82	466115.18	283976.49	81	22+460.39	461315.87	289268.03
10	14+628.58	466112.50	283977.97	82	22+487.29	461312.38	289294.74
11	14+629.23	466111.97	283978.07	83	22+571.57	461321.88	289386.14
12	14+637.24	466106.44	283981.45	84	22+713.07	461247.86	289511.37
13	14+643.51	466102.01	283983.91	85	22+838.70	461208.58	289630.81
14	14+649.65	466097.91	283986.69	86	22+850.48	461205.80	289642.27
15	15+297.90	465686.60	284424.67	87	22+865.82	461200.89	289656.83
16	16+789.16	465334.66	285845.69	88	22+927.87	461186.51	289717.25
17	16+790.10	465334.47	285846.77	89	22+994.39	461171.03	289782.00
18	16+967.92	465209.52	285973.73	90	23+031.68	461159.40	289817.46
19	17+126.67	465123.04	286108.97	91	23+061.19	461151.57	289845.91
20	17+135.30	465100.18	286100.47	92	23+099.54	461176.81	289892.99
21	17+142.86	465111.60	286120.48	93	23+101.85	461121.56	289879.64
22	17+193.74	465058.00	286141.21	94	23+103.07	461177.58	289896.89
23	17+211.72	465044.95	286153.69	95	23+127.95	461130.92	289909.45
24	17+215.39	465042.03	286156.01	96	23+129.37	461131.41	289911.06
25	17+258.99	464999.63	286176.88	97	23+202.91	461113.22	289982.34
26	17+685.24	464665.61	286408.15	98	23+333.69	461112.24	290118.06
27	18+106.74	464250.21	286483.22	99	23+418.06	461050.27	290188.12
28	18+323.28	464043.18	286545.04	100	23+629.78	461031.82	290403.38
29	18+323.70	464042.41	286541.90	101	23+832.84	460955.81	290593.61
30	18+429.52	463931.41	286581.43	102	23+952.36	460894.84	290697.39
31	19+740.25	462846.73	287179.18	103	24+435.57	460785.76	291168.75
32	19+800.23	462783.63	287187.66	104	24+543.73	460731.39	291265.73
33	19+801.00	462793.29	287208.10	105	24+564.06	460750.38	291292.28
34	19+869.43	462722.79	287220.65	106	24+766.47	460711.01	291491.53
35	19+873.44	462728.77	287241.03	107	24+818.81	460659.78	291531.35
36	19+877.73	462712.76	287219.29	108	24+821.60	460639.13	291528.37
37	19+985.03	462622.28	287274.70	109	24+890.99	460606.89	291591.33
38	19+994.52	462614.02	287279.12	110	24+891.61	460605.55	291591.59
39	20+076.00	462530.96	287308.72	111	24+918.26	460652.31	291632.64
40	20+085.43	462533.90	287325.22	112	24+969.18	460616.80	291675.45
41	20+090.94	462529.56	287328.83	113	25+032.43	460621.36	291742.52
42	20+096.91	462523.49	287331.50	114	25+168.54	460545.01	291862.30
43	20+108.76	462512.84	287338.30	115	25+196.98	460569.17	291898.75
44	20+132.07	462488.94	287348.83	116	25+296.25	460545.94	291995.36
45	20+151.67	462482.23	287368.87	117	25+296.44	460545.61	291995.47
46	20+780.65	462096.99	287869.96	118	25+345.02	460467.68	292023.76
47	20+983.20	461923.58	287978.91	119	25+590.73	460448.62	292273.83
48	21+123.73	461798.10	288045.97	120	25+720.33	460432.75	292404.07
49	21+160.94	461784.82	288090.10	121	25+724.82	460431.78	292408.46
50	21+217.56	461745.05	288131.31	122	25+910.43	460359.44	292580.84
51	21+238.21	461714.29	288125.70	123	26+067.05	460315.95	292731.30
52	21+238.61	461714.15	288126.16	124	26+216.73	460256.15	292869.90
53	21+238.79	461714.51	288126.88	125	26+491.26	460229.37	293147.73
54	21+262.30	461717.14	288165.39	126	26+491.93	460223.28	293146.69
55	21+282.90	461701.40	288177.55	127	26+631.54	460185.58	293281.11
56	21+319.70	461661.67	288189.72	128	26+831.04	460130.26	293472.79
57	21+500.76	461569.14	288344.40	129	26+831.52	460132.27	293473.86
58	21+544.09	461556.13	288385.63	130	27+424.90	459962.96	294042.63
59	21+560.65	461532.44	288396.40	131	27+467.64	459951.24	294083.73

No.	Estación	Coordenada X	Coordenada Y	No.	Estación	Coordenada X	Coordenada Y
60	21+560.88	461532.05	288396.55	132	27+608.96	459876.41	294209.33
61	21+586.46	461515.97	288420.19	133	27+669.44	459899.79	294278.91
62	21+609.10	461502.05	288441.89	134	27+669.50	459899.65	294278.93
63	21+613.28	461562.98	288456.65	135	27+675.62	459858.53	294273.54
64	21+664.06	461558.17	288507.35	136	27+836.48	459814.21	294428.18
65	21+664.64	461557.75	288507.87	137	27+851.04	459852.17	294454.17
66	21+691.25	461552.32	288533.94	138	27+917.97	459791.61	294506.47
67	21+751.02	461542.74	288592.94	139	27+998.23	459769.75	294583.70
68	21+761.24	461511.74	288597.95	140	28+078.36	459747.58	294660.70
69	21+783.94	461537.63	288625.46	141	28+143.08	459766.65	294733.46
70	21+784.82	461537.17	288626.27	142	28+258.83	459734.87	294844.77
71	21+785.08	461493.63	288619.03	143	28+259.28	459735.45	294845.40
72	21+803.23	461499.84	288638.51	144	28+308.75	459721.13	294892.77

Fuente: Diseño final de Ingeniería.

Tabla 127. Ubicación de postes del servicio de cable (postes y cableado) que será necesario movilizar.

No.	Estación	Coordenada X	Coordenada Y	No.	Estación	Coordenada X	Coordenada Y
1	13+721.65	466949.80	283914.72	49	14+932.62	465912.86	284195.71
2	13+791.39	466889.47	283946.59	50	14+940.98	465904.10	284196.95
3	13+898.21	466795.09	283977.44	51	14+993.86	465854.52	284209.11
4	13+902.82	466789.41	284013.42	52	15+010.09	465839.94	284211.46
5	13+926.40	466763.18	284009.87	53	15+011.29	465838.94	284211.87
6	13+926.82	466762.76	284009.49	54	15+018.97	465833.23	284215.95
7	13+927.37	466762.07	284009.91	55	15+044.12	465812.20	284224.33
8	13+928.02	466761.41	284009.39	56	15+053.19	465804.74	284227.88
9	13+933.10	466760.52	283982.14	57	15+054.78	465803.34	284228.40
10	13+978.37	466717.33	283969.86	58	15+055.72	465804.07	284230.96
11	13+984.82	466700.50	283991.81	59	15+090.80	465780.18	284251.27
12	13+986.40	466699.29	283990.21	60	15+091.34	465780.55	284252.34
13	13+990.31	466695.20	283988.65	61	15+091.34	465780.36	284252.14
14	14+019.55	466666.81	283972.54	62	15+092.45	465779.65	284252.84
15	14+096.94	466605.31	283924.66	63	15+099.84	465774.79	284257.28
16	14+097.96	466604.48	283924.26	64	15+099.97	465774.57	284257.24
17	14+113.15	466593.29	283917.19	65	15+167.51	465742.36	284307.98
18	14+114.15	466592.35	283917.13	66	15+168.72	465741.61	284308.83
19	14+142.12	466571.49	283905.22	67	15+429.82	465651.64	284546.33
20	14+142.51	466570.96	283905.69	68	15+429.88	465649.55	284546.07
21	14+142.99	466570.67	283905.28	69	15+430.20	465649.51	284546.36
22	14+144.80	466569.05	283905.23	70	15+431.38	465650.79	284547.68
23	14+145.23	466568.99	283904.23	71	15+431.53	465650.83	284547.82
24	14+171.53	466546.71	283900.24	72	16+160.07	465469.89	285247.72
25	14+171.65	466546.76	283899.33	73	16+184.18	465462.06	285269.13
26	14+172.18	466546.17	283900.15	74	16+190.38	465458.23	285273.90
27	14+172.57	466545.98	283899.13	75	16+193.94	465457.02	285277.04
28	14+173.26	466545.40	283899.02	76	16+210.95	465453.85	285292.92
29	14+617.57	466116.14	283962.63	77	16+254.41	465443.73	285332.44
30	14+621.84	466106.36	283949.35	78	16+550.57	465394.56	285622.89
31	14+622.59	466105.89	283950.21	79	16+580.34	465393.39	285652.66
32	14+666.07	466086.89	283994.24	80	18+367.14	464000.00	286559.16
33	14+666.07	466086.78	283994.11	81	19+446.50	463092.61	287006.99
34	14+667.48	466085.79	283994.74	82	19+830.13	462755.83	287198.98
35	14+668.36	466085.38	283995.36	83	20+202.25	462445.96	287403.63
36	14+673.82	466065.37	283982.08	84	20+366.05	462358.02	287544.67
37	14+704.20	466068.84	284019.15	85	20+372.04	462352.87	287548.16
38	14+708.67	466066.63	284022.07	86	20+473.10	462287.48	287625.22
39	14+725.64	466060.31	284035.03	87	20+488.06	462277.12	287636.04
40	14+726.49	466060.02	284035.70	88	20+531.79	462247.30	287668.09
41	14+792.30	466035.77	284098.08	89	20+641.39	462176.77	287751.98
42	14+818.04	466020.88	284124.01	90	20+747.29	462110.36	287834.69
43	14+823.89	466017.00	284129.64	91	24+712.99	460709.01	291435.35

No.	Estación	Coordenada X	Coordenada Y	No.	Estación	Coordenada X	Coordenada Y
44	14+866.68	465980.62	284163.58	92	25+911.41	460360.51	292582.16
45	14+876.95	465970.62	284170.06	93	27+503.92	459940.88	294118.50
46	14+878.00	465969.81	284171.06	94	27+544.37	459929.90	294157.43
47	14+894.69	465951.91	284178.49	95	27+551.61	459889.27	294153.37
48	14+895.16	465951.42	284178.73				

Fuente: Diseño final de Ingeniería.

Tabla 128. Pasarelas que resultarán impactadas por el proyecto.

Estación	Sitio de referencia
17+450	Turicentro Los Chorros
19+557	Área Urbana Colón
20+350	Entrada Colonia La Esperanza
21+168	Frente a Centrosal e iglesia Tierra de Bendición
21+755	Entre la Cuchilla y Poliedro
22+480	Centro Escolar Cantón Las Moras
22+848	Metrocentro Lourdes
23+266	Frente a Zona Libre Export Salva

Fuente: Datos de campo.

En las Ilustraciones 148 y 149, se presentan a nivel de ejemplo la dimensión de los servicios públicos que deberán ser removidos.

Ilustración 148. Servicios públicos que será necesario su movilización



Fuente: Datos de campo.

Ilustración 149. Algunas de las pasarelas que serán removidas y reinstaladas bajo mejoras



Estación 17+450, pasarela que será removida e reinstalada

Estación 19+557, pasarela que será removida y reinstalada

Fuente: Datos de campo.

Las alteraciones de los anteriores servicios públicos afectarán a la población por las interrupciones que se tendrán en energía eléctrica, comunicación telefónica, cable, movilidad peatonal, siendo la duración mientras se mantenga la construcción.

#### 7.5.1.8 Afectación a los medios de subsistencia

Específicamente las relacionadas con las ocupaciones de la vida cotidiana de la población y que les generan ingresos monetarios, los cuales se potencializan serán afectadas por las actividades de construcción, especialmente las relacionadas con la atención a los negocios que se presentan en forma aledaña a la actual carretera, así como los centros comerciales y ferreterías, caso de metrocentro Lourdes, Centro Comercial El Encuentro, Ferretería Freund y Ferretería Vidrí, en donde la población en algunos casos deben desplazarse para atenderlos y otros que por la cercanía de la vía y las actividades de construcción no podrán ser atendidos, de igual forma en los sitios de mayor dinámica comercial, caso del municipio de Santa Tecla (inicio del proyecto) y Colón, en donde se han identificado diecinueve (19) negocios de diversa índole, aledaños a la actual carretera, que serán potencialmente desplazados por el proyecto.

Es importante también hacer notar algún tipo de impacto en las fincas de café, especialmente en el tramo 1 y 2 del proyecto, durante las labores de cosecha y transporte del grano para su beneficiado. Se potencializa la afectación de siete (7) fincas de café con una franja de terreno promedio de 42 m de ancho. En la Tabla 129, se presentan los negocios y fincas de café que resultarán potencialmente afectadas.

Tabla 129. Medios de subsistencia con potencialidad de resultar afectados por el proyecto.

No.	Tipo de afectación	Ubicación
<b>Negocios</b>		
1	Taller automotriz	13+840 LI
2	Tienda de productos varios	17+440 LI
3	Fábrica de elaboración de jamones	17+720 LI
4	Ferretería	19+700 LI

No.	Tipo de afectación	Ubicación
5	Venta de ropa	19+760 LI
6	Tienda de productos varios	19+580 LI
7	Taller automotriz	21+240 LI
8	Vidriería	21+280 LI
9	Chatarrera	21+300 LI
10	Taller automotriz	21+330 LI
11	Taller automotriz	21+370 LI
12	Carpintería	21+400 LI
13	Venta de barriles plásticos y metálicos	21+425 LI
14	Venta de productos de cemento.	21+460 LI
15	Gasolinera PUMA	21+660 LI
16	Gasolinera I.	19+640 LD
17	Club para caballeros, OASIS San Simón.	20+060 LD
18	Taller automotriz	20+700 LD
19	Venta de productos de cemento	20+740 LD
<b>Fincas de Café.</b>		
1	Finca San Luis	14+100 LI
2	Finca El Jardín	14+700 LI
3	Finca Villanueva	15+300 LI
4	Finca Los Cedros	16+000 LI
5	Finca Las Marías	18+200 LI
6	Finca Irlanda	19+000 LI
7	Finca La Ascensión	14+400 LD

Fuente: Plan de acción de reasentamiento.

En las Ilustraciones 150, 151 y 152, se presentan ejemplos de presencia de medios de subsistencia aledaños a la carretera, con potencialidad de resultar impactados por el proyecto.

Ilustración 150. Ejemplo de presencia de medios de subsistencia aledaños a la carretera, con potencialidad de resultar impactado por el proyecto.



Presencia de medios de subsistencia (negocios) (Estación 19+800 LD)

Fuente: Recorridos de campo.

Ilustración 151. Ejemplo de negocios aledaños a la carretera, con potencialidad de resultar impactado por el proyecto.



Presencia de medios de subsistencia como pequeñas tiendas y comedores (Estación 21+340 LI)

Fuente: Recorridos de campo.

Ilustración 152. Ejemplo de presencia de algunas empresas que generan trabajo a lugareños.



A la izquierda, presencia de algunas empresas en la zona que no saldrán afectadas, sin embargo, debido a las actividades de construcción pueden generarse inconvenientes en los lugareños para asistir al trabajo diario, afectando los ingresos de los mismos (Estación 21+340 LI). A la derecha, presencia de sitios de pequeños negocios, especialmente en algunas paradas de buses que serán impactadas durante la construcción del proyecto (Estación 21+800 LD).

Fuente: Recorridos de campo.



#### 7.5.1.9 Incremento al tráfico vehicular y peatonal.

El incremento del tráfico vehicular y peatonal será en todas las etapas del proyecto:

##### Etapas de construcción.

Debido a las labores constructivas, el incremento de maquinaria y equipo pesado en diferentes puntos del proyecto, conllevará a incrementos sustanciales del tráfico vehicular en el área de influencia. El transporte de materiales para el proyecto y el desalojo de materiales provenientes de la terracería serán las actividades que generarán mayor tráfico en la traza. Se estima que estarán laborando 50 camiones volquetas, 10 retroexcavadoras, 8 tractores, 4 camiones cisternas para humectaciones, etc., además se generará flujo de los habitantes de las zonas aledañas especialmente con pequeños negocios en donde los trabajadores del proyecto son los clientes, incrementando el tráfico peatonal por el mismo.

##### Etapas de funcionamiento.

Basados en el estudio de tráfico vehicular, llevado a cabo durante la etapa de factibilidad del proyecto, durante el funcionamiento se consideran incrementos importantes en el mismo en el período proyectado (80-115%), dinamizando la zona de influencia, proporcionando condiciones para el subsecuente incremento del tráfico peatonal.

El total de vehículos en Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) se muestra en la Tabla 130 también se presenta por tramo homogéneo (TH) y por sentido de tráfico en el horizonte de 24 años.

Tabla 130. Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) total en el horizonte de proyección – Escenario 08F (08 carriles)

Proyección del Tráfico Promedio Diario Anual - Total																										
TH	Sentido	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044
1	Santa Ana	28.759	28.593	29.167	29.679	30.244	40.290	41.259	42.283	43.354	44.411	45.440	46.435	47.498	48.569	49.674	50.860	52.010	53.185	54.392	55.687	56.921	58.076	59.374	60.632	61.944
1	Santa Tecla	27.623	26.776	27.432	28.089	28.783	32.705	33.563	34.504	35.441	36.417	37.370	38.344	39.282	40.263	41.258	42.287	43.327	44.359	45.421	46.522	47.639	48.675	49.759	50.945	52.078
2	Santa Ana	28.759	28.593	29.167	29.679	30.244	40.290	41.259	42.283	43.354	44.411	45.440	46.435	47.498	48.569	49.674	50.860	52.010	53.185	54.392	55.687	56.921	58.076	59.374	60.632	61.944
2	Santa Tecla	27.623	26.776	27.432	28.089	28.783	32.705	33.563	34.504	35.441	36.417	37.370	38.344	39.282	40.263	41.258	42.287	43.327	44.359	45.421	46.522	47.639	48.675	49.759	50.945	52.078
3	Santa Ana	28.759	28.593	29.167	29.679	30.244	40.290	41.259	42.283	43.354	44.411	45.440	46.435	47.498	48.569	49.674	50.860	52.010	53.185	54.392	55.687	56.921	58.076	59.374	60.632	61.944
3	Santa Tecla	27.623	26.776	27.432	28.089	28.783	32.705	33.563	34.504	35.441	36.417	37.370	38.344	39.282	40.263	41.258	42.287	43.327	44.359	45.421	46.522	47.639	48.675	49.759	50.945	52.078
4	Santa Ana	28.759	28.593	29.167	29.679	30.244	40.290	41.259	42.283	43.354	44.411	45.440	46.435	47.498	48.569	49.674	50.860	52.010	53.185	54.392	55.687	56.921	58.076	59.374	60.632	61.944
4	Santa Tecla	27.623	26.776	27.432	28.089	28.783	32.705	33.563	34.504	35.441	36.417	37.370	38.344	39.282	40.263	41.258	42.287	43.327	44.359	45.421	46.522	47.639	48.675	49.759	50.945	52.078
5	Santa Ana	29.282	29.130	29.661	30.256	30.812	39.570	40.520	41.522	42.573	43.611	44.622	45.597	46.642	47.695	48.776	49.941	51.069	52.224	53.403	54.676	55.888	57.025	58.300	59.542	60.834
5	Santa Tecla	27.623	26.776	27.432	28.089	28.783	29.787	30.567	31.422	32.273	33.159	34.033	34.923	35.774	36.669	37.575	38.513	39.459	40.395	41.359	42.357	43.375	44.339	45.317	46.397	47.421
6	Santa Ana	26.941	26.838	27.418	27.814	28.304	39.899	40.860	41.873	42.935	43.984	44.838	45.820	46.875	47.755	48.839	50.001	50.944	52.099	53.270	54.332	55.519	56.655	57.719	58.923	59.981
6	Santa Tecla	24.187	23.628	24.185	24.746	25.347	29.652	30.432	31.282	31.956	33.014	33.886	34.776	35.432	36.326	37.228	38.157	39.096	40.028	40.983	41.972	42.978	43.935	44.908	45.989	47.015
7	Santa Ana	26.941	26.838	27.418	27.814	28.304	39.899	40.860	41.873	42.935	43.984	44.838	45.820	46.875	47.755	48.839	50.001	50.944	52.099	53.270	54.332	55.519	56.655	57.719	58.923	59.981
7	Santa Tecla	22.711	22.208	22.718	23.239	23.802	28.203	28.942	29.751	30.555	31.394	32.226	33.075	33.882	34.739	35.604	36.490	37.393	38.285	39.202	40.146	41.108	42.033	42.962	43.995	44.974
8	Santa Ana	25.802	25.799	26.495	26.843	27.458	38.287	39.204	40.172	41.318	42.247	43.326	44.198	45.213	46.402	47.099	48.227	49.322	50.460	51.600	53.049	53.989	55.106	56.367	57.544	58.899
8	Santa Tecla	24.316	23.697	24.259	24.827	25.451	29.501	30.274	31.126	31.972	32.857	33.703	34.573	35.423	36.321	37.239	38.175	39.124	40.084	41.038	42.018	43.054	44.024	45.006	46.095	47.104
9	Santa Ana	27.767	27.868	28.437	29.005	29.552	39.834	40.794	41.853	42.914	43.974	45.018	46.015	47.083	48.171	49.296	50.425	51.534	52.725	53.920	55.196	56.457	57.641	58.949	60.180	61.548
9	Santa Tecla	24.933	24.272	24.869	25.459	26.098	30.008	30.802	31.691	32.598	33.552	34.379	35.266	36.176	37.057	38.045	38.985	39.975	40.904	41.869	42.806	43.868	44.828	45.855	46.916	47.973
10	Santa Ana	19.750	19.753	20.017	20.409	20.820	28.219	28.990	29.787	30.619	31.447	32.166	32.983	33.772	34.575	35.380	36.293	37.179	38.048	38.921	39.734	40.696	41.272	42.221	43.113	44.087
10	Santa Tecla	20.940	20.378	20.889	21.391	21.929	25.165	25.871	26.624	27.357	27.871	28.863	29.613	30.002	30.559	31.355	32.034	32.771	33.530	33.982	34.855	35.662	36.195	36.873	37.742	38.129
11	Santa Ana	19.750	19.753	20.017	20.409	20.820	28.219	28.990	29.787	30.619	31.447	32.166	32.983	33.772	34.575	35.380	36.293	37.179	38.048	38.921	39.734	40.696	41.272	42.221	43.113	44.087
11	Santa Tecla	21.174	20.585	21.092	21.601	22.141	25.517	26.233	27.002	27.748	28.277	29.341	30.040	30.506	31.008	31.815	32.502	33.179	33.949	34.537	35.430	36.325	36.895	37.571	38.395	39.169
12	Santa Ana	20.661	20.551	20.840	21.249	21.691	28.219	28.990	29.787	30.619	31.447	32.166	32.983	33.772	34.575	35.380	36.293	37.179	38.048	38.921	39.734	40.696	41.272	42.221	43.113	44.087
12	Santa Tecla	22.084	21.385	21.914	22.439	23.014	26.145	26.882	27.674	28.451	29.015	30.055	30.835	31.256	31.844	32.671	33.383	34.155	34.948	35.782	36.629	37.554	38.247	39.080	40.094	40.924
13	Santa Ana	21.604	21.468	21.885	22.210	22.678	28.627	29.408	30.217	31.061	31.904	32.636	33.462	34.263	35.080	35.896	36.822	37.722	38.605	39.492	40.318	41.295	41.882	42.847	43.754	44.744
13	Santa Tecla	21.984	21.351	21.888	22.421	22.990	26.145	26.882	27.674	28.451	29.015	30.055	30.835	31.256	31.844	32.671	33.383	34.155	34.948	35.782	36.629	37.554	38.247	39.080	40.094	40.924
14	Santa Ana	18.795	18.750	18.977	19.334	19.746	28.458	29.234	30.039	30.879	31.715	32.442	33.264	34.060	34.872	35.682	36.603	37.498	38.375	39.256	40.078	41.046	41.626	42.584	43.487	44.469
14	Santa Tecla	19.895	19.341	19.808	20.282	20.810	26.145	26.882	27.674	28.451	29.015	30.055	30.835	31.256	31.844	32.671	33.383	34.155	34.948	35.782	36.629	37.554	38.247	39.080	40.094	40.924
15	Santa Ana	19.670	19.391	19.730	20.132	20.577	30.178	31.004	31.875	32.730	33.613	34.472	35.264	36.111	37.054	37.952	38.887	39.947	40.863	41.781	42.784	43.636	44.433	45.409	46.301	47.349
15	Santa Tecla	20.632	19.881	20.454	20.945	21.517	27.945	28.732	29.596	30.399	31.005	32.178	32.931	33.404	34.126	35.044	35.770	36.716	37.553	38.429	39.464	40.288	41.202	42.057	43.069	43.968
16	Santa Ana	19.907	19.617	19.963	20.373	20.824	26.853	27.589	28.365	29.120	29.903	30.648	31.359	32.116	32.948	33.747	34.568	35.529	36.356	37.185	38.023	38.759	39.472	40.323	41.090	42.016
16	Santa Tecla	20.632	19.881	20.454	20.945	21.517	27.945	28.732	29.596	30.399	31.005	32.178	32.931	33.404	34.126	35.044	35.770	36.716	37.553	38.429	39.464	40.288	41.202	42.057	43.069	43.968
17	Santa Ana	19.946	19.654	20.000	20.412	20.864	26.891	27.628	28.404	29.162	29.944	30.692	31.403	32.162	32.994	33.795	34.616	35.579	36.407	37.237	38.078	38.814	39.528	40.380	41.149	42.076
17	Santa Tecla	21.447	20.785	21.289	21.747	22.347	23.263	24.011	24.654	25.421	25.942	26.979	27.754	28.223	28.925	29.693	30.405	31.326	32.070	32.904	33.648	34.437	35.294	36.240	36.994	37.866
18	Santa Ana	19.914	19.632	19.979	20.390	20.841	26.867	27.603	28.379	29.136	29.917	30.665	31.375	32.133	32.860	33.571	34.367	35.320	36.128	36.911	37.744	38.489	39.181	40.015	40.775	41.698
18	Santa Tecla	21.447	20.785	21.289	21.747	22.347	23.263	24.011	24.654	25.421	25.942	26.979	27.754	28.223	28.925	29.693	30.405	31.326	32.070	32.904	33.648	34.437	35.294	36.240	36.994	37.866
19	Santa Ana	18.961	18.506	18.871	19.306	19.785	26.867	27.603	28.379	29.136	29.917	30.665	31.375	32.133	32.860	33.571	34.367	35.320	36.128	36.911	37.744	38.489	39.181	40.015	40.775	41.698
19	Santa Tecla	20.491	19.658	20.182	20.668	21.290	21.846	22.659	23.152	23.877	24.682	25.356	26.088	26.739	27.476	28.137	28.876	29.662	30.425	31.204	32.038	32.958	33.731	34.609	35.422	36.375
20	Santa Ana	18.961	18.506	18.871	19.306	19.785	26.867	27.603	28.379	29.136	29.917	30.665	31.375	32.133	32.860	33.571	34.367	35.320	36.128	36.911	37.744	38.489	39.181	40.015	40.775	41.698
20	Santa Tecla	20.491	19.658	20.182	20.668	21.290	21.846	22.659	23.152	23.877	24.682	25.356	26.088	26.739	27.476	28.137	28.876	29.662	30.425	31.204	32.038	32.958	33.731	34.609	35.422	36.375

En la Ilustración 153, se presentan ejemplos de la saturación de la actual carretera por el tráfico vehicular.

Ilustración 153. Ejemplos de tráfico y su saturación en la actual carretera.



Tráfico vehicular observado en el proyecto durante recorridos de campo realizados

Fuente: Recorridos de campo.

## 7.5.2 Impactos moderados.

### 7.5.2.1 Daños a la fauna y avifauna.

Se identificaron 75 especies de avifauna (3 especies amenazadas), 6 especies de herpetofauna (6 especies de reptiles de los cuales 2 especies se encuentran amenazadas) y 5 especies de mastofauna (mamíferos, de las cuales se encontró 1 especie amenazada), en el inventario realizado en el proyecto y su zona de influencia, los cuales podrían ser afectados por las actividades del proyecto, mencionándose entre las afectaciones las siguientes:

- Migración de aves, herpetofauna y mastofauna producto de los ruidos de la maquinaria y pérdida de hábitat asociado a las actividades de la construcción del proyecto.
- Atropellamiento de la fauna por vehículos que circulen por la carretera y maquinaria del proyecto producto de la migración de la misma por la pérdida de hábitat.
- Aislamiento de las poblaciones de fauna terrestre en mayor proporción, debido a la ampliación del corredor de la carretera.
- Posibilidades de caza furtiva por los lugareños y trabajadores del proyecto.

Según los resultados de la diversidad encontrada tanto en herpetofauna y el mastofauna, no se considera alta a excepción de la avifauna, la cual se encontró diversa<sup>32</sup> y con poca dominancia de especies, especialmente en el tramo II del proyecto. En las Tablas 131, 132 y 133, se presentan las especies y números de cada una, encontrados.

<sup>32</sup> El índice de diversidad de Simpson, refleja que la comunidad de las aves registradas en el proyecto presenta una diversidad relativamente alta (0.94), y una baja dominancia de especies (0.06).

Tabla 131. Avifauna registrada y con posibilidades de ser impactada con la construcción de la carretera.

No.	Familia	Especie	Nombre común	Número de individuos	Estaciona lidad	Hábitat	Gremio Alimentario	Status MARN <sup>33</sup>	CITES <sup>34</sup>	UICN <sup>35</sup>
1	<b>Cracidae</b>	<i>Ortalis leucogastra</i> Gould, 1843	"chachalaca"	1.00	R	GB	Frugívoro	No enlistada	-	LC <sup>36</sup>
2		<i>Coragyps atratus</i> (Bechstein, 1793)	"zopilote negro"	53.00	R y M	GH	Carroñero	No enlistada	-	LC
3	<b>Cathartidae</b>	<i>Cathartes aura</i> Linnaeus, 1758	"zope cabeza roja"	37.00	R y M	GH	Carroñero	No enlistada	-	LC
4	<b>Accipitridae</b>	<i>Buteo platypterus</i> (Vieillot, 1823)	"gavilán aludo"	2.00	M	GH	Carnívoro	No enlistada	II	LC
5		<i>Buteo plagiatus</i> (Schlegel 1862)	"aguililla gris"	2.00	R	GH	Carnívoro	No enlistada	II	LC
6		<i>Rupornis magnirostris</i> (Gmelin, 1788)	"gavilán de caminos"	1.00	R	GH	Carnívoro	No enlistada	II	LC
7		<i>Columba livia</i> Gmelin, 1789	"paloma doméstica"	7.00	R	GAA	Granívoro	No enlistada	-	LC
8		<i>Patagioenas flavirostris</i> (Wagler, 1831)	"paloma patacona"	36.00	R	GH	Granívoro	No enlistada	-	LC
9		<i>Leptotila verreauxi</i> (Bonaparte, 1855) <sup>2</sup>	"paloma suelera"	2.00	R	GB	Granívoro	No enlistada	-	LC
10	<b>Columbidae</b>	<i>Columbina talpacoti</i> Temminck, 1810	"tortolita rojiza"	11.00	R	GAA	Granívoro	No enlistada	-	LC
11		<i>columbina inca</i> (Lesson, 1847)	"tortolita colilarga"	1.00	R	GAA	Granívoro	No enlistada	-	LC
12		<i>Zenaida asiatica</i> (Linnaeus, 1758)	"paloma ala blanca"	92.00	R	GH	Granívoro	No enlistada	-	LC
13		<i>Playa cayana</i> (Linnaeus, 1766)	"plátano asado"	2.00	R	GB	Insectívoro	No enlistada	-	LC
14	<b>Cuculidae</b>	<i>Crotophaga sulcirostris</i> (Swainson, 1827)	"pijuyo"	1.00	R	GH	Insectívoro	No enlistada	-	LC
15	<b>Apodidae</b>	<i>Chaetura vauxi</i> (Townsend, 1839)	"vencejo de vaux"	5.00	R	GAA	Insectívoro	No enlistada	-	LC
16		<i>Campylopterus hemileucurus</i> (Deppe, 1830)	"fandanguero morado"	4.00	R	GB	Nectarívoro	No enlistada	II	LC
17	<b>Trochilidae</b>	<i>Amazilia rutila</i> DeLattre, 1842	"colibrí canelo"	10.00	R	GH	Nectarívoro	No enlistada	II	LC
18		<i>Amazilia beryllina</i> (Deppe, 1830)	"colibrí de berilo"	2.00	R	GH	Nectarívoro	No enlistada	II	LC
19		<i>Archilochus colubris</i> (Linnaeus, 1758)	"colibrí gorjirrubí"	6.00	M	GH	Nectarívoro	No enlistada	II	LC
20		<i>Heliomaster longirostris</i> (Audebert & Vieillot, 1801) <sup>2</sup>	"picolargo coroniazul"	1.00	R	GB	Nectarívoro	No enlistada	II	LC
21	<b>Psittacidae</b>	<i>Psittacara strenuus</i> (Ridgway, 1915)	"pericón verde"	20.00	R	GH	Frugívoro	Amenazada	II	LC
22		<i>Eupsittula canicularis</i> (Linnaeus, 1758)	"perico chocoyo"	21.00	R	GH	Frugívoro	Amenazada	II	LC
23		<i>Brotogeris jugularis</i> (Müller, 1776)	"catalnica"	20.00	R	GH	Frugívoro	Amenazada	II	LC
24	<b>Momotidae</b>	<i>Momotus lessonii</i> Lesson, 1842	"talapo"	2.00	R	GB	Insectívoro	No enlistada	-	LC
25		<i>Eumomota superciliosa</i> Sandbach, 1837	"torogóz"	4.00	R	GH	Insectívoro	No enlistada	-	LC
26	<b>Alcenidae</b>	<i>Chloroceryle americana</i> (Gmelin, 1788)	"martín pescador"	1.00	R	HCC	piscívoro	No enlistada	-	LC
27	<b>Picidae</b>	<i>Melanerpes aurifrons</i> (Wagler, 1829)	"cheje"	9.00	R	GH	Insectívoro	No enlistada	-	LC
28		<i>Colaptes rubiginosus</i> (Swainson, 1820) <sup>2</sup>	"carpintero oliváceo"	3.00	R	GH	Insectívoro	No enlistada	-	LC
29	<b>Furnariidae</b>	<i>Xiphorhynchus flavigaster</i> Swainson, 1827	"trepatroncos"	4.00	R	GB	Insectívoro	No enlistada	-	LC

<sup>33</sup> **Status MARN:** Acuerdo No. 74. Actualización del Listado Oficial de Especies de Vida Silvestre Amenazadas o en Peligro de Extinción, que se emitió mediante Acuerdo Ejecutivo No. 36 de fecha once de mayo de dos mil nueve.

<sup>34</sup> **CITIES:** Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres

<sup>35</sup> **UICN:** Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

<sup>36</sup> **LC:** Preocupación menor.

No.	Familia	Especie	Nombre común	Número de individuos	Estaciona lidad	Hábitat	Gremio Alimentario	Status MARN <sup>33</sup>	CITES <sup>34</sup>	UICN <sup>35</sup>
30	<b>Tyraniidae</b>	<i>Contopus cinereus</i> (Spix, 1825)	"mosquero"	1.00	R y M	GB	Insectívoro	No enlistada	-	LC
31		<i>Empidonax minimus</i> (Baird, 1843)	"mosquero mínimo"	2.00	M	GB	Insectívoro	No enlistada	-	LC
32		<i>Sayornis nigricans</i> (Swainson, 1827)	"mosquero negro"	1.00	R	ER	Insectívoro	No enlistada	-	LC
33		<i>Pitangus sulphuratus</i> (Linnaeus, 1766)	"cristo fue"	19.00	R	GB	Insectívoro	No enlistada	-	LC
34		<i>Myiozetetes similis</i> (Spix, 1825)	"luís gregario"	63.00	R	GB	Insectívoro	No enlistada	-	LC
35		<i>Megarynchus pitangua</i> (Linnaeus, 1766)	"luís piquigrueso"	3.00	R	GB	Insectívoro	No enlistada	-	LC
36		<i>Tyrannus melancholicus</i> (Vieillot, 1819)	"mosquero"	35.00	R	GAA	Insectívoro	No enlistada	-	LC
37		<i>Myiodinastes luteiventris</i> (P.L. Sclater, 1859)	"Huisillo"	1.00	VR	GB	Insectívoro	No enlistada	-	LC
38	<b>Tityridae</b>	<i>Tityra semifasciata</i> (Spix, 1825)	"titira enmascarada"	3.00	R	GB	Frugívoro	No enlistada	-	LC
39	<b>Vireonidae</b>	<i>Cyclarhis gujanensis</i> (Gmelin, 1789)	"vireo cejirrufo"	2.00	R	GB	Insectívoro	No enlistada	-	LC
40		<i>Vireo flavoviridis</i> (Cassin, 1851)	"vireo recluta"	6.00	VR	GB	Insectívoro	No enlistada	-	LC
41	<b>Corvidae</b>	<i>Calocitta formosa</i> (Swainson, 1827)	"urraca"	4.00	R	GH	Omnívoro	No enlistada	-	LC
42	<b>Hirundinidae</b>	<i>Stelgidopteryx serripennis</i> (Audubon, 1838)	"golondrina aliserrada"	78.00	R	GAA	Insectívoro	No enlistada	-	LC
43		<i>Progne chalybea</i> (Gmelin, 1789)	"golondrina pechigris"	4.00	R	GAA	Insectívoro	No enlistada	-	LC
44	<b>Troglodytidae</b>	<i>Campylorhynchus rufinucha</i> (Lesson, 1838)	"guacalchilla"	24.00	R	GB	Insectívoro	No enlistada	-	LC
45		<i>Troglodytes aedon</i> (Vieillot, 1809)	"saltapared"	7.00	R	GH	Insectívoro	No enlistada	-	LC
46	<b>Poliptilidae</b>	<i>Poliptila caerulea</i> (Linnaeus, 1766)	"perlita grisilla"	60.00	M	GB	Insectívoro	No enlistada	-	LC
47	<b>Turdidae</b>	<i>Turdus grayi</i> Bonaparte, 1838	"chonte"	1.00	R	GH	Frugívoro	No enlistada	-	LC
48		<i>Catharus ustulatus</i> (Nuttall, 1840)	"zorzalito de swainson"	1.00	M	GB	Insectívoro	No enlistada	-	LC
49	<b>Fringilidae</b>	<i>Spinus psaltria</i> (Say, 1823)	"dominico dorsioscuro"	18.00	R	GH	Insectívoro	No enlistada	-	LC
50		<i>Euphonia affinis</i> (Lesson, 1842)	"eufonia"	12.00	R	GH	Insectívoro	No enlistada	-	LC
51	<b>Icteridae</b>	<i>Icterus spurius</i> (Linnaeus, 1758)	"bolsero castaño"	15.00	M	GB	Frugívoro	No enlistada	-	LC
52		<i>Icterus galbula</i> (Linnaeus, 1758)	"bolsero de baltimore"	32.00	M	GB	Frugívoro	No enlistada	-	LC
53		<i>Icterus pustulatus</i> (Wagler, 1829)	"bolsero dorsirrayado"	6.00	R	GB	Frugívoro	No enlistada	-	LC
54		<i>Icterus gularis</i> (Wagler, 1829)	"bolsero de altamira"	5.00	R	GB	Frugívoro	No enlistada	-	LC
55		<i>Dives</i> (Deppe, 1830)	"tordo cantor"	31.00	R	GB	Frugívoro	No enlistada	-	LC
56		<i>Molothrus aeneus</i> (Wagler, 1829)	"tordito ojirrojo"	1.00	R	GB	Insectívoro	No enlistada	-	LC
57		<i>Quiscalus mexicanus</i> (Gmelin, 1788)	"zanate"	90.00	R	GH	Omnívoro	No enlistada	-	LC
58	<b>Parulidae</b>	<i>Oreothlypis peregrina</i> (Wilson, 1811)	"chipe peregrino"	55.00	M	GB	Insectívoro	No enlistada	-	LC
59		<i>Basileuterus rufifrons</i> (Swainson, 1838)	"chipe gorrirojo"	10.00	R	GB	Insectívoro	No enlistada	-	LC
60		<i>Setophaga petechia</i> (Linnaeus, 1766)	"chipe amarillo"	32.00	M	GB	Insectívoro	No enlistada	-	LC
61		<i>Setophaga ruticilla</i> (Linnaeus, 1758)	"pavito migratorio"	2.00	M	GB	Insectívoro	No enlistada	-	LC
62		<i>Geothlypis tolmiei</i> (Townsend, 1839)	"chipe de tolmie"	1.00	M	GB	Insectívoro	No enlistada	-	LC
63		<i>Mniotilta varia</i> (Linnaeus, 1766)	"chipe trepador"	2.00	R	GB	Insectívoro	No enlistada	-	LC
64	<b>Cardinalidae</b>	<i>Piranga rubra</i> (Linnaeus, 1758)	"tángara roja"	11.00	M	GB	Insectívoro	No enlistada	-	LC
65		<i>Piranga ludoviciana</i> (Wilson, 1811)	"tángara occidental"	7.00	M	GB	Insectívoro	No enlistada	-	LC
66		<i>Passerina cyanea</i> (Linnaeus, 1766)	"colorín azul"	3.00	M	GAA	Insectívoro	No enlistada	-	LC
67		<i>Passerina caerulea</i> (Linnaeus, 1758)	"Picogrueso azul"	4.00	R	GAA	Frugívoro	No enlistada	-	LC
68		<i>Pheucticus ludovicianus</i> (Linnaeus, 1766)	"puñalada"	1.00	M	GB	Insectívoro	No enlistada	-	LC
69	<b>Thraupidae</b>	<i>Saltator coerulescens</i> Vieillot, 1817	"dichoso fui"	41.00	R	GB	Frugívoro	No enlistada	-	LC
70		<i>Saltator atriceps</i> (Lesson, 1832)	"chepito"	6.00	R	GB	Frugívoro	No enlistada	-	LC

No.	Familia	Especie	Nombre común	Número de individuos	Estacionalidad	Hábitat	Gremio Alimentario	Status MARN <sup>33</sup>	CITES <sup>34</sup>	UICN <sup>35</sup>
71		<i>Cyanerpes cyaneus</i> (Linneo, 1766)	"mielero"	32.00	R	GB	Insectívoro	No enlistada	-	LC
72		<i>Thraupis episcopus</i> (Linnaeus, 1766)2	"azulejo"	14.00	R	GB	Frugívoro	No enlistada	-	LC
73		<i>Thraupis abbas</i> (W. Deppe, 1830)2	"tángara ala amarilla"	11.00	R	GB	Frugívoro	No enlistada	-	LC
74		<i>Volatinia jacarina</i> (Linnaeus, 1766)	"volatín"	1.00	R	GAA	Insectívoro	No enlistada	-	LC
75		<i>Sporophila moreletti</i> (Bonaparte, 1850)	"corbatín"	3.00	R	GAA	Insectívoro	No enlistada	-	LC

**GB:** Generalista de bosques. **GH:** Generalista de hábitat. **GAA:** Generalista de áreas abiertas. **HCC:** Humedales costeros y continentales. **ER:** Especialista de ríos. **R:** Residente.

**M:** Migratoria. **RyM:** Residente y Migratoria. **VR:** Visitante Reproductora

Fuente: Inventario realizado en campo.

Tabla 132. Herpetofauna registrada y con posibilidades de ser impactada con la construcción de la carretera.

No.	Familia	Especie	Nombre común	Número de individuos	Status MARN	UICN
1	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i> (Gray, 1831)	"garrobo"	2.00	Amenazada	LC
2	Iguanidae	<i>Iguana</i> (Linnaeus, 1758)	"iguana verde"	1.00	Amenazada	LC
3	Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i> (Wiegmann, 1828)	"tenguereche"	1.00	No Enlistado	LC
4	Dactyloidae	<i>Anolis serranoi</i> (Köhler, 1999)	"bebeleche"	2.00	No Enlistado	LC
5	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus squamosus</i> (Bocourt, 1874)	"lagartija escamosa"	1.00	No Enlistado	LC
6	Scincidae	<i>Scincella assata</i> (Cope, 1864)	"lisa"	1.00	No Enlistado	LC

UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

LC: Preocupación menor.

Fuente: Inventario realizado en campo.

Tabla 133. Masto fauna registrada y con posibilidades de ser impactada con la construcción de la carretera.

No.	Familia	Especie	Nombre común	Número de individuos	Técnica utilizada	Status MARN	UICN
1	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i> <i>Zimmermann, 1780</i>	"venado cola blanca"	1.00	Informada por lugareños	No Enlistado	LC
2	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i> (Linnaeus, 1766)	"tepezcuittle"	1.00	Informada por lugareños	Amenazada	LC
3	Sciuridae	<i>Sciurus variegatoides</i> Ogilby, 1839	"ardilla gris"	3.00	Visualización	No Enlistado	LC
4	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i> Linnaeus, 1758	"mapache"	1.00	Huellas	No Enlistado	LC
5	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i> Gray, 1842	"cotuza"	2.00	Visualización	No Enlistado	LC

UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

LC: Preocupación menor.

Fuente: Inventario realizado en campo.

### 7.5.2.2 Alteración del hábitat y ecosistemas.

Reducción de 420,920.00 m<sup>2</sup> de terreno y pérdida de 5,772 individuos (2,689 árboles y 3,083 arbustos), además de algunas porciones de terreno con presencia de cultivo de cafeto con diámetros a la altura del pecho menores de 0.09 m. El hábitat y la relación ecosistémica, se desarrolla entre fincas de café, zonas pobladas y rurales que actúan como refugios de fauna terrestre y avifauna.

Los estacionamientos en donde se ha considerado más representatividad de hábitat y relaciones ecosistémicas, se presentan en el tramo 1 y 2, estaciones 13+780-19+256. Desde la estación 19+256 hasta la 28+321, el impacto es considerado de menor representatividad, debido a la presencia de zonas urbanas y suburbanas y son hábitat actualmente bastante degradados con presencia de aves que se refugian especialmente por las noches.

En la Ilustración 154, se muestra la zona del proyecto en donde se considera que existirá mayor potencialidad de alteración de hábitat y relaciones ecosistémicas.

Ilustración 154. Zona del proyecto con mayor potencialidad de alteración de hábitat y ecosistemas.



Fuente: Google Earth Pro

### 7.5.2.3 Pérdida de estabilidad geológica.

De acuerdo al estudio geológico presentado en la etapa de factibilidad del proyecto, todos los taludes que se encuentran entre el estacionamiento inicial (estación 13+560) hasta la zona del Poliedro (estación 21+040), se consideran inestables aun cuando parezcan lo contrario, debido a que con frecuencia, cuando se presentan situaciones anómalas como depresiones tropicales de gran intensidad, entre ellas Amanda o movimientos sísmicos violentos como el ocurrido el 13 de enero del 2001, estos taludes son afectados en una u otra forma causando serios problemas a las personas que hacen uso de la ruta en estudio.

La obra vial proyectada será emplazada mayoritariamente desde el estacionamiento inicial hasta aproximadamente el estacionamiento 18+340 sobre tobas de color café (s3'a). En el área del proyecto, se observa la presencia de taludes propensos a esta clase de movimientos, entre ellos, los constituidos por lavas andesíticas que se localizan entre el turicentro Los Chorros y Colón, los cuales en algunos casos presentan una altura superior a los 30 m y en diferentes ocasiones han fallado con resultados a veces trágicos.

De acuerdo al Estudio de la Geotecnia, fueron ensayados los taludes que se presentan en la Tabla 134.

Tabla 134. Taludes ensayados en la campaña geotécnica del proyecto.

Desde	Hasta	Longitud (m)
<b>Lateral izquierdo</b>		
13+960	14+080	120.00
14+100	14+140	40.00
14+160	14+320	160.00
14+660	15+040	380.00
15+400	15+520	120.00
15+820	15+980	160.00
16+240	16+420	180.00
<b>Lateral derecho</b>		
14+060	14+200	140.00
17+160	17+400	240.00
17+480	17+940	460.00
18+060	18+340	280.00

Fuente: Estudio de geotecnia



Como una primera caracterización de los taludes del proyecto se tiene que para el tramo de tobas color café, los taludes de máxima altura proyectada son de 64 m, mientras que, para el tramo rocoso, se tiene una altura máxima de 53 a 54 m.

El resto de los taludes del proyecto, corresponden a suelos tipo cenizas volcánicas, y tienen alturas máximas de 12 m. (ver Ilustración 155, 156 y 157).

Ilustración 155. Ejemplo de taludes presentes en el proyecto con potencialidad de generar pérdidas de estabilidad geológica.



Estación 14+660 LI, taludes que serán sujetos a movimientos de tierra por las actividades de ampliación de la carretera.

Fuente: Recorridos de campo.

Ilustración 156. Ejemplo de taludes con alguna vulnerabilidad a pérdidas de estabilidad geológica.



Estación 15+980 LI, taludes que sufrirán de alteraciones por las actividades de construcción.

Fuente: Recorridos de campo.

Como resultado obtenido de la campaña geotécnica, se estima que tanto las tobas color café como los mantos de roca efusiva son muy resistentes, existiendo problemas de inestabilidad a nivel superficial. En relación a las tobas, se identificó que un espesor de hasta 5 m a nivel superficial este suelto, lo cual debe tomarse en cuenta en el caso de cortes, y en relación al

manto rocoso, igualmente, existen problemas de inestabilidad local que históricamente han derivado en la caída de bloques sobre la carretera.

Ilustración 157. Ejemplo de taludes presentes en el proyecto que presentan alguna vulnerabilidad a pérdidas de estabilidad geológica.



Estación 16+980 LD, sector del turicentro Los Chorros

Estación 16+120 LD, toba gris oscuro con roca.

Fuente: Recorridos de campo.

#### 7.5.2.4 Arrastre y deposición de sedimentos en las áreas cercanas a cauces de aguas

Durante las labores de preparación de sitio que involucrará la ampliación del proyecto, se generarán áreas desnudas por las talas de árboles, desmontes que conllevarán a la movilización de suelo con mayor contenido de materia orgánica de los primeros horizontes y otros materiales más profundos. Estos movimientos de tierra, pueden ser arrastrados por efectos de erosión a zonas cercanas a cauces de aguas, especialmente en los puntos de descarga actuales del drenaje longitudinal, así como en los ríos presente en el proyecto, desde el río Los Chorros (quebrada el Guarumal, río Colón), río Belén y río Agua Amarilla, así como drenajes naturales de época lluviosa.

El tramo que tendrá mayores efectos en el arrastre de suelo, es desde el inicio del proyecto estación 13+560 hasta la estación 21+280, generando deposición de sedimentos especialmente en el río Los Chorros (estación 16+500) que recoge el caudal de la quebrada El Guarumal para luego convertirse en el río Colón, además en el tramo donde será construido el viaducto (estación 18+354-estación 19+256) y en los cauces del río Belén (estación 23+540) y el río Agua Amarilla (estación 25+400) y sus drenajes que los alimentan en la época de lluvias.

#### 7.5.2.5 Alteración (contaminación) de la calidad del aire.

El tránsito de maquinaria y equipo, tanto en las labores de construcción y transporte de materiales, emiten gases contaminantes a la atmosfera, especialmente: Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos totales (THC), los cuales pueden alterar los niveles existentes en la actual carretera.

Al revisar los muestreos de la calidad del aire realizados en campo y de acuerdo a la Tabla 135, puede notarse que se presentan en niveles permisibles de acuerdo a la Norma Salvadoreña NSO 13.11.01:01. Calidad del aire ambiental, inmisiones atmosféricas.

Tabla 135. Resultados obtenidos del muestreo de calidad de aire ambiental realizado en el proyecto.

Muestra	Identificación de Muestras	Resultados Analíticos		Límite Máximo NSO 13.11.01:01	Metodología de muestreo y Análisis	Resultados
		(mg/m <sup>3</sup> )	(µg/m <sup>3</sup> )	(µg/m <sup>3</sup> )		
<b>Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>).</b>						
1	SO2-01 12064	<0.13	130	365	NIOSH 6004	CUMPLE
2	SO2-02 13196A	<0.13	130	365	NIOSH 6004	CUMPLE
3	SO2-03 13196A	<0.13	130	365	NIOSH 6004	CUMPLE
4	SO2-04 13196A	<0.13	130	365	NIOSH 6004	CUMPLE
<b>Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>).</b>						
1	NOx-01 8393701635	<0.067	<67	150	OSHA ID-182	CUMPLE
2	NOx-02 8393701632	<0.067	<67	150	OSHA ID-182	CUMPLE
3	NOx-03 8393701538	<0.067	<67	150	OSHA ID-182	CUMPLE
4	NOx-04 8393701630	<0.067	<67	150	OSHA ID-182	CUMPLE
<b>Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>)<sup>37</sup>.</b>						
1	Tubo Colorimétrico CO2 RAE - 01	500	900,000	----	Colorimétrico	----
2	Tubo Colorimétrico CO2 RAE - 02	1,000	1,800,000	----	Colorimétrico	----
3	Tubo Colorimétrico CO2 RAE - 03	500	900,000	----	Colorimétrico	----
4	Tubo Colorimétrico CO2 RAE - 04	500	90,000	----	Colorimétrico	----
<b>Monóxido de Carbono (CO)</b>						
1	Tubo Colorimétrico CO RAE - 01	25	28,640	40,000	Colorimétrico	CUMPLE
2	Tubo Colorimétrico CO RAE - 02	15	17.184	40,000	Colorimétrico	CUMPLE
3	Tubo Colorimétrico CO RAE - 03	18	20,621	40,000	Colorimétrico	CUMPLE
4	Tubo Colorimétrico CO RAE - 04	10	11,4561	40,000	Colorimétrico	CUMPLE
<b>Hidrocarburos Totales (THC)<sup>38</sup>.</b>						
1	THC-01 8830813330	0.11	110	----	NIOSH 1550	----
2	THC-02 8830813332	<0.33	330	----	NIOSH 1550	----
3	THC-03 8830813328	<0.33	330	----	NIOSH 1550	----
4	THC-05 8830813329	<0.33	330	----	NIOSH 1550	----
<b>Material particulado (PM<sub>2.5</sub>).</b>						
1	R-01 PZ214350016	0.020	20	65	NIOSH 0600	CUMPLE
2	R-02 PZ214350011	0.020	20	65	NIOSH 0600	CUMPLE
3	R-03 PZ214350009	0.020	20	65	NIOSH 0600	CUMPLE
4	R-05 PZ214350017	0.029	29	65	NIOSH 0600	CUMPLE
<b>Material particulado (PM<sub>10</sub>).</b>						
1	I-01 PW226750020	<0.35	<35	150	MDHS 14/3	CUMPLE
2	I-02 PW226750024	<0.035	<35	150	MDHS 14/3	CUMPLE
3	I-03 PW226750010	0.12	120	150	MDHS 14/3	CUMPLE
4	I-04 PW226750015	<0.035	<35	150	MDHS 14/3	CUMPLE

Fuente: Resultados de campo de medición de calidad del aire, marzo de 2021.

En la Tabla 136 e Ilustración 158, se presentan la distribución de puntos muestreados en el proyecto.

Tabla 136. Puntos de muestreo.

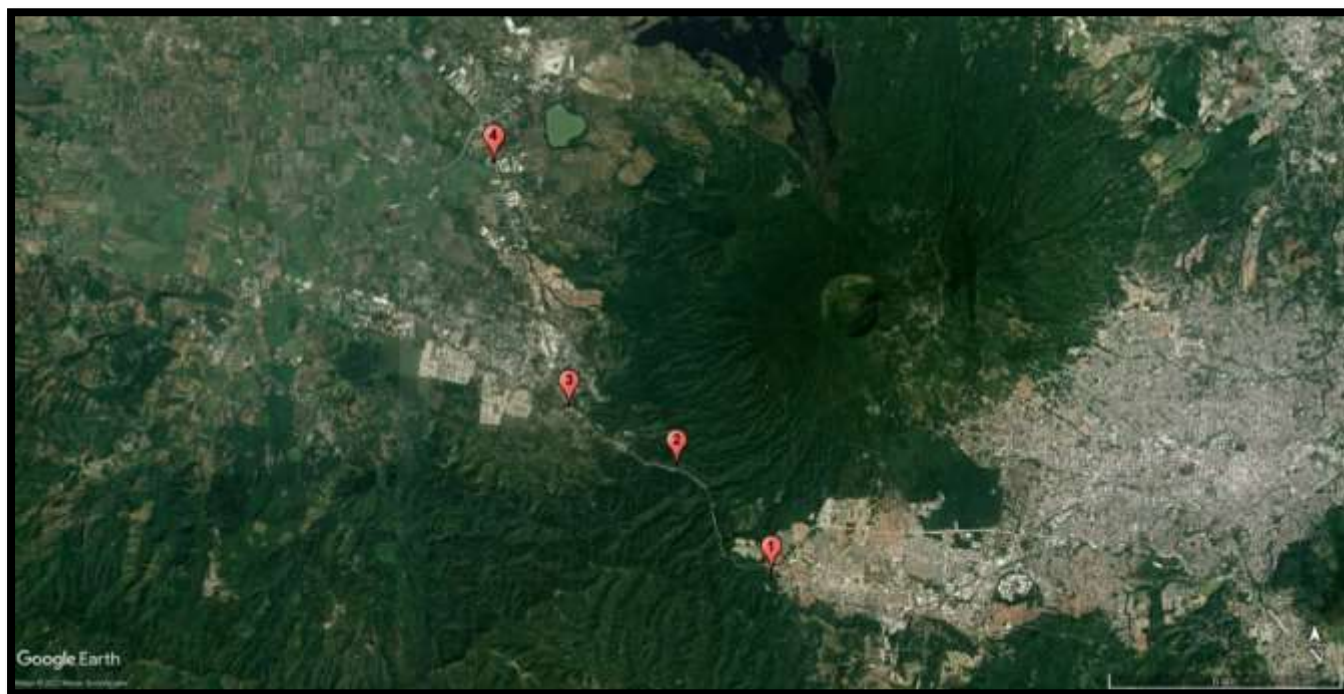
Muestra	Ubicación	Coordenadas	Ubicación
1	Inicio de Tramo: Taller	13°40'36.79"N, 89°18'21.96"O	Tramo I: 13 + 800
2	Punto Intermedio: Turicentro Los Chorros	13°41'45.46"N, 89°19'18.95"O	Tramo I y II: 17 + 050
3	Punto Intermedio: Iglesia Tierra de Bendición	13°42'49.79"N, 89°21'11.33"O	Tramo III: 21 + 210
4	Fin de Tramo: Batallón de Logística	13°46'11.66"N, 89°22'16.35"O	Tramo III: 27 + 800

Fuente: Datos de campo.

<sup>37</sup> Parámetro no regulado por la norma de calidad de aire utilizada como referencia NSO 13.11.01:01.

<sup>38</sup> Parámetro no regulado por la norma de calidad de aire utilizada como referencia NSO 13.11.01:01.

Ilustración 158. Puntos de muestreo llevados a cabo en campo.



Fuente: Datos de campo.

El movimiento y transporte de tierra y rocas en una cantidad aproximada de 1,438,517.24 m<sup>3</sup> en el proyecto, sea para utilizarla en la traza en terraplenes y/o rellenos o para desalojarla a los sitios de disposición final de material excedente, crean la alta posibilidad de generación de particulados. En la Tabla 135, puede notarse que en el muestreo realizado el PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>, actualmente se mantiene bajo norma, lo cual puede variar durante la etapa de construcción.

Todo el movimiento de la maquinaria pesada puede generar incrementos en los niveles de ruido; considerando los sitios con mayor vulnerabilidad, como las zonas cercanas a la ciudad de Colón (estación 19+280-22+200), por la abundante población aledaña a la actual carretera y con menos vulnerabilidad los negocios y residenciales ubicadas en las estaciones 22+360-28+321, debido al efecto barrera que en la mayoría de los casos posee (tapiales o muros perimetrales).

Se considera que este impacto durará solamente en la etapa de construcción del proyecto, debido a una mejor movilización del flujo vehicular, durante la etapa de funcionamiento de la autopista. En la Tabla 137, se muestran los niveles de ruido obtenidos en la actualidad con el tráfico vehicular que se mantiene en la carretera y se ha tomado de referencia el comparativo establecido en la Ordenanza Reguladora de las Emisiones de Ruidos y Vibraciones del Municipio de Santa Tecla para todo el proyecto, debido a que el municipio de Colón y el de San Juan Opico, no lo tienen regulado.

Tabla 137. Resultados del nivel de ruido muestreado en la actual carretera.

Muestra	Ubicación	NPSeq dBA Diurno <sup>39</sup>	NMP OMS/MARN Diurno <sup>40</sup>	NMP Santa Tecla Diurno <sup>41</sup>	NPSeq dBA Nocturno <sup>42</sup>	NMP OMS/MARN Nocturno <sup>43</sup>	NMP Santa Tecla Nocturno <sup>44</sup>
1	Inicio Boulevard Monseñor Romero	83.8	75	86	66.8	70	86
2	Colonia Las Delicias	83.8	75	86	68.1	70	86
3	Condominio Casa del Árbol Santa Rosa	81.1	75	86	68.1	70	86
4	Frente a turicentro Los Chorros	85.3	75	86	67.9	70	86
5	Tabernáculo Bíblico Bautista Colón	67.8	75	86	62.3	70	86
6	Calle de acceso Municipio de Colón 1	71.5	75	86	58.4	70	86
7	Palacio Municipal de Colón	57.7	75	86	50.4	70	86
8	Calle de acceso Municipio de Colón 2	57.8	75	86	50.2	70	86
9	Estación de Servicio "Los Monos"	72.9	75	86	62.9	70	86
10	Calle de acceso a comunidad Colón	82.6	75	86	70.4	70	86
11	Iglesia Elim Las Moras	65.9	75	86	57.8	70	86
12	Iglesia Tierra de Bendición	78.6	75	86	63.7	70	86
13	Centro Escolar Cantón Las Moras	79.6	75	86	62.4	70	86
14	Muro Perimetral Residencial Pasatiempo	85.8	75	86	67.7	70	86
15	Dentro de Residencial Pasatiempo	72.0	75	86	63.4	70	86
16	Residencial Bosques de Lourdes	74.3	75	86	54.5	70	86
17	Colegio Castilla	81.6	75	86	66.8	70	86
18	Gasolinera Texaco	76.5	75	86	60.3	70	86
19	Batallón de Logística	76.9	75	86	62.5	70	86
20	Inicio Bypass Claudia Lars	84.1	75	86	67.4	70	86

Fuente: Resultados de campo de la medición de la calidad del aire, marzo de 2021.

En la Tabla 138, se presentan la distribución de puntos muestreados de ruido ambiental en el proyecto.

Tabla 138. Puntos de muestreo de ruido ambiental.

Muestra	Ubicación	Coordenadas	
1	Inicio Boulevard Monseñor Romero	13°40'33.72"N	89°18'14.93"O
2	Colonia Las Delicias	13°40'35.47"N	89°18'19.86"O
3	Condominio Casa del Árbol Santa Rosa	13°40'37.43"N	89°18'20.73"O
4	Frente a turicentro Los Chorros	13°41'46.59"N	89°19'21.10"O
5	Tabernáculo Bíblico Bautista Colón	13°42'15.71"N	89°20'28.71"O
6	Calle de acceso Municipio de Colón 1	13°42'12.12"N	89°20'22.63"O
7	Palacio municipal de Colón	13°42'18.19"N	89°20'27.17"O
8	Calle de acceso municipio de Colón 2	13°42'21.35"N	89°20'33.37"O
9	Estación de Servicio "Los Monos"	13°42'20.26"N	89°20'33.43"O
10	Calle de acceso a comunidad Colón	13°42'29.52"N	89°20'49.11"O
11	Iglesia Elim Las Moras	13°42'54.45"N	89°21'12.37"O
12	Iglesia Tierra de Bendición	13°42'49.78"N	89°21'11.06"O
13	Centro Escolar Cantón Las Moras	13°43'31.79"N	89°21'28.10"O
14	Muro Perimetral Residencial Pasatiempo	13°44'41.77"N	89°21'49.81"O
15	Dentro de Residencial Pasatiempo	13°44'39.80"N	89°21'50.65"O
16	Residencial Bosques de Lourdes	13°44'42.25"N	89°21'48.05"O
17	Colegio Castilla	13°44'38.85"N	89°21'47.30"O
18	Gasolinera Texaco	13°45'53.01"N	89°22'09.04"O

39 NPSeq dBA Diurno: Nivel de Sonido Ponderado Equivalente, expresado en decibeles. Diurno (Lectura tomada en campo)

40 NMP OMS/MARN Diurno: Nivel de Sonido Ponderado Equivalente, expresado en decibeles. Diurno (Comparativo OMS/MARN)

41 NMP Santa Tecla Diurno: Nivel de Sonido Ponderado Equivalente, expresado en decibeles. Diurno (Comparativo Ordenanza Reguladora de las Emisiones de Ruidos y Vibraciones en el Municipio de Santa Tecla)

42 NPSeq dBA Nocturno: Nivel de Sonido Ponderado Equivalente, expresado en decibeles. Nocturno (Lectura tomada en campo)

43 NMP OMS/MARN Nocturno: Nivel de Sonido Ponderado Equivalente, expresado en decibeles. Nocturno (Comparativo OMS/MARN)

44 NMP Santa Tecla Nocturno: Nivel de Sonido Ponderado Equivalente, expresado en decibeles. Nocturno (Comparativo Ordenanza Reguladora de las Emisiones de Ruidos y Vibraciones en el Municipio de Santa Tecla)

Muestra	Ubicación	Coordenadas	
19	Batallón de Logística	13°46'17.44"N	89°22'17.77"O
20	Inicio Bypass Claudia Lars	13°46'58.19"N	89°22'33.73"O

Fuente: Datos de campo.

En la Ilustración 159, se presentan los puntos de muestreo.

Ilustración 159. Puntos de muestreo llevados a cabo en campo.



Fuente: Datos de campo.

La cantidad estimada de maquinaria que circulará por el proyecto en forma mensual, se presenta en la Tabla 139, esto traerá posibilidades inminentes tanto de alterar los niveles actuales de la calidad de aire ambiental, como los niveles de particulados actualmente bajo norma y los niveles de ruido ambiental que actualmente cumplen con la Ordenanza municipal de Santa Tecla relacionada tanto para el día, como para la noche, no así con datos comparativos de la Organización Mundial de la Salud, que en algunos puntos los rebasa en el día, pero si cumplen en el horario nocturno. En el Apéndice 12, se presentan los certificados de calibración de los equipos utilizados para los muestreos desarrollados y la acreditación del laboratorio que analizó las muestras.

Tabla 139. Maquinaria de combustión interna que circulará por el proyecto.

Maquinaria y Equipo	Meses/Cantidad de maquinaria y equipo																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Tractor de oruga	-	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	-	-	-	-	-	-
Retroexcavadora	-	-	-	-	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	-	-	-	-	-	-
Cargador frontal de llanta	-	-	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	-	-	-	-	-	-
Mini cargador	-	-	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	-	-	-	-	-	-
Camión de volteo 10 m <sup>3</sup>	-	-	5	5	10	15	15	15	15	15	15	15	15	10	10	10	10	10	-	-	-	-	-	-
Camión cisterna 2000 gal	-	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Camión grúa	-	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Moto niveladora	-	-	2	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	-	-	-	-	-
Compactador vibratorio liso	-	-	-	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	-	-	-	-
Compactador pata de cabra	-	-	-	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	-	-	-
Mini compactador rodo liso	-	-	-	-	-	-	-	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	-	-
Mini compactador vibratorio	-	-	-	-	-	-	-	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	-	-
Compactadora de plancha de impacto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	-	-
Escoba mecánica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	-	-
Distribuidor de asfalto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	-	-
Distribuidor de agregado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	-	-
Pavimentadora de asfalto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	-	-
Compactador vibratorio liso doble	-	-	-	-	-	-	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	-	-
Compactador neumático	-	-	-	-	-	-	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	-	-
Pavimentadora de concreto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	-	-
Equipo tipo bobcat con fresadora	-	-	-	-	4	-	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	-	-
Camión concretero	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	-	-
Camión de estaca	-	-	-	-	-	-	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8

Fuente: Elaboración propia.

7.5.2.6 Alteración de los lechos de los ríos.

Al proyecto lo interceptan tres (3) ríos, con presencia de caudal hidráulico todo el año. Los cuerpos de agua identificados son: río El Colón (Los Chorros o quebrada El Guarumal) (Estación 16+440-19+280), río Belén (Estación 23+540), río Agua Amarilla (Estación 25+400).

En la traza del proyecto se identificaron puntos en el cual se tiene potencialidad de generarse algunas alteraciones en el lecho de ríos, especialmente por la prolongación de obras de drenaje mayor, o por la colocación de las bases del viaducto, como puede mostrarse en las Ilustraciones 160 y 161.

Ilustración 160. Zona de influencia del viaducto con posibilidades de impacto en el lecho del río.



Fuente: Recorridos de campo.

Ilustración 161. Zona de posible prolongación de obras de drenaje mayor, con posibilidades de impacto en el lecho de ríos.



Fuente: Recorridos de campo.



### 7.5.2.7 Cambios en la calidad del agua

Durante la construcción del proyecto, debido a la presencia de áreas desnudas a lo largo de la traza, se propician condiciones adecuadas durante la época lluviosa para que se generen procesos erosivos, los cuales se inician en las zonas con mayor pendiente provocando arrastre de suelo suelto hacia los drenajes laterales de la vía, depositándolos en el río Colón, río Belén y Agua amarilla, propiciando el incremento de sólidos generando turbiedad en estos cuerpos de agua, impactando en la calidad de la misma con respecto a la actual.

De igual forma la presencia de trabajadores, maquinaria y equipo laborando en el proyecto pueden generar alteraciones en la calidad de las aguas al no tener las precauciones necesarias con el manejo de los desechos fisiológicos o con grasas y aceites, propiciando desechos que pueden ser trasladados a las mismas. Los tramos del proyecto más significativos en donde pueden generarse este impacto son los siguientes:

Estacionamiento:

- 13+560-21+840 LI, hacia el río Los Chorros (quebrada El Guarumal, río Colón).
- 23+120-23+600 LI, hacia el río Belén.
- 24+900-25+900 LI, hacia el río Agua Amarilla.

Al ser analizadas sus aguas, presentan los resultados que se muestran en la Tabla 140, mostrando en el Apéndice 14, las hojas del laboratorio que realizó los análisis.

Tabla 140. Resultados de laboratorio de las aguas muestreadas de los ríos presentes en el proyecto.

Parámetro	Especificación	Río Los Chorros (quebrada El Guarumal, río Colón).	Río Belén.	Río Agua Amarilla.	Agua de piletta proveniente de manantial del turicentro Los Chorros <sup>45</sup>
pH (1)	LMP (3): Debe mantenerse en un rango de 6.5 a 7.5 unidades o no alterar en 0.5 unidades de pH el valor ambiental natural	8.0	7.6	8.00	7.7
Demanda Bioquímica de Oxígeno (1)	LMP: No debe permitirse que el nivel de oxígeno disminuya de 5 mg/l.	9.3 mg/l	109.7 mg/l	22.8 mg/l	Menor a 5 mg/l
Aceites y Grasas (2)	LMP: 20 mg/l.	9.9 mg/l	17.1 mg/l	Menor a 6.0 mg/l	Menor a 6.0 mg/l
Turbidez (1)	LMP: No deberá incrementarse más de 5 unidades de turbiedad sobre los límites ambientales del cuerpo receptor.	0.3 UNIT	52.8 UNIT	2.7 UNIT	0.1 UNIT
Oxígeno Disuelto (1)	LMP: Igual o mayor a 5 mg/L.	4.9 mg/l (4)	2.4 mg/l	6.0 mg/l	8.8 mg/l
Recuento Coliformes Totales (1)	LMP: Que no excedan de una densidad mayor a los 5,000 UFC por 100 ml de muestra analizada.	1,700,000.00 UCF/100 ml	1,900,000.00 UCF/100 ml	390,000.00 UCF/100 ml	1,800,000.00 UCF/100 ml
Recuento Coliformes Fecales (1)	LMP: Que no excedan de una densidad mayor a los 1,000 UFC por 100 ml de muestra analizada.	7,300 UCF/100 ml	1,900.00 UCF/100 ml	7,100 UCF/100 ml	10,000 UCF/100 ml

(1) Reglamento especial de normas técnicas de calidad ambiental. (2) Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.49.01:09 Agua residual tipo ordinario. (3) LMP: Límite máximo permisible. (4) Valores en amarillo fuera de norma.

Fuente: Laboratorio especializado de control de calidad (LECC).

<sup>45</sup> Se prevé que las piletas que recogen aguas provenientes de fuentes subterráneas en el sector del turicentro Los Chorros, no serán alteradas por las actividades del proyecto, sin embargo, deberán monitorearse para prevenir cualquier afectación en las mismas.

En la Ilustración 162, se presentan la ubicación de los puntos de muestreo de los cuerpos de agua permanentes, presentes en el proyecto.

Ilustración 162. Puntos de muestreo de calidad del agua realizados en el proyecto.



1: Agua de pileta proveniente de manantial del turicentro Los Chorros (13°41'38" N 89°19'11"O); 2: Río Los Chorros (quebrada El Guarumal, río Colón) (13°42'49" N 89°21'19"O); 3: Río Belén (13°44'05" N 89°21'38"O); 4: Río Agua Amarilla (13°45'01" N 89°21'59"O)

Fuente: Visualizador de Información Geográfica de Evaluación Ambiental (MARN), puntos de muestreo de calidad del agua realizados en campo. <http://mapas.marn.gob.sv/vigea/nepamap.aspx>

### 7.5.2.8 Daños a la salud pública.

Estos se encuentran relacionados principalmente por la generación de ruido ambiental, gases de combustión vehicular y material particulado, desechos sólidos comunes y peligrosos, así como por la transmisión de enfermedades respiratorias y sexuales, los cuales se describen a continuación.

#### Ruido ambiental.

Las lecturas de ruido obtenidas durante el desarrollo del estudio, se encuentran cumpliendo con la Ordenanza Reguladora de las Emisiones de Ruidos y Vibraciones del municipio de Santa Tecla, tanto para el día, como para la noche, no así con datos comparativos de la Organización Mundial de la Salud, que en algunos puntos los rebasa en el día, pero si cumplen en el horario nocturno, esto es importante considerarlo por las actuales condiciones del tráfico de la carretera, durante el día, por el incremento de maquinaria y equipo laborando en el proyecto, para tomar las medidas necesarias con la finalidad de prevenir el incremento en los decibeles.

#### Gases de combustión vehicular y material particulado.

Las lecturas de los diferentes gases mediante los cuales se determinó la calidad del aire ambiental resultaron en niveles que cumplen la Norma Salvadoreña NSO 13.11.01:01. Calidad del aire ambiental, inmisiones atmosféricas, lo cual indica que será necesario su monitoreo para prevenir el alza de los valores actualmente encontrados, de igual forma sucedió con los resultados en el material particulado.

Lo anterior es importante, debido a la presencia de zonas altamente pobladas en los estacionamientos 19+280-22+160 y 22+360-28+312, además de la presencia de tres centros escolares aledaños a la traza y son el Centro Escolar Cantón Las Moras (22+480 lateral izquierdo), Colegio Liceo Castilla (Estación 24+720 lateral derecho) y el Centro Educativo Soldado Oscar Antonio Ortíz Reyes (26+840 lateral izquierdo), los cuales pueden resultar afectados por el ruido o por los alteraciones a los niveles actualmente registrados en los gases, material particulado y niveles de ruido ambiental.

#### Desechos comunes y peligrosos.

Otro de los aspectos que podrían generar daños a la salud pública es el riesgo de contagio de enfermedades debido al mal manejo de desechos sólidos comunes y peligrosos, así como mal manejo de las aguas residuales. Se considera que los sitios en donde se podrían tener inconvenientes sobre estos aspectos son los de mayor población, siendo los siguientes: Estaciones 19+280-22+160, 22+360-28+321 y en todo el proyecto para el caso de los trabajadores.

#### Transmisión de enfermedades respiratorias y sexuales

Debido a la interacción entre los trabajadores y la población del área de influencia del proyecto, existe la potencialidad en el contagio de enfermedades respiratorias como de transmisión sexual, en los casos en que son portadores.

#### 7.5.2.9 Afectación a vías de acceso (caminos vecinales y propiedades privadas).

Se considera que en todo el desarrollo de la etapa de construcción se tendrán afectaciones en mayor y menor grado involucrando propiedades privadas y residenciales que se encuentran aledaños a la carretera. Se han identificado 107 accesos, los cuales se presentan en la Tabla 141 y deberán ser vigilados constantemente dependiendo del avance del proyecto para

prevenir este impacto sobre la población de la zona y no se tengan inconvenientes con el flujo vehicular.

Tabla 141. Accesos (caminos vecinales y propiedades privadas) identificados a los laterales de la actual carretera.

N° acceso.	Estación.	Lateral.		Tipo de acceso.		Uso.		Ancho.
		Derecho.	Izquierdo.	Público.	Privado.	Peatonal.	Vehicular.	
1	13+761.108		X	X			X	7.50m
2	15+071.124		X		X		X	3.40m
3	15+124.129		X		X		X	3.40m
4	15+627.050		X		X		X	3.70m
5	16+455.474	X			X		X	13.50m
6	16+610.777	X			X		X	2.90m
7	16+726.640	X			X		X	4.50m
8	17+091.091	X		X			X	6.00m
9	17+215.720		X		X		X	6.00m
10	17+489.591		X		X		X	6.00m
11	18+345.632	X		X			X	5.50m
12	0+118.769		X	X			X	6.50m
13	19+332.934		X	X			X	6.00m
14	20+105.481	X		X			X	5.50m
15	20+166.598		X	X			X	6.00m
16	20+214.164	X		X			X	6.80m
17	20+252.116	X		X			X	6.80m
18	20+448.977		X	X			X	4.25m
19	21+248.343	X		X			X	9.25m
20	21+252.964		X	X			X	6.30m
21	21+295.873		X	X			X	4.00m
22	21+305.774	X		X			X	5.60m
23	21+464.539		X	X			X	6.00m
24	21+507.917	X		X			X	6.50m
25	21+582.773		X	X			X	6.80m
26	21+774.704	X		X			X	10.00m
27	21+882.735		X	X			X	7.00m
28	21+990.350		X	X			X	8.00m
29	22+100.551	X		X			X	6.50m
30	22+121.057		X	X			X	7.00m
31	22+208.200		X	X			X	4.00m
32	22+290.407	X		X			X	4.80m
33	22+368.668	X		X			X	6.50m
34	22+418.189		X	X			X	6.50m
35	22+455.787	X			X		X	10.25m
36	22+599.101	X			X		X	9.00m
37	22+654.648		X		X		X	10.00m
38	22+798.053		X	X			X	7.00m
39	23+096.368		X	X			X	6.00m
40	23+129.795		X	X			X	5.00m
41	23+215.667	X			X		X	8.00m
42	23+233.662	X			X		X	8.00m
43	23+412.178	X			X		X	12.00m
44	23+422.800		X	X			X	7.00m
45	23+479.173		X	X			X	5.25m
46	23+611.532	X		X			X	5.00m
47	23+721.273	X		X			X	5.00m
48	23+866.165	X		X			X	6.00m
49	23+880.965	X		X			X	6.00m
50	23+950.900	X			X		X	15.50m
51	23+989.300	X			X		X	11.50m
52	24+009.302	X			X		X	8.50m
53	24+081.863	X		X			X	4.50m
54	24+102.149	X		X			X	4.50m
55	24+135.769	X			X		X	7.00m
56	24+290.577	X		X			X	12.00m
57	24+369.232	X			X		X	17.50m
58	24+438.162	X			X		X	10.80m
59	24+500.129	X			X		X	6.00m
60	24+664.027	X			X		X	22.00m
61	24+765.451	X		X			X	5.50m
62	24+789.070	X		X			X	5.50m

63	24+888.154		X		X		X	5.50m
64	24+918.227		X		X		X	5.50m
65	24+974.100	X			X		X	4.50m
66	24+999.259	X			X		X	4.50m
67	25+090.119	X			X		X	41.50m
68	25+184.222	X			X		X	3.70m
69	25+325.978		X	X			X	6.00m
70	25+341.948		X	X			X	6.00m
71	25+472.799	X			X		X	5.00m
72	25+566.460	X		X			X	4.50m
73	25+652.801	X			X		X	5.60m
74	25+821.840	X		X			X	6.00m
75	25+888.486	X			X		X	7.00m
76	26+081.422	X			X		X	20.50m
77	26+138.068	X			X		X	11.30m
78	26+501.653	X		X			X	10.00m
79	26+645.386		X	X			X	6.00m
80	26+825.235	X		X			X	6.00m
81	26+963.875	X			X		X	10.80m
82	27+054.577	X			X		X	10.80m
83	27+089.075	X			X		X	6.30m
84	27+135.323		X	X			X	7.20m
85	27+158.947		X		X		X	10.80m
86	27+162.848	X			X		X	5.80m
87	27+216.155		X		X		X	10.80m
88	27+487.090	X			X		X	6.00m
89	27+604.142	X			X		X	14.00m
90	27+653.928		X		X		X	15.00m
91	27+842.706	X			X		X	12.00m
92	27+863.035	X			X		X	8.00m
93	27+942.302	X			X		X	6.50m
94	28+045.174	X			X		X	11.00m
95	28+075.886	X			X		X	12.00m
96	28+138.945		X		X		X	5.60m
97	28+156.426	X		X			X	5.80m
RAMAL 200	0+057.352	X		X			X	5.80m
RAMAL 200	0+183.725	X		X			X	3.50m
RAMAL 200	0+256.618	X		X			X	5.60m
RAMAL 200	0+288.814	X		X			X	5.00m
RAMAL 200	0+349.643	X		X			X	3.50m
RAMAL 200	0+403.636	X		X			X	5.80m
RAMAL 200	0+568.580	X		X			X	5.30m
RAMAL 300	0+815.876		X	X			X	6.00m
RAMAL 400	0+315.406		X	X			X	7.00m
RAMAL 400	0+359.188		X	X			X	7.00m

LD: Lateral derecho; LI: Lateral izquierdo  
Fuente: Diseño Final de Ingeniería

En las Ilustraciones 163 y 164, se presentan ejemplos de accesos en donde el flujo vehicular y peatonal tanto de habitantes como de empleados o visitantes podría tener inconvenientes.

Ilustración 163. Ejemplo de acceso a comunidades aledañas a la carretera.



Fuente: Recorridos de campo.

Ilustración 164. Ejemplo de acceso a propiedades privadas aledañas a la carretera.



Fuente: Recorridos de campo.

#### 7.5.2.10 Afectación a los patrones culturales (estilo de vida)

El desplazamiento de las comunidades ubicadas en el estacionamiento 19+280-22+160, traerá consigo desde el punto de vista social el desarraigo de sus sitios actuales de residencia, así como cambios en sus patrones de cultura asociados a su estilo de vida, es decir, las relaciones existentes entre las comunidades, vecinos, religión, asistencia a centros educativos y otras organizaciones existentes, serán coaccionadas con los cambios en sitios de residencia que conllevará el Plan de Acción de Reasentamiento, generando modificaciones en sus patrones de estilo de vida, de acuerdo a los sitios de acogida que sean propuestos. En la ilustración 165, es notoria la presencia de patrones de vida especialmente ligados a la relación de la vida cotidiana.

Ilustración 165. Sitios en donde los lugareños conviven en sus actividades cotidianas.



Presencia de iglesias y algunos negocios donde se reúnen las personas lugareñas, que serán desplazadas por el proyecto y reasentadas en otros sitios.

Fuente: Recorridos de campo.

Otra consideración que conlleva la ampliación de la carretera para generar la plataforma de rodamiento y sus drenajes, es la potencial afectación a recuerdos mortuorios, los cuales están asociados a patrones culturales de las familias cuando han perdido un ser querido en la vía pública, colocando un pequeño recuerdo que puede ser una cruz u otra imagen relacionada para recordar el sitio del fallecimiento. En el proyecto se han identificado cuatro (4) sitios relacionados con este patrón cultural, encontrándose en los estacionamientos 22+140 LD, 23+920 (Corredor central de la carretera), 24+420 LD y 28+180 LI, los cuales pueden observarse ejemplos en la Ilustración 166.

Ilustración 166. Ejemplo de sitios en donde se han identificado recuerdos mortuorios.



Estación 23+920 corredor central de la carretera

Estación 24+420 Lateral derecho en arriate entre la carretera y acceso a residencial Los Chorros.

Fuente: Recorridos de campo.

#### 7.5.2.11 Disminución en la recarga de acuíferos.

Se potencializa de forma moderada o poco significativa, debido a que en sondeos realizados en el estudio de geotecnia no fue encontrado nivel freático a 41 m de profundidad, sin embargo,

puede considerarse que la mayor parte de las infiltraciones que abastecen el sector del turicentro Los Chorros, sitio más representativo de presencia y afloración de aguas subterráneas, provienen de las partes altas de la cuenca, considerándose no afectación en ese sector por las actividades del proyecto.

Para el caso de la quebrada El Guarumal (río Los Chorros, río Colón), río Belén y río Agua Amarilla, debido a que el mejoramiento de la carretera ocupará parte de la traza existente y una zona de ampliación, en una franja promedio de 35 – 42 m de ancho, las aguas que dejen de infiltrarse en la franja impermeabilizada debido a la pendiente decreciente hacia el norte de la carretera, drenarán hacia las quebradas estacionarias y ríos anteriormente mencionados aumentando su caudal en época lluviosa y disminuyendo el mismo en época seca, debido a menores áreas de infiltración en la zona alta de los laterales de la carretera.

#### 7.5.2.12 Alteración al clima.

La tala de 5,768 individuos entre árboles y arbustos a lo largo de la traza y el desmonte de un área de 420,920.00 m<sup>2</sup>, puede contribuir a cambios en el clima de la zona, especialmente en la temperatura y la precipitación, sin embargo, al analizar la relación del proyecto con el aporte al cambio climático, tomando como base las variables mencionadas, el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), mediante un estudio realizado sobre las variaciones hidro climáticas y evidencias del cambio climático en El Salvador, publicado por SNET<sup>46</sup>, actualmente Dirección General de Observatorio Ambiental, menciona en base a los registros de las estaciones meteorológicas del país, que las variaciones de temperatura en el período de 1942 al 2005, presentan a nivel nacional un incremento promedio de 0.03 °C/año, siendo el aporte según los registros de la estación meteorológica de Santa Tecla, estación cercana al proyecto, se ha generado una variación en el período señalado de 1.1 °C (incremento), generando un 0.017 °C/año.

De igual forma la precipitación, registra una variación según los datos de las estaciones meteorológicas a nivel nacional en el período de 1957-2005, notándose una variación de -40 mm, siendo el aporte según los registros de la estación meteorológica de Ilopango al decrecimiento en un 3.9 mm/año.

Con la construcción y funcionamiento del proyecto, las posibilidades de que se generen incrementos marginales se consideran moderados o mínimos, los cuales pueden ser mitigados con las medidas compensatorias y mitigantes.

#### 7.5.2.13 Incremento de los riesgos ocupacionales.

Los proyectos de construcción generan riesgos, principalmente relacionados con accidentes. El proyecto contempla aproximadamente 400 personas empleadas en diferentes ocupaciones: Técnicos, operadores de maquinarias y equipos de construcción, motoristas de camiones volquetas, albañiles, cortadores de hierro, armadores, carpinteros, seguridad, etc., los cuales

<sup>46</sup> (<http://www.snet.gob.sv/Hidrologia/Documentos/CClimaticoELS.pdf>)



tendrán diferentes riesgos de accidentes ocupacionales, desde caídas, cortaduras, enfermedades ocupacionales, etc.

Entre las actividades que pueden ocasionar riesgos de accidentes, se encuentran las siguientes: Uso de maquinaria pesada para las actividades de descapote, terracería, traslado de materiales de construcción y desalojo, preparación de sub base y base, pavimentación, trabajos en alturas, etc., de igual forma el uso de equipo diverso en el taller de mecánica, como aparatos de soldar, cortadoras metálicas, uso de herramientas, etc., también, la movilización de camiones volquetas, de estaca, concreteros, camiones cisternas de agua, entre otros, debido a riesgos por problemas mecánicos.

### 7.5.3 Impactos compatibles (Poco significativos).

#### 7.5.3.1 Alteración de las vistas panorámicas.

El paisaje de la traza tendrá cambios por la ampliación de la vía. A nivel regional el impacto visual se considera moderado a poco significativo, por ser la ampliación a nivel de derecho de vía. La ubicación de los sitios en donde se ha considerado que se tendrán cambios en las vistas panorámicas respecto al paisaje actual más significativos son los siguientes:

- Estación 13+560-16+500 dirección norte.
- Estación 18+340-19+280 dirección norte.
- Estación 19+340-21+400 dirección norte.

El primer tramo se encuentra asociado a la presencia de taludes de corte, que serán modificados, desplazando vegetación y cambiando la estructura actual, modificando las actuales vistas que se tienen en ese punto.

El segundo tramo se encuentra relacionado con la incorporación del viaducto a la estructura ecosistema de tipo cafetal bajo sombra.

El tercer tramo se asocia a la presencia de comunidades (ciudad de Colón) en forma aledaña a la carretera, ofreciendo una interacción social con la actual infraestructura y las panorámicas que se aprecian, lo cual será cambiante por el desplazamiento de las mismas.

Conceptualizando el impacto como la alteración a la vista del conjunto de los componentes ambientales de una extensión desde un punto determinado y basados en las descripciones anteriores, se considera que estos sitios serán impactados en forma de moderada a mínima, cambiando la estructura actual del paisaje que en algunos sectores puede verse mejorada. En las Ilustraciones 167 y 168, se presentan las vistas panorámicas que se considera podrán salir impactadas.

Ilustración 167. Vistas actuales del paisaje en el inicio del proyecto en dirección norte.



Inicio del proyecto, estación 13+760

Estación 14+500, zona de fincas cafetaleras, aledañas al proyecto.

Fuente: Recorridos de campo.

Ilustración 168. Vistas actuales del paisaje en zonas antropizadas.



Estación 17+400, zona del turicentro Los Chorros

Estación 25+980, zonas antropizadas al final del proyecto

Fuente: Recorridos de campo.

### 7.5.3.2 Pérdida de carácter visual del área.

Las pérdida del carácter visual del área de influencia del proyecto, se encuentra referido especialmente con sitios considerados de importancia social para las comunidades tanto del municipio de Colón que es más representado en el proyecto, así como de municipios vecinos al mismo, es decir se tiene la presencia del Centro Turísticos Los Chorros (17+080 LD), el cual es el más representativo para la población por las visitas que realizan a este lugar en funcionamiento, considerándolo como producto turístico emblemático de la zona.

Al analizar el proyecto y su impacto en el sitio mencionado, este no tendrá afectaciones en su propiedad y en su estructura ecosistémica-turística, más bien se considera que existe compatibilidad de los mismos con la ejecución del proyecto, propiciándole mejores condiciones y mayor atractivo para incrementar el nivel de visitas registrados durante el funcionamiento.

Las zonas consideradas como de mayor movimiento peatonal por diversas actividades, especialmente relacionadas con negocios, religión entre otros, se considera que tendrán su

afectación durante las actividades de construcción, volviendo a la normalidad al entrar en funcionamiento el proyecto, hasta cierto punto pueden verse beneficiados por las nuevas oportunidades que se puedan generar con el mismo, mejorando el carácter visual de los laterales de la nueva autopista. La Ilustración 169, muestra el carácter visual de un tramo del proyecto.

Ilustración 169. Visualidad de las zonas actuales aledañas al proyecto.



Estación 17+080 LD, zona del turicentro Los Chorros

Estación 20+180, zona urbana del municipio de Colón, aledaña a la actual carretera.

Fuente: Recorridos de campo.

En el Apéndice 17, se presenta el plano de ubicación de los impactos ambientales.

## 7.6 DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS POTENCIALES POSITIVOS.

Así como el proyecto tendrá impactos negativos sobre el ambiente de la zona de influencia, también existen impactos positivos del proyecto, siendo esta la razón de ser en una inversión económica en este tipo de obras.

En la Tabla 142, se presentan los impactos positivos identificados en el proceso de evaluación ambiental del proyecto.

Tabla 142. Impactos positivos identificados en la evaluación del Proyecto

Impactos Positivos.	Descripción de los impactos
Plusvalía.	Incremento en el valor económico de los terrenos aledaños al proyecto, debido a los beneficios que genera una autopista moderna y a la conectividad que ofrece una de las carreteras más importantes del país.  Se considera que con el funcionamiento del proyecto, las probabilidades de que se generen mayores desarrollos a los actualmente en funcionamiento, es inminente, especialmente los habitacionales y comerciales, situación que podrán incrementar el precio de la vara cuadrada de terreno respecto a la actual, dependiendo de las zonas, considerándose en mayor proporción en los tejidos urbanos continuos del municipio de Colón y San Juan Opico y en menor escala en los sectores considerados como rurales, generando beneficios relacionados con mayores ingresos a los habitantes de la región y mejores condiciones de vida.
Desarrollo económico.	Mediante el funcionamiento de la autopista, se activa la economía de los municipios del área de influencia y aledaños, generando empleos tanto directos como indirectos, además el tiempo y costo de viaje interdepartamental tendrá a ser menor propiciando economías de escala.

Anexo 16: Estudio de Impacto Ambiental - Pág. 435

Impactos Positivos.	Descripción de los impactos
	<p>Es importante señalar que la <b>generación de empleo</b> se inicia con la etapa constructiva del proyecto, beneficiando a familias del área de influencia. En este tema se tiene proyectado la generación de 400 puestos de trabajo, contemplando desde personal gerencial, administrativo y de campo de diferentes edades, considerándose como principal fuente de recurso humano los municipios del área de influencia del proyecto. La inversión en nuevos negocios también se volverá atractivo, partiendo que la zona posee varios de ellos y de diversa cuantía, generando mayor empleo en la región durante la etapa de funcionamiento del proyecto.</p>
<p>Movilización.</p>	<p>Reducción de los tiempos de movilización para transporte de personas y mercancías, así como la reducción de los costos. Se ha estimado que el proyecto traerá ahorros en el tiempo de traslado considerablemente, de igual forma esta movilización mejorará la intervención del transporte de mercancías, propiciando precios de mercado más favorables, debido a la facilidad de circulación que ofrecerá la etapa de funcionamiento.</p> <p>Es importante mencionar que el tramo de carretera en estudio, generará conectividad entre la zona central y zona occidental del país propiciando condiciones adecuadas que volverá más atractiva la movilización, propiciando un incremento en la actividad económica, dadas las condiciones de facilidad en la movilización.</p>
<p>Reducción de costes de mantenimiento de vehículos.</p>	<p>El tener una vía primaria adecuada con buen nivel de servicio, reduce los costos de mantenimiento de los vehículos comparados con las condiciones que actualmente presenta la carretera.</p> <p>Tomando como base el tiempo de movilización y las condiciones que ofrece una carretera primaria de seis y ocho carriles, los beneficios para la población, el transporte público y de carga, serán mayores, bajo la perspectiva de la reducción de los costos de mantenimiento que actualmente las asociaciones de transporte público de la zona de influencia los consideran cuantiosos, debido a las reparaciones en frenos, cambios de llantas, sistemas hidráulicos, reparaciones de motores, etc.</p> <p>Con el funcionamiento de la nueva carretera, los vehículos serán menos exigidos por las mismas condiciones del proyecto, alargando su buen funcionamiento y recurriendo en menor escala a las reparaciones, generando ahorros económicos para los empresarios y población en general.</p>
<p>Mejoramiento del paisaje de la zona de influencia del proyecto.</p>	<p>Algunos sectores serán mejorados en sus vistas panorámicas debido a que la ampliación de la vía traerá consigo mayor visibilidad en algunos tramos de la carretera, especialmente las vistas hacia el norte del departamento de La Libertad, en donde al inicio del proyecto puede visualizarse parte de la cordillera del bálsamo en los sitios más altos.</p> <p>De igual forma se considera que la ampliación de la carretera brindará mejores condiciones de salubridad a la zona, generando limpieza en los sitios que actualmente cuentan con mayor población.</p> <p>Las posibilidades de que la población aledaña, especialmente los propietarios de negocios, inviertan en mejorar sus establecimientos también traerán efectos positivos sobre el paisaje aledaño al proyecto.</p>
<p>Reducción de congestionamientos.</p>	<p>Especialmente en horas de la mañana en el desplazamiento hacia San Salvador y por la tarde en el desplazamiento hacia el occidente del país, con esto el usuario tendrá más comodidad durante el viaje, reduciendo el cansancio del tiempo de viaje, debido a que la zona central del país, es uno de los destinos de mayor visita, sea por negocios, educación, placer, etc. La ampliación de la actual carretera traerá consigo menores congestionamientos por ser una vía diseñada tomando en cuenta las proyecciones de tráfico.</p>
<p>Reducción de costos de combustible.</p>	<p>Al reducir los congestionamientos y el tiempo de movilización en el proyecto, se reduce el gasto de combustible, lo cual se traduce directamente en el mejoramiento de la economía familiar, de igual manera el medio ambiente resulta beneficiado, así como el componente social, especialmente por la generación de menores emisiones de gases contaminantes, lo cual también genera beneficios a la salud de la población especialmente por enfermedades respiratorias reportadas por el Sistema de Salud local.</p> <p>Es decir, al reducir el gasto de combustible durante la circulación por el proyecto, también se generan otros beneficios en cadena que hacen mejorar el componente social y ambiental del área de influencia.</p>

Fuente: Elaboración propia

Identificados y clasificados los impactos potenciales del proyecto por medio de su componente ambiental se procederá en el siguiente capítulo a proponer las medidas que se consideran

necesarias para prevenir, atenuar, mitigar o compensar cada uno de los mismos, por medio de un programa de manejo ambiental, sin embargo, es preciso revisar las recomendaciones del análisis de riesgo del proyecto e incorporarlas en el mismo.

## **7.7 ESTUDIO DE RIESGOS.**

Este apartado se describe como se ha realizado la valoración de la amenaza natural y la vulnerabilidad física por exposición, basándose en los estudios multidisciplinarios ejecutados en el diseño final del proyecto.

### **7.7.1 Metodología**

Este apartado tiene como finalidad describir la metodología adoptada para la elaboración del presente estudio, considerando las amenazas naturales que pueden ocurrir en nuestro medio y sus posibles efectos en el proyecto. La metodología fue basada en los siguientes apartados

### **7.7.2 Estudios previos.**

Como parte de la información que ha servido de base para la elaboración del estudio, se presentan datos provenientes de mapas y estudio previos que se han obtenido de diferentes fuentes como el MARN, OPAMSS, MOPT.

### **7.7.3 Determinación de eventos históricos y línea base.**

La línea de base del estudio se convierte en la primera medición de todos los indicadores contemplados para la fase de diseño del proyecto. Dicha línea fue formulada sobre la base de eventos históricos de fenómenos naturales ocurridos en la zona de interés para el estudio, sobre todo aquellos que por su naturaleza generan mayores probabilidades de riesgos en la zona, como por ejemplo los deslizamientos, que constantemente obstruyen el paso vehicular.

Los análisis de la información recopilada e investigaciones de campo, junto a los eventos históricos, han permitido la determinación de las condiciones actuales de riesgo del proyecto, previos a la implementación de las obras futuras.

El tramo de la ruta CA01W, desde el kilómetro 13+560 sector de las Delicias Santa Tecla hasta el entronque del Desvío de Opico kilómetro 28+321, es un tramo que históricamente ha presentado muchas interrupciones al tráfico, las cuales se han agudizado a partir del año 2001 hasta la actualidad. Estas interrupciones generalmente se han debido a deslizamientos superficiales en los taludes y a colapsos de material rocoso de un depósito efusivo de la formación San Salvador. Estos eventos, además del cierre de la vía y constantes interrupciones del tráfico, representan, por su severidad, la mayor amenaza para la seguridad de los usuarios de la vía, implicando, además, elevados costos económicos para la población usuaria de esta carretera.

Para el presente estudio se ha realizado una recopilación de datos históricos de ocurrencia de fenómenos naturales que son parte de las amenazas que pueden impactar al proyecto, con

efectos que a menudo han requerido el cierre temporal de la carretera, dado la afectación en puntos específicos de la CA01W.

El análisis de amenazas del proyecto tiene su base técnica en diferentes estudios desarrollados en la fase de diseño final. Entre las amenazas analizadas se encuentran:

#### 7.7.3.1 Eventos asociados a fenómenos hidrológicos

Entre algunos eventos más recientes asociados a este fenómeno natural se encuentran los siguientes:

- Deslizamiento de material en sector de los chorros, 20 septiembre de 2017.
- Desprendimiento de material (km 19) producido por Tormenta Selma, 28 de octubre de 2017.
- Desprendimiento de material (km 18), 30 de mayo de 2019.
- Flujo de material por efecto de la Depresión Tropical Amanda, sector del turicentro Los Chorros, mayo del 2020.

#### 7.7.3.2 Eventos geológicos.

De Colón a El Poliedro la topografía del terreno se suaviza significativamente con la presencia de taludes de cenizas volcánicas (s4), con espesores no superiores a los 3 m de altura, con pequeños estratos de talpetate en su parte superior, de espesor entre 0.6 a 1.0 m. De igual manera, se denota la presencia de un pequeño estrato de aglomerados volcánicos con un espesor de 2 m, ubicado en las cercanías de Colón.

Entre los eventos relacionados a las propiedades geológicas y geomecánicas se mencionan:

- Desprendimiento de materiales rocosos (km 19), 17 de agosto de 2016.
- Desprendimiento de material rocoso (km 19), 10 de abril de 2017.
- Desprendimiento de material rocoso (km 19), 5 de abril de 2019.

#### 7.7.3.3 Eventos sísmicos.

De acuerdo con un análisis bibliográfico, el área metropolitana de San Salvador ha sido sacudida violentamente en 20 ocasiones desde el año de 1524 al 2001; del año 1719 a la fecha, el intervalo de estos sismos violentos ha variado entre 6 y 48 años, mientras que de 1965 al 2005, el intervalo ha oscilado entre 15 y 21 años.

En la Tabla 143, se presenta un resumen de los principales sismos registrados para el área de San Salvador.

Tabla 143. Registro histórico de los principales sismos que sacudieron San Salvador

Año	Intensidad y Magnitud	Descripción
1524	Intensidad VII – VIII	Primer desastre del que se tiene noticia.
1575	Intensidad VIII – IX, magnitud 6.3	Destrucción en San Salvador y sus alrededores.
1593	Intensidad VII, magnitud 6.3	Sacudida violenta en San Salvador.
1625	Intensidad VII, magnitud 6.9	Ocurren grandes daños en la ciudad de San Salvador.

Año	Intensidad y Magnitud	Descripción
1658	Intensidad VII, magnitud 6.3 – 6.9	Erupción del volcán de San Salvador, asociada a un fuerte sismo.
1707	Intensidad VIII – IX, magnitud 5.3 – 5.9	Desastre total en San Salvador.
1798	Intensidad VIII – IX, magnitud 6.3 – 6.9	Sismo violento con grandes daños en San Salvador.
1815	Intensidad VII – VIII, magnitud 5.3 – 5.9.	Sismo violento en San Salvador y sus alrededores.
1873	Intensidad VII – VIII, magnitud 5.6.	Fuerte sismo en San Salvador, con gravísimos daños en San Salvador. Epicentro cerca de Santo Tomás.
1965	Intensidad VIII, magnitud 5.1	Sismo violento en la capital, Ilopango, Soyapango, Ciudad Delgado, Cuscatancingo y Mejicanos.
1986	Intensidad VIII- IX, magnitud 5.4.	Sismo violento en San Salvador, con intensidad de 8 a 9, magnitud 5.4, profundidad focal 8 Kilómetros.
2001	Intensidad VIII, magnitud 7.6.	Sismo violento ocurrido el día 13 de enero a nivel nacional, provocado por el movimiento de las placas tectónicas de Cocos y El Caribe.
2001	Intensidad VII, magnitud 6.1.	Sismo violento ocurrido el 13 de febrero, con epicentro en San Pedro Nonualco, que complementó los daños en San Salvador provocados por el del 13 de enero; con grandes daños en los departamentos de La Paz, San Vicente y Cuscatlán.

Fuente: Estudio de riesgos para el proyecto.

#### 7.7.3.4 Eventos volcánicos.

Según Meyer – Abich, la actividad histórica conocida de este volcán es la que a continuación se detalla:

- 1575. El historiador de apellido Palacio hace una visita al cráter del Boquerón y se refiere a la presencia de una fumarola en su fondo, sin lago en ese entonces.
- 1659. Fuerte erupción de lava del volcancito El Playón. La lava se dirigió hacia el noreste y cubrió aproximadamente 10 kilómetros cuadrados.
- 1671. Fuerte erupción de cenizas que nivelaron gran parte de las lavas de 1659. Estas cenizas fueron transportadas por el viento hasta Comayagua, Honduras.
- 1806. De acuerdo con Sapper (1913) hizo erupción el volcancito El Playón.
- 1917. Erupción del volcán de San Salvador, precedida de sismos violentos. La lava siguió una dirección Nor - noroeste – Este sureste.

#### 7.7.4 Amenaza hidrológica.

Con base en la información presentada en los documentos Estudio de Hidrología e Hidráulica Los Chorros e Identificación de Cauces y Obras de Drenaje Original se realizó el análisis de amenaza hidrológica, de acuerdo a los siguientes factores:

- Redes de drenaje y esorrentía que puedan afectar el proyecto;
- Los sitios de obras de paso (drenaje transversal);
- Información bibliográfica histórica sobre tormentas que han afectado la zona del proyecto, zonas de inundación.

Para identificación de la amenaza por inundación se consideró lo siguiente:

- Revisión histórica de los eventos de inundación en cada tramo de la carretera;
- Recorrido de campo;
- Identificación de puntos críticos.

La valoración de la amenaza de estructuras de drenaje existentes se concentró en los estudios Hidrológicos e Hidráulicos que identificaron el tipo de obra, las alturas de nivel de agua a la

entrada de la tubería ( $H_w$ ) y las áreas de contribución de las cuencas hidrográficas (ver Tabla 144).

Tabla 144. Valoración de Amenaza en función de los parámetros.

Tipo de obra	Altura de nivel del agua	Área de la cuenca	Grado
Tubería	$H_w < 1.5 D$ (1)	$< 1.5 \text{ km}^2$	Bajo A1 (3)
Tubería	$H_w < 1.5 D$	$> 1.5 \text{ km}^2$	Moderado A2
Tubería	$H_w < 1.5 D$	$< 1.5 \text{ km}^2$	Medio A3
Tubería	$H_w > 1.5 D$	$> 1.5 \text{ km}^2$	Alto A4
ODM (2)	$H_w < 1.5 D$	$< 1.5 \text{ km}^2$	Bajo A1
ODM	$H_w < 1.5 D$	$> 1.5 \text{ km}^2$	Medio A3
ODM	$H_w > 1.5 D$	$< 1.5 \text{ km}^2$	Alto A4
ODM	$H_w > 1.5 D$	$> 1.5 \text{ km}^2$	Alto A4

(1) D: diámetro de la tubería

(2) ODM: Obra de Drenaje Mayor

(3) A: Amenaza.

Fuente: Estudio de riesgos, etapa de factibilidad.

En base a las amenazas naturales identificadas se procedió a evaluar la situación actual para la condición (sin proyecto) evaluando la vulnerabilidad a ser afectada por las amenazas naturales en función de las siguientes pautas:

- ✓ Capacidad hidráulica: Obras de pasos (drenaje transversal).
- ✓ Condiciones de mantenimiento de las obras de drenaje.

En la Tabla 145, se presenta el grado de vulnerabilidad en función de las capacidades hidráulicas de las obras de drenaje.

Tabla 145. Grado de vulnerabilidad en función de las capacidades hidráulicas de las obras de drenaje.

Capacidad hidráulica	Condiciones de mantenimiento	Grado
Suficiente	Buena	Bajo V1
Suficiente	Desconocida	Bajo V1
Suficiente	Requiere mantenimiento	Moderado V2
Insuficiente	Buena	Medio V3
Insuficiente	Desconocida	Medio V3
Insuficiente	Requiere mantenimiento	Alto V4

Fuente: Estudio de riesgos, etapa de factibilidad.

Para la evaluación de la amenaza ante inundaciones se han considerado los mapas del visualizador VIGEA, que han permitido determinar las zonas expuestas a inundaciones, además de revisión histórica de los eventos de inundación en cada tramo de la carretera; recorrido de campo e identificación de puntos críticos.



## 7.7.5 Amenaza geológica y geotécnica.

### 7.7.5.1 Deslizamientos.

Basado en la información generada por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales y apoyado en la campaña geológica y estudio geotécnico del Proyecto, se complementó el análisis de la amenaza considerando:

- Estratigrafía del subsuelo en el trazo del proyecto, analizada solamente desde un punto de vista de potenciales amenazas geotécnicas.
- De acuerdo con el estudio geológico y geotécnico, de las condiciones generales y locales, ubicación de planos de fallas o planos de fracturas.
- Análisis a la susceptibilidad del terreno a fenómenos de licuefacción, hundimientos, deslizamientos entre otros.

### 7.7.5.2 Desprendimiento de rocas.

Para iniciar el análisis de caídas de rocas o posibles desprendimientos, se ha utilizado el informe geomecánica que contiene los análisis de taludes susceptibles a desprendimientos de roca. La clasificación geomecánica ha sido utilizada como base para evaluar la amenaza a la caída de bloques.

Un sistema para determinar la estabilidad de taludes a partir de la caracterización geomecánica es el llamado Slope Mass Rating, (SMR) propuesto por Romana (1985), basado en la clasificación de macizos rocosos de Bieniawski (1976) y el índice "Rock Mass Rating" (RMR). A este valor se le suma el producto de unos factores que son función de la orientación de las juntas con respecto a la cara libre del talud y un factor que depende del método de excavación utilizado.

De acuerdo con el número obtenido para SMR, se obtienen cinco categorías de estabilidad: desde categoría I, muy buena, totalmente estable, hasta la categoría V, muy mala, totalmente inestable. Para cada una de estas clases se especifica el tipo de rotura y el tratamiento recomendado.

El sistema SMR, (Slope Mass Rating) Romana (1985), corresponde a una actualización de la clasificación de macizos de roca aplicada a taludes en roca y consiste en un ajuste de la puntuación de RMR mediante la aplicación de cuatro factores (F1, F2, F3 y F4) que dependen, los tres primeros, de las orientaciones de las diaclasas con respecto al talud y el cuarto factor se da en función del sistema de excavación empleado.

En la Tabla 146, se encuentran los valores para los cuatro factores arriba mencionados. Para el cálculo del SMR se emplea la siguiente ecuación:

$$\text{SMR} = \text{RMR} + (\text{F1} * \text{F2} * \text{F3}) + \text{F4}$$

En la cual, RMR corresponde a la clasificación de Bieniawski (1979):

Tabla 146. Valoración SMR para clase de estabilidad de talud

VALORES DEL RMR (BIENIAWSKI, 1979)						
PARAMETROS	RANGOS DE VALORES					
Resistencia de la roca intacta a compresión simple	> 250 Mpa	100 - 250 Mpa	50 - 100 Mpa	25 - 50 Mpa	5 - 25 Mpa	1 - 5 Mpa < 1 Mpa
Valoración	15	12	7	4	2	1 0
RQD	90% - 100%	75% - 90%	50% - 75%	25% - 50%	< 25%	
Valoración	20	17	13	8	3	
Separación entre juntas	> 2 m	0,6 - 2 m	200 - 600 mm	60 - 200 mm	< 60 mm	
Valoración	20	15	10	8	5	
Condición de las juntas	Muy rugosas. No continuas. Cerradas. Bordes sanos y duros	Algo rugosas. Separación < 1mm. Bordes algo meteorizados	Algo rugosas. Separación < 1mm. Bordes muy meteorizados	Espejos de falla ó relleno < 5 mm ó separación 1-5 mm, continuas	Relleno blando > 5 mm ó separación > 5 mm continuas	
Valoración	30	25	20	10	0	
Flujo de agua en las juntas	Secas 0,0	Ligeramente húmedas 0,0 - 0,1	Húmedas 0,1 - 0,2	Goteando 0,2 - 0,5	Fluyendo 0,5	
Valoración	15	10	7	4	0	
FACTORES DE AJUSTE (ROMANA, 1985)						
CASO	MUY FAVORABLE	FAVORABLE	NORMAL	DESFAVORABLE	MUY DESFAVORABLE	
P T	(aj - as) (aj - as - 180°)	> 30°	30° - 20°	20° - 10°	10° - 5°	< 5°
P/T	F1	0,15	0,4	0,7	0,85	1
P	bj	< 20°	20° - 30°	30° - 35°	35° - 45°	> 45°
	F2	0,15	0,4	0,7	0,85	1
T	F2	1	1	1	1	1
P	bj - bs	> 10°	10° - 0°	0°	0° - (-10°)	< - 10°
T	bj + bs	< 110°	110° - 120°	> 120°	0° - (-10°)	-
P/T	F3	0	-6	-25	-50	-60
FACTOR DE AJUSTE SEGÚN EL MÉTODO DE EXCAVACIÓN						
MÉTODO	Talud natural	Precorte	Voladura suave	Voladura o mecánica	Voladura deficiente	
F4	15	10	8	0	-8	
CLASES DE ESTABILIDAD SEGÚN EL SMR						
CLASE	V	IV	III	II	I	
SMR	0 - 20	21 - 40	41 - 60	61 - 80	81 - 100	
Descripción	Muy mala	Mala	Normal	Buena	Muy buena	
Estabilidad	Totalmente inestable	Inestable	Parcialmente estable	Estable	Totalmente estable	
Roturas	Grandes roturas por planos continuos o por la masa	Juntas grandes o cuñas	Algunas juntas o muchas cuñas	Algunos bloques	Ninguna	
Tratamiento	Re excavación	Corrección	Sistemático	Ocasional	Ninguno	

Fuente: Romana, M. (1985). New adjustment ratings for application of Bieniawski classification to slopes.

El valor total obtenido se ubica en los rangos mostrados en la Tabla 146 de la cual también se obtiene una sugerencia inicial para el tratamiento del talud.

Con base en la cuantificación del SMR se define una categoría del talud, la cual se asocia a un cierto grado de amenaza, así como se indica en la Tabla 147.

Tabla 147. Valoración de amenaza según SMR (modificada para el presente estudio)

Categoría SMR	Amenaza
I	Baja A1
II	Moderada A2
III	Media A3
IV	
V	Alta A4

Fuente: Romana, M. (1985). New adjustment ratings for application of Bieniawski classification to slopes.

### 7.7.6 Amenaza sísmica.

#### 7.7.6.1 Amenaza por sismos.

Basado en la información generada por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales y apoyado en la campaña geológica del Proyecto, se completó el análisis de la amenaza sísmica indicando:

- Historial sísmico de la zona: Intensidad – Magnitud - Aceleración de Sismos, así como epicentros y otros datos que nos indiquen el origen de los sismos y su relación con la ubicación de la infraestructura vial en estudio.
- Condiciones generales y actuales referente a la geología, geomorfología, aspectos estructurales, en los cuales los sismos sean detonantes de riesgos tectónicos, licuefacción, hundimientos y grietas profundas entre otros.
- Mapas geológicos, estructurales y volcánicos.

La valoración de la amenaza se realizó de acuerdo con los Términos de Referencia Tipo del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, como se detalla en la Tabla 148.

Tabla 148. Valoración de amenaza sísmica.

Intensidades Mercalli Modificado	Aceleraciones Pico (g)	Calificativo	Amenaza
III	0.01 - 0.12	Leve	Baja A1
IV	0.13 - 0.20	Muy Bajo	
V	0.21 - 0.29	Bajo	
VI	0.30 - 0.37	Moderado	Moderada A2
VII	0.38 - 0.44	Medio	
VIII	0.45 - 0.55	Elevado	Alta A3
IX	0.56 - 0.65	Fuerte	
X	0.66 - 0.73	Bastante Fuerte	Muy Alta A4

Fuente: Memoria Técnica para el Mapa de Susceptibilidad de Deslizamientos de Tierra en El Salvador (MARN, 2004).

#### 7.7.6.2 Licuefacción

Basado en la información generada por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) y apoyado en el estudio de suelos del proyecto. Para el caso particular del fenómeno de licuefacción, el criterio de selección de zonas con amenaza por este fenómeno fue la combinación de los parámetros que se muestra en la Tabla 149.

Tabla 149. Criterios para considerar amenaza por licuefacción.

Parámetro	Condición para generar evento
Nivel freático del agua subterránea	Menor a 3.0 m
Diámetro de los granos del suelo	Entre 0.05 y 1.0 mm
Grado de saturación del suelo	100%
Grado de compactación del suelo	Bajo con valores "N" igual a 10 golpes para profundidades menores a 10 metros y "N" igual a 20 golpes para profundidades mayores a 10 metros con un contenido de finos inferior al 10%
Intensidad Sísmica	VI en escala Modificada de Mercalli y magnitudes > 5.5 en la escala de Richter, con aceleraciones superiores o iguales a 0.2 g

Fuente: Estudio de riesgos, etapa de factibilidad.

### 7.7.7 Amenaza volcánica.

Basado en la recopilación de la información volcánica generada por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, se identificaron los centros activos de emisión volcánica, que se encuentren en un radio de 30 km de distancia de la zona del Proyecto. De existir algún centro activo en ese rango de los 30 km, se determinará la susceptibilidad de la zona del proyecto a ser impactado por: flujos de lavas, flujos piroclásticos, caída de balísticos y caídas de ceniza. La valoración de la amenaza se realizará de acuerdo con los Términos de Referencia Tipo del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, como se detalla a continuación:

- Flujos de lava. Zona de influencia directa (< 10 km) depende de cada volcán en particular.
- Flujos piroclásticos. Zona de influencia directa (< 10 km) depende de cada volcán en particular.
- Caída de balísticos. Zona de influencia directa (< 5 km) depende de cada volcán en particular.
- Caída de cenizas. La zona de influencia indirecta es >10 km.
- Flujo de lahares o escombros volcánicos. La zona de influencia directa (< 10 Km) depende de la pendiente y forma del volcán.

En función de lo anterior, la amenaza será valorada mediante los criterios que se presentan en la Tabla 150.

Tabla 150. Grado de amenaza volcánica.

Carretera	Grado de Amenaza
Cuando la actividad afecta a la carretera de forma directa.	Alta A4
Cuando es remota la posibilidad de afectar la carretera.	Moderada A2
Cuando en función de la dirección del viento la carretera se ve afectada por caída de cenizas. Cuando es muy remota la posibilidad de afectar la carretera.	Baja A1
Cuando no existe la posibilidad de afectar la carretera.	Nula

Fuente: Estudio de riesgos.

### 7.7.8 Amenaza por Tsunamis

Este tipo de fenómenos naturales, en general causan daños menores en la región Centroamericana, comparando con otros eventos naturales como terremotos, deslizamientos e inundaciones.

Para el caso de El Salvador, datos históricos muestran que este tipo de eventos han causado pérdida de vidas humanas y daños en la infraestructura costera, por lo que su efecto en el proyecto se prácticamente nulo (ver Tabla 151).

Tabla 151. Amenaza por Tsunamis.

Origen del Tsunami	Amenaza para el Proyecto
Fuente Cercana (Zona de subducción)	Nula
Fuente Regional	Nula
Fuentes Lejanas	Nula

Fuente: Estudio de riesgos.

### 7.7.9 Análisis de vulnerabilidad física por exposición.

El término vulnerabilidad se refiere al nivel o grado al cual un sujeto o elemento expuesto puede verse afectado cuando está sometido a una amenaza. En este caso el sujeto amenazado son los distintos componentes del proyecto, así como el entorno social, físico y biótico donde éste se desarrolla.

Para calificar la vulnerabilidad de las amenazas identificadas para el proyecto se han utilizado cuatro categorías, las cuales se asocian con el impacto y la gravedad de las consecuencias que se pueden ocasionar sobre el ambiente y las personas.

Sucesivamente, en base a las amenazas naturales identificadas se procederá a evaluar la propuesta de mejoramiento del proyecto evaluando la vulnerabilidad final relacionada a las amenazas naturales en función de las siguientes pautas:

- Capacidad hidráulica - Socavación: Obras de pasos, Puente, entre otros.
- Susceptibilidad a ser afectado por deslizamientos.
- Susceptibilidad a ser afectado por flujo de escombros.
- Susceptibilidad a ser afectado por actividad volcánica.
- Respuesta ante actividad sísmica.

Determinado con ello como se vería afectada la infraestructura vial al ocurrir un evento, en la Tabla 152, se presenta como será valorada la vulnerabilidad en función del daño a la infraestructura y la funcionabilidad de la infraestructura.

Tabla 152. Clases de vulnerabilidad.

Carretera	Grado de vulnerabilidad
Cuando un evento natural afecta a la infraestructura vial de forma directa con destrucción parcial o total del tramo y de difícil recuperación. La obstrucción total al tránsito.	Alta V4
Cuando la actividad afecta a la carretera de forma directa con destrucción, pero con período de restauración mayor a 1 mes. La obstrucción al tránsito es limitada.	Media V3
Cuando la actividad afecta a la carretera de forma directa con destrucción, pero con periodo de restauración entre 7 y 30 días. La obstrucción al tránsito es limitada.	Moderada V2
Cuando la actividad afecta a la carretera de forma directa sin destrucción, pero con periodo de restauración menor a 7 días. La obstrucción al tránsito es limitada.	Baja V1

Fuente: Estudio de riesgos.

### 7.7.10 Análisis de riesgo.

Con base en las amenazas naturales y a la vulnerabilidad se procedió a evaluar el riesgo en los distintos tramos de la infraestructura vial por medio de la interacción amenaza y vulnerabilidad por medio de la siguiente expresión:

$$\text{Riesgo} = \text{Amenaza} \times \text{Vulnerabilidad}$$

La valoración se realizará utilizando la siguiente matriz de valoración del riesgo (ver Tabla 153).

Tabla 153. Matriz valoración del riesgo según Mora-Varson.

		Vulnerabilidad			
		Baja V1	Moderada V2	Media V3	Alta V4
Amenaza	Alta A4	Moderado R2	Moderado R2	Medio R3	Alto R4
	Media A3	Bajo R1	Moderado R2	Medio R3	Alto R4
	Moderada A2	Bajo R1	Moderado R2	Medio R3	Medio R3
	Baja A1	Bajo R1	Bajo R1	Moderado R2	Moderado R2

Fuente: Estudio de riesgos.

#### 7.7.10.1 Riesgo hidráulico.

- Obras de paso.

La valoración de riesgo sobre las obras de paso se ha realizado de acuerdo con lo dispuesto en los Términos de Referencia Tipo del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, como se detalla enseguida.

La Tabla 154, muestra la clasificación de las obras de drenaje según el grado de amenaza.

Tabla 154. Grado de Amenaza hidráulica en ODM y tuberías.

SITIO	OBRA	ALTURA DE NIVEL DEL AGUA	ÁREA DE LA CUENCA (KM²)	GRADO DE AMENAZA
1	Tubería 1	HW > 1.5 D	0.31	Medio A3
2	Tubería 2	HW < 1.5 D	0.02	Bajo A1
3	ODM 1	HW < 1.5 D	1.68	Medio A3

SITIO	OBRA	ALTURA DE NIVEL DEL AGUA	ÁREA DE LA CUENCA (KM²)	GRADO DE AMENAZA
4	Tubería 3	HW < 1.5 D	0.15	Bajo A1
5	Tubería 4	HW < 1.5 D	0.14	Bajo A1
6	Tubería 5	HW < 1.5 D	0.05	Bajo A1
7	ODM 2	HW < 1.5 D	1.55	Medio A3
8	Tubería	-	0.27	-
9	Tubería 6	HW < 1.5 D	0.05	Bajo A1
10	ODM 3	HW < 1.5 D	16.55	Medio A3
11	Tubería 7	HW < 1.5 D	0.08	Bajo A1
12	Tubería 8	HW < 1.5 D	0.00	Bajo A1
13	ODM 4	HW < 1.5 D	1.96	Medio A3
14	Tubería 9	HW < 1.5 D	0.09	Bajo A1
15	Tubería 10	HW < 1.5 D	0.06	Bajo A1
16	Tubería 11	HW > 1.5 D	0.14	Medio A3
17	Tubería 12	HW < 1.5 D	0.06	Bajo A1
18	Tubería 13	HW < 1.5 D	0.02	Bajo A1
19	Tubería 14	HW > 1.5 D	0.10	Medio A3
20	Tubería 15	HW < 1.5 D	0.01	Bajo A1
21	Tubería 16	HW > 1.5 D	0.03	Medio A3
22	Tubería	-	0.04	-
23	Tubería 17	HW > 1.5 D	0.03	Medio A3
24	ODM 5	HW < 1.5 D	7.25	Medio A3
25	Tubería 18	HW > 1.5 D	0.76	Medio A3
26	Tubería 19	HW < 1.5 D	0.02	Bajo A1
27	Tubería 20	HW > 1.5 D	0.78	Medio A3
28	Tubería 21	HW > 1.5 D	13.11	Alto A4
29	ODM 6	HW < 1.5 D	5.17	Medio A3
30	ODM 7	HW > 1.5 D	10.33	Alto A4

Fuente: Estudio de riesgos.

Con base en las matrices de amenaza, vulnerabilidad y riesgos presentados y los parámetros de clasificación de las obras obtenidos de la información hidrológica e hidráulica en los estudios realizados y en las condiciones físicas de las estructuras de drenaje observadas durante la inspección de campo, se desarrolló la matriz de riesgos.

La Tabla 155, muestra la clasificación de las obras de drenaje según el grado de vulnerabilidad.

Tabla 155. Grado de Vulnerabilidad en ODM y tuberías.

SITIO	OBRA	CAPACIDAD HIDRÁULICA	CONDICIONES DE MANTENIMIENTO	GRADO DE VULNERABILIDAD
1	Tubería 1	Insuficiente	Requiere Mantenimiento	Alto V4
2	Tubería 2	Suficiente	Requiere Mantenimiento	Moderado V2
3	ODM 1	Suficiente	Requiere Mantenimiento	Moderado V2
4	Tubería 3	Insuficiente	Requiere Mantenimiento	Alto V4
5	Tubería 4	Insuficiente	Buena	Media V3
6	Tubería 5	Suficiente	Buena	Bajo V1
7	ODM 2	Suficiente	Requiere Mantenimiento	Moderado V2
8	Tubería	Proyectada.	-	-
9	Tubería 6	Suficiente	Requiere Mantenimiento	Moderado V2
10	ODM 3	Suficiente	Requiere Mantenimiento	Moderado V2
11	Tubería 7	Suficiente	Buena	Bajo V1
12	Tubería 8	Insuficiente	Requiere Mantenimiento	Alto V4
13	ODM 4	Suficiente	Requiere Mantenimiento	Moderado V2
14	Tubería 9	Suficiente	Buena	Bajo V1
15	Tubería 10	Insuficiente	Buena	Media V3
16	Tubería 11	Insuficiente	Requiere Mantenimiento	Alto V4
17	Tubería 12	Suficiente	Buena	Bajo V1

SITIO	OBRA	CAPACIDAD HIDRÁULICA	CONDICIONES DE MANTENIMIENTO	GRADO DE VULNERABILIDAD
18	Tubería 13	Suficiente	Requiere Mantenimiento	Moderado V2
19	Tubería 14	Suficiente	Buena	Bajo V1
20	Tubería 15	Suficiente	Requiere Mantenimiento	Moderado V2
21	Tubería 16	Insuficiente	Buena	Medio V3
22	Tubería	Proyectada	-	-
23	Tubería 17	Suficiente	Requiere Mantenimiento	Moderado V2
24	ODM 5	Suficiente	Requiere Mantenimiento	Moderado V2
25	Tubería 18	Insuficiente	Buena	Medio V3
26	Tubería 19	Suficiente	Buena	Bajo V1
27	Tubería 20	Insuficiente	Buena	Medio V3
28	Tubería 21	Insuficiente	Buena	Medio V3
29	ODM 6	Suficiente	Buena	Bajo V1
30	ODM 7	Insuficiente	Buena	Medio V3

Fuente: Estudio de riesgos.

Con base en las matrices de amenaza, vulnerabilidad y riesgos presentados y los parámetros de clasificación de las obras obtenidos de la información hidrológica e hidráulica en los estudios realizados y en las condiciones físicas de las estructuras de drenaje observadas durante la inspección de campo, se presentan los riesgos de las obras de drenaje del proyecto. La Tabla 156, muestra la matriz de riesgos de las obras de drenaje.

Tabla 156. Matriz de Riesgos para ODM y tuberías.

SITIO	OBRA	GRADO DE AMENAZA	GRADO DE VULNERABILIDAD	RIESGO
1	Tubería 1	Medio A3	Alta V4	Alto R4
2	Tubería 2	Bajo A1	Moderado V2	Bajo R1
3	ODM 1	Medio A3	Moderado V2	Moderado R2
4	Tubería 3	Bajo A1	Alta V4	Moderado R2
5	Tubería 4	Bajo A1	Medio V3	Moderado R2
6	Tubería 5	Bajo A1	Bajo V1	Bajo R1
7	ODM 2	Medio A3	Moderado V2	Moderado R2
8	Tubería	-	-	-
9	Tubería 6	Bajo A1	Moderado V2	Bajo R1
10	ODM 3	Medio A3	Moderado V2	Moderado R2
11	Tubería 7	Bajo A1	Bajo V1	Bajo R1
12	Tubería 8	Bajo A1	Alta V4	Moderado R2
13	ODM 4	Medio A3	Moderado V2	Moderado R2
14	Tubería 9	Bajo A1	Bajo V1	Bajo R1
15	Tubería 10	Bajo A1	Medio V3	Moderado R2
16	Tubería 11	Medio A3	Alta V4	Alto R4
17	Tubería 12	Bajo A1	Bajo V1	Bajo R1
18	Tubería 13	Bajo A1	Moderado V2	Bajo R1
19	Tubería 14	Medio A3	Bajo V1	Bajo R1
20	Tubería 15	Bajo A1	Moderado V2	Bajo R1
21	Tubería 16	Medio A3	Medio V3	Medio R3
22	Tubería	-	-	-
23	Tubería 17	Medio A3	Moderado V2	Moderado R2
24	ODM 5	Medio A3	Moderado V2	Moderado R2
25	Tubería 18	Medio A3	Medio V3	Medio R3
26	Tubería 19	Baja A1	Baja V1	Bajo R1
27	Tubería 20	Medio A3	Medio V3	Medio R3
28	Tubería 21	Alto A4	Medio V3	Medio R3
29	ODM 6	Medio A3	Baja V1	Bajo R1
30	ODM 7	Alto A4	Medio V3	Medio R3

Fuente: Estudio de riesgos.



Una vez definido los riesgos, en la fase de diseño final se proyecta la reconstrucción total o parcial de aquellas obras hidráulicas que han denotado una vulnerabilidad elevada, en el respecto de los tiempos de retorno de los TDR, reduciendo de esa manera la vulnerabilidad a **BAJA** y un riesgo residual de **BAJO** a **MODERADO**.

En la Tabla 157, se presenta una matriz de riesgos residuales de las obras hidráulicas.

Tabla 157. Matriz de Riesgos residual para ODM y tuberías.

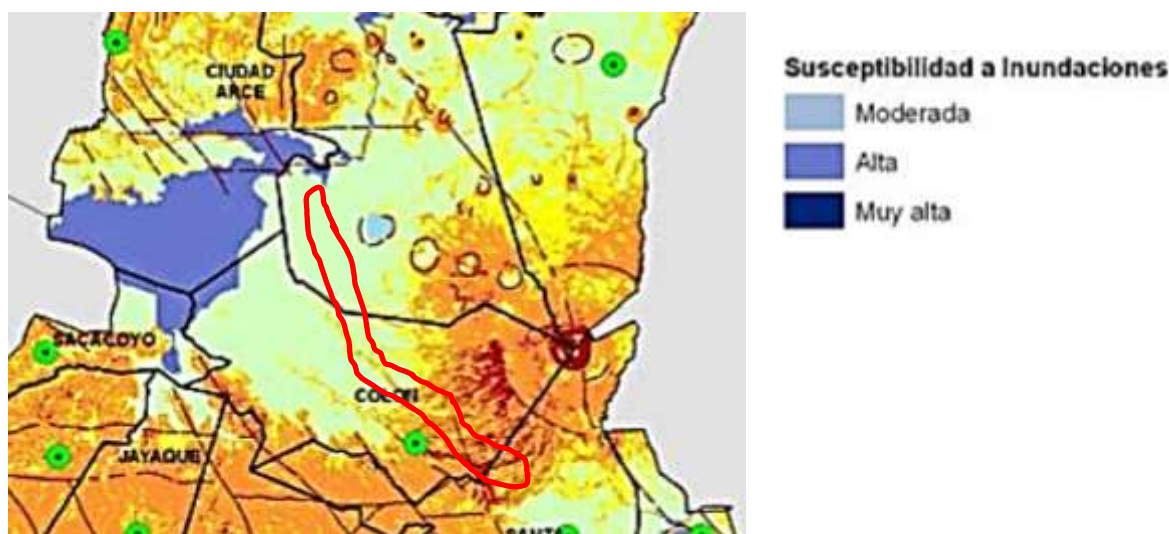
SITIO	OBRA	GRADO DE AMENAZA	GRADO DE VULNERABILIDAD	RIESGO
1	Tubería 1	Medio A3	Baja V1	Bajo R1
2	Tubería 2	Bajo A1	Baja V1	Bajo R1
3	ODM 1	Medio A3	Baja V1	Bajo R1
4	Tubería 3	Bajo A1	Baja V1	Bajo R1
5	Tubería 4	Bajo A1	Baja V1	Bajo R1
6	Tubería 5	Bajo A1	Baja V1	Bajo R1
7	ODM 2	Medio A3	Baja V1	Bajo R1
8	Tubería	-	-	-
9	Tubería 6	Bajo A1	Baja V1	Bajo R1
10	ODM 3	Medio A3	Baja V1	Bajo R1
11	Tubería 7	Bajo A1	Baja V1	Bajo R1
12	Tubería 8	Bajo A1	Baja V1	Bajo R1
13	ODM 4	Medio A3	Baja V1	Bajo R1
14	Tubería 9	Bajo A1	Baja V1	Bajo R1
15	Tubería 10	Bajo A1	Baja V1	Bajo R1
16	Tubería 11	Medio A3	Baja V1	Bajo R1
17	Tubería 12	Bajo A1	Baja V1	Bajo R1
18	Tubería 13	Bajo A1	Baja V1	Bajo R1
19	Tubería 14	Medio A3	Baja V1	Bajo R1
20	Tubería 15	Bajo A1	Baja V1	Bajo R1
21	Tubería 16	Medio A3	Baja V1	Bajo R1
22	Tubería	-	-	-
23	Tubería 17	Medio A3	Baja V1	Bajo R1
24	ODM 5	Medio A3	Baja V1	Bajo R1
25	Tubería 18	Medio A3	Baja V1	Bajo R1
26	Tubería 19	Bajo A1	Baja V1	Bajo R1
27	Tubería 20	Medio A3	Baja V1	Bajo R1
28	Tubería 21	Alto A4	Baja V1	Moderado R2
29	ODM 6	Medio A3	Baja V1	Bajo R1
30	ODM 7	Alto A4	Baja V1	Moderado R2

Fuente: Estudio de riesgos.

- Inundaciones.

Actualmente en la traza no se han identificado zonas potenciales a la inundación (Ilustración 170), sino que únicamente zonas de encharcamiento en aquellas zonas donde el drenaje es obstruido (Zona metro centro Lourdes). Por lo que el riesgo de inundación se considera **NULO**.

Ilustración 170. Extracto de mapa de multiamenazas, susceptibilidad a inundaciones.



Fuente: SNET.

#### 7.7.11 Análisis de riesgos geológico o geotécnico.

##### 7.7.11.1 Riesgos por deslizamientos en taludes.

El análisis de deslizamientos en taludes se ha realizado en tramos, basados en la tipología de cada talud y la definición geométrica de los mismos según informe final del Estudio de Geotécnica. El análisis se ha realizado con el objetivo de conocer las propiedades mínimas necesarias de los estratos de suelo o roca en el tramo, realizando análisis retrospectivos de los taludes o laderas más altas o de mayor inclinación dentro de cada formación geológica.

La mayoría de los taludes de corte se encuentran entre el inicio, estación 13+560 y la estación 18+440. Según estudio geológico, el tramo estación 13+960 – estación 17+460 está localizado en una zona con predominio de tobas color café, mientras el tramo estación 17+460 – estación 19+260 tiene predominio de roca efusiva andesítica.

Para el tramo de tobas color café, los taludes de máxima altura proyectada son de 43.8 m, mientras que, para el tramo rocoso, se tiene una altura máxima de 63.1 m.

El resto de los taludes corresponden a suelos tipo cenizas volcánicas y tienen alturas máximas de 14.9 m.

##### 7.7.11.2 Amenaza por deslizamiento en taludes.

En la Tabla 158, se presenta un resumen de los taludes analizados y los comentarios generados en el estudio geotécnico.

Tabla 158. Análisis de taludes naturales y de relleno.

TRAMO	COMENTARIO	CONDICION ACTUAL	AMENAZA
13+860 - 17+460	Este tramo se caracteriza por la presencia de tobas color café; para evaluar los parámetros reales resistentes del suelo se realizó un análisis de la sección 15+700, que es una de las más desfavorables.	Estable	Baja A1
17+460 - 19+260	Conformado por roca andesítica, para el análisis retrospectivo se utilizaron los datos del sismo del 13 de enero de 2001: si bien esta zona se ha visto afectada por derrumbes de forma periódica, los mismos han sido por caída de bloques, no por falla generalizada, por lo cual el talud completo se considera que resistió a dicho evento sísmico. La sección evaluada es la 18+240.	Estable	Baja A1
Taludes de relleno	A lo largo del proyecto se tienen varios taludes de relleno, El más alto según el diseño final es el de la est. 16+480, con 23.2 metros de altura. Los factores de seguridad son de 4.03 para condición gravitacional, y de 2.75 para condición sísmica, estos valores son mayores que los requeridos por la norma técnica de taludes de El Salvador, que son 1.4 y 1.1.	Estable	Baja
Evaluación de Falla Generalizada en Muro + Talud en zona de puente Guarumos	Se presenta el análisis de la condición de muro y talud en la est. 16+740, donde el muro se construye directamente sobre el talud, por lo cual, además del análisis de estabilidad propio del muro, es necesario analizar la posibilidad de falla del conjunto, especialmente debido al efecto de la sobrecarga producido por el muro.	Estable	Baja

Fuente: Estudio geotécnico.

Cabe mencionar que en el informe geotécnico sobre el análisis de taludes se comenta que cada talud posee condiciones ESTABLES, por lo que la amenaza resulta **BAJA**.

### 7.7.11.3 Riesgo por deslizamiento.

Definido el nivel de amenaza en función de la geometría y tipología de los taludes y la vulnerabilidad en función de los eventos históricos sobre deslizamientos en la zona, se define el valor de riesgos para los taludes en análisis, con riesgo para taludes naturales y talud Guarumo con valoración de **MODERADO R2**, mientras que para el riesgo en taludes de relleno se define como un riesgo **BAJO R1**.

En la Tabla 159, se presenta el análisis realizado para el riesgo por deslizamiento.

Tabla 159. Matriz de riesgo por deslizamiento en taludes.

Tramo de talud	Comentario	Clase y amenaza	Vulnerabilidad	Riesgo
13+860 - 17+460	Toba color café	Baja B1	Moderada V2	Moderada R2
17+460 - 19+260	Toba color café	Baja B1	Moderada V2	Moderada R2
Taludes de relleno	Relleno	Baja B1	Baja V1	Bajo R1
Falla talud Guarumo	Análisis de sobre carga en muro	Baja B1	Moderada V2	Moderada R2

Fuente: Estudio de riesgos para el proyecto.

#### 7.7.11.4 Riesgo por caída de bloques.

Para la evaluación de la amenaza a lo largo del proyecto se ha estimado el valor en aquellos taludes conformados por rocas, partiendo del estudio geomecánico, el cual ha identificado 4 principales taludes que presentan una susceptibilidad al desprendimiento de bloques de roca.

Los taludes están conformados en su mayor parte de basaltos diaclasados inalterados con orientaciones similares (N-W) y pendiente entre los 70° y 85°, sobre los cuales se han realizado levantamientos geomecánicos para la clasificación geomecánica y evaluación cinemática de cada una de las estaciones. Para las discontinuidades se han considerado únicamente aquellas con cinematismos más desfavorables al desprendimiento de bloques de rocas, obteniéndose los siguientes valores de amenaza (ver Tabla 160).

Tabla 160. Matriz de evaluación de la amenaza por caída de rocas, redactada según el método SMR.

Estación geomecánica	Estación	RMR	Dirección de juntas Aj	Dirección buzamiento de talud As	Buzamiento talud Bs	Buzamiento de las juntas Bj	SMR	Comentario	Clase y amenaza
T1-1	19+200	55	207	255	80	60	55	Parcialmente estable	III A3
T1-2	19+150	55	213	255	80	72	54	Parcialmente estable	III A3
T2-1	19+050	49	256	350	85	9	49	Parcialmente estable	III A3
T3-1	18+750	48	207	320	75	60	48	Parcialmente estable	III A3
	18+750	48	84	320	75	60	48	Parcialmente estable	III A3
T3-2	18+800	68	181	320	75	61	68	Estable	II A2
	18+800	68	334	320	75	81	64	Estable	II A2
T3-3	18+925	65	224	320	80	12	65	Estable	II A2
	18+925	65	32	320	80	83	64	Estable	II A2
T3-4	18+950	62	30	320	80	28	62	Estable	II A2
	18+950	62	45	320	80	63	62	Estable	II A2
T3-5-6-7	19+000	62	222	320	80	14	62	Estable	II A2
	19+000	62	19	320	80	72	61	Estable	II A2
T4-1	18+550	No definido en campo, así que se asume según lo observado en campo un talud Inestable						Inestable	IV A3
T4-2	18+650							Inestable	IV A3

Fuente: Estudio de riesgos.

#### 7.7.11.5 Vulnerabilidad por caída de rocas

La carretera actualmente ha presentado escenarios de desprendimientos de bloques, como los registrados en el sismo del 2017, en el cual una persona perdió la vida y la carretera se vio afectada estructuralmente. Según lo observado analizando el historial de tales eventos, los daños que ha sufrido la obra y los días de reparación, se ha podido definir la vulnerabilidad física por exposición de la carretera en estos tramos de talud. El evento de caída de rocas, de hecho, según la tipología alumbrada en base a los estudios geomecánicos y en base a los

registros históricos, ha causado daños que nunca han perjudicado la funcionalidad de la carretera por períodos superiores a 1 mes. Por lo tanto, la vulnerabilidad a la amenaza por caída de rocas ha sido clasificada como **Moderada V2**. Tal vulnerabilidad, se recuerda, que es solamente relacionada a eventos de caída de rocas y no a deslizamientos o derrumbamientos de amplias porciones de taludes, que serán analizados con otro enfoque.

En la Tabla 161, se detallan los eventos de desprendimientos de bloques de roca y el tiempo de restauración ante los daños presentados de la estructura.

Tabla 161. Resumen de daños ocasionados por caídas de rocas en carretera

Evento de caída de rocas	Estación	Fecha	Daño percibido en estructura	Tiempo de restauración aproximados (días)
Sismo, caída de bloques Ø 1-3 metros	18+750	06 mayo 2021	Losa dañada y obstrucciones	2
Sismos en Antiguo Cuscatlán, caída de bloques Ø 1-2 metros	18+720	17 abril 2019	Losa dañada y obstrucciones	3
Sismos de 5.1 grados, caída de bloques Ø 1-2 metros	18+400	11 abril 2017	Losa dañada y obstrucciones	6 (5 días de cierre realizado por MOP)
Sismos en Antiguo Cuscatlán, caída de bloques Ø 1-2 metros	Todo el tramo con taludes	enero 2001	Losa dañada, obstrucciones y drenajes con daños	20-30

Fuente: Estudio de riesgos.

#### 7.7.11.6 Riesgo por caída de rocas

A lo largo de la traza, desde un punto de vista geológico se han definido zonas conformada por taludes de macizos de rocas, los cuales presentan una amenaza constante sobre los carriles de dicha carretera. Los bloques observados resultado de eventos de desprendimientos han sido entre 0.60 y 1.50 m de diámetro, por lo tanto, de tamaño considerable; así mismo, la carretera ha sufrido daños asociados a estos eventos en el pasado.

Partiendo de lo anterior se ha podido definir el riesgo de caída de bloques de rocas de los taludes antes mencionados, resultado que se representa en la Tabla 162.

El riesgo generado a lo largo de los taludes puede definirse como un riesgo **Moderado R2**.

Tabla 162. Resultado de la evaluación del riesgo asociado a caída de rocas.

Estación geomecánica	Cadenamiento	Clase y amenaza	Vulnerabilidad	Riesgo
T1-1	19+200	A3	Moderada V2	Moderada R2
T1-2	19+150	A3	Moderada V2	Moderada R2
T2-1	19+050	A3	Moderada V2	Moderada R2
T3-1	18+750	A3	Moderada V2	Moderada R2
	18+750	A3	Moderada V2	Moderada R2
T3-2	18+800	A2	Moderada V2	Moderada R2
	18+800	A2	Moderada V2	Moderada R2
T3-3	18+925	A2	Moderada V2	Moderada R2
	18+925	A2	Moderada V2	Moderada R2
T3-4	18+950	A2	Moderada V2	Moderada R2
	18+950	A2	Moderada V2	Moderada R2
T3-5-6-7	19+000	A2	Moderada V2	Moderada R2
	19+000	A2	Moderada V2	Moderada R2
T4-1	18+550	A3	Moderada V2	Moderada R2

Estación geomecánica	Cadenamiento	Clase y amenaza	Vulnerabilidad	Riesgo
T4-2	18+600	A3	Moderada V2	Moderada R2

Fuente: Estudio de riesgos para el proyecto.

Para los restantes taludes conformados por rocas, ubicados entre las estaciones 17+650 y 18+000, donde se encuentra el talud que en el 2017 generó un desprendimiento, se considera una amenaza **Elevada A4** y riesgo **Moderado R2**.

#### 7.7.11.7 Riesgo residual por caída de rocas.

La zona asociada a dichos eventos se ha propuesto como carriles de cierres, únicamente para tránsito local de los residentes en Colon; debido a ello se señala en el estudio geotécnico que es necesario el refuerzo de dichos taludes conformados por rocas. Para ello se han propuesto obras de mitigación y/o cambios de geometría que disminuyen la amenaza y por consiguiente el valor del riesgo por caída de bloques; en el informe geotécnico se comenta lo siguiente: *Los cortes existentes en tobas tienen inclinaciones superiores a los 63.43° normales para este tipo de suelos, y los taludes rocosos están casi verticales en algunos tramos, como ya se ha demostrado, estos taludes ya han resistido sismos cuya aceleración sobrepasa los criterios de diseño sin que hubiesen ocurrido fallas generalizadas, en vista de ello, no es aventurado recomendar que se sigan utilizando las mismas inclinaciones que ya se observan en los taludes para el problema específico de falla general.*

*Los problemas de fallas locales se tratan a nivel de recomendaciones estructurales de fijación de bloques, u obras de control de caídos, al pie de los taludes.*

En la Tabla 163, se presenta la matriz de riesgos residual por caída de rocas, considerando obras de mitigación del nivel de amenaza a valoración Baja A1.

Tabla 163. Resultado de la evaluación del riesgo residual asociado a caída de rocas.

Estación geomecánica	Cadenamiento	Clase y amenaza	Vulnerabilidad	Riesgo
T1-1	19+200	Baja A1	Moderada V2	Bajo R1
T1-2	19+150	Baja A1	Moderada V2	Bajo R1
T2-1	19+050	Baja A1	Moderada V2	Bajo R1
T3-1	18+750	Baja A1	Moderada V2	Bajo R1
	18+750	Baja A1	Moderada V2	Bajo R1
T3-2	18+800	Baja A1	Moderada V2	Bajo R1
	18+800	Baja A1	Moderada V2	Bajo R1
T3-3	18+925	Baja A1	Moderada V2	Bajo R1
	18+925	Baja A1	Moderada V2	Bajo R1
T3-4	18+950	Baja A1	Moderada V2	Bajo R1
	18+950	Baja A1	Moderada V2	Bajo R1
T3-5-6-7	19+000	Baja A1	Moderada V2	Bajo R1

Estación geomecánica	Cadenamiento	Clase y amenaza	Vulnerabilidad	Riesgo
	19+000	Baja A1	Moderada V2	Bajo R1
T4-1	18+550	Baja A1	Moderada V2	Bajo R1
T4-2	18+600	Baja A1	Moderada V2	Bajo R1

Fuente: Estudio de riesgos.

## 7.7.12 Análisis de riesgo sísmico.

### 7.7.12.1 Riesgo por sismos

Se puede observar que los niveles de aceleración obtenidos para un periodo de retorno de 1000 años, 0.69 – 0.71 g, clasifican como **Bastante Fuerte o Amenaza Alta A4**, según se muestra en la Tabla 164.

Tabla 164. Valoración de amenaza sísmica.

Intensidades Mercalli Modificado	Aceleraciones Pico (g)	Calificativo	Amenaza
III	0.01 - 0.12	Leve	Baja A1
IV	0.13 - 0.20	Muy Bajo	
V	0.21 - 0.29	Bajo	
VI	0.30 - 0.37	Moderado	Moderada A2
VII	0.38 - 0.44	Medio	
VIII	0.45 - 0.55	Elevado	Media A3
IX	0.56 - 0.65	Fuerte	
X	0.66 - 0.73	Bastante Fuerte	Alta A4

Fuente: Memoria Técnica para el Mapa de Susceptibilidad de Deslizamientos de Tierra en El Salvador(MARN)

En la actualidad los estudios de vulnerabilidad sísmica constituyen una herramienta imprescindible de la gestión integral del riesgo sísmico, pues propician la toma de decisiones oportunas que permiten mitigar la ocurrencia de desastres.

La vulnerabilidad sísmica es un valor único que permite clasificar a las estructuras de acuerdo a la calidad estructural intrínseca de las mismas, dentro de un rango de nada vulnerable a muy vulnerable ante la acción de un terremoto.

El movimiento del terreno inducido por un terremoto es el movimiento relativo de ambos lados de una falla, que puede ser horizontal, vertical o la combinación de ambos. El movimiento puede finalmente acabar en una deformación más regional, y alternativamente pueden producirse otras deformaciones locales que pueden llegar a ser muy destructivas a pocos cientos de metros de la falla. Las infraestructuras lineales como por ejemplo las carreteras son particularmente sensibles a estas deformaciones permanentes del suelo. Otro efecto local, generalmente asociado a las fallas, es la amplificación del movimiento del suelo en la región cerca del final de la falla en la dirección de la propagación.

Para la definición de la vulnerabilidad se ha presentado un análisis basado en la estructura de la carretera y la afectación de la misma asociada a los sismos y el sistema de fallas locales,

las cuales pueden llegar a generar el desplazamiento o la ruptura de la superficie del terreno debido a un movimiento diferencial a lo largo de una falla durante un terremoto.

Apoyándose en el estudio geológico y en el estudio sísmico, se han podido definir tramos que representan zonas de vulnerabilidad cambiante en base a tipología y/o ubicación de las fallas que se resumen en la Tabla 165.

Tabla 165. Matriz valoración de vulnerabilidad debido a fallamiento geológico.

Tipología y/o proximidad del plano de falla	Estimación del tipo de daño	Grado de Vulnerabilidad
Sin fallamiento	Daños por eventos secundarios (caída de rocas, deslizamientos, etc.)	Baja V1
Fallamiento probable cercano / fallamiento observado alejado	Agrietamientos, hundimientos de pequeña entidad que no requieren de reparaciones urgentes	Moderada V2
Fallamiento observado cercano o sobre la carretera	Agrietamientos, hundimientos de mediana entidad que pueden afectar la operatividad de la carretera y requieren de mantenimiento extraordinaria	Media V3
Zona de convergencia de fallamientos sobre la carretera	Daños que perjudican la operatividad de la carretera y que requieren de reparaciones estructurales	Alta V4

Fuente: Estudio de riesgos.

En la Tabla 166 se muestran los resultados obtenidos del análisis de la vulnerabilidad sísmica natural en función del tectonismo local, definida por tramos.

Tabla 166. Matriz valoración de vulnerabilidad debido a fallamiento geológico para cada tramo de carretera.

Tramo	Dirección de fallamiento y proximidad	Grado de vulnerabilidad
13+460 – 14+000	SE-NW / probable cercano	Moderada V2
14+000 – 15+500	SE-NW / Sobre la carretera	Media V3
15+500 – 16+750	SE-NW/NE-SW/ Sobre la carretera y convergencia	Alta V4
16+750 – 18+750	SE-NW / observado alejado	Media V3
18+750 – 21+850	SE-NW / Sobre la carretera	Moderada V2
21+850 – 28+310	----/sin fallamiento	Baja V1

Fuente: Estudio de riesgos.

La mayoría de los estudios de riesgo sísmico a nivel urbano utiliza como parámetro del terremoto la intensidad macro sísmica, la aceleración máxima o la aceleración máxima de manera indirecta, obtenida a partir de parámetros focales, como magnitud, distancia epicentral, etc., y para evaluar el riesgo sísmico, se utilizan las matrices de probabilidad o las funciones de vulnerabilidad, obtenidas a partir de las experiencias con terremotos pasados, o en el caso de que la actividad sísmica sea baja, mediante técnicas de simulación (Yépez,1996).



En forma esquemática, este procedimiento se muestra en la Tabla 167, en donde la matriz de amenaza y las funciones de vulnerabilidad se representan tomando los parámetros de amenaza sísmica por aceleración y la vulnerabilidad sísmica por exposición al fallamiento en carreteras.

Tabla 167. Matriz de riesgos debido a fallamiento geológico.

Tramo	Amenaza	Vulnerabilidad	Riesgo
13+460 – 14+00	Alta A4	Moderada V2	Moderado R2
14+000 – 15+500	Alta A4	Media V3	Medio R3
15+000 – 16+750	Alta A4	Moderada V2	Moderado R2
16+750 – 18+750	Alta A4	Alta V4	Alto R4
18+750 – 21+850	Alta A4	Moderada V2	Moderado R2
21+850 – 28+310	Alta A4	Baja V1	Bajo R1

Fuente: Estudio de riesgos.

#### 7.7.12.2 Riesgo sísmico asociado a licuefacción

El riesgo sísmico definido a licuefacción ha sido analizado según informe geotécnico, en el cual se menciona lo siguiente.

En ninguno de los PCA practicados se encontró nivel freático, tampoco en los sondeos SPT practicados en la etapa de factibilidad en los PCA se encontró agua a la profundidad explorada, tomando en cuenta que la etapa de diseño final se realizó en la época lluviosa, que es cuando se forman flujos colgados en el subsuelo, y en este caso no se observó ninguno. Tampoco se observan daños en los hombros o carriles externos debido a la saturación de la subrasante. En vista de lo anterior, no se considera necesaria la construcción de subdrenaje longitudinal en las vías proyectadas.

Por lo tanto, basando la valoración en la metodología definida y las conclusiones del estudio geotécnico de campo, con investigaciones directas, se interpreta que la zona no posee circulación hídrica que sugiera algún riesgo asociado a licuefacción, por lo que el riesgo se considera **NULO**.

#### 7.7.12.3 Riesgo sísmico en estructuras.

Una vez revisados los conceptos de Amenaza Sísmica y Vulnerabilidad Sísmica se puede observar que existe una relación directa entre ellos: para que exista verdaderamente riesgo sísmico en un lugar, ambos conceptos deben producirse y existir respectivamente, es decir, el riesgo sísmico evalúa y cuantifica las consecuencias sociales y económicas potenciales provocadas por un terremoto, como resultado de la falla de las estructuras cuya capacidad resistente fue excedida.

Para poder determinar el valor de aceleración de diseño de las estructuras, con base a los resultados obtenidos en el estudio sísmico, se determinó una variación en la aceleración pico del suelo (PGA) en el rango de milésimas de veces la aceleración de la gravedad; se consideró

evaluar un punto de control ubicado en la coordenada geográfica central del proyecto vial: Latitud 13.713° y Longitud - 89.352°.

Los valores en función del tiempo de retorno se muestran en la Tabla 168.

Tabla 168. Resumen de aceleraciones con  $\xi = 5\%$  obtenido del PSHA para el punto de control, Suelo tipo B ( $V_{s30} \geq 760$  m/s).

Periodo de Retorno	PGA (g)	0.20 s	1.00 s	1.50 s	2.00 s	3.00 s
475	0.539	1.284	0.309	0.182	0.124	0.071
1000	0.700	1.692	0.426	0.255	0.175	0.102
2475	0.924	2.263	0.607	0.367	0.254	0.150

Fuente: Estudio de riesgos.

Para el diseño de las estructuras cabe mencionar que para el puente Guarumos, Viaducto Los Chorros e Intercambiador Colon se utilizaron los coeficientes de aceleración indicados en los estudios de riesgo sísmico elaborados por ingeniero especialista: coeficiente de aceleración de **0,539**, determinando un valor de vulnerabilidad **BAJA V1**, debido a que la estructura puede soportar aceleraciones pico máximas de diseño según el periodo de retorno de los TDR del proyecto.

Para las obras existentes no se realizaron verificaciones estructurales. Analizando los eventos sísmicos anteriores (terremoto 2001) y los daños señalados en tales obras, considerando que han logrado mantenerse sin daños considerables, se propone una evaluación de la vulnerabilidad con enfoque cualitativo, basado en línea de base de eventos disponibles, con valoración de **MODERADA V2** (ver Tabla 169).

Tabla 169. Matriz de riesgos en estructuras.

Obras	Amenaza	Vulnerabilidad	Riesgo
Obras existentes	Alta A4	Moderada V2	Moderado R2
Puente Guarumos	Alta A4	Baja V1	Bajo R1
Viaducto Los Chorros	Alta A4	Baja V1	Bajo R1
Intercambiador Colon	Alta A4	Baja V1	Bajo R1

Fuente: Estudio de riesgos.

### 7.7.13 Análisis de riesgos por Tsunami.

Debido a que el proyecto se ubica totalmente retirado de la zona costera, no se considera la existencia de amenaza alguna por Tsunami, como lo demuestra la ilustración 171.



se estima en miles a decenas de miles de años. Las áreas afectadas por la caída de cenizas y piroclastos de una erupción de este tipo podrían ser casi de 1000 km<sup>2</sup>.

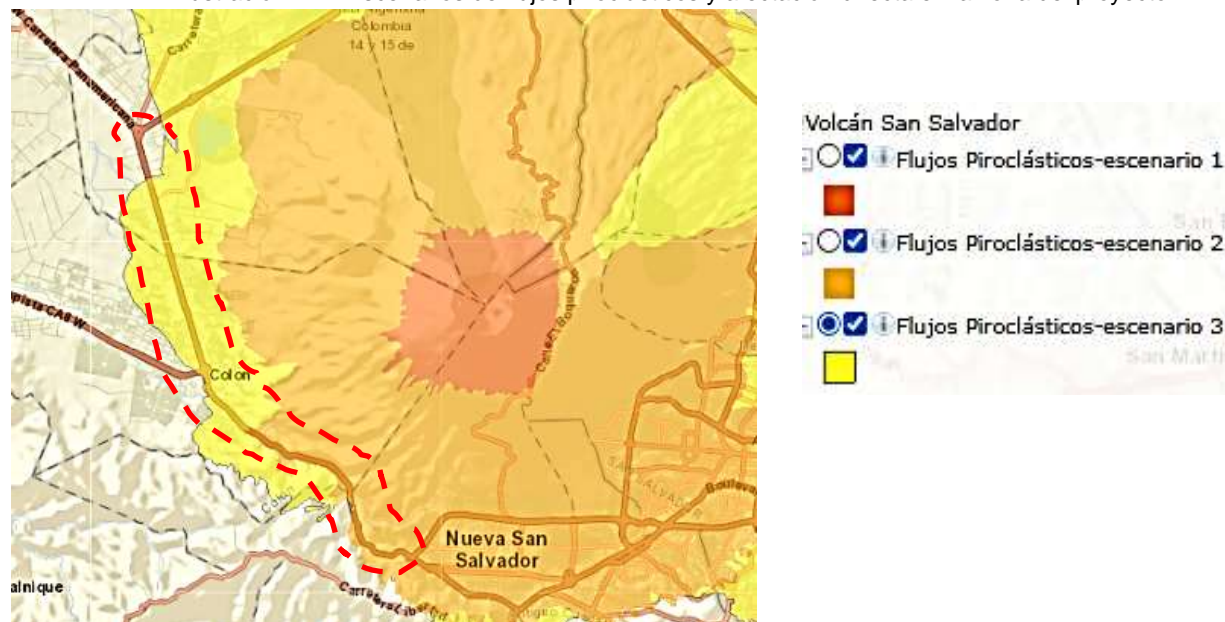
En ocasiones la mezcla de gases calientes y las partículas de roca volcánica producidas por una erupción explosiva es más densa que el aire, por lo cual en vez de elevarse por encima de la zona de escape para producir la tefra, dicha mezcla densa se comporta como un fluido, permaneciendo cerca de la tierra y fluyendo pendiente abajo a gran velocidad.

Si la mezcla se compone principalmente de partículas de roca, entonces ésta tiene una densidad elevada y su trayectoria se confinará a las áreas topográficamente bajas, en la medida en que la topografía controle el flujo de agua: este tipo de flujo denso se denomina **flujo piroclástico**. Si la mezcla se compone principalmente de gas con una pequeña proporción de fragmentos de roca, entonces tendrá una menor densidad y su trayectoria estará menos controlada por la topografía: este tipo de mezcla rica en gas se denomina **oleada piroclástica**.

Los flujos y las oleadas piroclásticas también producen nubes de ceniza que pueden elevarse a cientos de metros en el aire, arrastrarse a favor del viento y transportar la tefra a decenas de kilómetros o a una distancia mayor lejos del volcán.

Los flujos de este tipo podrían tener alcances entre 10 y 12.5 km. El área total afectada podría ser entre 200 y 340 km<sup>2</sup> principalmente hacia el SW. En la Ilustración 172, se observa el escenario de flujos piroclásticos y la afectación en la zona del proyecto.

Ilustración 172. Escenarios de flujos piroclásticos y afectación directa en la zona del proyecto.



Fuente: MARN.

La erupción para el escenario 2, sería de gran tamaño, de tipo explosiva violenta (estromboliano violento o vulcaniano) y por lo tanto las áreas afectadas son mayores, así como el impacto en ellas, ya que puede ocurrir de cientos a miles de años.

La erupción para el escenario 3, sería de afectación casi a la mitad del país, produciendo impactos importantes en el medio ambiente, aunque la probabilidad que ocurra es baja; los flujos piroclásticos para este evento podrían tener entre 10-12.5 km, el área total afectada podría ser entre 200 y 340 km<sup>2</sup>.

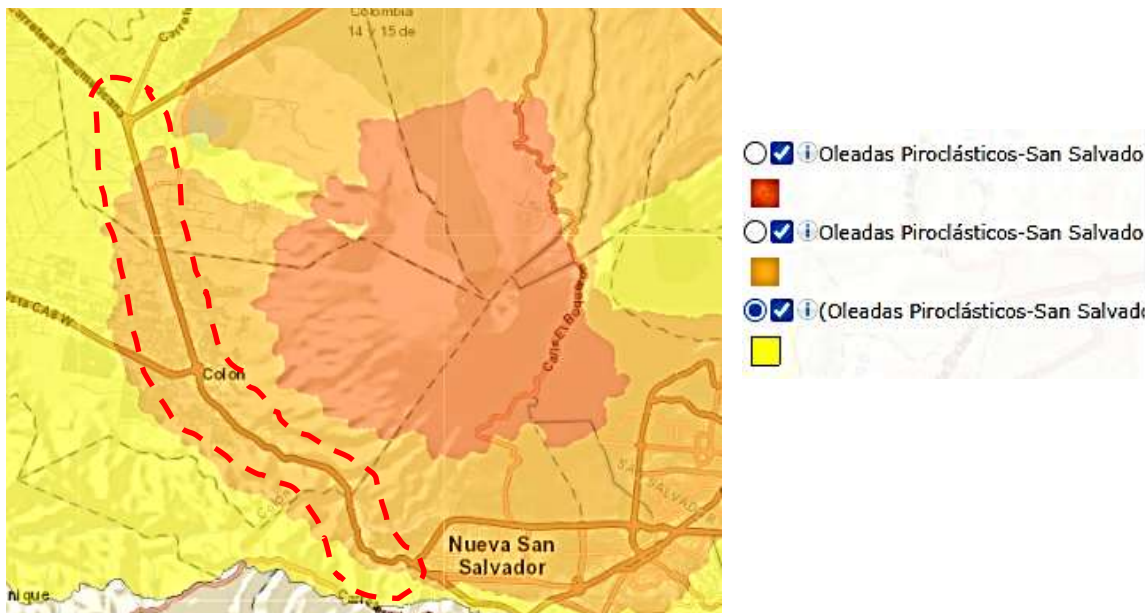
Se ha denotado que la zona de afectación debido al escenario 2 (mayor probabilidad que ocurra) es entre los tramos de Las Delicias hasta cerca de la gasolinera (Los Monos) en Colón.

Para el escenario 3 (probabilidad de ocurrencia baja) se extiende desde la gasolinera de Colón hasta el final del proyecto cerca del desvío a San Juan Opico según ilustración 155.

La velocidad de las coladas piroclásticas puede ser tan lenta como 10-30 km/h o llegar a los 200 km/h. Las coladas piroclásticas pueden ser letales debido a su movimiento veloz y a las altas temperaturas.

En la Ilustración 173, pueden observarse los escenarios de oleada de piroclastos; afectación directa en la zona del proyecto.

Ilustración 173. Escenarios de oleada de piroclastos; afectación directa en la zona del proyecto.



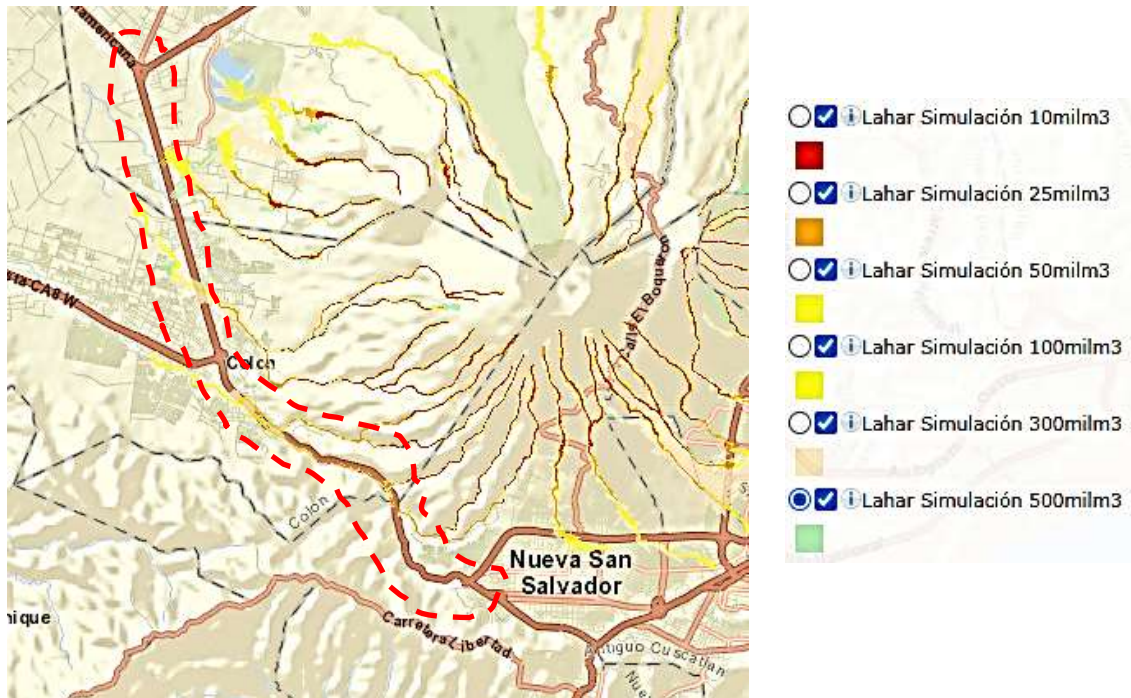
Fuente: MARN.

Por lo tanto, el análisis define la amenaza por flujos y amenazas piroclásticas como de **MEDIA** a **BAJA**.

- Flujos de escombros y Lahares.

En la Ilustración 174, puede observarse simulaciones sobre flujo de lahar para el proyecto.

Ilustración 174. Escenarios de simulación de flujo lahar, afectación directa en la zona



Fuente: MARN.

Las avalanchas de escombros o erupciones de pequeñas dimensiones producen lahares también pequeños. Los lahares han ocurrido a menudo en el volcán San Salvador, con volúmenes de más de 100,000 metros cúbicos, desde las zonas superiores más empinadas del volcán, viajando a más de 4 kilómetros desde sus fuentes (Reporte de archivo abierto 01–366, USGS).

Para la zona de estudio se ha denotado que la obra estaría siendo afectada directamente sobre las quebradas y ríos provenientes de la zona NW del volcán de San Salvador, cuyos flujos estarían viajando a través de las depresiones morfológicas locales (ríos y quebradas), en las cuales se han identificado los posibles sitios de afectación por flujos de lahar.

En la Tabla 170, se muestra la ubicación de los sitios probables de afectación y el volumen del flujo que llegaría hasta esos puntos.

Tabla 170. Posibles flujos de Lahar sobre los ríos y quebradas provenientes del volcán de San Salvador, según simulaciones del MARN.

Obra de paso	Volumen del flujo m <sup>3</sup>
Zanjón el colorado (Tub 21)	500,000
Quebrada (ODM 6)	500,000
Quebrada (ODM 5)	300,000
Quebrada (ODM 7)	100,000
Quebrada (Tub 17)	25,000-50,000
Río Los Chorros (OMD 3-OMD4)	25,000-50,000

Fuente: Estudio de riesgos.

Según lo visto en la Tabla 171 de los posibles flujos de Lahar, la zona ha denotado una elevada amenaza a este tipo de flujo con cantidades de volumen de flujo entre 25,000 y 100,000 m<sup>3</sup>.

Sin embargo, los estudios de base no evidencian una ocurrencia reciente de tal tipo de amenaza y no hay un registro histórico en el área de estudio, lo que la puede clasificar como un evento remoto, determinando una amenaza al flujo de escombros **MODERADA**.

#### 7.7.14.2 Vulnerabilidad debido a eventos volcánicos

La vulnerabilidad en las carreteras debe evaluarse en la manera en que esta responderá ante un eventual desastre natural.

Inicialmente se tienen dos tipos de amenaza como son el flujo de piroclastos y el flujo de escombros, para los cuales la estructura reaccionaría de diferente manera.

- Vulnerabilidad debida a piroclastos.

Ante la posible ocurrencia de un evento de flujos piroclásticos se ha denotado que se tendrán diferentes escenarios de amenazas, los cuales afectarán en diferente manera.

Durante un evento volcánico de este tipo se tendrían afectaciones directas sobre la carretera, generándose cierres parciales a totales, aunque sin mayores daños estructurales. Por lo tanto, la vulnerabilidad ante escenarios de piroclastos se considera **moderada** (ver Tabla 171).

Tabla 171. Matriz de vulnerabilidad volcánica debido a flujo de piroclastos en carretera.

Tramo	Flujo de piroclastos	Vulnerabilidad
13+560 – 20+400	25,000-100,000 m <sup>3</sup>	Moderada V2
20+400 – 27+000	100,000-300,000 m <sup>3</sup>	Moderada V2
27+000 – 28+310	300,000-500,000 m <sup>3</sup>	Baja V1

Fuente: Estudio de riesgos.

#### 7.7.14.3 Vulnerabilidad debido a flujos de escombros y lahares

La vulnerabilidad asociada a esta amenaza se considera importante ya que los flujos de escombros y lahares pueden llegar a destruir una carretera o generar elevados daños en

función de la cantidad de material que transportan; es por ello que se han generado diferentes escenarios de vulnerabilidad en función de la cantidad de flujos, siendo las más vulnerables las obras de paso y tuberías.

Para definir la vulnerabilidad a lo largo de la traza, se han propuesto los flujos de escombros que podrían afectar las obras de paso, definiendo la vulnerabilidad en base a la cantidad en m<sup>3</sup>.

- Obra de paso afectada por flujo de escombros de 25,000-100,000 m<sup>3</sup> (vulnerabilidad Media)
- Obra de paso afectada por flujo de escombros de 100,000 – 300,000 m<sup>3</sup> (vulnerabilidad Alta)
- Obra de paso afectada por flujo de escombros de 300,000-500,000 m<sup>3</sup> (vulnerabilidad Alta)

La vulnerabilidad por flujos de escombros se considera entre **Media – Alta** (ver Tabla 172).

Tabla 172. Matriz de vulnerabilidad volcánica debido a flujo de escombros en carretera.

Tramo	Obra de paso	Flujo de escombros	Vulnerabilidad
16+300 - 17+000	OMD 3-4 y TUB 17	25,000-100,000 m <sup>3</sup>	Media V3
20+800 - 20+950	OMD 5	100,000-300,000 m <sup>3</sup>	Alta V4
23+400 - 23+750	TUB 21	300,000-500,000 m <sup>3</sup>	Alta V4
25+100 - 25+500	OMD 6	300,000-500,000 m <sup>3</sup>	Alta V4
26+650 - 26+951	OMD 7	300,000-500,000 m <sup>3</sup>	Alta V4

Fuente: Estudio de riesgos.

#### 7.7.14.4 Riesgo volcánico

El riesgo volcánico es un concepto que gradualmente se va teniendo en cuenta, especialmente debido a las últimas erupciones catastróficas ocurridas con pérdida de vidas humanas y al impacto y difusión que éstas han tenido en los medios de comunicación.

El riesgo podría definirse como la expectación de que ciertos eventos produzcan un impacto negativo sobre los elementos antrópicos expuestos de un área; por tanto, si el hombre o sus infraestructuras no están presentes, no habría riesgo.

En la Tabla 173, se presenta la matriz de riesgos asociados a riesgos volcánicos del tipo flujo piroclástico volcánico.

Tabla 173. Matriz de riesgos volcánico debido a flujo piroclástico.

Tramo	Amenaza	Vulnerabilidad	Riesgo
13+560 – 20+400	Alta A4	Moderada V2	Moderado R2
20+400 – 27+000	Baja A1	Moderada V2	Bajo R1
27+000 – 28+310	Nula	Baja V1	Bajo R2

Fuente: MARN.



La matriz de riesgo volcánico asociado a lahar y flujo de escombros es presentada en la Tabla 174.

Tabla 174. Matriz de riesgos volcánico debido a flujo de escombros.

Tramo	Amenaza	Vulnerabilidad	Riesgo
16+300 - 17+000	Moderada A2	Media V3	Medio R3
20+800 - 20+950	Moderada A2	Alta V4	Medio R3
23+400 - 23+750	Moderada A2	Alta V4	Medio R3
25+100 - 25+500	Moderada A2	Alta V4	Medio R3
26+650 - 26+950	Moderada A2	Alta V4	Medio R3

Fuente: MARN.

### 7.7.15 Plan de Contingencia.

El Plan de Contingencia es un instrumento estratégico que permite identificar las situaciones de riesgo debidas a eventos que puedan ocurrir por fuera de las condiciones normales, y definir las acciones para su prevención y control. Este plan debe involucrar a las comunidades y autoridades respectivas.

#### 7.7.15.1 Sismicidad.

##### ❖ Medidas preventivas

- Debido a la amplia distribución y diversidad que pueden tener los efectos de un terremoto, la protección de las vidas humanas y de la infraestructura del proyecto, como tarea de prevención, debe estar enfocada hacia la disminución de la vulnerabilidad, educando a los trabajadores y comunidad hacia un comportamiento defensivo durante y después del terremoto y preparar sistemas de comunicación de emergencias, que permitan solicitar el apoyo de las entidades de socorro.
- Generar capacitaciones periódicas sobre el plan de acción en caso de emergencia.
- Colocación de rotulación de emergencia y mapas de acción en las zonas estratégicas, como áreas de trabajo, rutas de evacuación, extintores, zonas de riesgo y de seguridad (sísmicas).
- Mantener las salidas y escaleras libres de obstáculos.
- Demarcación de zonas exteriores de seguridad y preparaciones para una eventual evacuación.
- Definir y comunicar los sitios seguros ante sismos para los trabajadores y terceros que se encuentre en el área.

##### ❖ Medidas de contingencia

- Paralizar las obras, el uso de maquinaria y de equipos eléctricos.
- Suspensión de todas las actividades de una manera organizada y controlada, y concentrar al personal en sitios seguros (puntos de reunión). En caso contrario debido a las condiciones del área de trabajo deberá evacuarse a los trabajadores hacia áreas externas o zonas de seguridad.

- Alejarse de estructuras que puedan colapsar, o explotar o que presenten cualquier otra condición de riesgo.
- Atender a las personas accidentadas y comunicarse con las autoridades correspondientes para tal fin.
- Verificar que no se haya suscitado licuefacción de suelos, fracturas del terreno, deslizamientos o asentamientos de terrenos de acuerdo con la magnitud e intensidad del sismo
- Previo a reiniciar las labores se debe revisar la condición estructural de las obras que se han desarrollado.
- Los puntos de reunión (internos o externos) deben contar con condiciones que garanticen la integridad física y emocional del trabajador, su acceso debe estar libre de obstáculos y alejado de materiales, objetos o estructuras que puedan colapsar y caer sobre los trabajadores.
- Realización de una evaluación del sitio de trabajo. Valorar las condiciones de las estructuras en construcción y si es posible volver a las labores.
- Verificación del personal y su estado de salud. En caso necesario debido a heridas, crisis nerviosas o cardiopatías, se deberá proveer traslado para tratamiento hospitalario inmediato.
- Realizar una evaluación detallada de las pérdidas en términos económicos.
- Evaluar los mecanismos, sistemas y personal que atendió las emergencias con la finalidad de retroalimentar y realizar ajustes.
- Seguimiento de las instrucciones de la brigada de emergencias.
- Alejarse de ventanales, diferencias de nivel, equipos eléctricos, partes móviles, superficies calientes y objetos que pueden caer.
- Ubicarse en las zonas de seguridad demarcadas para tal fin, permanecer en ellas hasta que se indique el retorno al puesto de trabajo, o en caso contrario la evacuación.
- Realización de la evacuación de forma ordenada, calmada y según el rol previamente establecido.
- Realizar un reporte de daños para cuantificar pérdidas, determinar nuevas necesidades en las instalaciones y evaluar la respuesta de las instalaciones y el personal en la emergencia, para identificar deficiencias y proceder a su corrección en el menor tiempo posible.

#### 7.7.15.2 Inundaciones.

Ante la presencia de una inundación importante, se pueden plantear algunas medidas de contingencia por parte del desarrollador de las obras. Algunas de ellas son las siguientes:

##### ❖ **Medidas preventivas**

- No depositar basura o escombros en los cauces de ríos y quebradas o en laderas cercanas a los mismos.

- Limpie los cauces de los ríos, quebradas y acequias. Elimine las obstrucciones existentes para evitar desbordamientos.
- Rehabilitación, readecuación y reforzamiento de estructuras existentes que serán incorporadas a la nueva infraestructura vial.
- Construcción de elementos de protección de márgenes de ríos contra socavación.

❖ **Medidas de contingencia**

- Establecer contacto con las autoridades locales y nacionales para la detección temprana de inundaciones, así como para la atención de eventos en caso de presentarse.
- Establecer zonas seguras para las personas y la maquinaria.
- Determinar la necesidad o no de trasladar la maquinaria y al personal del frente de obra.

7.7.15.3 Peligro volcánico.

El grado de conocimiento eruptivo de los volcanes está aún en estado de investigación, siendo así difícil desarrollar un diagnóstico y un análisis sobre el comportamiento futuro de cada volcán, en particular durante el desenlace de una fase eruptiva y su duración.

❖ **Medidas preventivas**

- Es importante prepararse para un tipo de actividad volcánica que se desarrolla gradualmente durante la cual se pueden esperar signos premonitores de erupciones peligrosas por lo menos algunas horas antes de que ocurra.

❖ **Medidas de contingencia**

- Remover la ceniza acumulada en techos de estructuras débiles.
- Utilizar agua filtrada si el aprovisionamiento de esta no está disponible.
- Evite respirar gases nocivos o polvo fino, utilizando tela humedecida con agua o sobre la boca y la nariz o mascarilla.
- Mantenerse enterado de la actividad del volcán por medio de los informes de los centros de investigación y vigilancia volcánica difundidos a través de comunicación (radio, TV, otros).

7.7.15.4 Resumen del Plan de Contingencia para el Poyecto.

En la Tabla 175, se presenta un resumen de respuestas a riesgos que pudiesen generarse en el proyecto.

Tabla 175. Resumen del Plan de Contingencia para el Proyecto.

TIPO DE RIESGO	EVENTO	RESPUESTA AL EVENTO
	Sismicidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generar capacitaciones periódicas sobre el plan de acción en caso de emergencia.</li> <li>• Colocación de rotulación de emergencia y mapas de acción en las zonas estratégicas, como áreas de trabajo, rutas de evacuación, extintores, zonas de riesgo y de seguridad (sísmicas).</li> </ul>




TIPO DE RIESGO	EVENTO	RESPUESTA AL EVENTO
RIESGOS NATURALES		<ul style="list-style-type: none"> <li>Paralizar las obras, el uso de maquinaria y de equipos eléctricos.</li> <li>Alejarse de estructuras que puedan colapsar, o explotar o que presenten cualquier otra condición de riesgo.</li> <li>Verificar que no se haya suscitado licuefacción de suelos, fracturas del terreno, deslizamientos o asentamientos de terrenos de acuerdo a la magnitud e intensidad del sismo</li> <li>Previo a reiniciar las labores se debe revisar la condición estructural de las obras que se han desarrollado.</li> <li>Realizar un reporte de daños para cuantificar pérdidas, determinar nuevas necesidades en las instalaciones y evaluar la respuesta de las instalaciones.</li> </ul>
	Inundaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revisión de estructuras y elementos constructivos tras el evento.</li> <li>Mantenimiento periódico de la infraestructura.</li> <li>No depositar basura o escombros en los cauces de ríos y quebradas o en laderas cercanas a los mismos.</li> <li>Eliminar obstrucciones existentes para evitar desbordamientos.</li> <li>Contacto con las autoridades locales y nacionales para la detección temprana de inundaciones, así como para la atención de eventos en caso de presentarse.</li> <li>Establecer zonas seguras para las personas y la maquinaria.</li> </ul>
	Peligro volcánico	<ul style="list-style-type: none"> <li>Remover la ceniza acumulada en techos de estructuras débiles.</li> <li>Mantenerse enterado de la actividad del volcán por medio de los informes de los centros de investigación y vigilancia volcánica difundidos a través de comunicación (radio, TV. otros).</li> </ul>

Fuente: Estudio de riesgos.





#### 7.7.15.5 Capacidad institucional.

A continuación, se muestra en la Tabla 176, un resumen de todas aquellas instituciones relacionadas con la atención de emergencia que determinan la capacidad de respuesta ante la ocurrencia de un evento que representa una amenaza natural.

Tabla 176. Resumen institucional relacionado con atención a emergencias ante eventos relacionados con amenazas naturales.

INSTITUCIONES EN CASO DE EMERGENCIAS	NÚMERO TELEFONICO Y/O CONTACTO	ALCANCE DE LA EMERGENCIA
 <p>Dirección General de Protección Civil</p>	<p><b>2201-2424</b> <b>prensa@proteccioncivil.gob.sv</b></p>	<p>Dependencia del Ministerio de Gobernación, creada para prevenir y mitigar los desastres y para coordinar esfuerzos de rescate y reconstrucción en el Territorio Nacional. Así mismo decreta los estados de alerta ante amenazas.</p>
 <p>Policía Nacional Civil</p>	<p><b>911</b></p>	<p>Dependencia creada en base a el Art. 159 de la Constitución de El Salvador, la PNC tiene a su cargo las funciones de policía urbana y rural, y tiene la obligación de garantizar el orden, la seguridad y la tranquilidad pública en todo el territorio nacional.</p>
 <p>Cuerpos de Bomberos de El Salvador</p>	<p><b>913</b></p>	<p>Es una institución adscrita al Ministerio de Gobernación, de servicio público que tiene a su cargo labores de prevención, control y extinción de incendios de todo tipo, así como las actividades de evacuación y rescate; protección a las personas y sus bienes. Contando con unidades para; Incendio en estructuras, Rescate vehicular, Rescate Vertical, Derrame de Materiales Peligrosos, Estructuras Colapsadas e Incendios Forestales, entre otros.</p>

INSTITUCIONES EN CASO DE EMERGENCIAS		NÚMERO TELEFONICO Y/O CONTACTO	ALCANCE DE LA EMERGENCIA
	Sistema de Emergencias Médicas	132 comunicaciones@fosalud.gob.sv	El Sistema Nacional de Emergencias Médicas es una red de coordinación que, a través de recursos médicos y tecnológicos, proveen atención de emergencias a víctimas que han sufrido lesiones o una enfermedad repentina, que pueden ser atendidos en el sitio y luego trasladar al paciente al hospital que corresponda de forma gratuita. Forma parte del Fondo Solidario de la Salud (Fosalud).
	Cruz Verde Salvadoreña	2284-5792	Institución no gubernamental que brinda atención en las diferentes áreas de especialización y manejo de incidentes que demanden asistencias prehospitalarias, relacionando la gestión integral de riesgos en el manejo de desastres, con la aplicación de metodologías, protocolos y procedimientos estándares, que reduzcan los tiempos en la respuesta.
	Comandos de Salvamento de El Salvador	2133-0000	Institución no gubernamental, paralela a Cruz Verde Salvadoreña, brinda atención de rescate de víctimas ante eventualidades ocasionadas por la naturaleza o el hombre.
	Cruz Roja Salvadoreña	2239-4930	El Movimiento de la Cruz Roja Salvadoreña presta auxilio, sin discriminación, a todos los heridos en los campos de batalla, en prevenir y aliviar el sufrimiento de las personas en todas las circunstancias. Tiende a proteger la vida y la salud, así como a hacer respetar a la persona humana.
	ANDA (Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados)	915 2244-2632	El centro de atención ciudadana de ANDA tiene como ámbito de acción la prestación de una atención expresa a través del número telefónico único 915. El alcance de los servicios de emergencia incluye el suministro de servicios de agua en donde falte, así como el reporte de derrames o fugas de aguas en la red.
	AES El salvador	2506-9000 WhatsApp (2136-7555)	Institución privada que brinda atención en remoción de postes y líneas del tendido eléctrico en caso de colapso debido a eventos ocasionados por la naturaleza o el hombre.
	DELSUR Compañía de Alumbrado	2132-5700	Distribuidora de energía que brinda atención en remoción de postes y líneas del tendido eléctrico, siendo estos ocasionados por la naturaleza o el hombre, en el departamento de La Libertad, entre otros departamentos
	FOVIAL (Fondo de Conservación Vial)	2228-8425 WhatsApp (7488-9174)	FOVIAL brinda soluciones con su plan de mitigación y prevención de desastres por lluvias, forma parte del Sistema Nacional de Protección Civil del país. Con este plan anual se facilita la atención de cárcavas y retiro de derrumbes y/o escombros, entre otras actividades de reducción del riesgo a nivel nacional.
	Alcaldía Municipal de Colón.	2314-2300	Gobierno local con apoyo en recurso humano (trabajadores) para el apoyo de otras instituciones en labores de emergencia en catástrofes.

INSTITUCIONES EN CASO DE EMERGENCIAS		NÚMERO TELEFONICO Y/O CONTACTO	ALCANCE DE LA EMERGENCIA
	Alcaldía Municipal de San Juan Opico	2347-2500	Gobierno local con apoyo en recurso humano (Cuerpo de Agentes Metropolitanos) para el apoyo de otras instituciones en labores de emergencia en catástrofes y cuando el concejo municipal lo designe.
	SNET (Secretaría Nacional de Estudios Territoriales)	DGOA - Dirección General del Observatorio de Amenazas (snet.gob.sv) Y Servidor de Mapas, Servicio Nacional de Estudios Territoriales (snet.gob.sv)	Dependencia del Ministerio de Medio Ambiente que desde el año 2011 reporta todos los acontecimientos que por su magnitud y ubicación suceden en el territorio nacional. Cuenta con un observatorio de amenazas en línea en parámetros de sismicidad, tormentas, vientos y temperaturas para alerta temprana.
	Alcaldía Municipal de Santa Tecla.	2500-1300 Cuenta con unidades de: CAMST: 2500-1323 PROTECCION CIVIL: 2500-1385 AMBULANCIA: 2500-1300, Ext. 1446	Gobierno local con apoyo en recurso humano (Cuerpo de Agentes Metropolitanos) y es parte del sistema de Protección Civil, para el apoyo de instituciones en labores de emergencias.
	Fuerza Armada de El Salvador (CIFA, Comando de Ingenieros de la Fuerza Armada)	2250-0130	Mantenimiento y desarrollo de las actividades especiales, en recurso humano (efectivos) para el apoyo de otras instituciones en labores de emergencia en catástrofes.

Fuente: Estudio de riesgos.

## 7.7.16 CONCLUSIONES

En particular se han podido definir los principales riesgos que se comentan a continuación:

- Con la información disponible, el análisis de los riesgos residuales **hidrológico-hidráulicos** permitió concluir que, de las 28 obras de drenaje analizadas, solo dos fueron calificadas como de riesgo **MODERADO** y las restantes de riesgo **BAJO**.
- El **riesgo por inundaciones** se considera **NULO**.
- El riesgo residual por **deslizamiento en taludes** del tipo natural y de apoyo en muro se considera **MODERADO**, mientras que para taludes de relleno se considera **BAJO**.
- El riesgo residual por **caída de bloques en taludes** de macizos rocosos es **BAJO**.
- El **riesgo por sismo** asociado a fallamiento geológico se ha considerado desde **BAJO** hasta **ALTO**, siendo la zona más crítica el tramo del turicentro Los Chorros.
- El riesgo **por sismo** asociado a **licuefacción** se ha considerado desde **NULO**, debido a que no se ha detectado nivel freático local.
- El riesgo para las estructuras nuevas diseñadas se considera **BAJO** y **MODERADO** para estructuras que se mantienen.
- El **riesgo por Tsunami** se considera **NULO**.

- El riesgo **volcánico debido a flujo piroclástico** en toda la carretera se considera **BAJO** a **MODERADO**, mientras que el riesgo **volcánico debido a flujos de escombros** se considera **MEDIO**.

#### 7.7.17 RECOMENDACIONES.

De acuerdo a los riesgos identificados, se proponen las siguientes medidas que son parte del Programa de Manejo Ambiental:

- Tratamiento a los taludes de corte para prevenir deslizamientos.

##### Objetivo:

Prevenir deslizamientos de tierra provenientes de la caída de taludes de corte, generados por las actividades de terracería.

Factores ambientales a verse afectados: Suelo e hidrología superficial.

##### Impactos a prevenir y su descripción:

Cambios en el uso actual del suelo, afectación morfodinámica, pérdida de estabilidad geológica, cambios en la hidrología superficial, afectación de las fuentes de agua, arrastre y deposición de sedimentos en las áreas cercanas a cauces de aguas, alteraciones a lechos de ríos, disminución en la recarga de acuíferos, alteración de las vistas panorámicas, pérdida de carácter visual del área.

Debido a los movimientos de tierra que involucra las labores de ampliación del proyecto, tanto el suelo como las formaciones geológicas serán impactados, especialmente en los taludes de corte.

Actividad generadora del Impacto: Terracería.

- Revegetación del proyecto.

##### Objetivo:

Proteger los taludes de relleno para prevenirlos de la erosión de los suelos, de la misma forma revegetar las áreas desnudas del proyecto, para mejorar el paisaje de la zona.

##### Impactos a mitigar y su descripción.

Cambios en el uso actual del suelo, afectación morfodinámica, cambios en la hidrología superficial, afectación de las fuentes de agua, arrastre y deposición de sedimentos en las áreas cercanas a cauces de aguas, alteraciones a lechos de ríos, disminución en la recarga de acuíferos, alteración de las vistas panorámicas, pérdida de carácter visual del área.

Las posibilidades de que se generen procesos erosivos producto de los movimientos de tierra, con la consecuente alteración hidrológica, pueden generar pérdidas del mismo, que conlleven a impactar lugares cercanos a los ríos del área de influencia del proyecto, propiciando acumulaciones de sedimentos en zonas aledañas a los cursos de agua.

Actividad generadora del Impacto: Terracería, excavaciones, ampliaciones de las estructuras de drenaje, etc.

- Plan de manejo de desechos sólidos comunes y peligrosos en los frentes de trabajo.

Objetivo: Evitar la contaminación de suelo, agua y proliferación de insectos y roedores por el mal manejo de los desechos sólidos comunes y peligrosos generados en todos los frentes de trabajo en sus diversas actividades.

Impacto a prevenir y su descripción: Daños a la salud de la población, previniendo la generación de vectores de enfermedades, así como contaminación del suelo y aire proveniente del mal manejo de los desechos tanto comunes como peligrosos.

Actividad generadora del Impacto: Generación de desechos sólidos comunes y peligrosos en los frentes de trabajo, producto de las diferentes actividades de construcción.

- Manejo de la Escorrentía Superficial

Objetivo. Prevenir procesos erosivos en zonas de construcción a lo largo de la traza, durante la época de lluvias, así como acumulación de sedimentos aledaños a los cauces de los ríos identificados.

Impacto a prevenir y su descripción: Alteraciones a la hidrología superficial, debido a las actividades constructivas y movimientos de tierra que se llevarán a cabo a lo largo de la traza del proyecto.

Actividad generadora del Impacto: Movimientos de tierra, terracería, excavaciones, etc.

Descripción de la actividad generadora del impacto: Los movimientos de tierra, los suelos desnudos generarán algunos cambios en la hidrología superficial, los cuales serán manejados por obras de drenaje longitudinal conduciendo a los ríos identificados, esto hará que los sedimentos que hayan sido erosionados no contaminen los cauces de los drenajes naturales.

Las medidas anteriores se encuentran ampliamente desarrolladas en su contenido en el Programa de Manejo Ambiental.



## 8 INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL ANÁLISIS BENEFICIO-COSTO, RENTABILIDAD Y EFICIENCIA, CONSIDERANDO FACTORES TÉCNICOS, ECONÓMICOS, SOCIALES Y AMBIENTALES (APLICABLE A ACTIVIDADES, OBRAS O PROYECTOS DEL SECTOR PÚBLICO).

### 8.1 INTRODUCCIÓN.

Conforme a los resultados de la etapa de factibilidad y las memorias técnicas del diseño final de ingeniería del proyecto, se incluye dentro del presente ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL, la interpretación de los resultados del análisis Beneficio-Costo, de Rentabilidad y Eficiencia de la Inversión, considerando los aspectos Técnicos, Económicos, Sociales y Ambientales, de todos los componentes del proyecto.

Dicho análisis tiene como objetivo principal, el establecer los resultados de la evaluación global de la alternativa en diseño final, que consideran todos los componentes del Estudio, y respaldar los resultados de la selección de alternativa en la etapa de factibilidad del proyecto.

#### 8.1.1 Información base.

En la etapa de Factibilidad del Estudio, resultó seleccionada la alternativa de ampliación a 8 carriles, tomando como criterio de selección el indicador: Valor Actual Neto (VAN), de acuerdo a los resultados que se muestran en la Tabla 177.

Tabla 177. Alternativas analizadas en el proyecto, inversión y rentabilidad.

Alternativas.	Monto Inversión (US Dólares).	VAN (US millones).	TIR (%).
Ampliación 6 carriles.	\$ 299,058,646.45	\$ 1,250.64	61.8
Ampliación 8 carriles.	\$ 362,625,848.16	\$ 1,293.71	54.0

Fuente: Estudio de Factibilidad.

En la Etapa de Diseño de ingeniería del proyecto, la ampliación del tramo de vía, es desarrollada siguiendo el alineamiento y características técnicas de la alternativa seleccionada, con el objetivo de minimizar las afectaciones ambientales al trazado del proyecto.

La evaluación técnico-económica del proyecto diseñado, se realizó mediante el modelo Highway Development and Management - HDM-4 y el análisis de la información mediante la “metodología del excedente al consumidor”, considerando los montos de inversión a partir de los costos asociados a las obras y los ahorros producidos con la puesta en operación del proyecto.

### 8.2 FACTORES TÉCNICOS.

Las características técnicas del proyecto, variables y parámetros de diseño, así como las alternativas de solución evaluadas para cada tramo de la vía, se retomaron del diseño final del proyecto, el cual propone la intervención a lo largo de trayecto de aproximadamente 14.8 kilómetros, y para efecto del análisis beneficio costo se considerarán 4 tramos específicos, conforme a sus características de operación:

- Tramo 1: Ampliación de vía desde el inicio del proyecto ubicado en la salida de Santa Tecla, específicamente en el empalme de la CA01W con el Boulevard Monseñor Romero, en la estación 13+560, hasta la estación 18+354, en donde inicia la proyección del nuevo Viaducto. El número de carriles es de 4 por sentido, con un hombro interior de 1.00 m y un hombro exterior de 2.50 m.
- Tramo 2: Construcción de un Viaducto en el costado Sur de la CA01W desde la estación 18+354 hasta la estación 19+256 punto de intersección con el acceso al Municipio de Colón. La sección típica de viaducto tiene la capacidad del tramo anterior, con 4 carriles por sentido.  
Los cinco (5) carriles existentes aledaños a la zona de desprendimientos, quedarán solo para uso local, pudiendo utilizar parte de la plataforma existente para obras de control de desprendimiento de rocas de la zona en desuso y evitar posibles inconvenientes a la circulación que se verá sensiblemente reducida por la derivación del Viaducto nuevo.
- Tramo 3: inicia exactamente al final de la proyección del nuevo Viaducto en la estación 19+256 en el sector que se regresará a la CA01W donde será proyectado un paso que permita dar ingreso a Colón, evitando la acumulación de vehículos en un carril de almacenamiento existente. Este tramo está diseñado para cuatro carriles a una velocidad de 70 km/h hasta el intercambiador “La Cuchilla”, donde se cambia a 3 carriles por sentido.
- Tramo 4: inicia en el intercambiador “La Cuchilla” y finaliza en el denominado desvío de San Juan Opico en la estación 28+321 de proyecto. El número de carriles es de 3 por sentido.

En la Tabla 178, se presenta los parámetros técnicos geométricos que han sido propuestos para su aplicación en los tramos del 1 al 3 del Proyecto.

Tabla 178. Parámetros geométricos del diseño final.

Parámetros de diseño para vías TIPO AR*.	
CRITERIO DE DISEÑO.	PARÁMETRO.
Tipo de terreno.	Montañoso – Ondulado.
Vehículo de diseño.	WB-20.
Velocidad de diseño.	60 - 70 km/h.
Pendiente longitudinal máxima.	6.00 – 8.00% (Montañoso); 6.00 - 7.00% (Ondulado).
Radio mínimo.	113.00 - 168.00 m.
Distancia mínima de velocidad de parada (para pendiente 0%).	160.00 m.
Sobreelevación máxima.	8.00%.
Ancho hombros.	Externos: 2.50 m. Internos: 1.00 m.
Ancho de aceras en zonas urbanas.	2.00 m.
Ancho de rodamientos en los puentes.	En puentes con longitudes menores o iguales a 60.00 m, se dejará como mínimo el ancho total de la vía, incluyendo hombro y ciclo ruta más 1.50 m adicional a cada lado para aceras peatonales.
Ancho de la zona de derecho de vía.	Por la naturaleza del proyecto, el derecho de vía será el necesario para la proyección y construcción de las obras del proyecto.

Parámetros de diseño para vías TIPO AR*.	
CRITERIO DE DISEÑO.	PARÁMETRO.
Carga de diseño para puentes.	HL 93.
Altura mínima libre, en pasos superiores e inferiores (nuevos o reconstruidos).	5.50 m.
Tipo de pavimento.	Concreto hidráulico.

\*: Clasificación según Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras - 3a. Edición, 2011.  
Fuente: Tomado del Informe final de Diseño Geométrico del Estudio - Parámetros Geométricos.

### 8.3 FACTORES AMBIENTALES Y SOCIALES.

Basado en los estudios y diseños del proyecto, se destaca la inclusión y el análisis de los impactos positivos y negativos generados por las acciones del mismo, sobre los factores físicos, bióticos y socioeconómicos, previstos a generarse por la construcción y operación de la carretera; para los cuales el diseño y presupuesto incluye los costos derivados de las medidas ambientales y de tipo social para la de prevención, atenuación, mitigación y compensación de los impactos negativos.

Dentro de los estudios y diseños del proyecto, se identifican, priorizan y cuantifican los impactos potenciales positivos y negativos derivados de las acciones de construcción y operación del mismo.

En cuanto a los impactos positivos se mencionan: Incremento en el valor económico de los terrenos aledaños al proyecto, reducción de los tiempos de movilización para transporte de personas y mercancías, activación de la economía de los municipios del área de influencia y aledaños, generación de empleos tanto directos como indirectos, ahorro en los costos de operación vehicular, entre otros.

En cuanto a los impactos negativos que se prevé tendrá el proyecto, se mencionan los siguientes: Alteración del uso actual del suelo, tala de árboles, afectación de la fauna terrestre y avifauna sobre el corredor del tramo, afectación de accesos a caminos vecinales y privados, afectación por interrupción de servicios públicos, cambios en la hidrología superficial, alteración de la calidad del aire, emigración y desarraigo por cambios en la tenencia de la tierra en las zonas afectadas por el derecho de vía, entre otros.

### 8.4 FACTORES ECONOMICOS.

De acuerdo a los Términos de Referencia del Estudio, la interpretación de los resultados del análisis beneficio – costo, rentabilidad y eficiencia, debe contener todos los componentes del proyecto: técnicos, económicos, sociales y ambientales; para ello en el HDM-4, se han incorporado todos estos componentes, ya que en el mismo se incorporan los inputs que se desarrollan a continuación.

## 8.5 ANALISIS BENEFICIO COSTO.

### 8.5.1 Beneficios.

El proyecto de ampliación del tramo de vía, generará beneficios económicos trasladados a la población del área de influencia, tales como:

- Ahorro en los Costos de Operación Vehicular – COV: ahorro en combustibles, repuestos y otros.
- Ahorro en los tiempos de viaje de usuarios.
- Ahorro en costos de accidentes viales.
- Beneficios económicos adicionales derivados por la revalorización de los terrenos aledaños a la vía, dinamización de la economía de la zona producto de la generación de empleos directos e indirectos.
- Beneficios sociales y ambientales directos generados por la ejecución del proyecto, tales como: Mayor accesibilidad a los servicios de salud, ordenamiento y mejoramiento de vivienda, incentivo a los procesos de participación y desarrollo local, obras de protección ambiental, surgimiento y ordenamiento de servicios relacionados con el potencial turístico de la zona del proyecto (turicentro Los Chorros).

### 8.5.2 Costos económicos y financieros.

Generalmente los costos de construcción y mantenimiento, son pagados por el estado, mientras que los costos de los usuarios son pagados por estos, en forma de costos de operación vehicular, costos de tiempo de viaje, costos de accidentes y otros costos indirectos.

El flujo de costos directos anuales de inversión y costos al usuario, fueron analizados aplicando una tasa de descuento de 12%<sup>47</sup>; entre los costos considerados en el análisis se encuentran:

- Montos de inversión por tramo y alternativa seleccionada<sup>48</sup>.
- Costos de Mantenimiento de la superficie seleccionada.
- Costos de la flota vehicular.
- Todos los costos mencionados anteriormente se retoman del Estudio de Factibilidad del Proyecto.
- El presupuesto de construcción definido dentro del diseño final de ingeniería del proyecto, incluye el monto para cubrir las obras ambientales y sociales, de prevención, mitigación y compensación de los potenciales impactos adversos generados por la construcción de las obras.

<sup>47</sup> El Banco Interamericano de Desarrollo viene utilizando una tasa de descuento del 12% en las últimas décadas. Esta tasa fue definida originalmente como una medida ponderada del costo económico de oportunidad del capital y la tasa marginal de preferencia temporal a partir de algunos estudios internos (Powers, 1981). Tomado de: Tasa de descuento social y evaluación de proyectos. IDB-MG-413.

<sup>48</sup> Corresponde al monto total de la alternativa seleccionada para diseño final del proyecto, conforme a la etapa de factibilidad.

### 8.5.3 Resultados de la evaluación económica y financiera.

El propósito de la evaluación económica y financiera de proyectos viales, es demostrar que la alternativa seleccionada, genera retornos económicos positivos por la inversión realizada. El tamaño de la inversión está determinado por los costos de construcción y mantenimiento anual generalmente cubiertos por el estado y los retornos económicos están dados principalmente por los ahorros de los usuarios originados por la provisión de mejores facilidades viales.

El método de evaluación simula la interacción existente entre las características previstas para la construcción y mantenimiento de la obra, con la finalidad de pronosticar la tendencia que tendrá la condición de la vía. La condición o estado de la vía conjuntamente con las normas geométricas de la misma, tienen un efecto directo sobre las velocidades vehiculares y los costos de operación vehicular.

En la Tabla 179, se presentan los beneficios netos de cada alternativa seleccionada y evaluada, comparada con la alternativa base de análisis<sup>49</sup>.

A partir de los resultados obtenidos del análisis económico mostrado en la Tabla 179, se determina que la alternativa seleccionada para el Diseño Final del Proyecto, presenta indicadores económicos favorables sobre la alternativa base, de igual forma queda evidenciado en la Tabla 180.

---

<sup>49</sup> La alternativa base es la utilizada en la Etapa de Factibilidad del Estudio, y constituye la situación actual de la carretera.

Tabla 179. Resultados de Análisis Económico para Alternativas Seleccionada.

H D M - 4		Economic Analysis Summary							
HIGHWAY DEVELOPMENT & MANAGEMENT		Study Name: BC EIA Ampliación CA01W-Los Chorros							
		Run Date: 09-08-2021							
		Currency: US Dollar (millions)							
		Discount: 12.00%							
		Analysis Mode: Analysis-by-Project							
Alternative: Alternativa Ampliacion 8 carriles vs Alternative: Alternativa Base		No Sensitivity Analysis Conducted							
	Increase in Road Agency Costs			Savings in MT VOC	Savings in MT Travel Time	Savings in NMT Travel &	Reduction in Accident	Net Social / Exogenous	Net Economic
	Capital	Recurrent	Special						
Undiscounted	228.66	0.55	18.21	3,889.47	4,507.09	0.00	0.00	0.00	8,149.14
Discounted	205.08	0.12	7.13	842.11	970.24	0.00	0.00	0.00	1,600.02
<b>Economic Internal Rate of Return (EIRR) = 60.8% (No. of solutions = 1)</b>									

Fuente: Elaboración propia, en base a Diseño Final de Ingeniería.

Tabla 180. Relaciones Beneficio/Costo para Alternativas analizadas.

H D M - 4		Economic Indicators Summary							
HIGHWAY DEVELOPMENT & MANAGEMENT		Study Name: BC EIA Ampliación CA01W-Los Chorros							
		Run Date: 09-08-2021							
		Currency: US Dollar (millions)							
		Discount Rate: 12.00%							
Sensitivity:		No Sensitivity Analysis Conducted							
Alternative	Present Value of Total Agency Costs (RAC)	Present Value of Agency Capital Costs (CAP)	Increase in Agency Costs ( C )	Decrease in User Costs ( B )	Net Exogenous Benefits ( E )	Net Present Value (NPV = B+E-C)	NPV/Cost Ratio (NPV/RAC)	NPV/Cost Ratio (NPV/CAP)	Internal Rate of Return ( IRR )
Alternativa Base	0.160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Alternativa Ampliacion 8 carriles	212.492	205.083	212.331	1,812.352	0.000	1,600.021	7.530	7.802	60.8 (1)

Figure in brackets is number of IRR solutions in range -90 to +900

Fuente: Elaboración propia, en base a Diseño Final de Ingeniería.

#### 8.5.4 Interpretación de resultados de la evaluación global.

La interpretación de los resultados de evaluación global, está basada en los indicadores de rentabilidad obtenidos de la evaluación a largo plazo: Valor Actualizado Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y la razón Beneficio/Costo (B/C).

##### 8.5.4.1 Valor Actual Neto (VAN).

El Valor Actual Neto se define como el valor actualizado al presente de todos los flujos de caja de efectivo futuros previstos para el período de análisis del proyecto, aplicando la tasa de descuento seleccionada.

La metodología consiste en descontar al momento actual (es decir, actualizar mediante una tasa) todos los flujos de caja futuros del proyecto. A este valor se le resta la inversión inicial, de tal modo que el valor obtenido es el valor actual neto del proyecto.

Criterios de decisión:

- Si el VAN es positivo o mayor a cero, la rentabilidad de la inversión está sobre la tasa de actualizada o de rechazo.
- Si el VAN es igual a cero, la rentabilidad será igual a la tasa de rechazo y para ambos casos ( $VAN \geq 0$ ) la alternativa analizada es considerada aceptable.
- Si el VAN es negativo, la rentabilidad está por debajo de la tasa de rechazo y por tanto la alternativa no es aceptable.

La fórmula que nos permite calcular el Valor Actual Neto es la siguiente:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0$$

En donde:

$V_t$ , representa los flujos de caja en cada periodo t.

$I_0$ , es el valor del desembolso inicial de la inversión.

$n$ , es el número de períodos considerado.

$k$ , es el tipo de interés o costo de oportunidad.

Los resultados obtenidos de Valor Neto Actualizado, según mostrado en las Tablas anteriores, son los siguientes:

- Alternativa Seleccionada: VAN= **\$1,600.02 millones.**

##### 8.5.4.2 Tasa Interna de Retorno (TIR).

La Tasa Interna de Retorno se conceptualiza como la tasa de interés (o la tasa de descuento) con la cual el valor actual neto o valor presente neto (VAN o VPN) es igual a cero.

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1 + TIR)^t} - I = 0$$

Donde:

$F_t$ , es el Flujo de Caja en el periodo  $t$ .

$n$ , es el número de periodos.

$I$ , es el valor de la inversión inicial.

Por tanto, es la tasa que iguala la suma del valor actual de los gastos con la suma del valor actual de los ingresos previstos:

$$\sum_{i=1}^N VPI_i = \sum_{i=1}^N VPC_i$$

Los resultados obtenidos según mostrado en la Tabla 4, son los siguientes:

- Alternativa Seleccionada: TIR= **60.8%**.

#### 8.5.4.3 Relación Beneficio/Costo (B/C).

La relación Beneficio/Costo, conocida también como índice neto de rentabilidad, es el cociente obtenido al dividir el valor actual de los ingresos totales netos o beneficios netos, entre el valor actual de los costos de inversión o costos totales del proyecto y está dado por la siguiente expresión:

$$\frac{B}{C} = \frac{VAB}{VAC} \Rightarrow 1$$

Este indicador económico expresa la rentabilidad de la inversión en términos relativos, interpretándose el resultado como el valor monetario obtenido por unidad monetaria invertida.

Criterio de decisión:

- Si la relación B/C es positiva la alternativa es aceptable.
- Si la relación es negativa, la alternativa debe rechazarse.

Los resultados obtenidos de la relación Beneficio/Costo, según mostrado en la Tabla 4, son los siguientes:

- Alternativa Seleccionada: B/C= **7.53**.



## 8.6 CONCLUSIONES.

- El Valor Actual Neto por la implementación del proyecto genera beneficios suficientes para la población que justifican la inversión en el proyecto, ya que genera ahorros (beneficios) para los usuarios, en el orden de **\$1,600.02** millones.
- La Tasa Interna de Retorno del proyecto, de **60.8%**, se encuentra por encima del costo de oportunidad utilizado para el análisis, del 12%.
- La relación Beneficio Costo de **7.53**, nos indica que, por cada dólar invertido, se obtendrá un beneficio en concepto de ahorros.
- Sobre la base de la evaluación global e interpretación de los resultados del análisis Beneficio/Costo, Rentabilidad y Eficiencia de la inversión, considerando factores Técnicos, Económicos, Sociales y Ambientales, incluidos dentro del diseño final de ingeniería del proyecto de ampliación del tramo de vía, se concluye que los indicadores de rentabilidad y eficiencia de la inversión, son aceptables.

## 8.7 RECOMENDACIONES.

- Tomando en cuenta los beneficios a obtener con la implementación del proyecto, los costos ambientales y sociales derivados de los impactos negativos son mínimos comparados con los impactos positivos (Beneficios ambientales y sociales) a obtener con la construcción del proyecto.
- Considerando que el proyecto de ampliación se mantiene sobre el mismo alineamiento existente, los impactos sobre los medios ambientales y sociales serán prevenibles, atenuables, mitigables y compensables.
- Mantener la recomendación del diseño sobre licitar la alternativa seleccionada, con sus características geométricas, de revestimiento y otras.

## 9 PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL.

De acuerdo al análisis realizado en el capítulo sobre Identificación, priorización, predicción y cuantificación de los impactos ambientales del presente Estudio de Impacto Ambiental y los resultados de las consultas públicas realizadas en el proyecto (Apéndice 6), el desarrollo del proyecto generará impactos ambientales severos, moderados y otros compatibles o de bajo impacto, tanto positivos como negativos. Las medidas de mitigación se ejecutarán mediante un Programa de Manejo Ambiental (PMA), durante las diferentes etapas del proyecto. Se considera que la vida útil es de largo plazo.

### 9.1 JERARQUÍA DE LA MITIGACIÓN.

La jerarquización de mitigación es una herramienta de la gestión ambiental cuyo propósito es que los proyectos de infraestructura que afecten potencialmente a los factores ambientales, implementen medidas efectivas para evitar, minimizar y compensar sus impactos.

### 9.2 PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL.

Al haberse identificado los principales impactos ambientales negativos que las actividades del proyecto generarán sobre los factores ambientales, se proponen a continuación las medidas ambientales, cuya aplicación reducirá los efectos negativos potenciales que el proyecto podría generar sobre el medio ambiente.

El Programa de Manejo Ambiental incluye la descripción, diseño y especificaciones técnicas de las medidas ambientales propuestas, para cada etapa del proyecto.

En la Tabla 181, se presentan las medidas ambientales cuya implementación es necesaria para prevenir, minimizar o corregir los impactos negativos relevantes. La implementación está bajo la responsabilidad directa del Titular del proyecto que debe de ejecutarlas siguiendo los lineamientos dados en el presente Estudio de Impacto Ambiental.

Tabla 181. Medidas ambientales propuestas para el proyecto.

Impactos ambientales potenciales.	Medidas Ambientales.
<b>Impactos severos.</b>	
Cambio en el uso actual del suelo.	Tratamiento a los taludes de corte para prevenir deslizamientos.
	Revegetación del proyecto.
	Acopio del suelo vegetal para ser reutilizado durante las labores de revegetación del proyecto.
	Manejo ambiental de los sitios de disposición final de material excedente.
	Manejo ambiental del plantel.
Afectación morfodinámica.	Tratamiento a los taludes de corte para prevenir deslizamientos.
	Revegetación del proyecto.
	Manejo ambiental de los bancos de materiales.
	Manejo ambiental de los sitios de disposición final de material excedente.
	Manejo ambiental del plantel.
Daños a la flora.	Compensación ambiental.
Cambios en la hidrología superficial.	Compensación ambiental.
	Tratamiento a los taludes de corte para prevenir deslizamientos.
	Revegetación del proyecto.
	Manejo ambiental de los bancos de materiales.
	Manejo ambiental de los sitios de disposición final de material excedente.
	Manejo ambiental del plantel.

Impactos ambientales potenciales.	Medidas Ambientales.
Afectaciones a la propiedad privada y desalojo de asentamientos humanos.	Instalación de la oficina de gestión ambiental del proyecto.
	Restauración de los accesos a propiedades privadas y caminos vecinales.
	Campaña de concientización ambiental para el proyecto.
Afectación de las fuentes de agua.	Manejo de las fuentes de agua (Planta de bombeo y acopios de agua).
Afectación a los servicios públicos.	Restauración de servicios públicos.
Afectación a los medios de subsistencia.	Campaña de concientización ambiental para el proyecto.
	Establecimiento de medidas de seguridad vial.
Incremento al tráfico vehicular.	Establecimiento de medidas de seguridad vial.
	Instalación de pasarelas y paradas de buses.
Impactos moderados.	Medidas Ambientales.
Daños a la fauna y avifauna.	Obras preventivas de daños a la fauna.
Alteración del hábitat y ecosistemas.	Obras preventivas de daños a la fauna.
Pérdida de estabilidad geológica.	Compensación ambiental.
	Tratamiento a los taludes de corte para prevenir deslizamientos <sup>50</sup> .
Arrastre y deposición de sedimentos en las áreas cercanas a cauces de aguas.	Manejo de la escorrentía superficial.
	Tratamiento a los taludes de corte para prevenir deslizamientos.
	Revegetación del proyecto.
	Manejo ambiental de los sitios de disposición final de material excedente.
Alteración (contaminación) de la calidad del aire.	Manejo ambiental del plantel.
	Monitoreo de la calidad del aire (hidrocarburos (HC), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ), óxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> ) y dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> ).
	Monitoreo del ruido en el proyecto.
	Programa de humectación y monitoreo de material particulado.
Alteración de los lechos de los ríos.	Manejo ambiental de los sitios de disposición final de material excedente.
	Manejo ambiental del plantel.
Cambios en la calidad del agua.	Tratamiento a los taludes de corte para prevenir deslizamientos.
	Revegetación del proyecto.
Daños a la salud pública.	Monitoreo de la calidad de las aguas del río Los Chorros (quebrada El Guarumal o río Colón), río Belén y río Agua Amarilla, para prevenir alteraciones físicas, químicas y biológicas.
	Programa de humectación y monitoreo de material particulado.
	Plan de manejo de desechos sólidos comunes y peligrosos en los frentes de trabajo.
	Monitoreo del ruido en el proyecto.
	Monitoreo de la calidad del aire (hidrocarburos (HC), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ), óxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> ) y dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> ).
	Programa de mantenimiento de la maquinaria durante la etapa de construcción.
	Campaña de concientización ambiental para el proyecto.
	Retiro del proyecto de cualquier instalación provisional, servicios utilizados, limpieza del corredor vial y unidades de apoyo, al finalizar la construcción del proyecto.
Manejo ambiental de los sitios de disposición final de material excedente.	
Afectación a vías de acceso (caminos vecinales y propiedades privadas).	Manejo ambiental del plantel.
	Restauración de los accesos a propiedades privadas y caminos vecinales.
Afectación a los patrones culturales (estilo de vida).	Campaña de concientización ambiental para el proyecto.
Disminución en la recarga de acuíferos.	Reinstalo de monumentos a difuntos.
Alteración al clima.	Compensación ambiental.
Incremento de los riesgos ocupacionales.	Compensación ambiental.
	Plan de manejo de los riesgos laborales del proyecto.
Impactos compatibles (poco significativos).	Dotación de agua potable para los trabajadores del proyecto.
	Medidas Ambientales.
Alteración de las vistas panorámicas.	Tratamiento a los taludes de corte para prevenir deslizamientos.
	Revegetación del proyecto.
	Manejo ambiental de los sitios de disposición final de material excedente.
Pérdida de carácter visual del área.	Manejo ambiental del plantel.
	Tratamiento a los taludes de corte para prevenir deslizamientos.

<sup>50</sup> Se incluye la revegetación de los taludes de corte para mejorar la estética visual de los mismos.

Impactos ambientales potenciales.	Medidas Ambientales.
	Revegetación del proyecto.
	Manejo ambiental de los sitios de disposición final de material excedente.
	Manejo ambiental del plantel.

Fuente: Elaboración propia

La distribución de las medidas ambientales por etapa del proyecto se presenta a continuación.  
Fase de construcción.

- Preparación de sitio.
  - Medida Ambiental No. 1. Instalación de la oficina de gestión ambiental del proyecto (Prevención).
  - Medida Ambiental No. 2. Acopio del suelo vegetal para ser reutilizado durante las labores de revegetación del proyecto (Atenuación).
  
- Construcción.
  - Medida Ambiental No. 3. Campaña de concientización ambiental para el proyecto (Prevención y Atenuación).
  - Medida Ambiental No. 4. Establecimiento de medidas de seguridad vial (Prevención).
  - Medida Ambiental No. 5. Plan de manejo de los riesgos laborales del proyecto (Prevención).
  - Medida Ambiental No. 6. Monitoreo de la calidad de las aguas del río Los Chorros (quebrada El Guarumal o río Colón), río Belén, río Agua Amarilla y aguas acopiadas en piletas del sector Los Chorros, para prevenir alteraciones físicas, químicas y biológicas (Prevención).
  - Medida Ambiental No. 7. Programa de mantenimiento de la maquinaria durante la etapa de construcción (Prevención).
  - Medida Ambiental No. 8. Monitoreo de la calidad del aire (hidrocarburos (HC), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), óxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)). (Prevención).
  - Medida Ambiental No. 9. Monitoreo del ruido en el proyecto (Prevención)
  - Medida Ambiental No. 10. Programa de humectación y monitoreo del material particulado (Prevención).
  - Medida Ambiental No. 11. Plan de manejo de desechos sólidos comunes y peligrosos en los frentes de trabajo (Prevención).
  - Medida Ambiental No. 12. Dotación de agua potable para los trabajadores del proyecto (Prevención).
  - Medida Ambiental No. 13. Establecimiento de sanitarios portátiles en los frentes de trabajo (Prevención).
  - Medida Ambiental No. 14. Manejo de la escorrentía superficial (Prevención)
  - Medida Ambiental No. 15. Plan de prevención ante hallazgos de sitios arqueológicos y culturales (Prevención).

- Medida Ambiental No. 16. Obras preventivas de daños a la fauna (Prevención y Atenuación).
- Medida Ambiental No. 17. Tratamiento a los taludes de corte para prevenir deslizamientos (Prevención y Atenuación).
- Medida Ambiental No. 18. Revegetación del proyecto (Prevención y Atenuación).
- Medida Ambiental No. 19. Construcción de pasarelas y paradas de buses (Prevención).
- Medida Ambiental No. 20. Restauración de los accesos a propiedades privadas y caminos vecinales<sup>51</sup> (Compensación).
- Medida Ambiental No. 21. Manejo de las fuentes de agua (Planta de bombeo y acopios de agua (Atenuación y compensación).
- Medida Ambiental No. 22. Compensación ambiental (Compensación).
- Medida Ambiental No. 23. Reinstalación de monumentos a difuntos (Compensación).
- Medida Ambiental No. 24. Manejo ambiental del plantel (Prevención, compensación y mitigación).
- Medida Ambiental No. 25. Manejo ambiental de los sitios de disposición final de material excedente (Prevención, compensación y mitigación).
- Medida Ambiental No. 26. Manejo ambiental de los bancos de materiales (Prevención, compensación y mitigación).
- Cierre de la etapa de Construcción.
  - Medida Ambiental No. 27. Retiro del proyecto de cualquier instalación provisional, servicios utilizados, limpieza del corredor vial y unidades de apoyo, al finalizar la construcción del proyecto (Atenuación).
- Funcionamiento.
  - Medida Ambiental No. 1. Mantenimiento por tres años del zacate barrenillo (*Cynodon dactylon*) plantado en los taludes de corte del proyecto (Mitigación).
  - Medida Ambiental No. 2. Mantenimiento por tres años de la revegetación realizada en el proyecto (Mitigación).
  - Medida Ambiental No. 3. Mantenimiento de la compensación ambiental realizada en las áreas naturales protegidas (Compensación).
  - Medida Ambiental No. 4. Monitoreo del ruido en el proyecto (Prevención).
  - Medida Ambiental No. 5. Mantenimiento de los pasos de fauna terrestre, derramaderos y drenajes del proyecto (Prevención).

A continuación, se presenta la descripción de cada una de las medidas ambientales, por cada etapa del proyecto, considerando las inversiones necesarias de acuerdo a la programación de ejecución (años) de las obras del proyecto.

---

<sup>51</sup> Se aclara que son los accesos (calles vecinales o entradas a terrenos, casas privadas y comercios) que han sido deteriorados durante la construcción, los cuales deberán ser restaurados, para que las comunidades y los propietarios de terrenos privados aledaños a la nueva autopista no tengan inconvenientes para desplazarse a sus destinos habitacionales o de generación de ingresos.

## 9.2.1 Preparación de sitio.

La etapa de construcción se inicia con la preparación del sitio donde será emplazado el proyecto, las medidas ambientales relacionadas, son las siguientes.

### 9.2.1.1 Medida Ambiental No. 1. Instalación de la oficina de gestión ambiental del proyecto.

Tipo de medida: Prevención.

#### Objetivos:

- Ejecución y seguimiento de cada una de las medidas ambientales a desarrollarse en la etapa de construcción del proyecto.
- Monitoreo de los parámetros utilizados en cada una de las medidas ambientales establecidas en el Programa de Manejo Ambiental, para su fiel cumplimiento.
- Atender y resolver quejas relacionadas con daños ambientales en el área de influencia del proyecto.
- Generar un banco de archivos digitales y escritos relacionados con el cumplimiento de las medidas ambientales ejecutadas en el proyecto.
- Atender auditorías ambientales por parte de los reguladores nacionales.

Factores ambientales a verse afectados: Todos los factores ambientales, los cuales serán monitoreados por la oficina de gestión ambiental.

Impacto a mitigar y su descripción: Todos los impactos ambientales provenientes de la construcción del proyecto, por medio de la ejecución y seguimiento para el cumplimiento del Programa de Manejo Ambiental.

Actividad generadora del Impacto: Actividades de construcción del proyecto.

Tiempo de ejecución de la medida: La oficina de gestión ambiental deberá estar funcionando desde el primer mes de iniciado el proyecto y deberá cerrarse con la finalización del plazo contractual del mismo, con la finalidad de solventar los procesos de auditoría ambiental.

#### Descripción de la medida ambiental.

Para el funcionamiento de la oficina de gestión ambiental será necesario establecer los recursos bajo los cuales estará funcionando, los cuales se describen a continuación:

#### Ubicación y equipamiento.

Las instalaciones deberán estar visiblemente identificadas contando con 9 rótulos informativos para dar a conocer la ubicación, horarios de atención y número de teléfono de la oficina de gestión ambiental. Los rótulos estarán ubicados en ambos sentidos de la carretera y serán distribuidos de la siguiente manera: 2 al inicio del proyecto, 2 en el inicio del viaducto, 2 en el intercambiador hacia Sonsonate, 2 frente al Complejo Educativo Soldado Oscar Antonio Ortíz Reyes y 1 en la entrada de la oficina, contando como mínimo con mobiliario y papelería de

oficina, computadora y servicio de internet, scanner, impresor, fotocopiadora, cámara fotográfica y vehículo.

Recursos humanos.

Los especialistas necesarios tomando en cuenta las distintas medidas ambientales y las disciplinas de intervención son los siguientes:

Coordinador (a) de la Oficina de Gestión Ambiental, con experiencia al menos de 10 años en proyectos relacionados con la construcción de carreteras, el cual debe estar acreditado y actualizado en el banco de prestadores de servicios ambientales del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, el contrato debe ser a tiempo completo para el proyecto.

Ambientalistas de apoyo (2): Con experiencia al menos de 10 años en proyectos relacionados con la construcción de carreteras, los cuales deben estar acreditados y actualizados en el banco de prestadores de servicios ambientales del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, los contratos deben ser a tiempo completo para el proyecto.

Profesional en ciencias Biológicas, graduado, con experiencia en manejo de fauna silvestre tanto terrestre como avifauna, con 3 años de experiencia, el cual deberá ser contratado en base a intervenciones puntuales de acuerdo a las necesidades de la obra.

Técnico forestal. Profesional graduado en ciencias forestales con 3 años de experiencia, el cual deberá ser contratado en base a intervenciones puntuales de acuerdo a las necesidades de la obra. Responsable del manejo de limpieza y desmonte del proyecto y las compensaciones ambientales que se lleven a cabo.

Para la ejecución del Programa de Manejo Ambiental los diferentes profesionales que integren la oficina de gestión ambiental deberán ser apoyados por cuadrillas de trabajadores para la ejecución de las medidas ambientales.

Cabe destacarse que todo el equipo que forme parte del personal que atenderá la oficina de gestión ambiental, debe tener conocimientos básicos sobre igualdad de género además de asegurar un trato adecuado y no discriminatorio a la población.

El personal de la oficina de gestión ambiental dependerá del Coordinador de la misma y este directamente del Gerente del Proyecto.

Responsabilidades y funciones del personal de la oficina de gestión ambiental.

Coordinador (a) Ambiental

- El o la Coordinador (a) Ambiental dependerá del gerente del proyecto de la empresa constructora.

- Deberá participar en las reuniones convocadas por la gerencia del proyecto, como en las reuniones de seguimiento convocadas por el Titular.
- Coordinar con él o la Residente (a) del proyecto las actividades necesarias para ejecutar el PMA.
- Elaborar un Programa con su respectivo cronograma de trabajo y la logística necesaria para ejecutar el PMA, por lo que debe tener un conocimiento detallado del EIA, y su PMA.
- Ejecutar cada una de las medidas ambientales de acuerdo a las especificaciones técnicas reflejadas en el presente PMA.
- Brindar monitoreo sobre cada una de las medidas ambientales ejecutadas para verificar calidad y funcionabilidad de la obra.
- Documentar la ejecución de las medidas ambientales.
- Coordinar con el responsable de la Oficina de Gestión Social y el comunicador, la ejecución de las actividades contempladas en el plan de información y comunicación del proyecto, que estén relacionadas con el componente ambiental.
- Mantener monitoreado y actualizado el cumplimiento del PMA.
- Establecer y mantener contacto regular con las Alcaldías del área de influencia del proyecto, identificando las personas con responsabilidades ambientales, asegurando que tengan información actualizada acerca del proyecto y su implementación, y facilitando su participación en las decisiones ambientales relacionadas con el mismo.

#### Ambientalistas (2).

- Dependerán del Coordinador (a) Ambiental del proyecto de la empresa constructora.
- Coordinar con el Coordinador (a) Ambiental del proyecto, actividades necesarias para ejecutar el PMA.
- Elaborar junto al Coordinador (a) Ambiental del proyecto un Programa con su respectivo cronograma de trabajo y la logística necesaria para ejecutar el PMA, por lo que debe tener un conocimiento detallado del EIA y su PMA.
- Ejecutar cada una de las medidas ambientales de acuerdo a las especificaciones técnicas reflejadas en el presente PMA.
- Brindar monitoreo sobre cada una de las medidas ambientales ejecutadas para verificar calidad y funcionabilidad de la obra.
- Documentar la ejecución de las medidas ambientales.
- Establecer y mantener contacto regular con las Alcaldías del área de influencia del proyecto, identificando las personas con responsabilidades ambientales, asegurando que tengan información actualizada acerca del proyecto y su implementación, y facilitando su participación en las decisiones ambientales relacionadas con el mismo.

#### Técnico forestal:

- Elaborar el plan de manejo de la vegetación que sufrirá alteración por el proyecto, el cual deberá someter a la supervisión del proyecto para el visto bueno.
- Capacitar al personal encargado de la tala y desbroce.



- Responsable de la remoción y poda de la vegetación, así como el manejo de los desechos vegetales.
- Planificar y verificar la compensación ambiental del proyecto.
- Velar por la plantación de especímenes cuando por actividades de la construcción sean talados árboles o arbustos de los cercados existentes en los límites del derecho de vía, si la actividad se realiza.

Biólogo (Especialista en aves y fauna terrestre).

Las funciones del profesional estarán en función de la demanda del proyecto, es decir que será contratado puntualmente en la asesoría al Coordinador Ambiental para la verificación de las medidas con relación al manejo de la fauna silvestre.

Inversión en la medida ambiental.

En la Tabla 182, se presenta la inversión a realizar en la presente medida ambiental.

Tabla 182. Inversión de la medida ambiental.

COMPONENTE.	RECURSOS.	CANTIDAD.	COSTO UNITARIO (US\$).	COSTO TOTAL (US\$).
<b>Primer año (12 meses).</b>				
Equipo de oficina y mobiliario.	Computadora de escritorio.	3.00	480.00	1440
	Escritorio secretarial.	3.00	180.00	540
	Silla secretarial.	3.00	60.00	180
	Silla de espera.	3.00	24.00	72
	Ventilador.	3.00	60.00	180
	Cámara fotográfica.	3.00	300.00	900
	Rótulo.	9.00	360.00	3240
	Banner.	3.00	60.00	180
	Papelería e insumos.	SG	1,440.00	1,440.00
Servicios.	Teléfono fijo (12 meses).	3.00	25.00	900.00
	Celulares (12 meses).	3.00	20.00	720.00
Recursos humanos.	Coordinador ambiental (a) (12 meses).	1.00	2,500.00	30,000.00
	Ambientalista de apoyo (12 meses).	2.00	2,500.00	60,000.00
	Técnico forestal (12 meses).	1.00	1,000.00	12,000.00
	Especialista en fauna y avifauna (9 meses).	1.00	500.00	4,500.00
<b>Total, Primer año.</b>				<b>116,292.00</b>
<b>Segundo año (12 meses).</b>				
Servicios.	Teléfono fijo (12 meses).	3.00	25.00	900.00
	Celulares (12 meses).	3.00	20.00	720.00
	Papelería e insumos.	SG	1,440.0	1,440.00
Recursos humanos.	Coordinador ambiental (a) (12 meses).	1.00	2,500.00	30,000.00
	Ambientalista de apoyo (12 meses).	2.00	2,500.00	60,000.00
	Técnico forestal (12 meses).	1.00	1,000.00	12,000.00
	Especialista en fauna y avifauna (9 meses).	1.00	500.00	4,500.00
<b>Total, Segundo año.</b>				<b>109,560.00</b>
<b>TOTAL, GENERAL</b>				<b>225,852.00</b>

El costo de la medida ambiental será de **DOCIENTOS VEINTICINCO MIL OCHOCIENTOS CINCUENTA Y DOS 00/100 (US\$ 225,852.00) DOLARES** de los **ESTADOS UNIDOS DE AMERICA**, los cuales forman parte del presupuesto de construcción de la obra, no siendo considerado en los costos del presente Programa de Manejo Ambiental (Medida no afianzada)

Responsable de su ejecución: La ejecución de la actividad será responsabilidad del Ministerio de Obras Públicas y de Transporte, quien ejecutará por medio de la empresa constructora.

Indicador de desempeño: Oficina de gestión ambiental con el personal completo y funcionando.

9.2.1.2 Medida Ambiental No. 2. Acopio del suelo vegetal para ser reutilizado durante las labores de revegetación del proyecto.

Tipo de medida: Atenuación

Objetivos: Optimizar el suelo que ha sido generado por la actividad de descapote, reusándolo en labores de revegetación.

Factor ambiental a verse afectado: Suelo.

Impacto a mitigar y su descripción: Pérdidas de suelo de descapote debido a la impermeabilización de nuevas áreas generadas por los cambios en el uso del suelo (ver Apéndice 4.2).

El área que será impactada por el descapote en el proyecto, se estima en 417,873.17 m<sup>2</sup>, bajo un volumen estimado de 62,680.98 m<sup>3</sup> de suelo de descapote.

Actividad generadora del Impacto: Descapote de la traza de acuerdo al diseño del proyecto.

Descripción de la actividad generadora del impacto: El impacto estará relacionado con la remoción de la capa fértil del suelo, considerada de 15 cm de espesor.

Tiempo de ejecución: Se prevé que la duración de esta actividad será al menos de seis (6) meses durante la preparación de sitio del proyecto, el material no reutilizado deberá ser resguardado y reutilizado en los cuatro últimos meses de la etapa de construcción durante las labores de engramado de los taludes e isletas del proyecto.

Descripción de la medida ambiental.

El volumen de descapote generado será almacenado en promontorios no mayores a los 1.5 m de altura, para lo cual la empresa constructora deberá resguardarlos en zonas estratégicas cercanas a los sitios en donde se generarán taludes de relleno o almacenados temporalmente en los sitios de disposición final propuestos u otros que tenga permiso ambiental, este material debe estar separado del material de desalojo, para ser utilizado en el proceso de revegetación

de los taludes, debido a que se trata del horizonte superficial del suelo en donde se concentran los nutrientes que las plantas utilizan para el crecimiento.

Durante la movilización de este material, los camiones que lo transporten deberán cubrirlo con lona para prevenir la generación de particulados durante el recorrido. Si durante el proceso de la utilización quedará un remanente, deberá ser distribuido entre los productores agrícolas (fincas de café) de la zona, para que lo utilicen en sus propiedades y en sus viveros del cultivo del café o donarlos a viveros comunales, comerciales o de las municipalidades de Santa Tecla, Colón y San Juan Opico, para que sea utilizado.

Actividades específicas:

- Acopiar el suelo de descapote que resulte de la remoción que se realice en la ampliación del proyecto.
- Utilización del suelo en los taludes del proyecto para el enriquecimiento de los mismos.

Inversión en la medida ambiental.

La inversión a realizar en la actividad de descapote forma parte del presupuesto de la obra, no siendo considerado en los costos del presente Programa de Manejo Ambiental (Medida no afianzada)

Responsable de su ejecución: La ejecución de la actividad será responsabilidad del Ministerio de Obras Públicas y de Transporte, quien ejecutará por medio de la empresa constructora.

Indicador de desempeño: Protección y reutilización del suelo de descapote en los sitios requeridos para la revegetación del proyecto.

## 9.2.2 Construcción.

### 9.2.2.1 Medida Ambiental No. 3. Campaña de concientización ambiental para el proyecto.

Tipo de medida: Prevención y atenuación.

Objetivos:

- Generar conocimientos y concientización ambiental en la población del área de influencia del proyecto que conlleve a la protección de los recursos ambientales.
- Brindar charlas sobre concientización ambiental a los trabajadores del proyecto para prevenir daños a los recursos ambientales en los frentes de trabajo.
- Establecer comunicación directa entre especialistas ambientales y trabajadores del proyecto, sobre atención inmediata a casos detectados que puedan generar a daños a los recursos ambientales del área de influencia del proyecto.

- Internalizar la resolución MARN de permiso ambiental y medidas ambientales contenidas en el Programa de Manejo Ambiental del proyecto, así como las condiciones de cumplimiento obligatorio que fuesen generadas por el MARN.

Factores ambientales a verse impactados: Flora y fauna del proyecto.

Impacto a prevenir y su descripción: Los impactos que serán prevenidos y/o atenuados, mediante una efectiva campaña de concientización ambiental desarrollada en el proyecto, serán los siguientes:

- Prevención de daños a la flora y fauna del proyecto, así como del resto de recursos ambientales de la zona de influencia del mismo.

Actividad generadora del Impacto: Todas las actividades constructivas del proyecto.

Descripción de la actividad generadora del impacto: El brindar los conocimientos necesarios a las comunidades (personas que habitan en la zona) y trabajadores del proyecto, sobre las diversas actividades constructivas que involucrará la obra vial y como estas pueden impactar a los recursos ambientales de zona de influencia, permitirá prevenir o atenuar posibles daños a los recursos ambientales involucrados.

Tiempo de ejecución de la medida.

La rotulación de la oficina de gestión ambiental deberá llevarse a cabo al inicio del proyecto y el resto de los componentes de información y comunicación deberán ser ejecutados en tres etapas: Al inicio, 8 y 14 meses después de iniciada la fase de construcción. Las charlas a los trabajadores deberán ser brindadas en los frentes de trabajo cada 15 días.

Descripción de la medida ambiental.

El desarrollo de la campaña de concientización ambiental en el proyecto, será llevado a cabo por medio de la oficina de gestión ambiental y será abordada en forma secuencial y paralela al desarrollo de las actividades constructivas.

Las jornadas y charlas que involucrará la concientización responderán a un cronograma de ejecución del Programa de Manejo Ambiental y al desarrollo de las actividades de la obra y serán desarrolladas por los especialistas ambientales de la oficina de gestión ambiental del proyecto.

Como parte de la campaña de concientización, se van a desarrollar 2 componentes importantes, siendo los siguientes:

- a) Componente de Información: Será realizada por medio de hojas volantes y la adecuada señalización para la fácil ubicación de la oficina de gestión ambiental del proyecto (rótulos). Se utilizará un lenguaje no técnico y fácilmente comprensible para los pobladores y trabajadores involucrados. La descripción de las herramientas, se presentan a continuación.

- Hojas volantes.

Serán repartidas a lo largo de la construcción del proyecto 10,000 hojas volantes a pobladores, organizaciones locales, trabajadores y visitantes a la obra. Las hojas volantes deberán tener 8.5 x 5.5 pulgadas, full color y su elaboración será coordinada con la Gerencia de Comunicaciones del MOPT.

- Rótulos de la oficina de gestión ambiental del proyecto.

La oficina de gestión ambiental estará ubicada en el mismo espacio de la oficina de gestión social, para lo cual, se instalarán 9 rótulos informativos para dar a conocer la ubicación, horarios de atención y número de teléfono. Los rótulos estarán ubicados en ambos sentidos de la carretera, en la forma siguiente: 2 al inicio del proyecto, 2 en el inicio del viaducto, 2 en el intercambiador hacia Sonsonate, 2 frente al Complejo Educativo Soldado Oscar Antonio Ortíz Reyes y 1 en la entrada de la misma.

En la Ilustración 175, se presenta un ejemplo de esquema básico de los rótulos utilizado para otro proyecto y que puede ser retomado, lo cual será coordinado con la Gerencia de Comunicaciones del MOPT.

Ilustración 175. Ejemplo de esquema básico de los rótulos que puede ser retomado.



Descripciones técnicas:

- ✓ Dimensiones para rótulo de oficina de gestión ambiental: 1.20 x 0.60m.
- ✓ Cantidad: 9 (8 a lo largo del proyecto y 1 en la entrada a la oficina de gestión ambiental).
- ✓ Materiales: Lámina lisa calibre 26 sobre marco metálico de tubo industrial cuadrado de 1 pulgada, pintado con doble capa anticorrosiva.
- ✓ Fondo: Amarillo y Azul.
- ✓ Letras: Negras.

- b) Componente de comunicación: Este componente comprenderá todas aquellas acciones de comunicación, que buscarán tener una respuesta y retroalimentación por parte del público objetivo, debido a que la etapa de construcción suele ser el momento en que las personas afectadas experimentan por primera vez los efectos físicos tratados durante el proceso de elaboración del Estudio de Impacto Ambiental y que ahora pueden hacer cambiar sus formas de vida y de trabajo.

Para llevar a cabo una comunicación en el proyecto se realizarán capacitaciones y charlas informativas sobre educación ambiental en los centros escolares y reuniones públicas con las comunidades aledañas al proyecto, así como charlas a los trabajadores. Es importante mencionar que la ejecución de las mismas, deberá ser coordinada con los especialistas sociales y de seguridad e higiene ocupacional del proyecto, con la finalidad de que se aborden también en forma integral temas de interés de las mencionadas especialidades.

La distribución de las capacitaciones y de las charlas, será la siguiente:

Se realizarán 3 jornadas de capacitación por escuela que utilice la carretera como acceso, especialmente a los alumnos. Las jornadas serán distribuidas de la siguiente manera: Al inicio del proyecto, la segunda a los 8 meses y la última a los 14 meses, ambas después de iniciada la fase de construcción. En el área de influencia del proyecto, fueron identificados los centros educativos siguientes: Centro Escolar Quezaltepec y Escuela de Educación Parvularia Colonia Quezalpec del municipio de Santa Tecla, Complejo Educativo Sor Clara Quiroz, Centro Educativo Hacienda San Miguel cantón El Cobanal, Centro Escolar cantón Las Moras, Centro Escolar de Residencial Los Chorros, Colegio Mercedes Durant, Liceo Castilla del municipio de Colón y el Centro Escolar Colonia El Milagro cantón La Arenera, Complejo Educativo Soldado Oscar Antonio Ortiz Reyes del municipio de San Juan Opico, los cuales serán participantes de las jornadas de capacitación.

Se desarrollarán 3 jornadas de capacitación de carácter público con las comunidades del área de influencia del proyecto. Se le brindará prioridad, pero no exclusividad a las zonas urbanas de la ciudad de Colón, Cantón Lourdes y Cantón El Sitio del Niño. Las reuniones serán distribuidas de la siguiente manera: Al inicio del proyecto, la segunda a los 8 meses y la última a los 14 meses, después de iniciada la fase de construcción. En el área de influencia del proyecto fueron identificados los centros poblacionales siguientes: Residencial Alpes Suizos del municipio de Santa Tecla, área urbana de la ciudad de Colón, Cantón Lourdes (incluyendo los cantones El Cobanal y Las Moras) del municipio de Colón y el Cantón El Sitio del Niño del municipio de San Juan Opico, los cuales serán participantes de las jornadas de capacitación.

A los trabajadores del proyecto se les brindarán dos charlas mensuales a grupos con un número entre los 15 y 20 trabajadores de cada frente de trabajo.

Las temáticas bajo las cuales se desarrollarán las capacitaciones y las charlas, serán la siguiente:

- Internalizar el contenido de la resolución MARN de permiso ambiental, incluyendo una descripción de las medidas ambientales y de condiciones de cumplimiento obligatorio que serán atendidas durante la construcción y funcionamiento del proyecto.
- Presentación de las principales especies de flora y fauna (reptiles, mamíferos, y aves) identificadas en la zona de influencia del proyecto, concientizando a los asistentes sobre la importancia de las especies amenazadas y en peligro de extinción identificadas.
- Conceptos de biodiversidad, cambio climático y afectación de la fauna y uso sustentable de las especies.
- Captura y manipulación de animales silvestres, haciendo énfasis en los sitios privados y de ONG'S que tienen convenio con el MARN para el manejo de la vida silvestre o que cuentan con refugios.
- Manejo adecuado de desechos sólidos comunes y peligrosos.

En el Apéndice 18, se incluyen algunas cartillas que incluyen contenidos de capacitaciones y charlas en temática ambiental, las cuales están disponibles en la página web del MARN que pueden servir de guía.

Inversión en la medida ambiental.

La inversión en la campaña de concientización ambiental para el proyecto, se presenta en la Tabla 183.

Tabla 183. Inversión propuesta para el desarrollo de la campaña de concientización ambiental para el proyecto.

Recurso.	Unidad de medida.	Cantidad.	Costo unitario (US\$).	Costo Total (US\$).
<b>Año 1 (12 meses).</b>				
Material informativo escrito.	Hojas volantes.	5,000.00	0.25	1,250.00
Refrigerios para jornadas en escuelas.	Número de jornadas de capacitación.	22.00	100.00	2,200.00
Refrigerios para jornadas con las comunidades.	Unidades.	12.00	400.00	4,800.00
<b>Total, Año 1 (12 meses).</b>				<b>8,250.00</b>
<b>Año 2 (12 meses).</b>				
Material informativo escrito.	Hojas volantes.	5,000.00	0.25	1,250.00
Refrigerios para jornadas en escuelas.	Número de jornadas de capacitación.	11.00	100.00	1,100.00
Refrigerios para jornadas con las comunidades.	Unidades.	6.00	400.00	2,400.00
<b>Total, año 2 (12 meses).</b>				<b>4,750.00</b>
<b>TOTAL</b>				<b>13,000.00</b>

El costo de la medida ambiental será de TRECE MIL 00/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA (US\$ 13,000.00).

Responsable de su ejecución: La ejecución de la actividad será responsabilidad del Ministerio de Obras Públicas y de Transporte, quien ejecutará por medio de la empresa constructora.

Indicador de desempeño: Población y trabajadores del proyecto concientizados de la protección de los recursos ambientales.

#### 9.2.2.2 Medida Ambiental No. 4. Establecimiento de medidas de seguridad vial.

Tipo de medida: Prevención.

Objetivos: Prevenir accidentes en los trabajadores, población aledaña y los que circulan por el proyecto debido al transporte de materiales, desalojos y manejo del tráfico vehicular durante la construcción.

Factores ambientales a verse afectados: Calidad del aire, comunidades aledañas y fauna de la zona.

Impacto a prevenir y su descripción: Incremento del tráfico vehicular y peatonal, afectación a vías de acceso (caminos vecinales y propiedades privadas).

Los impactos tienen que ver con riesgos de accidentes de las poblaciones del área de influencia del proyecto, así como de los trabajadores del mismo, debido a incrementos en el tráfico vehicular y peatonal, tanto en la carretera como en las comunidades aledañas y sus accesos (congestionamientos), además de la prevención de afectaciones a las actividades ocupacionales diarias de las personas y de los riesgos laborales de los trabajadores.

Actividad generadora del Impacto: Movilización de maquinaria, transporte de materiales y desalojos, tráfico vehicular y peatonal, etc.

Tiempo de ejecución de la medida: Toda la etapa de construcción.

Descripción de la medida ambiental.

Para el manejo del tráfico se cumplirá con el marco legal referido a leyes, reglamentos, normativas o lineamientos, según detalle:

- Manual Centroamericano de dispositivos uniformes para el control de Tráfico, SIECA 2000 y sus modificaciones.
- Ley de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial, El Salvador.
- Reglamento General de Tránsito, El Salvador.
- Manual de Seguridad y Señalización para trabajos en vías terrestres, MOP, El Salvador.

La estrecha coordinación con las instituciones rectoras en materia de tránsito y seguridad, por medio de un especialista en seguridad e higiene ocupacional, con el apoyo de un comité de manejo de emergencias y primeros auxilios, contando con un equipo de movilización, garantizará el prevenir riesgos debido a las diferentes actividades que se lleven a cabo.



El propósito de la señalización vial y los dispositivos de control de tránsito, es facilitar y garantizar el movimiento ordenado, seguro y predecible de todos los usuarios de la vía en construcción. Asimismo, los dispositivos de control también tienen por objeto guiar y advertir a los usuarios de la vía conforme sea necesario, para garantizar la operación segura del tráfico al momento de la construcción de la vía.

Durante la construcción, la empresa constructora, establecerá señales verticales convencionales de seguridad, así como también conos reflectivos y rótulos visibles. Deberá usar colores apropiados en la elaboración de los avisos y/o señales, también utilizará cintas reflectivas, de acuerdo a los puntos de movilización de los desalojos y materiales por el proyecto.

El flujo vehicular al momento de estar realizando los desalojos o trabajos en los planteles, se controlará por lo menos con la ayuda de dos banderilleros regulando la entrada y salida del flujo vehicular en los mismos; estos se encontrarán debidamente identificados con chalecos y conos reflectivos (ver Ilustración 176).

Ilustración 176. Control de tráfico en las zonas de trabajo.



Utilización de señalización vial para regular el tráfico vehicular durante el manejo de los desalojos y el acceso a los planteles del proyecto.

Será obligatorio el uso de banderillas de color rojo, por el personal controlador de tráfico, el cual le servirá para detener y guiarlos por sitios seguros.

El banderillero es responsable de la seguridad de los usuarios de la vía y de los trabajadores de la empresa que construyan el proyecto, por lo que debe ser seleccionado cuidadosamente, debiendo cumplir, por lo menos, con los siguientes requisitos:

- Haber aprobado educación básica.
- Poseer buena visión y audición.
- Poseer buenos modales para brindar buen trato al usuario de las vías.

El banderillero deberá estar siempre visible para todos los conductores, con la vestimenta especificada para esta actividad (gorra, uniforme, chaleco reflectivo, mascarilla, banderilla, botas de cuero).

Estará ubicado frente al tránsito que se acerca al área de actividad. Su puesto de trabajo estará situado detrás de barreras u otros elementos de segregación.

Las zonas de instalaciones auxiliares y caminos de acceso también se marcarán convenientemente, de manera que la circulación de la maquinaria y la localización de elementos auxiliares se restrinjan a las zonas previamente delimitadas, de igual forma los accesos a comunidades vecinas como entradas y salidas del área de influencia del proyecto estarán marcados convenientemente, con la finalidad de generar seguridad en tales sitios.

La señalización contemplará avisos en puntos de interés que inviten a los transportistas de materiales a evitar el uso de pitos y sirenas, a cumplir con los horarios y a respetar las rutas definidas para la entrada y salida de materiales de la obra.

Actividades específicas.

- Contratación y capacitación de banderilleros y banderilleras.
- Dotación de equipo completo de protección personal (uniformes, botas de cuero, pitos, radios de comunicación, chalecos reflectivos, mascarillas, gorras, capas, etc.).
- Dotación de señales temporales preventivas, así como dispositivos de manejo del tráfico.

Inversión en la medida ambiental.

La inversión a realizar para el cumplimiento de la medida ambiental, forma parte del presupuesto de construcción de la obra, no siendo considerado en los costos del presente Programa de Manejo Ambiental (Medida no afianzada).

En las Ilustraciones 177, 178 y 179, se presentan algunos dispositivos de seguridad recomendados.

Ilustración 177. Banderillas de color rojo.

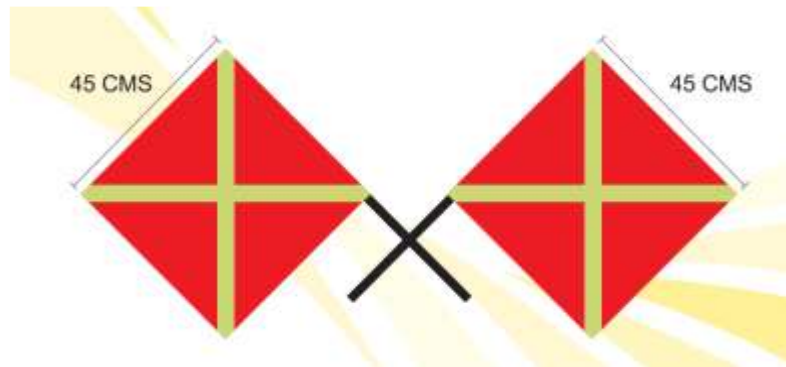


Ilustración 178. Conos reflectivos.



### DESCRIPCIÓN TÉCNICA:

El cono será de material de Cloruro de Polivinilo (PVC) de 71.12 cms. de alto, color Naranja Fluorescente. Llevará dos anillos de material reflectivo (uno de 15.24 cms. y otro de 10.16 cms. de ancho) Grado Alta Intensidad, Diamante o Diamante3 (GC3), Los colores de las partes retrorreflectantes de los elementos de canalización deben cumplir siempre con los niveles mínimos de retrorreflexión especificado por la norma ASTM D 4956-95

Ilustración 179. Barriles reflectivos.



### DESCRIPCIÓN TÉCNICA:

El barril será de material de Cloruro de Polivinil (PVC) de un metro de alto, color Naranja Fluorescente.

Llevará cuatro anillos de material reflectivo (cada uno de 10.16 cms. de ancho) Grado Alta Intensidad, dos anillos serán de color Plata y dos anillos de color Naranja PANTONE ORANGE 021.

Responsable de su ejecución: La ejecución de la actividad será responsabilidad del Ministerio de Obras Públicas y de Transporte, quien ejecutará por medio de la empresa constructora.

Indicador de desempeño: Zonas de desalojo y de planteles, debidamente señalizados de acuerdo a los trabajos en desarrollo y ausencia de accidentes.

9.2.2.3 Medida Ambiental No. 5. Plan de manejo de riesgos laborales del proyecto.

Tipo de medida: Prevención.

Objetivos:

- Capacitar a los trabajadores y dotarles del equipo de protección personal de acuerdo a las actividades a realizar, para prevenir accidentes o enfermedades de acuerdo a la

ocupación, así como generarles condiciones de seguridad durante las actividades encomendadas.

- Generar condiciones de seguridad a la población aledaña al proyecto.
- Generar condiciones de seguridad a los componentes ambientales del proyecto.

Factor ambiental a verse afectado: Trabajadores del proyecto.

Impacto a prevenir y su descripción: Incremento de los riesgos ocupacionales (accidentes y enfermedades), debido a la falta de dotación del equipo de protección personal de acuerdo a las actividades del proyecto. Se considera que estarán laborando 700 personas en promedio.

Actividad generadora del Impacto: Todas las actividades constructivas y de operación requirieren personal dotado de equipo de protección personal y capacitados en su uso. La asignación deberá estar de acuerdo a las actividades constructivas que realicen.

Descripción de la actividad generadora del impacto: La ausencia de equipo de protección personal y de una capacitación adecuada, pone en riesgo de accidentes y enfermedades a los trabajadores. El riesgo puede ser considerado desde leve hasta grave de acuerdo a las actividades que realicen y del equipo de protección personal en utilización.

Tiempo de ejecución de la medida: Toda la etapa de construcción del proyecto.

Descripción de la medida ambiental.

Durante la construcción y la operación de una obra pueden presentarse eventos que coloquen en riesgo la salud e integridad física tanto de los trabajadores como de las personas transeúntes o que habitan en las zonas aledañas; por lo que es importante generar esta medida para prevenir riesgos de accidentes y enfermedades. No debe olvidarse que también la empresa constructora debe prever dentro de sus alcances los riesgos que corre la población directamente afectada por la obra, debiendo identificar tales situaciones y estableciendo la forma en las que puede reducirlos.

En términos generales, entre los riesgos que pueden afectar la seguridad y salud de la población se encuentran:

- La generación de ruido o vibraciones excesivos por parte del uso de la maquinaria que pueden ocasionar daños materiales en las viviendas de la zona.
- Cuando se producen actividades propias de la construcción y operación, en horas no apropiadas, ocasionan malestar e inconformidad en la comunidad.
- La utilización del cemento, cal u otros y la generación de polvo puede ocasionar en la población enfermedades respiratorias.
- Derrames accidentales de combustibles y lubricantes.
- Daños a la flora y fauna en los frentes de trabajo.

Los riesgos comunes potenciales que conlleva la construcción del proyecto sobre los trabajadores, son los siguientes:

Riesgos potenciales:

- Caída de persona: diferente nivel (trabajos en alturas o en excavaciones) y al mismo nivel (transportando materiales, etc.).
- Caída de objetos por desplome: muros, andamios, escaleras, materiales de construcción, etc.
- Caída de objetos durante la manipulación, sean herramientas de trabajo u otros
- Pisadas sobre objetos: principalmente aquellos cortantes y punzantes.
- Golpes contra objetos inmóviles golpeándose contra un objeto estacionario.
- Contactos eléctricos: Incluyen todos los accidentes que tengan por causa la electricidad.
- Enfermedades profesionales producidas por agentes químicos bajo formas diversas: polvo, gas, vapor, humo, niebla, etc.
- Enfermedades profesionales producidas por agentes físicos como el ruido, las vibraciones, etc.

Para el manejo de estas contingencias, se llevará a cabo lo siguiente:

- ✓ *Formación de una brigada de higiene y seguridad del proyecto.*

Desde el inicio del proyecto deberá estar formada y coordinada por el especialista en higiene y seguridad de la empresa constructora, quien debe presentar un plan de manejo de contingencias que puedan ser ocasionadas por el proyecto, a la vez deben contar con un vehículo para atender las emergencias que puedan generarse en el transcurso del desarrollo de las actividades constructivas.

Las herramientas y equipos con que debe contar la brigada de higiene y seguridad son los siguientes:

- Material absorbente, tales como arena o aserrín de madera absorbente.
- Equipo de protección personal tales como botas de hule y de cuero, lentes, guantes de hule y de cuero, mascarillas, tapones auditivos, chalecos reflectivos, etc.
- Recipientes contenedores para el material recogido, barriles vacíos pintados y rotulados de rojo, que indiquen su uso para almacenar desechos de derrames.

- ✓ *Capacitación a los trabajadores del proyecto.*

Deben realizarse charlas en cada frente de trabajo las cuales serán impartidas por el personal de seguridad ocupacional de la empresa constructora con una frecuencia quincenal (48 charlas en toda la duración del proyecto), explicando los riesgos asociados con las tareas específicas y medidas de prevención, de igual forma deberán incluirse en las charlas, concientizaciones al personal para prevenir daños a la flora y fauna en los frentes de trabajo.

✓ *Equipo de protección personal.*

Se dotará a cada uno de los trabajadores del equipo mínimo de protección personal necesario de acuerdo a la actividad a desarrollar para prevenir enfermedades y accidentes que pongan en peligro su vida, es decir, guantes, botas de hule y de cuero, lentes, guantes de hule y de cuero, mascarillas, tapones auditivos, chalecos reflectivos, etc.

✓ *Dotar de botiquín de primeros auxilios.*

Durante las actividades de construcción, pueden generarse algunos percances en los trabajadores por lo que se pondrá a disposición botiquines de primeros auxilios (1 por frente de trabajo), con los insumos básicos y necesarios para poder responder de manera inmediata a cualquier situación de índole laboral que se genere en el proyecto. La ubicación de los botiquines será desde el plantel hasta los frentes de trabajo.

El contenido recomendable con que debe contar un botiquín de primeros auxilios se presenta en la Tabla 184.

Tabla 184. Contenido del botiquín de primeros auxilios.

Vendas 5 m x 5 cm.	Venda elástica.
Vendaje triangular.	Alcohol de 90°.
Compresas de gasa estéril pequeñas.	Mercurocromo, tintura de mertiolato o similar.
Compresas no adherentes.	Agua oxigenada, Benzalc o solución antiséptica similar.
Esparadrapo.	Magnesia.
Algodón.	Jabón antiséptico.
Tiras adhesivas.	Tintura de yodo (Betadine).
Aspirina o similar.	Tubo de vaselina.
Smart (cinta de goma).	Bicarbonato.

**Inversión en la medida ambiental.**

La inversión a realizar para el cumplimiento de la medida ambiental, forma parte del presupuesto de construcción de la obra, no siendo considerado en los costos del presente Programa de Manejo Ambiental (Medida no afianzada). Las charlas de seguridad ocupacional, protección de la flora y fauna de los frentes de trabajo, serán impartidas por el personal de seguridad en coordinación con los ambientalistas del proyecto.

Responsable de su ejecución: La ejecución de la actividad será responsabilidad del Ministerio de Obras Públicas y de Transporte, quien ejecutará por medio de la empresa constructora.

Indicador de desempeño: Trabajadores con equipo de protección personal de acuerdo a las actividades asignadas, ausencia de accidentes de trabajo en el personal y en los componentes ambientales, existencia y mantenimiento de botiquines de primeros auxilios en los frentes de trabajo.

9.2.2.4 Medida Ambiental No. 6. Monitoreo de la calidad de las aguas del río Los Chorros (quebrada El Guarumal o río Colón), río Belén, río Agua Amarilla y aguas acopiadas en piletas del sector Los Chorros, para prevenir alteraciones físicas, químicas y biológicas.

Tipo de medida: Prevención.

Objetivo:

Protección de la calidad de las aguas, mediante el monitoreo de los tres (3) ríos identificados en el proyecto y agua acopiada en piletas que provienen del sector del turicentro Los Chorros.

Factores ambientales a verse afectados: Comunidades aledañas, hidrología superficial y subterránea.

Impacto a prevenir y su descripción: Daños a la salud de los pobladores que habitan las comunidades aledañas al proyecto y aguas abajo de la carretera, disminución en la recarga de acuíferos.

Los ríos ubicados en la zona en la zona de influencia del proyecto podrían resultar afectados por las actividades que se desarrollen en la traza del proyecto, incluyendo la construcción del viaducto y la ampliación de las obras de drenaje menor y mayor, por tal razón se ha considerado brindarle monitoreo a la calidad de las aguas para prevenir la alteración de las mismas.

Actividad generadora del Impacto: Terracería utilizada en el mejoramiento de la carretera, además de las labores de construcción del viaducto, obras de drenaje mayor y menor.

Descripción de la actividad generadora del impacto: Los movimientos de la maquinaria en la ampliación de la carretera, la construcción del viaducto, obras de drenaje mayor y menor, y la generación de desechos, pueden propiciar alteraciones de las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del agua de los ríos presentes en el proyecto.

Tiempo de ejecución de la medida: A los 3, 10 y 17 meses de iniciada la etapa de construcción del proyecto.

Descripción de la medida ambiental.

La medida persigue monitorear la calidad de las aguas de los ríos anteriormente mencionados, para mantener las condiciones actuales encontradas, a fin de que la población aledaña y aguas abajo, pueda utilizarlos en las labores comúnmente realizadas.

Se prevé que no existirán cambios en la calidad del agua de los ríos, debido a la ampliación de la carretera y construcción del viaducto, sin embargo, los ríos deberán ser monitoreados para prevenir cambios. En las Ilustraciones 180 y 181, se presentan los ríos identificados.



Ilustración 180. Vista del río Colón, quebrada El Guarumal o río Los Chorros.



Río Colón o los Chorros o quebrada El Guarumal. 630 msnm.

Fuente: Recorridos de campo.

Ilustración 181. Aspecto del río Belén y del río Agua Amarilla.



Río Belén. 540 msnm.

Río Agua Amarilla. 520 msnm.

Fuente: Recorridos de campo.

Se prevé que las piletas que recogen aguas provenientes de fuentes subterráneas en el sector del turicentro Los Chorros, no serán alteradas por las actividades del proyecto, sin embargo, deberán monitorearse para prevenir cualquier afectación en las mismas (ver Ilustración 182).

Ilustración 182. Aspecto del agua de las piletas de acopio provenientes del turicentro Los Chorros.



Acopios de agua proveniente de fuentes subterráneas del turicentro Los chorros.

Fuente: Recorridos de campo.

Es importante mantener control sobre la calidad de las aguas de los ríos y el agua de las piletas del sector Los Chorros, mediante la aplicación la Norma Especial de Técnicas de Calidad Ambiental, contenidas en el Reglamento Especial de Normas de Calidad Ambiental (2000) a las cuales les da seguimiento el MARN como autoridad competente en el tema, con el objeto de regular las actividades de construcción en el sitio, proponiéndose llevar a cabo los siguientes monitoreos:

Durante el tercer (3) mes de iniciado el proyecto, deberá realizarse el primer análisis de agua de los ríos antes mencionados, por un laboratorio acreditado por el OSA (Organismo Salvadoreño de Acreditación).

Llevar a cabo un segundo monitoreo a los diez (10) meses después de iniciada la etapa de construcción, verificando los resultados respecto a los obtenidos en la línea base, analizando si existe afectación por parte del proyecto sobre ellos.

A los diecisiete (17) meses de iniciado el proyecto, llevar a cabo un tercer monitoreo, verificando los resultados respecto a los obtenidos en la línea base (ver Tabla 185), analizando si existe afectación por parte del proyecto sobre ellos.

Tabla 185. Línea base de calidad del agua del proyecto.

Parámetro.	Especificación.	Río Los Chorros (quebrada El Guarumal, río Colón).	Río Belén.	Río Agua Amarilla.	Agua de pileta proveniente de manantial del turicentro Los Chorros <sup>52</sup>
pH (1).	LMP (3): Debe mantenerse en un rango de 6.5 a 7.5 unidades o no	8.0	7.6	8.00	7.7

<sup>52</sup> Se prevé que las piletas que recogen aguas provenientes de fuentes subterráneas en el sector del turicentro Los Chorros, no serán alteradas por las actividades del proyecto, sin embargo, deberán monitorearse para prevenir cualquier afectación en las mismas.

Parámetro.	Especificación.	Río Los Chorros (quebrada El Guarumal, río Colón).	Río Belén.	Río Agua Amarilla.	Agua de pileta proveniente de manantial del turicentro Los Chorros <sup>52</sup>
	alterar en 0.5 unidades de pH el valor ambiental natural.				
Demanda Bioquímica de Oxígeno (1).	LMP: No debe permitirse que el nivel de oxígeno disminuya de 5 mg/l.	9.3 mg/l.	109.7 mg/l.	22.8 mg/l.	Menor a 5 mg/l.
Aceites y Grasas (2).	LMP: 20 mg/l.	9.9 mg/l.	17.1 mg/l.	Menor a 6.0 mg/l.	Menor a 6.0 mg/l.
Turbidez (1).	LMP: No deberá incrementarse más de 5 unidades de turbiedad sobre los límites ambientales del cuerpo receptor.	0.3 UNIT.	52.8 UNIT.	2.7 UNIT.	0.1 UNIT.
Oxígeno Disuelto (1).	LMP: Igual o mayor a 5 mg/l.	4.9 mg/l (4).	2.4 mg/l.	6.0 mg/l.	8.8 mg/l.
Recuento Coliformes Totales (1).	LMP: Que no excedan de una densidad mayor a los 5,000 UFC por 100 ml de muestra analizada.	1,700,000.00 UCF/100 ml.	1,900,000.00 UCF/100 ml.	390,000.00 UCF/100 ml.	1,800,000.00 UCF/100 ml.
Recuento Coliformes Fecales (1).	LMP: Que no excedan de una densidad mayor a los 1,000 UFC por 100 ml de muestra analizada.	7,300 UCF/100 ml.	1,900.00 UCF/100 ml.	7,100 UCF/100 ml.	10,000 UCF/100 ml.

- (1) Reglamento especial de normas técnicas de calidad ambiental.  
 (2) Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.49.01:09 Agua residual tipo ordinario.  
 (3) LMP: Límite máximo permitido.  
 (4) Valores en amarillo fuera de norma.

Fuente: Laboratorio especializado de control de calidad (LECC), mayo de 2021.

Los puntos de toma de muestras son los siguientes: río Los Chorros (estación 16+500 LI), Piletas de agua proveniente de fuentes subterráneas del turicentro Los Chorros (estación 16+780 LD), zona del viaducto (estación 19+100), río Colón (estación 21+240 LI), río Belén (estación 23+540) y río Agua Amarilla (estación 25+360).

Si se detectan aportes de contaminación generados por las actividades de construcción del proyecto, identificar la fuente y llevar a cabo las correcciones necesarias<sup>53</sup>.

Los parámetros que serán tomados en cuenta en el monitoreo de las aguas, se presentan en la Tabla 186.

Tabla 186. Parámetros y límites máximos permisibles que serán monitoreados en la medida ambiental.

Parámetro.	Especificación.
pH (1).	LMP (3): Debe mantenerse en un rango de 6.5 a 7.5 unidades o no alterar en 0.5 unidades de pH el valor ambiental natural.
Demanda Bioquímica de Oxígeno (1).	LMP: No debe permitirse que el nivel de oxígeno disminuya de 5 mg/l.
Aceites y Grasas (2).	LMP: 20 mg/l.
Turbidez (1).	LMP: No deberá incrementarse más de 5 unidades de turbiedad sobre los límites ambientales del cuerpo receptor.
Oxígeno Disuelto (1).	LMP: Igual o mayor a 5 mg/l.
Recuento Coliformes Totales (1).	LMP: Que no excedan de una densidad mayor a los 5,000 UFC por 100 ml de muestra analizada.
Recuento Coliformes Totales (1).	LMP: Que no excedan de una densidad mayor a los 1,000 UFC por 100 ml de muestra analizada.

- (1) Reglamento especial de normas técnicas de calidad ambiental.  
 (2) Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.49.01:09 Agua residual tipo ordinario.  
 (3) LMP: Límite máximo permisible.

<sup>53</sup> El objetivo de llevar a cabo los monitoreos de parámetros de calidad de las aguas de los ríos y piletas del sector del turicentro Los Chorros, durante la construcción del proyecto, es para realizar acciones correctivas en las fuentes de contaminación, si los valores difieren de los resultados obtenidos en la línea base.

Actividad Específica.

- Llevar a cabo 3 monitoreos de cada uno de los parámetros establecidos en la Tabla 187 a lo largo de la etapa de construcción del proyecto para cada uno de los ríos identificados, así como en las piletas de acopio de las aguas provenientes del sector turicentro Los Chorros.

Inversión en la medida ambiental.

La inversión a realizar en la medida ambiental, se presenta en la Tabla 187.

Tabla 187. Inversión a realizar en el monitoreo de la calidad de las aguas de los ríos y piletas del sector del turicentro Los Chorros, para prevenir alteraciones físico, químico y biológicas.

Parámetros.	Unidad de Medida.	Cantidad.	Costo unitario (US\$).	Costo Total (US\$).
<b>Primer año (12 meses).</b>				
PH.	Análisis.	12.00	98.23 <sup>54</sup>	1,178.76
Demanda bioquímica de Oxígeno.	Análisis.	12.00		
Aceites y grasas.	Análisis.	12.00		
Turbidez.	Análisis.	12.00		
Oxígeno disuelto.	Análisis.	12.00		
Recuento Coliformes Fecales.	Análisis.	12.00		
Recuento Coliformes Totales.	Análisis.	12.00		
<b>Segundo año (12 meses).</b>				
PH.	Análisis.	6.00	98.23	589.38
Demanda bioquímica de Oxígeno.	Análisis.	6.00		
Aceites y grasas.	Análisis.	6.00		
Turbidez.	Análisis.	6.00		
Oxígeno disuelto.	Análisis.	6.00		
Recuento Coliformes Fecales.	Análisis.	6.00		
Recuento Coliformes Totales.	Análisis.	6.00		
<b>Total.</b>				<b>1,768.14</b>

El costo de la medida ambiental será de UN MIL SETECIENTOS SESENTA Y OCHO 14/100 DOLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMERICA (US\$ 1,768.14).

Responsable de su ejecución: La ejecución de la actividad será responsabilidad del Ministerio de Obras Públicas y de Transporte, por medio de la empresa constructora.

Indicador de desempeño: Agua de los ríos y de las piletas del sector del turicentro Los Chorros, sin afectaciones en sus características físicas, químicas y microbiológicas (muestreos realizados).

9.2.2.5 Medida Ambiental No. 7. Programa de mantenimiento de la maquinaria durante la etapa de construcción.

Tipo de medida: Prevención.

<sup>54</sup> El precio de US\$ 98.23, es por el total de los análisis de agua que deberán muestrearse (una muestra), así lo cotiza el laboratorio.

Objetivo: Brindar el mantenimiento adecuado a la maquinaria y equipo que labora en el proyecto para prevenir contaminación por emisiones al aire o derrames de aceites o lubricantes al suelo.

Factores ambientales a verse afectados: Comunidades aledañas, suelo y calidad del aire.

Impacto a prevenir y su descripción: Daños a la salud de la población y cambios de la calidad del aire, al no llevar a cabo un mantenimiento apropiado de la maquinaria presente en el proyecto.

Actividad generadora del impacto: Uso de maquinaria y equipo.

Descripción de la actividad generadora del impacto: El impacto causado por el uso de motores de combustión interna no se puede evitar, pero si minimizar, si los equipos operan en condiciones óptimas para prevenir la generación de ruidos, gases y humos fuera de los niveles permisibles.

Se debe evitar el deterioro de la calidad del aire por ruidos, gases y humos por el uso de equipos de combustión interna en mal estado que puede ocasionar molestias a la población de la zona, por lo que todos los vehículos, camiones, tractores etc., que operan en el proyecto, deben ser controlados por medio de un registro pormenorizado que garantice las especificaciones técnicas establecidas por los fabricantes en cuanto al tipo y frecuencia de mantenimiento de cada equipo para mantener la eficiencia de operación de los motores.

Tiempo de ejecución de la medida: El mantenimiento de la maquinaria y equipo deberá ser desde el inicio del proyecto, para lo cual la brigada de seguridad del proyecto deberá levantar un registro de inspección de cada equipo que entre al proyecto, con el objeto de que reúna las condiciones de mantenimiento según fabricante. La periodicidad del mantenimiento dependerá de los requerimientos establecidos por el fabricante.

Descripción de la medida ambiental.

El mantenimiento del equipo de construcción deberá ser preventivo y/o correctivo, describiéndose a continuación:

Mantenimiento preventivo:

Básico: Será responsabilidad del motorista del equipo y consiste en el chequeo diario del nivel de agua al radiador, presión de llantas, aceite del motor, aceite hidráulico de la dirección, líquido de frenos hidráulicos y además revisiones y cuidados básicos para el mantenimiento adecuado del equipo.

Regular: Consistirá en los cambios periódicos de aceites, bujías, filtros, platinos y todas aquellas acciones que el fabricante del equipo o maquinaria recomienden para que funcione en condiciones perfectas. Revisar que las alarmas auditivas funcionan correctamente, especialmente la de retroceso.

Mantenimiento correctivo: El mantenimiento será realizado en talleres calificados. La empresa constructora deberá presentar al supervisor el contrato de mantenimiento de la maquinaria o si el mantenimiento ha sido realizado en talleres fuera del proyecto, presentar el permiso ambiental del taller y el registro de mantenimiento que ha recibido la maquinaria.

Al identificar en campo la presencia de equipo en malas condiciones de mantenimiento, deberá ser reportada y trasladada al taller del plantel para las respectivas revisiones y reparaciones.

Actividades específicas.

Brindar mantenimiento preventivo y/o correctivo a la maquinaria presente en el proyecto según el requerimiento del fabricante para lo cual se llevará un registro actualizado por separado (preventivo y correctivo), que deberá estar disponible para su verificación en el plantel.

En el caso de que la empresa utilice los servicios de un taller privado, se establece que la misma deberá presentar al supervisor el contrato de mantenimiento.

Inversión en la medida ambiental.

El costo de la presente medida ambiental es parte del mantenimiento que la empresa constructora brinda al equipo del proyecto y depende de los requerimientos del fabricante y de las horas de trabajo, por lo que no ha sido considerado en el costo total del presente Programa de Manejo Ambiental.

Responsable de su ejecución: La ejecución de la actividad será responsabilidad del Ministerio de Obras Públicas y de Transporte, por medio de la empresa constructora.

Indicador de desempeño: Maquinaria y equipo que entre y labore en el proyecto con mantenimiento según fabricante. Ausencia de quejas de la población aledaña al proyecto por daños a su salud producto de ruidos y emisiones de la maquinaria y equipo, ausencia de derrames.

9.2.2.6 Medida Ambiental No. 8. Monitoreo de la calidad del aire (hidrocarburos (HC), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)).

Tipo de medida: Prevención.

Objetivo:

- Mantener los niveles permisibles de la calidad del aire, según el proyecto de Norma Salvadoreña de Calidad del Aire Ambiental, Inmisiones Atmosféricas. NSO 13.11.01:01, CONACYT, Reglamento de Normas Técnicas de Calidad Ambiental, Artículo 9: Parámetros mínimos calidad de aire ambiente.

Factores ambientales a verse afectados: Comunidades aledañas y calidad del aire.

Impacto a prevenir y su descripción: Daños a la salud de la población y cambios de la calidad del aire, mediante la circulación y el uso de la maquinaria y equipo en el proyecto en las diversas actividades que conlleva el mismo.

Actividad generadora del Impacto: Uso de maquinaria y equipo.

Descripción de la actividad generadora del impacto: La actividad de la maquinaria y equipo en el proyecto genera emisiones a la atmosfera las cuales si se encuentran fuera de los niveles permisibles se convierten en fuentes generadoras de contaminación del aire propiciando condiciones favorables para la generación de enfermedades en la población.

Tiempo de ejecución: Las mediciones se realizarán durante la etapa de construcción con la periodicidad establecida en la descripción de la medida ambiental.

Descripción de la medida ambiental.

En vista de la generación de emisiones por el uso de la maquinaria pesada, se vuelve necesario llevar a cabo monitoreos sobre la misma, con el objetivo de regular cualquier equipo que genere emisiones fuera de los niveles permisibles. En tal sentido se llevarán a cabo mediciones de los siguientes gases: Hidrocarburos (HC), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>).

Para todos los gases se realizarán tres (3) mediciones durante la etapa de construcción del proyecto, siendo la primera a los tres (3) meses, la segunda a los diez (10) meses y la tercera a los diecisiete (17) meses, después de iniciado el proyecto. Los resultados de línea base para los gases que ha sido posible la medición de sus niveles en esta etapa del estudio, se presentan en la Tabla 188.

Tabla 188. Línea base y valores máximos permitidos para la calidad del aire.

PARÁMETRO.	UNIDADES.	VALOR NSO 13.11.01:01.	VALORES REGISTRADOS.	METODOLOGÍA DE MUESTREO Y ANÁLISIS.	RESULTADOS.
Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> ).	µg/m <sup>3</sup>	365	130	NIOSH 6004.	CUMPLE.
Dióxido de nitrógeno (NOx).	µg/m <sup>3</sup>	150	<67	OSHA ID-182.	CUMPLE.
Monóxido de carbono (CO).	µg/m <sup>3</sup>	40,000	11,4561-28,640	Colorimétrico.	CUMPLE.
Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ).	µg/m <sup>3</sup>	No regulado.	90,000-1,800,000	Colorimétrico.	-
Hidrocarburos.	µg/m <sup>3</sup>	No regulado.	110-330	NIOSH 1550.	-

Para las mediciones de todos los gases se recomienda llevar a cabo los monitoreos en los puntos siguientes: Punto 1: Inicio del proyecto (estación 13 + 800). Punto 2: Turicentro Los Chorros (17+050). Punto 3: Zona de viaducto (estación 18+800), Punto 4: Ciudad Colón (estación 19 + 400), Punto 5: Centro Escolar Las Moras (Estación 22 + 480) y Punto 6: Final del proyecto (Estación 27 + 800).

Al encontrarse resultados fuera de los parámetros permisibles, manifestados en la Norma Salvadoreña de Calidad del Aire Ambiental, Inmisiones Atmosféricas. NSO 13.11.01:01, CONACYT, Reglamento de Normas Técnicas de Calidad Ambiental, Artículo 9: Parámetros mínimos calidad de aire ambiente para los parámetros normados, deberá monitorearse el plan de mantenimiento a la maquinaria que labore en el proyecto, considerando de ser necesario el uso de filtros en los escapes, mantenimiento rutinario con mayor rigurosidad o hasta la salida del equipo del proyecto. Para los valores no normados utilizar de referencia los registrados en la línea base y prevenir incrementos, tomando en cuenta la recomendación brindada para los parámetros normados.

Actividades específicas.

Llevar a cabo tres (3) muestreos de la calidad del aire del área de influencia del proyecto de acuerdo a lo descrito en la medida ambiental para cada uno de los gases siguientes: Hidrocarburos (HC), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), óxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y en cada uno de los puntos sugeridos.

Inversión en la medida ambiental.

La inversión a realizar en la medida ambiental, se presenta en la Tabla 189.

Tabla 189. Inversión a realizar en el monitoreo de la calidad del aire (hidrocarburos (HC), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)).

Parámetros.	Unidad de Medida.	Cantidad de muestreos (#).	Puntos por muestreo (#).	Costo unitario (US\$).	Costo Total (US\$).
<b>Primer año (12 meses).</b>					
Hidrocarburos (HC).	Medición.	2.00	6.00	130.00	1,560.00
Dióxido de nitrógeno (NO <sub>x</sub> ).	Medición.	2.00	6.00	136.25	1,635.00
Monóxido de carbono (CO).	Medición.	2.00	6.00	36.25	435.00
Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ).	Medición.	2.00	6.00	36.25	435.00
Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> ).	Medición.	2.00	6.00	134.07	1,608.84
<b>Total, primer año.</b>					<b>5,673.84</b>
<b>Segundo año (12 meses).</b>					
Hidrocarburos (HC).	Medición.	1.00	6.00	130.00	780.00
Dióxido de nitrógeno (NO <sub>x</sub> ).	Medición.	1.00	6.00	136.25	817.5
Monóxido de carbono (CO).	Medición.	1.00	6.00	36.25	217.5
Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ).	Medición.	1.00	6.00	36.25	217.5
Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> ).	Medición.	1.00	6.00	134.07	804.42
<b>Total, segundo año.</b>					<b>2,836.92</b>
<b>TOTAL.</b>					<b>8,510.76</b>

El costo de la medida ambiental será de OCHO MIL QUINIENTOS DIEZ 76/100 DOLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMERICA (US\$ 8,510.76).

Responsable de su ejecución: La ejecución de la actividad será responsabilidad del Ministerio de Obras Públicas y de Transporte, por medio de la empresa constructora.

Indicador de desempeño: Calidad del aire en los niveles permisibles, de acuerdo a la Norma Salvadoreña de Calidad del Aire Ambiental, Inmisiones Atmosféricas. NSO 13.11.01:01, CONACYT, Reglamento de Normas Técnicas de Calidad Ambiental, Artículo 9: Parámetros



mínimos calidad de aire ambiente y de los valores registrados en la línea base para los parámetros no normados.

#### 9.2.2.7 Medida Ambiental No. 9. Monitoreo del ruido en el proyecto.

Tipo de medida: Prevención

Objetivo: Mantener los niveles de ruido bajo los parámetros permisibles, de acuerdo a la Ordenanza Municipal de Santa Tecla, la cual ha sido generalizada para todo el proyecto, debido a que los municipios de Colón y San Juan Opico no lo tienen considerado.

Factores ambientales a verse afectados: Comunidades aledañas y calidad del aire.

Impacto a prevenir y su descripción: Daños a la salud de la población, cambios de la calidad del aire. Las actividades de construcción en donde se vuelve necesario el uso de la maquinaria y equipo, la generación de ruido tiene mayor intensidad, generando afectaciones a la salud de la población aledaña al proyecto. La medida ambiental consiste en controlar el ruido que se genera por el movimiento y uso de la maquinaria y equipo en la zona del proyecto.

Actividad generadora del Impacto: Uso de maquinaria y equipo y su movilización por el proyecto.

Descripción de la actividad generadora del impacto: La actividad de la maquinaria y equipo en el proyecto debido al transporte de materiales, materias primas, actividades en los frentes de trabajo, trabajo en puentes, etc., y en muchas ocasiones la falta de cultura de los operadores los hace realizar uso inadecuado de los motores y bocinas de la maquinaria y equipo que labora en el proyecto, provocando ruidos que al encontrarse fuera de los niveles permisibles se convierten en fuentes generadoras de contaminación del aire propiciando condiciones favorables para la generación de enfermedades de tipo auditivo en la población.

Tiempo de ejecución: Las mediciones se realizarán durante la etapa de construcción con la periodicidad establecida en la descripción de la medida ambiental.

Descripción de la medida ambiental.

Con el propósito de mantener una regulación en los niveles de ruido en el proyecto, se realizarán tres (3) mediciones de este contaminante ambiental a lo largo de la etapa de construcción, en seis puntos del proyecto. Se realizará la primera medición a los tres (3) meses de iniciado el proyecto, la segunda medición se llevará a cabo a los diez (10) meses y la tercera medición se llevará a cabo a los diecisiete (17) meses, todas después de iniciado el proyecto, comparándose cada resultado obtenido con el de la línea base, obtenida en el presente estudio (Ver Tabla 190). El medidor de ruido debe ser profesional con su certificado de calibración vigente, con el propósito de obtener lecturas confiables.

Tabla 190. Resultado de la medición de ruido ambiental (dBA). Marzo de 2021.

Muestra.	Ubicación.	NPSeq dBA Diurno <sup>55</sup> .	NMP Santa Tecla Diurno <sup>56</sup> .	NPSeq dBA Nocturno <sup>57</sup> .	NMP Santa Tecla Nocturno <sup>58</sup> .
1	Inicio Boulevard Monseñor Romero.	83.8	86	66.8	86
2	Colonia Las Delicias.	83.8	86	68.1	86
3	Condominio Casa del Arbol Santa Rosa.	81.1	86	68.1	86
4	Frente a turicentro Los Chorros.	85.3	86	67.9	86
5	Tabernáculo Bíblico Bautista Colón.	67.8	86	62.3	86
6	Calle de acceso Municipio de Colón 1.	71.5	86	58.4	86
7	Palacio Municipal de Colón.	57.7	86	50.4	86
8	Calle de acceso Municipio de Colón 2.	57.8	86	50.2	86
9	Estación de Servicio "Los Monos".	72.9	86	62.9	86
10	Calle de acceso a comunidad Colón.	82.6	86	70.4	86
11	Iglesia Elim Las Moras.	65.9	86	57.8	86
12	Iglesia Tierra de Bendición.	78.6	86	63.7	86
13	Centro Escolar Cantón Las Moras.	79.6	86	62.4	86
14	Muro Perimetral Residencial Pasatiempo.	85.8	86	67.7	86
15	Dentro de Residencial Pasatiempo.	72.0	86	63.4	86
16	Residencial Bosques de Lourdes.	74.3	86	54.5	86
17	Colegio Castilla.	81.6	86	66.8	86
18	Gasolinera Texaco.	76.5	86	60.3	86
19	Batallón de Logística.	76.9	86	62.5	86
20	Inicio Bypass Claudia Lars.	84.1	86	67.4	86
Promedio.		<b>75.98</b>	<b>86</b>	<b>62.60</b>	<b>86</b>

Fuente: Resultados de campo de la medición de la calidad del aire, marzo de 2021.

Para la ejecución de las mediciones se recomiendan los sitios siguientes:

Punto 1: Inicio del proyecto (estación 13+800 LI).

Punto 2: Frente a turicentro Los Chorros (estación 17+100 LD).

Punto 3: Terreno de Finca Irlanda (viaducto) (estación 18+800).

Punto 4: Ciudad de Colón (estación 19+400).

Punto 5: Centro Escolar Cantón Las Moras (estación 22+480 LI).

Punto 6: Batallón de Logística (estación 27+800 LI).

Los niveles máximos de ruido continuo permisible, que deberán mantenerse en el proyecto, se presentan en la Tabla 17.

Actividades específicas:

Llevar a cabo tres (3) mediciones de los niveles de intensidad de ruido a lo largo de la etapa de construcción según lo descrito en la medida ambiental (6 puntos del proyecto). Las mediciones deberán realizarse en períodos de tiempo con tráfico normal en el proyecto, de preferencia en el transcurso de la mañana.

Inversión en la medida ambiental.

- La inversión a realizar en la medida ambiental, se presenta en la Tabla 191.

55 NPSeq dBA Diurno: Nivel de Sonido Ponderado Equivalente, expresado en decibeles. Diurno (Lectura tomada en campo).

56 NMP Santa Tecla Diurno: Nivel de Sonido Ponderado Equivalente, expresado en decibeles. Diurno (Comparativo Ordenanza Reguladora de las Emisiones de Ruidos y Vibraciones en el Municipio de Santa Tecla).

57 NPSeq dBA Nocturno: Nivel de Sonido Ponderado Equivalente, expresado en decibeles. Nocturno (Lectura tomada en campo).

58 NMP Santa Tecla Nocturno: Nivel de Sonido Ponderado Equivalente, expresado en decibeles. Nocturno (Comparativo Ordenanza Reguladora de las Emisiones de Ruidos y Vibraciones en el Municipio de Santa Tecla).

Tabla 191. Inversión a realizar en el monitoreo de ruido.

Parámetros.	Unidad de Medida.	Cantidad de mediciones (#).	Número de puntos.	Costo unitario (US\$).	Costo Total (US\$).
<b>Primer año (12 meses).</b>					
Monitoreo de ruido.	Medición.	2 .00	6.00	83.30	999.60
<b>Segundo año (12 meses).</b>					
Monitoreo de ruido.	Medición.	1.00	6.00	83.30	499.80
<b>TOTAL.</b>					<b>1,499.40</b>

El costo de la medida ambiental será de UN MIL CUATROCIENTOS NOVENTA Y NUEVE 40/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA (US\$ 1,499.40).

Responsable de su ejecución: La ejecución de la actividad será responsabilidad del Ministerio de Obras Públicas y de Transporte, por medio de la empresa constructora.

Indicador de desempeño: Niveles de ruido durante la etapa de construcción bajo los niveles permisibles de acuerdo a la Ordenanza Municipal de Santa Tecla, utilizada para todo el proyecto.

9.2.2.8 Medida Ambiental No. 10. Programa de humectación y monitoreo del material particulado.

Tipo de medida: Prevención.

Objetivo: Prevenir la contaminación atmosférica por material particulado generado por las actividades de la etapa constructiva del proyecto.

Factores ambientales a verse afectados: Comunidades aledañas, calidad del aire.

Impacto a prevenir y su descripción: Daños a la salud de la población y cambios en la calidad del aire, por la generación de polvo procedente de las diferentes actividades de construcción del proyecto, el cual al no ser manejado mediante un programa de humectación las probabilidades de generar enfermedades es considerable, especialmente en las vías respiratorias.

Actividad generadora del impacto: Movilización de maquinaria, uso de maquinaria y equipo, movimientos de suelo, transporte de materiales y desalojos, etc.

Descripción de la actividad generadora del impacto: La circulación y las actividades diarias de la maquinaria y equipo en el proyecto, especialmente en la época seca o días sin lluvia en la época lluviosa, genera presencia de particulados en el aire, los cuales si se encuentran fuera de los niveles permisibles se convierten en fuentes generadoras de contaminación propiciando condiciones favorables para la generación de enfermedades en la población, principalmente las de tipo respiratorio.

Tiempo de ejecución de la medida: A los 3, 10 y 17 meses de iniciada la etapa de construcción del proyecto.

Descripción de la medida ambiental.

Los trabajos de corte y excavaciones, desalojo de ripio, descapotes, transporte de materiales, en donde existe movilización y uso de maquinaria provocan la emisión de polvo que puede contaminar el aire en el sitio de la obra. Para evitar afecciones respiratorias en los trabajadores y la población adyacente durante la fase de preparación de sitio y construcción, se implementará el siguiente programa de humectación en el proyecto: Se realizarán al menos tres (3) humectaciones por día a lo largo del corredor del proyecto, con mayor intensidad en los frentes de trabajo.

Para llevar a cabo las humectaciones, se utilizarán pipas con rociadores para que el agua se absorba de forma más efectiva y no a chorro, para mejores resultados (ver Ilustración 183).

Ilustración 183. Pipas con rociadores para humectación del proyecto y zonas aledañas.



Unido al programa de humectación, se realizarán monitoreos de material particulado, de esta forma se constatará la efectividad del programa, previniendo así la dispersión de polvo y posibles efectos negativos en la salud de los trabajadores y población de la zona.

El monitoreo del material particulado, deberá generar resultados que cumplan con la Norma Salvadoreña de Calidad del Aire Ambiental, Inmisiones Atmosféricas. NSO 13.11.01:01, CONACYT, bajo el Reglamento de Normas Técnicas de Calidad Ambiental, Artículo 9: Parámetros mínimos calidad de aire ambiente y se llevará a cabo de la forma siguiente:

Tres mediciones de material particulado ( $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ ) a lo largo de la etapa de construcción; la primera medición se llevará a cabo a los tres (3) meses, la segunda a los diez (10) meses y la última a los diecisiete (17) meses, todas contadas a partir de iniciado el proyecto. Los resultados de la línea base comparativa se presentan en la Tabla 192.

Tabla 192. Línea base de la medición de la calidad del aire efectuada en el proyecto

PARÁMETRO.	UNIDADES.	VALOR NSO 13.11.01:01.	VALOR REGISTRADO <sup>59</sup> .	METODO DE MUESTREO.
Partículas inhalables (PM <sub>10</sub> ).	µg/m <sup>3</sup>	150	<35-120	MDHS 14/3.
Partículas inhalables (PM <sub>2.5</sub> ).	µg/m <sup>3</sup>	65	20-29	NIOSH 0600.

Fuente: Mediciones realizadas en marzo de 2021.

Cada medición tendrá en cuenta seis puntos del proyecto, recomendándose los siguientes: al inicio del proyecto (estación 13+800), turicentro Los Chorros (estación 17+050), la tercera en zona de viaducto (estación 18 + 800), la cuarta aledaña a la ciudad de Colón (estación 19 + 640), la quinta en la estación 21 + 210 (aledaño al Centro Escolar Las Moras) y la sexta al final del proyecto (27 + 800).

Si los resultados de los monitoreos no se encuentran en los niveles permisibles, se deberá incrementar el número de humectaciones, hasta alcanzar los valores establecidos en el proyecto de norma.

Las fuentes de agua para abastecer los camiones cisternas que realizarán las humectaciones, que se recomiendan son las siguientes:

- Fuente de agua del sector Los Chorros, siendo una fuente que es acopiada en pilas y procede de fuentes subterráneas del sector del turicentro, se encuentra ubicada aledaña a la actual carretera en la estación 17+050 LI. En la Ilustración 184, se puede visualizar el sitio de llenado de la misma.

Ilustración 184. Fuente de abastecimiento de agua para humectaciones, proveniente del sector del turicentro Los Chorros.



Fuente de agua proveniente del sector del turicentro Los Chorros.

<sup>59</sup> Valor registrado en la toma de calidad del aire en 4 puntos del proyecto: Punto1: Estación 13 + 800, punto 2: estación 17 + 050, punto 3: estación 21 + 210 y punto 4: estación 27 + 800.

- Fuente de agua proveniente del río Los Chorros o río Colón o quebrada El Guarumal (ver Ilustración 185).

Ilustración 185. Fuente de abastecimiento de agua para humectaciones, proveniente del río Los Chorros.



- Planta embotelladora de agua empresa Gorco Ltda de C.V. Ubicada a 200 m de la actual carretera en el lateral derecho, cantón Arenera, cuenta con Resolución MARN No. 6319-611-2009, aún vigente. En el Apéndice 8, se presenta la resolución MARN.

#### Actividades específicas:

- Humectaciones con agua en el corredor del proyecto al menos tres (3) veces por día con mayor intensidad en los frentes de trabajo.
- Monitoreo de material particulado (PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>), para lo cual se realizarán tres (3) mediciones a lo largo de la etapa de construcción; la primera medición se llevará a cabo a los tres (3) meses, la segunda a los diez (10) meses y la última a los diecisiete (17) meses, todas contadas a partir de iniciado el proyecto. Las mediciones serán llevadas a cabo en las horas más cercanas al mediodía.

#### Inversión en la medida ambiental.

En la Tabla 193, se presenta la inversión de la medida de humectación, la cual se implementará en toda la etapa de construcción. Se estima que 1 m<sup>3</sup> de agua humedece un área de 1,000.00 m<sup>2</sup>, tomándose de referencia las áreas en donde se realizarán los movimientos de tierra.

Tabla 193. Inversión en el programa de humectación y en el monitoreo de material particulado.

Detalle.	Unidad de Medida.	Cantidad.	Costo Unitario (US\$).	Costo Total (US\$).
<b>Año 1 (12 meses).</b>				
Agua para riego	m <sup>3</sup>	32,146.80	5.63	180,986.48
Mediciones de material particulado (PM <sub>10</sub> ).	Medición.	12.00	98.75	1,185.00
Mediciones de material particulado (PM <sub>2.5</sub> ).	Medición.	12.00	98.75	1,185.00
<b>Total, año 1.</b>				<b>183,356.48</b>
<b>Año 2 (12 meses).</b>				
Agua para riego	m <sup>3</sup>	34,914.00	5.63	196,565.82
Mediciones de material particulado (PM <sub>10</sub> ).	Medición.	6.00	98.75	592.50
Mediciones de material particulado (PM <sub>2.5</sub> ).	Medición.	6.00	98.75	592.50
<b>Total, año 2.</b>				<b>197,750.82</b>
<b>TOTAL.</b>				<b>381,107.30</b>

El costo de la Medida Ambiental será de TRESCIENTOS OCHENTA Y UN MIL CIENTO SIETE 30/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA (US\$ 381,107.30).

Responsable de su ejecución: La ejecución de la actividad será responsabilidad del Ministerio de Obras Públicas y de Transporte, por medio de la empresa constructora.

Indicador de desempeño: Niveles de generación de particulados bajo los niveles permisibles definidos en la Norma Salvadoreña de Calidad del Aire Ambiental, Inmisiones Atmosféricas. NSO 13.11.01:01, CONACYT, bajo el Reglamento de Normas Técnicas de Calidad Ambiental, Artículo 9: Parámetros mínimos calidad de aire ambiente.

9.2.2.9 Medida Ambiental No. 11. Plan de manejo de desechos sólidos comunes y peligrosos en los frentes de trabajo.

Tipo de medida: Prevención.

Objetivo: Prevenir la contaminación del suelo y del agua, la proliferación de insectos y roedores por el mal manejo de los desechos sólidos comunes y peligrosos que se generan en las diversas actividades de los frentes de trabajo.

Factores ambientales a verse afectados: Suelo, hidrología y aire.

Impacto a prevenir y su descripción: Daños a la salud de la población por la generación de vectores de enfermedades, contaminación del suelo y aire como resultado del manejo inadecuado de los desechos tanto comunes como peligrosos en el proyecto.

Se estima que en los 24 meses que durará la construcción del proyecto se generarán aproximadamente 175.00 toneladas de desechos sólidos comunes. Para el caso de los desechos peligrosos las cantidades a producirse se estiman que serán variables.

Actividad generadora del Impacto: Generación de desechos sólidos comunes y peligrosos en los frentes de trabajo, producto de las diferentes actividades de construcción.

Descripción de la actividad generadora del impacto: Todos los frentes de trabajo y las unidades de apoyo generarán durante el desarrollo de las actividades constructivas y las asociadas a la construcción del proyecto, desechos sólidos comunes diversos, así como desechos peligrosos que pueden ocasionar daños a la población, así como a los trabajadores del proyecto, si no son manejados adecuadamente, provocando la generación de vectores transmisores de enfermedades.

Tiempo de ejecución de la medida: Durante toda la etapa constructiva del proyecto, tomando en cuenta algunos aspectos que deberán ser llevados a cabo al inicio de la etapa constructiva como lo son: El manejo de los desechos vegetales provenientes de la tala, la impermeabilización de áreas para el acopio temporal de desechos sólidos comunes y peligrosos en el plantel.

Descripción de la medida ambiental.

Los principales desechos y residuos que se generarán durante la ejecución del proyecto serán orgánicos vegetales, domésticos y arena o tierra contaminada con restos de hidrocarburos.

Desechos vegetales.

Serán los provenientes de la tala de los árboles (limpieza y desmonte), para los cuales se evitará que sea quemada, sino que será cortada en trozos no mayores de 3 m, colocados en pantes o pilas con una altura no mayor de 2 m, dispuestas en áreas definidas a común acuerdo con la supervisión de la obra. El producto generado (leña) será donado a familias rurales (incluyendo a finqueros de café) del área de influencia directa del proyecto y las hojas verdes serán también donadas a finqueros de café y productores agrícolas de la zona para enriquecer sus propiedades, si no es posible encontrar un receptor de tales desechos, en última instancia deberán ser trasladados a sitios de disposición final de material excedente autorizados por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), por medio del servicio municipal, utilizando camiones cubiertos con lonas, siendo de forma estricta para aquello que no ha sido posible encontrar un receptor.

Desechos Domésticos.

Son generados por la actividad humana, consisten principalmente en restos alimenticios, papel, plásticos, etc. Para su manejo se colocarán recipientes (barriles plásticos o metálicos de 56 galones, con su respectiva viñeta y tapadera) para coleccionarlos (Ilustración 186). Los desechos se trasladarán todos los días al plantel para el acopio temporal y para el retiro de los mismos del plantel se deberá contactar a las empresas recicladoras que se recomiendan en la Tabla 194 u otras que cuenten con autorización para llevar a cabo la actividad. Si no se tiene respuesta por parte de las empresas, en última instancia deberán ser llevados los desechos para los cuales no ha sido posible encontrar un receptor, al sitio de disposición final autorizado por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), por medio del servicio de recolección municipal, mostrándose en el Apéndice 9, las notas emitidas por ellos donde ponen a disposición el mencionado servicio.



La frecuencia con la cual serán desalojados del proyecto los desechos sólidos comunes es de por lo menos cada 3 días, siguiendo una ruta de recolección de sur a norte para luego ser trasladados y acopiados temporalmente en el plantel. La brigada de higiene y seguridad ocupacional deberá contar con el equipo de protección personal adecuado a la actividad, es decir, cascos, guantes de cuero y de hule, botas de cuero, lentes y mascarillas, además de un transporte provisto de contenedor para prevenir dispersiones de desechos a lo largo del proyecto, mientras se genere el traslado hacia el plantel y hacia recicladores o en última instancia hacia el sitio de disposición final por medio de las municipalidades de Santa Tecla, Colón y San Juan Opico.

**Desechos peligrosos.**

Los desechos que se consideran peligrosos y que serán generados en el proyecto son: llantas y baterías usadas, filtros y aceite usado, chatarra, así como suelo contaminado con hidrocarburos, los cuales serán almacenados temporalmente en el sitio impermeabilizado y techado en zona destinada para ellos en el plantel, el cual contará con la rotulación necesaria.

Para el caso de las baterías, para ser almacenadas temporalmente se cubrirán con plástico y se colocarán en tarimas de madera y se pondrán a disposición de empresas autorizadas para que las retiren del proyecto y las reciclen.

A los filtros removidos de los vehículos se les extraerá el aceite usado y serán colectados en barriles metálicos para almacenarlos temporalmente, serán retirados por empresas distribuidoras de los mismos para la disposición final.

El aceite usado, proveniente de la maquinaria y equipo utilizados, será colectado en barriles metálicos debidamente etiquetados y almacenado temporalmente en el plantel, siendo empresas autorizadas quienes lo retirarán del proyecto.

Las llantas generadas durante el mantenimiento de los vehículos utilizados en el proyecto se almacenarán temporalmente en el plantel y serán retiradas por empresas que se dedican al reciclaje de las mismas.

**Chatarra.**

Las piezas metálicas que se recolecten, producto del mantenimiento de los vehículos, así como restos metálicos producto del equipo y maquinaria, serán acopiadas en el plantel en forma temporal, contactándose a una empresa para el retiro o remisión de los mismos para el reciclaje pertinente.

**Arena contaminada con restos de hidrocarburos.**

Durante el proceso constructivo, se generan pequeños derrames de aceites, producto del mal funcionamiento de la maquinaria, aunque son casos aislados y accidentales. En tal sentido, es preciso que la brigada de higiene y seguridad ocupacional del proyecto disponga en su equipo de transporte, una provisión de arena para la recolección de estos derrames (1 barril metálico),

si al caso se generan, luego de la recolección, será trasladada al área de acopio temporal ubicada en el plantel, para después ser recolectada por una empresa autorizada para el manejo de los mismos, fuera del área de influencia del proyecto.

Los desechos peligrosos serán almacenados temporalmente en el plantel, luego serán retirados por empresas autorizadas por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), las cuales se presentan en la Tabla 197, para el reúso, reciclaje o la disposición final según el tipo.

Actividades específicas:

- Colocación de una (1) batería de barriles por frente de trabajo, con sus respectivas viñetas para desechos orgánicos, papel, plásticos, etc. y tapaderas.
- Techado e impermeabilización en el plantel de un área de 110 m<sup>2</sup> (50 m<sup>2</sup> para el almacenamiento temporal de desechos sólidos peligrosos (baterías, aceite usado, arena contaminada con hidrocarburos) y 60 m<sup>2</sup> para el almacenamiento temporal de desechos sólidos comunes).

Ilustración 186. Ejemplo de basureros



Las empresas recicladoras de desechos sólidos comunes y desechos peligrosos, se presentan en la Tabla 194.

Tabla 194. Empresas recicladoras de desechos sólidos comunes y desechos peligrosos.

Residuo/ desecho.	Origen.	Manejo.	Disposición.	Tiempo.
Filtros de aceite. <sup>60</sup>	Mantenimiento de vehículos.	Son recolectados por las empresas que brindan el cambio de aceite y los trasladan a sus talleres para el manejo final.	General de Equipos, Col. y Ave. Las Mercedes #401, San Salvador, El Salvador PBX (503) 2223-2323 / 2250-8000.	Cada vez que brindan el servicio de cambio de aceite, retiran el filtro usado.
Chatarra.	Mantenimiento de vehículos.	Se almacenará en área asignada en el plantel.	Se trasladará a Corinca, Carretera a San Juan Opico, entrada a Quezaltepeque, La Libertad. Teléfono: 2314-3300. <sup>61</sup>	Cuando sea necesario.

<sup>60</sup> Para el caso de los filtros usados, son retirados por las empresas que llevan a cabo el servicio de mantenimiento. Según consulta realizada en General de Equipos, son destruidos en sus instalaciones.

<sup>61</sup> La chatarra se trasladará a CORINCA, ellos la reciben en la planta ubicada en Quezaltepeque.

Residuo/ desecho.	Origen.	Manejo.	Disposición.	Tiempo.
Baterías.	Mantenimiento de vehículos.	Se almacenará en el área asignada en el Plantel, en bolsas selladas.	Se contactará a: BATERIAS LASSER S.A. DE C.V. Calle Modelo Bo. Candelaria #278 San Salvador. Teléfono: 2270-1048, 2280-1478. <sup>62</sup>	Mensual.
Combustible reciclable o aceite quemado.	Mantenimiento de vehículos.	Se almacenará en un sitio techado e impermeabilizado asignado de 2 m <sup>2</sup> en el área de lubricantes los cuales estarán identificados y señalizados en la zona en el Plantel.	Textiles San Andrés, Km 32 Carretera a Santa Ana, San Juan Opico, La Libertad, Teléfono:2338-4099, 2319-1350. <sup>63</sup>	Mensual.
Material absorbente usado (aserrín, arena, wiper y franelas).	Mantenimiento de vehículos.	Almacenamiento en depósitos, debidamente identificados como "desechos peligrosos".	Contactar a Geocycle, en el Caserío El Ronco, Cantón Tecomapa, Metapán, Santa Ana, Teléfono: 2316-8040, 2316-8043 y 2316-8045. <sup>64</sup>	Mensual.
Papel y cartón.	Oficinas.	Se almacenará en el área ubicada en el plantel.	Se deberá contactar a la empresa: ALAS DORADAS S.A DE C.V. km 27.5 Carretera a Santa Ana, teléfonos 2304-2200, 2304-2231. <sup>65</sup>	Cuando se tenga una cantidad de 100 libras en adelante.
Plásticos.	En oficina y los frentes de trabajo.	Se almacenará en el área ubicada en las instalaciones del plantel, techada e impermeabilizado.	Se deberá contactar a: SALVAPLASTIC S.A de C.V., Zona Industrial Plan de La Laguna, Antiguo Cuscatlán, La Libertad, Teléfono: 2243-0200, 2511-3400. Reciben los desechos en Carretera a Sonsonate km 27.5, entrada a Ciudad Mujer, Lourdes Colón. <sup>66</sup>	Semanal.
Llantas usadas.	Taller.	Se almacenará en el área ubicada en las instalaciones del plantel, la cual estará techada e impermeabilizada.	Entregar a plantas de asfalto para la elaboración del mismo o a constructoras u ONGs para emplearlas en estabilidad de taludes.	Mensual.

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN).

### Inversión en la medida ambiental.

La inversión a llevar a cabo en el manejo de los desechos sólidos comunes y peligrosos se presenta en la Tabla 195.

Tabla 195. Inversión para el manejo de los desechos sólidos comunes y peligrosos.

Detalle.	Unidad de Medida.	Cantidad.	Costo Unitario (US\$).	Costo Total (US\$).
<b>Primer año (12 meses).</b>				
Limpieza y desmonte el proyecto.	Considerada en el presupuesto de construcción del proyecto.			
Barriles metálicos con tapaderas (basureros).	barriles	75.00	10.00	750.00
Viñetas adhesivas.	c/u	75.00	3.00	225.00
Sitio de almacenamiento temporal de desechos sólidos comunes.	m <sup>2</sup>	60.00	15.00	900.00

<sup>62</sup> Baterías Lasser S.A de C.V. recibe las baterías en sus instalaciones y recoge en el proyecto cuando la cantidad supera las 40 baterías.

<sup>63</sup> Textiles San Andrés, recoge mediante su transporte autorizado por el MARN el aceite quemado en el proyecto, persona de contacto: Señor Reynaldo Hernández, teléfono 2319-1350.

<sup>64</sup> Geocycle recolecta material contaminado con hidrocarburos a nivel nacional con su transporte del mismo grupo empresarial (contactos: Lic. Patricia Villalobos, Ing. Guadalupe Meléndez.

<sup>65</sup> Alas Doradas S.A de C.V., recibe papel y cartón en sus instalaciones, la persona de contacto es Fátima Ramírez, teléfono 7787-2304, entregan copia de resolución de permiso ambiental del MARN cuando se realiza la primera entrega, por políticas de la empresa.

<sup>66</sup> La persona de contacto de Salvaplastic S.A de C.V es el señor Marcos Rivas teléfono 2511-3400, la empresa brinda la asesoría respecto al empaquetado y transporte.

Disposición final de los desechos sólidos comunes.	Tonelada	87.50	33.87	2,963.63
Sitio de almacenamiento temporal de desechos peligrosos.	m <sup>2</sup>	50.00	15.00	750.00
<b>Total, año 1.</b>				<b>5,588.63</b>
<b>Segundo año (12 meses).</b>				
Disposición final de los desechos sólidos comunes.	Tonelada	87.50	33.87	2,963.63
<b>Total, año 2.</b>				<b>2,963.63</b>
<b>TOTAL.</b>				<b>8,552.26</b>

La inversión en la medida ambiental será de OCHO MIL QUINIENTOS CINCUENTA Y DOS 26/100 (US \$ 8,552.26) dólares de los Estados Unidos de América.

Responsable de su ejecución: La ejecución de la actividad será responsabilidad del Ministerio de Obras Públicas y de Transporte, por medio de la empresa constructora.

Indicador de desempeño: Ausencia de desechos de todo tipo, dispersos en los diferentes frentes de trabajo.

9.2.2.10 Medida Ambiental No. 12. Dotación de agua potable para los trabajadores del proyecto.

Tipo de medida: Prevención.

Objetivo: Brindar a los trabajadores del proyecto en forma diaria, el recurso agua para consumo humano previniendo enfermedades por ausencia del mismo.

Factor ambiental a verse afectado: Trabajadores del proyecto.

Impacto a prevenir y su descripción: Incremento de los riesgos ocupacionales, los cuales se prevé serán mayores al no tener suficientemente hidratado al personal, por lo que este recurso deberá estar a disposición de los trabajadores.

Actividad generadora del Impacto: Todas las actividades constructivas requirieren personal con dotación de agua para consumo humano.

Descripción de la actividad generadora del impacto: Se considera que las 700 personas que laboren en el proyecto consumirán 1,108.80 m<sup>3</sup> de agua en toda la etapa de construcción del proyecto.

Tiempo de ejecución de la medida ambiental: La dotación de agua para consumo humano deberá ser realizado diariamente y el análisis físico-químico y microbiológico, deberán realizarse cada 4 meses, iniciando el primer mes.

Descripción de la medida ambiental.

Deberá proveerse de agua potable al menos en una cantidad de tres (3) litros por cada trabajador (a) por día, durante las etapas de construcción y funcionamiento. La empresa contratista deberá abastecer a los trabajadores del proyecto con agua potable según norma, presentando cada cuatro meses un análisis físico-químico y microbiológico intermedio del agua que proporcionará, iniciando en el primer mes de la etapa de construcción. Los análisis deberán ser efectuados por un laboratorio acreditado por el OSA (Organismo Salvadoreño de Acreditación), mediante el cual se determine que el agua es apta para consumo humano. La empresa constructora deberá de proporcionar recipientes individuales para el autoconsumo a los trabajadores del proyecto. En la Tabla 196, se presentan los parámetros que involucra el análisis intermedio que deberá realizarse al agua para consumo humano.

Tabla 196. Parámetros que involucra el análisis intermedio del agua para consumo humano.

Parámetros.	
Microbiológicos.	Sustancias no deseables.
Bacterias coliformes totales.	Hierro.
Bacterias coliformes fecales.	Dureza total como CaCO <sub>3</sub> .
Escherichia coli.	Manganeso.
Organolépticos	Sustancias tóxicas.
Color aparente.	Arsénico.
Olor.	Cadmio.
Físico y químicos.	Cianuro.
Turbidez.	Cromo (Cr <sup>+6</sup> ).
PH.	Boro.
Sulfatos.	Dureza.
Sólidos Totales disueltos.	Nitratos.
Aluminio.	Nitritos.
Cloro residual.	Plomo.

Fuente: Norma Salvadoreña 13.07.01:08 y Norma ISO/IEC 17025.

Actividades específicas:

- Abastecer de agua potable para consumo humano a los trabajadores del proyecto, en una cantidad de al menos tres (3) litros por persona por día, dotando de depósitos individuales para el autoconsumo.
- La empresa contratista presentará al Supervisor los resultados de los 6 análisis físico-químico y microbiológico intermedio, realizados al agua durante todo el proyecto, estos análisis deben garantizar que el agua sea apta para consumo humano

Inversión en la medida ambiental.

En la Tabla 197, se presentan los costos de la medida ambiental.

Tabla 197. Inversión en la dotación de agua para consumo humano a los trabajadores del proyecto.

Agua Potable para Trabajadores.	Unidad de medida.	Cantidad.	Costo Unitario (US \$).	Costo Total (US \$).
<b>Primer año (12 meses).</b>				
Análisis físico-químico y microbiológico normal.	Análisis.	3.0	269.91	809.73
Agua de consumo humano.	m <sup>3</sup>	554.40	105.71	58,605.62
Vasos plásticos.	Unidad.	6,000.00	0.25	1,500.00
<b>Total, año 1.</b>				<b>60,915.35</b>
<b>Segundo año (12 meses).</b>				
Análisis físico-químico y microbiológico normal.	Análisis.	3.0	269.91	809.73

Agua de consumo humano.	m <sup>3</sup>	554.40	105.71	58,605.62
Vasos plásticos.	Unidad.	6,000.00	0.25	1,500.00
<b>Total, año 2.</b>				<b>60,915.35</b>
<b>Total</b>				<b>121,830.70</b>

El costo de la medida ambiental será de CIENTO VEINTIUN MIL OCHOCIENTOS TREINTA 70/100 DOLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMERICA (US\$ 121,830.70), la cual forma parte del presupuesto de construcción de la obra, no siendo considerado en los costos del presente Programa de Manejo Ambiental (Medida no afianzada)

Responsable de su ejecución: La ejecución de la actividad será responsabilidad del Ministerio de Obras Públicas y de Transporte, por medio de la empresa constructora.

Indicador de desempeño: Trabajadores del proyecto abastecidos con agua para consumo humano.

#### 9.2.2.11 Medida Ambiental No. 13. Establecimiento de sanitarios portátiles en los frentes de trabajo.

Tipo de medida: Prevención.

Objetivo: Prevenir la propagación de enfermedades de tipo gastrointestinal por el mal manejo de las excretas en todos los frentes de trabajo de la etapa de construcción.

Factores ambientales a verse afectados: Suelo, hidrología y aire.

Impacto a prevenir y su descripción: Daños a la salud de la población debido al incremento de riesgos laborales por el manejo inadecuado de los desechos fisiológicos de los trabajadores (hombres y mujeres), propiciando la generación de vectores de enfermedades, así como contaminación del suelo y aire.

Se estima que la cantidad de aguas residuales de tipo ordinario que se estarán generando en la etapa de construcción del proyecto y tratando fuera de él, será de: quinientos cincuenta y dos (552.00) m<sup>3</sup> en los 24 meses de duración del proyecto, bajo una cantidad de 700 trabajadores (210 mujeres y 490 hombres).

Actividad generadora del Impacto: Generación de aguas residuales provenientes de los trabajadores de los diferentes frentes de trabajo y unidades de apoyo.

Descripción de la actividad generadora del impacto: La generación de aguas residuales, es inminente en el proyecto, el no manejarlas significa contaminación del suelo y aire, así como proliferación de vectores que ponen en riesgo la salud de la población y de los trabajadores (hombres y mujeres), por lo que debe de recolectarse y tratarse adecuadamente.

Tiempo de ejecución de la medida: Los sanitarios portátiles deberán estar disponibles durante toda la etapa de construcción del proyecto y la limpieza de los mismos dos veces por semana.

Descripción de la medida ambiental.

Para prevenir la contaminación del suelo y agua por desechos fisiológicos sólidos y líquidos, se proveerá a los trabajadores (hombres y mujeres) de sanitarios portátiles. Se instalarán letrinas en cada frente de trabajo con una proporción de una letrina por cada 20 trabajadores (hombres y mujeres desagregados), las cuales estarán provistas de papel higiénico y basureros. El mantenimiento de las letrinas (limpieza y retiro de desechos) se realizará como mínimo dos veces por semana a través de una empresa debidamente autorizada por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), para prestar este servicio y que cumpla con la normativa ambiental, de lo cual deberá existir un control mediante una programación de limpieza en cada una de los sanitarios portátiles, siendo el tratamiento de las aguas residuales fuera del área de influencia del proyecto.

Los sanitarios estarán protegidos contra las inclemencias del tiempo y proporcionarán privacidad en su uso. A continuación, se presenta un ejemplo de los sanitarios portátiles (Ilustración 187).

Ilustración 187. Ejemplo de sanitarios portátiles y proceso de limpieza.



Actividades específicas:

- Colocación de sanitarios portátiles en cada frente de trabajo: 1 por cada 20 trabajadores y uno por cada 20 trabajadores, provistos ambos de papel higiénico y basureros.
- Limpieza de los sanitarios portátiles, al menos dos (2) veces por semana, por una empresa autorizada por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN).

Inversión en la medida ambiental.

Los costos de la medida ambiental se presentan en la Tabla 198.

Tabla 198. Inversión a realizar en la implementación de sanitarios portátiles en los frentes de trabajo.

Detalle.	Cantidad.	Costo Unitario US\$.	Costo mensual US\$.	Meses de contratación.	Costo Total (US\$).
<b>Primer año (12 meses).</b>					
Sanitarios portátiles para hombres.	25.00	165.00	4,125.00	12.00	49,500.00
Sanitarios portátiles para mujeres.	11.00	165.00	1,815.00	12.00	21,780.00
Papel higiénico (rollos).	8,500.00	0.65	-	-	5,525.00
Basureros.	36.00	10.00	-	-	360.00
<b>Total, primer año.</b>					<b>77,165.00</b>
<b>Segundo año (12 meses).</b>					
Sanitarios portátiles.	25.00	165.00	4,125.00	12.00	49,500.00
Sanitarios portátiles para mujeres.	11.00	165.00	1,815.00	12.00	21,780.00
Papel higiénico (rollos).	8,500.00	0.65	-	-	5,525.00
<b>Total, segundo año.</b>					<b>76,805.00</b>
<b>TOTAL.</b>	-	-	-	-	<b>153,970.00</b>

El costo de la medida ambiental será de CIENTO CINCUENTA Y TRES MIL NOVECIENTOS SETENTA 00/100 DOLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMERICA (US\$ 153,970.00).

Responsable de su ejecución: La ejecución de la actividad será responsabilidad del Ministerio de Obras Públicas y de Transporte, quien ejecutará por medio de la empresa constructora.

Indicador de desempeño: Manejo adecuado de los desechos fisiológicos generados por las y los trabajadores del proyecto.

#### 9.2.2.12 Medida Ambiental No. 14. Manejo de la escorrentía superficial.

Tipo de medida: Prevención.

Objetivo. Prevenir por la acción de las lluvias afectaciones de tipo morfodinámico, relacionadas con la generación de procesos erosivos del suelo a lo largo de la construcción, propiciados por movimientos de tierra y cambios en la hidrología superficial.

Factores ambientales a verse afectados: Hidrología superficial.

Impacto a prevenir y su descripción: Cambios en la hidrología superficial, debido a las actividades constructivas y movimientos de tierra que se llevarán a cabo a lo largo de la traza del proyecto.

Actividad generadora del Impacto: Movimientos de tierra, terracería, excavaciones, etc.

Descripción de la actividad generadora del impacto: Los movimientos de tierra y los suelos desnudos generarán algunos cambios en la hidrología superficial, que serán manejados por obras de drenaje transversal y longitudinal, conduciendo a los drenajes naturales sedimentos contaminando las aguas de los cauces de los ríos que circulan por el proyecto y su área de influencia.



Tiempo de ejecución de la medida: Durante la época lluviosa de la etapa de construcción del proyecto.

Descripción de la Medida Ambiental.

Durante los recorridos de campo realizados por el proyecto, fue notoria la generación de escorrentía superficial en sectores con mayor grado de pendiente, especialmente en el tramo que se ubica en la estación 13+560 a la estación 17+690, así como en el tramo ubicado en la estación 20+160 a la estación 21+220, situación que contribuye a pérdidas de suelo especialmente durante la época lluviosa debido a fenómenos erosivos.

La etapa de construcción del proyecto se caracterizará por dejar sin protección a los suelos del trazo vial, razón por la cual es importante considerar obras temporales de manejo de la escorrentía superficial hacia sitios seguros, como puede ser la quebrada El Guarumal, río Los Chorros y el río Colón.

En ese sentido, se propone la instalación de canales de drenaje y cajas de rebalse que son obras temporales que pretenden drenar el agua fuera de las áreas de trabajo, evacuándolas hacia los drenajes naturales anteriormente mencionados, previniendo la generación de procesos erosivos y formación de cárcavas.

En la Tabla 199, se propone la ubicación de las obras, con flujo hidráulico dirigido hacia los cuerpos de agua mencionados anteriormente, considerando en su punto final una caja de rebalse para la captura de sedimentos.

Tabla 199. Ubicación de las canaletas de drenaje y de las cajas de rebalse en el proyecto.

Canales de Drenaje.		Cajas de Rebalse.	
No.	Estación.	Lateral.	Estación.
1	13+960	Derecho.	13+980
2	14+500	Derecho.	14+520
3	14+980	Derecho.	15+010
4	15+480	Derecho.	15+600
5	15+880	Derecho.	15+920
6	16+350	Izquierda.	16+380
7	16+900	Izquierda.	15+020
8	17+140	Izquierda.	17+170
9	17+670	Izquierda.	17+690
10	20+160	Izquierda.	20+210
11	20+660	Derecha.	20+690
12	21+200	Izquierda.	21+220

Fuente: Propia y recorridos de campo.

La separación entre los canales de drenaje propuestos variará entre los 450-550 m de distancia, la cual puede incrementarse o disminuirse de acuerdo a las condiciones de avance de la obra, siempre y cuando drenen hacia sitios seguros del proyecto.

Los canales de drenaje considerados por su distancia de separación y condiciones de pendiente, serán en forma de acequias sobre terreno natural, con una sección parabólica de 75 cm de ancho y 50 cm de tirante hidráulico y de 50 m de largo, ubicadas con un ángulo entre

20° y 30° a favor de la pendiente con el objeto de dirigir la escorrentía superficial hacia sitios en donde la erosión hídrica sea menor y por ser excavados sobre terreno natural no será necesario la utilización de materiales de construcción.

Las cajas de rebalse serán de 1 m de ancho por 1 m de largo por 1.20 m de profundidad conformadas y excavadas en el terreno, colocándose antes de la descarga de la escorrentía hacia el drenaje existente con la finalidad de disminuir el caudal erosivo y atrapar sedimentos.

El único material de construcción cuya utilización será necesaria es la grava No. 1 u otro material, con el cual se rellenará el fondo de la caja, hasta una altura de 60 cm que permita atrapar los sedimentos. El detalle de las obras temporales se presentan en la Ilustración 188.

Ilustración 188. Ejemplo de caja de rebalse (izquierda) y canal de drenaje (derecha).



Es importante mencionar con el afán de generar funcionalidad durante la utilización de los canales de drenaje y de las cajas de rebalse, realizarles limpieza a efectos de eliminar los sedimentos que puedan retener, para que posean buena eficiencia. El número de limpiezas dependerá del comportamiento de la época de lluvias en la zona, así como de la cantidad de sedimento depositado, los cuales podrán ser conducidos a los sitios de disposición final de material excedente regulado por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) o ponerlo a disposición de los propietarios de los terrenos agrícolas colindantes con el proyecto para su utilización.

Actividades específicas.

Construcción de 600 m de canaleta de drenaje y 12 cajas de rebalse, según descripción de la medida.

Inversión en la medida ambiental.

La inversión en la medida ambiental se presenta en la Tabla 200, proponiéndose para la época lluviosa.

Tabla 200. Inversión a realizar en el manejo de la escorrentía superficial.

Actividad.	Unidad de Medida.	Cantidad.	Costo Unitario (\$).	Costo Total (\$).
<b>Año 1 (12 meses).</b>				
Canaletas de drenaje temporal.	m	600.00	5.50	3,300.00
Cajas de rebalse.	Unidad	12.00	40.00	480.00
<b>TOTAL.</b>				<b>3,780.00</b>

El costo de la Medida Ambiental será de TRES MIL SETECIENTOS OCHENTA 00/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA (US\$ 3,780.00).

Responsable de su ejecución: La ejecución de la actividad será responsabilidad del Ministerio de Obras Públicas y de Transporte, por medio de la empresa constructora.

Indicador de desempeño: Canales de drenaje y cajas de rebalse previniendo la erosión de los suelos.

#### 9.2.2.13 Medida Ambiental No. 15. Plan de prevención ante hallazgos de sitios arqueológicos y culturales.

Tipo de medida: Prevención.

Objetivo:

- Prevenir daños a sitios arqueológicos y culturales que puedan ser identificados en forma fortuita en el proyecto.

Factores ambientales a verse afectados: Recursos arqueológicos y culturales (los cuales no han sido identificados en el proyecto).

Impactos a prevenir y su descripción: Afectaciones directas e indirectas a sitios arqueológicos y culturales, presentándose en el Apéndice 7, la factibilidad emitida por el Ministerio de Cultura de la Presidencia para el proyecto.

Actividad generadora del Impacto: Cualquier actividad que conlleva hallazgos arqueológicos y culturales.

Descripción de la actividad generadora del impacto: Movimientos de tierra, terracería, excavaciones de todo tipo y cualquier actividad del proyecto que generen hallazgos, deberá ser del conocimiento del titular del proyecto para ser informado a la Dirección Nacional de Patrimonio Cultural (DNPC), para el procedimiento correspondiente.

Tiempo de ejecución: Durante toda la etapa constructiva del proyecto.

Descripción de la medida ambiental.

Deberá cumplirse con lo siguiente:

- Se deberá informar a la Dirección Nacional de Patrimonio Cultural (DNPC), la fecha de inicio de los trabajos de remoción de suelos, descapotes, fosas sépticas, con el fin de corroborar la presencia o ausencia de bienes culturales muebles o inmuebles de interés arqueológico o paleontológico.
- Si en el transcurso de los trabajos de construcción, se encontrasen objetos de interés arqueológico o paleontológico, deberá notificarse a la DNPC en un plazo no mayor de 5 días después de producido el hallazgo, según lo establecen los artículos 67 y 68 del Reglamento de la Ley Especial de Protección al Patrimonio Cultural de El Salvador.
- En caso de hallazgo fortuito de naturaleza arqueológica o paleontológica, deberán suspenderse las obras o trabajos en el sitio o lugar donde se hubiere verificado el hallazgo, hasta que se realice una inspección técnica por peritos de la Dirección Nacional de Patrimonio Cultural (DNPC).
- En caso de hallazgo fortuito de naturaleza arqueológica o paleontológica, y tras haber realizado la inspección técnica correspondiente, la DNPC podrá establecer las medidas de protección que estime necesarias, las cuales pueden incluir, la realización de estudios arqueológicos y paleontológicos, siguiendo la normativa establecida para tal efecto.
- Los informes emitidos por funcionarios del Departamento de Arqueología y la sección de Paleontología luego de las visitas de inspección al proyecto, deberán ser acatados.

Inversión en la medida ambiental.

Debido a que es una actividad relacionada con casos fortuitos, no se consideran costos en el cumplimiento de la medida, si al caso fueran identificados deberán ser asumidos por la Dirección Nacional de Patrimonio Cultural (DNPC), con el apoyo de la empresa constructora, sin embargo y de acuerdo a la Resolución DA 183-2021, debe brindársele el apoyo requerido a los funcionarios del Ministerio de Cultura para que lleven a cabo las visitas de inspección, de acuerdo a la calendarización que estimen conveniente.

Responsable de su ejecución: La ejecución de la actividad será responsabilidad del Ministerio de Obras Públicas y de Transporte, quien ejecutará por medio de la empresa constructora, bajo coordinación con el Ministerio de Cultura.

Indicador de desempeño: Proyecto sin identificación de casos fortuitos arqueológicos o culturales.

9.2.2.14 Medida Ambiental No. 16. Obras preventivas de daños a la fauna.

Tipo de medida: Prevención y atenuación.

Objetivos:

- Prevenir daños a la fauna en la etapa de construcción debido a las diversas actividades que se realizarán en los frentes de trabajo.
- Colocar rotulación para la prevención de daños a la fauna por circulación vehicular.
- Generar estructuras de paso de fauna terrestre en el corredor vial.

Factores ambientales a verse afectados: Fauna terrestre y avifauna.

Impactos a prevenir y su descripción:

Daños a la fauna y avifauna, afectaciones de hábitats y/o refugios de especies animales.

Las diversas actividades en los frentes de trabajo traen consigo afectaciones a la fauna circundante, principalmente la terrestre, debido a que es sujeta de capturas o cazas furtivas, no así la avifauna la cual se desplaza con mayor facilidad hacia otras zonas con menos actividad. Se identificaron 75 especies de avifauna, 6 especies de reptiles y 5 especies de mamíferos presentes en el proyecto.

Actividad generadora del Impacto: Tala y destronconado, limpieza y desmonte, uso de maquinaria y equipo, tráfico vehicular, transporte de materiales, desalojos, etc.

Descripción de la actividad generadora del impacto: El movimiento de la maquinaria y equipo, así como las diversas actividades de transporte de materiales, materias primas y desalojos de materiales sobrantes, así como el tráfico vehicular del transporte pesado causan ruidos y se convierten en amenazas a la fauna terrestre y avifauna del proyecto; emigrando la mayor parte de ellas y algunas sufren accidentes producto de las actividades señaladas.

Tiempo de ejecución: Se prevé que la duración de esta actividad será durante toda la fase de construcción del proyecto, además mediante la señalización permanente y los pasos de fauna terrestre, se espera que en la etapa de funcionamiento la protección sea extendida.

Descripción de la medida ambiental.

La medida ambiental constará de las siguientes actividades:

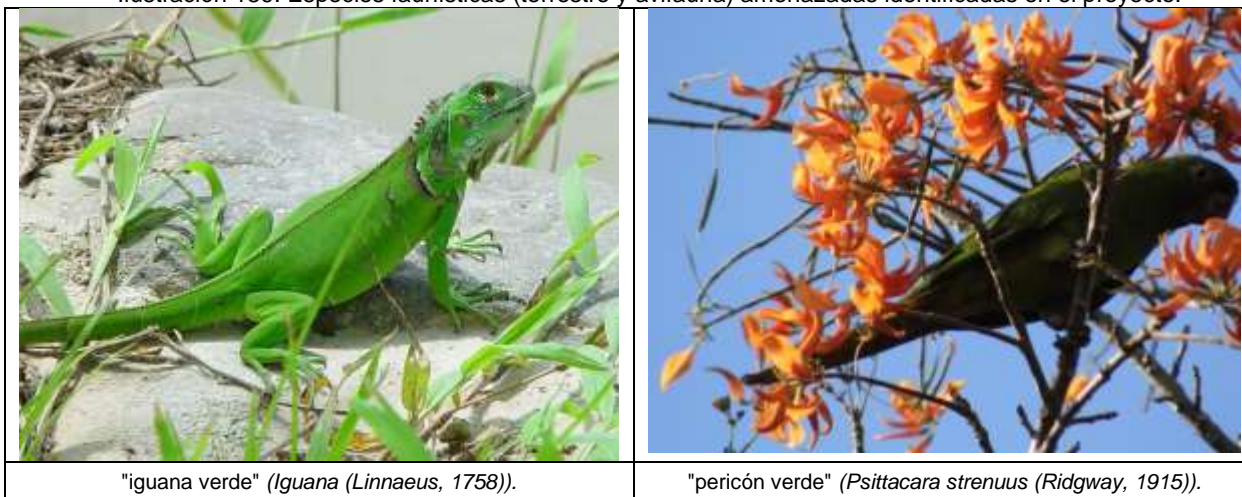
#### Protección a la fauna y avifauna.

La actividad consiste en establecer un control en los frentes de trabajo para prevenir daños a la fauna y avifauna producto de las actividades de la construcción, así como evitar la caza furtiva que los trabajadores del proyecto pudiesen realizar, para lo cual se colocarán dos (2) rótulos o señales temporales preventivas o prohibitivas de daños a la fauna en los frentes de trabajo y se impartirán dos charlas mensuales por parte del Ambientalista y Coordinador Social de las oficinas de Gestión Ambiental y Gestión Social, para concientizar a los trabajadores en la protección de la misma.

La fauna detectada en las zonas de trabajo "de ser posible o necesario" deberá ser capturada y liberada en zonas seguras, para lo cual el ambientalista del proyecto por parte de la empresa constructora deberá tener el apoyo de personal de campo para efectuar esta labor.

Es importante hacer notar que en el estudio de fauna y avifauna se detectaron especies categorizadas como amenazadas las cuales son las siguientes: "pericón verde" (*Psittacara strenuus* (Ridgway, 1915)), "pericón chocoyo" (*Eupsittula canicularis* (Linnaeus, 1758)), "catalnica" (*Brotogeris jugularis* (Müller, 1776)), "garrobo" (*Ctenosaura similis* (Gray, 1831)), "iguana verde" (*Iguana* (Linnaeus, 1758)), "tepezcuintle" (*Cuniculus paca* (Linnaeus, 1766)), (ver ejemplos en Ilustración 189), por lo que se debe vigilar los diferentes frentes de trabajo para prevenir daños a estas especies en particular y a todo el resto en general.

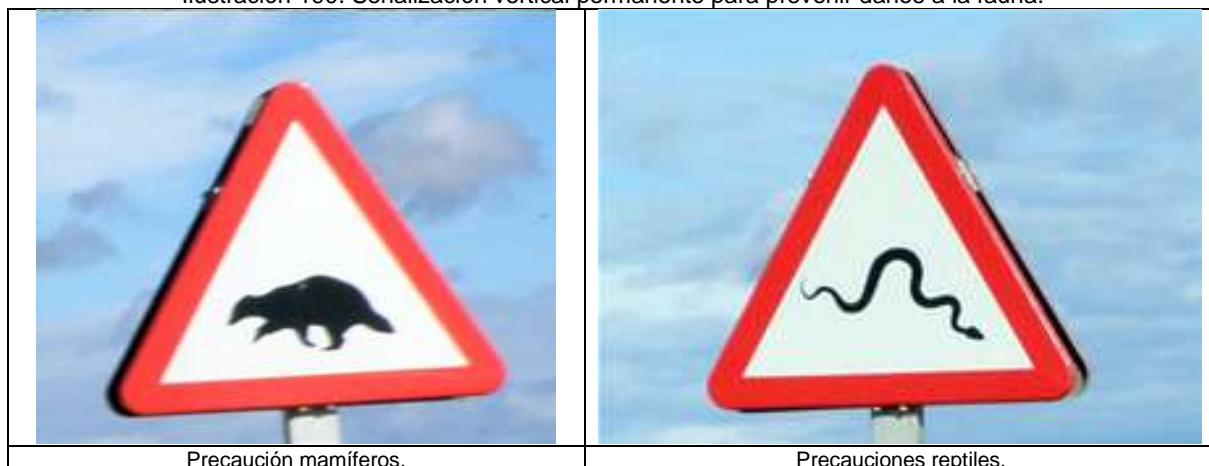
Ilustración 189. Especies faunísticas (terrestre y avifauna) amenazadas identificadas en el proyecto.



### Señales verticales permanentes de prevención.

En vista de que la carretera forma una barrera para la fauna, es notorio que algunas especies, especialmente mamíferos y reptiles traten de cruzarla migrando en busca de alimento o apareamiento, muriendo atropelladas por el flujo vehicular. Ante tal situación se colocarán cuatro (4) señales verticales permanentes restrictivas en sitios considerados como estratégicos para que los conductores de los vehículos manejen con precaución previniendo daños a los animales. En la Ilustración 190, se presentan ejemplos de rótulos que serán colocados en los estacionamientos 14+000 y 17+140, considerados de mayor hábitat y cantidad de vegetación y por ende que alberga más fauna, así como en los estacionamientos 20+500 y 25+800, donde también se han identificado fauna, especialmente reptiles, que podrían ser impactados por el proyecto. Se colocarán dos (2) rótulos por cada estacionamiento (LD y LI).

Ilustración 190. Señalización vertical permanente para prevenir daños a la fauna.



### Estructuras de paso de fauna terrestre en el corredor vial.

Como fue mencionado anteriormente, se considera que los sectores con mayor movilidad de fauna terrestre se encuentran desde en el tramo ubicado entre los estacionamientos 13+560-18+300 y también en el tramo del 20+500 y 26+400, para lo cual algunas estructuras de drenaje transversal pueden tener la función de pasos de fauna terrestre de un lado hacia el otro de la carretera y generar algunas condiciones de migración con bastante seguridad.

En el tramo ubicado en la estación 13+560 a la estación 18+300, se identificaron: tepezcuintles, ardillas, mapaches y cotuzas, para los cuales se considera necesario generarles pasos de fauna terrestre, adaptando algunas estructuras de drenaje, las cuales se presentan en la Tabla 201.

Tabla 201. Estructuras consideradas que pueden cumplir la función de pasos de fauna terrestre en el proyecto.

Tubería / ODM	Estación	Longitud (m)	Alto (m)	Ancho (m)	Altura normal de agua (m).
ODM	14+660	57.50	2.80	3.50	1.14
ODM	15+600	78.31	5.40	4.68	0.61
ODM	16+440	42.00	6.40	9.03	1.86

ODM: Obras de drenaje mayor.  
Fuente: Diseño Final de Ingeniería.

Cabe destacarse que la especie registrada en estatus de amenazada fue el "tepezcuintle" (*Cuniculus paca* (Linnaeus, 1766), que en su estado adulto alcanza una altura corporal de 0.35 m y una longitud de su cuerpo de 0.79 m, con un peso máximo de 10 kg, encontrándose entre las especies registradas con mayor volumen corporal.

De acuerdo a lo anterior, se propone un pequeño corredor dentro de la obra de drenaje mayor con una altura de 1.50 m, a excepción de la caja de drenaje ubicada en la estación 16+440, donde se propone 2.0 m y para todos los corredores un ancho del paso de 0.60 m.

El corredor de paso, debe mantener condiciones de acabado rustico, debiendo parecer un camino transitable por la fauna terrestre y su acceso debe ser sin gradas.

En la Ilustración 191, se presenta un esquema del paso de fauna terrestre en la obra de drenaje y en Apéndice 19, se presenta el plano a detalle.

Ilustración 191. Esquema de paso de fauna terrestre en obras de drenaje mayor.



Pasos de fauna terrestre propuestos para las estructuras de drenaje mayor tipo caja.

Fuente: (Ministerio de Medio Ambiente, 2006).

Para el sector del viaducto, ubicado entre la estación 18+354 y la estación 19+256, fue reportado por medio de los habitantes del sector el avistamiento de un venado cola blanca, además del resto de fauna terrestre mencionada en el sector anterior. Se considera, que la fauna por la altura que alcanzará el viaducto (30 m), no tendrán problemas para que circule bajo la estructura vial. En la Ilustración 192, se proyecta cómo funcionará el paso de la fauna terrestre en este sector.

Ilustración 192. Sector del proyecto, entre la estación 18+354 y la estación 19+256.



En el sector del viaducto, se formará un paso de fauna natural que permitirá la circulación de la misma.

Fuente: (Ministerio de Medio Ambiente, 2006).



El tramo del proyecto ubicado desde la estación 19+256 hasta la estación 28+321 (final del proyecto), es la zona actualmente más impactada respecto a la fauna terrestre, debido a la presencia de comunidades, residenciales, zonas industriales, etc., aledañas a la carretera, reduciéndola a la presencia de reptiles especialmente, para los cuales se considera que las tuberías de drenaje podrán ser utilizadas para su paso de un lado al otro de la obra vial sin ninguna adecuación o modificación.

Las estructuras de drenaje propuestas específicamente para reptiles, se presenta en la Tabla 202.

Tabla 202. Estructuras de drenaje, que pueden cumplir la función de pasos para reptiles.

Tubería / ODM.	Latitud.	Longitud.	Estación.
Tubería.	13°42'11.44"N	89°20'21.65"O	19+300
Tubería.	13°42'13.04"N	89°20'25.10"O	19+640
Tubería.	13°42'21.88"N	89°20'37.66"O	19+780
ODM.	13°42'45.53"N	89°21'4.75"O	20+880
Tubería.	13°43'20.74"N	89°21'22.23"O	22+140
Tubería.	13°43'20.59"N	89°21'23.87"O	22+220
Tubería.	13°43'21.37"N	89°21'23.21"O	23+580
Tubería.	13°44'5.01"N	89°21'37.27"O	23+580
ODM.	13°45'0.09"N	89°21'54.48"O	25+360
ODM.	13°45'44.71"N	89°22'7.50"O	26+760

ODM: Obras de drenaje mayor.  
Fuente: Diseño Final de Ingeniería.

Actividades específicas.

- Colocación de dos (2) rótulos temporales (señales verticales preventivas provisionales), en cada frente de trabajo, previniendo o prohibiendo daños a la fauna y avifauna.
- Implementación de dos (2) charlas mensuales a los trabajadores del proyecto por el Ambientalista de la Oficina de Gestión Ambiental, sobre protección de la fauna y avifauna, en cumplimiento a lo establecido en la Medida Ambiental No. 3. Campaña de concientización ambiental para el proyecto.
- Colocación de ocho (8) rótulos (señales verticales restrictivas), para prevenir atropellamientos de la fauna.
- Instalación de pasos de fauna terrestre bajo el corredor vial y prolongación de algunas estructuras de drenaje para facilitar la movilidad.

Inversión en la medida ambiental.

La inversión a realizar en la medida ambiental, se puede observar en la Tabla 203.

Tabla 203. Inversión a realizar en la señalización para prevenir daños a la fauna y avifauna.

Detalle.	Cantidad.	Costo unitario (US\$).	Costo total (US\$).
<b>Primer año (12 meses).</b>			
Señal vertical preventiva provisional.	24.00 U	110.00	2,640.00
Pasos de fauna terrestre (estación 13+560 a la estación 18+300 y 19+256 hasta la estación 28+321).	16.00	Costos en presupuesto de construcción.	
<b>Segundo año (12 meses).</b>			
Señal vertical restrictiva.	8.00 U	96.01	768.08

Detalle.	Cantidad.	Costo unitario (US\$).	Costo total (US\$).
<b>TOTAL.</b>			<b>3,408.08</b>

La inversión en la medida ambiental será de TRES MIL CUATROCIENTOS OCHO 08/100 DOLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMERICA (US \$ 3,408.08). Los pasos de fauna terrestre no forman parte de los costos afianzables del Programa de Manejo Ambiental (PMA) del proyecto por estar contemplados en los costos del drenaje transversal en el presupuesto de construcción. Las dos charlas mensuales serán realizadas por el ambientalista del proyecto, por tal razón no poseen costos.

Responsable de su ejecución: La ejecución de la actividad será responsabilidad del Ministerio de Obras Públicas y de Transporte, por medio de la empresa constructora.

Indicador de desempeño: Fauna, avifauna y refugios sin daños y buena movilidad en la zona.

9.2.2.15 Medida Ambiental No. 17. Tratamiento a los taludes de corte para prevenir deslizamientos.

Tipo de medida: Prevención y atenuación.

Objetivos:

Prevenir deslizamientos de tierra provenientes de la caída de taludes de corte, generados por las actividades de terracería.

Factores ambientales a verse afectados: Suelo e hidrología superficial.

Impactos a prevenir y su descripción:

Cambios en el uso actual del suelo, afectación morfodinámica, pérdida de estabilidad geológica, cambios en la hidrología superficial, afectación de las fuentes de agua, arrastre y deposición de sedimentos en las áreas cercanas a cauces de aguas, alteraciones a lechos de ríos, disminución en la recarga de acuíferos, alteración de las vistas panorámicas, pérdida de carácter visual del área.

Debido a los movimientos de tierra que involucra las labores de ampliación del proyecto, tanto el suelo como las formaciones geológicas serán impactados, especialmente en los taludes de corte.

Actividad generadora del Impacto: Terracería.

Descripción de la actividad generadora del impacto: Debido a la topografía que presenta la zona de influencia del proyecto, se generarán taludes de corte, especialmente por las actividades de ampliación de los sectores donde se encuentran.

Tiempo de ejecución: La protección de los taludes de corte del proyecto, deberá iniciarse con el establecimiento de la época de lluvias y tendrá una duración de cuatro meses la actividad. Si al caso es necesario realizar la protección en época no lluviosa debe implementarse riego con agua hasta el establecimiento de las lluvias en su temporada próxima.

Descripción de la medida ambiental.

En el proyecto se identificaron diferentes taludes que serán cortados, los cuales poseen alturas distintas y de acuerdo al estudio de la geotecnia, son estables.

Cada uno, será provisto de los respectivos drenajes (cunetas y derramaderos), para prevenir escurrimientos que generen procesos erosivos, removiendo raíces, troncos, rocas o materiales que sobresalgan, se brindarán mejores condiciones de estabilidad por medio de bermas, con terrazas de 3 m y pendientes inversas entre el 2 y 3%, luego se procederá a ser revegetados con zacate barrenillo (*Cynodon dactylon*), a excepción de los taludes que se encuentran constituidos principalmente por tobas o material rocoso, los cuales recibirán la conformación de acuerdo a la ingeniería del proyecto.

En la Tabla 204, se presenta el resumen de los taludes que serán conformados y en la mayoría de los casos revegetados, así como la relación de pendientes que deberá brindarse a los mismos.

Tabla 204. Taludes de corte que serán conformados y revegetados.

Desde.	Hasta.	Longitud (m).	Altura (m).	Área estimada de talud (m <sup>2</sup> ).	Área estimada de berma (m <sup>2</sup> ).	Área total (m <sup>2</sup> ).	Relación de pendiente V : H.
<b>Lateral izquierdo.</b>							
13+800	14+400	600.00	12.00	7,200.00	940.00	8,140.00	2:1
14+440	14+480	80.00	12.00	480.00	80.00	560.00	2:1
14+540	14+580	40.00	17.92	716.80	140.00	856.80	2:1
14+680	15+040	360.00	12.00	4,320.00	1,800.00	6,120.00	2:1
15+140	15+360	220.00	-	Talud en roca.	-	-	5:7:1
15+400	15+500	100.00	17.92	1,792.00	400.00	2,192.00	2:1
15+640	16+000	360.00	-	Talud en roca.	-	-	5:7:1
16+000	16+200	200.00	-	Talud en roca.	-	-	5:7:1
16+220	16+420	200.00	16.00	3,200.00	600.00	3,800.00	2:1
<b>Lateral derecho.</b>							
14+080	14+200	120.00	17.92	2,150.40	.	2,490.40	2:1
14+600	14+660	60.00	8.96	537.60	60.00	597.60	2:1
16+730	16+900	170.00	-	-	-	-	1.2:1, 2.8:1, 3.0:1, 3.9:1, 5.7:1. (Variado).
16+980	17+040	60.00	7.00	420.00	Sin berma.	420.00	2:1
17+160	17+460	300.00	-	-	-	-	5:7:1
17+480	17+920	440.00	-	Talud en roca.	-	-	-
17+940	18+340	400.00	-	-	-	-	5:7:1
20+880	21+240	360.00	5.6	2,016.00	460.00	2,476.00	2:1
Subtotal Tramo I.						25,176.80	
Subtotal Tramo II.						0.00	
Subtotal Tramo III.						2,476.00	
<b>TOTAL.</b>						<b>27,652.80</b>	

Nota: Los taludes con relación de pendiente 1.2:1, 2.8:1, 3.0:1, 3.9:1, 5.7:1, son rocosos y no serán revegetados.

Fuente: Diseño final de Ingeniería.

Para la revegetación se seguirán las siguientes condiciones técnicas:

Establecimiento del zacate barrenillo (*Cynodon dactylon*).

Preparación de la cama de siembra: Consiste en la limpia del suelo en forma manual antes de dar inicio a la siembra. Una de las actividades que se vuelve necesaria, es conformar los taludes, luego se procede a la colocación de 2 cm de tierra proveniente del descapote (en las terrazas) para facilitar el establecimiento y desarrollo del material vegetativo, por el contenido de nutrientes que posee.

Siembra.

Los haces serán colocados en pequeños surcos de 2 cm de profundidad, separados a 5 cm uno del otro. Deben colocarse de 5 a 8 haces por cada punto de siembra separados a 5 cm entre cada punto, esto aplicará tanto en las bermas como en los taludes.

Es importante llevar a cabo las actividades de riego y fertilización, las cuales se describen a continuación:

Riego. Si la siembra se realiza al inicio de la época de las lluvias, los requerimientos de riego serán mínimos. Al terminar de sembrar el zacate barrenillo, se recomienda humedecer las zonas plantadas y luego regar con agua tres (3) veces por semana, dependiendo del régimen de lluvias. Si la plantación se realiza en época seca es necesario regar durante el primer mes todos los días, luego tres veces por semana hasta que los materiales se establezcan.

Fertilización: Al presentarse los primeros brotes del material es necesario brindar la primera fertilización con urea 46% N + 5% S, con 1.5 onzas por metro cuadrado, repetir 30 días después de la primera con las mismas dosis, ambas fertilizaciones deberán realizarse al voleo.

Actividad específica.

- Revegetación de 27,652.80 m<sup>2</sup> de taludes de corte con zacate barrenillo (*Cynodon dactylon*)<sup>67</sup>.

Inversión en la medida ambiental.

En las Tablas 205 y 206, se presenta la inversión a realizar en la revegetación con zacate barrenillo (*Cynodon dactylon*).

Tabla 205. Análisis de costos unitarios de establecimiento del zacate barrenillo (*Cynodon dactylon*).

Actividad.	Zacate barrenillo.
	Costo unitario (US\$/m <sup>2</sup> ).
Costo del material con transporte.	0.30
Preparación de suelo.	0.20
Siembra y fertilización.	0.80
Riego.	0.20

<sup>67</sup> En el plano de medidas ambientales se muestran los taludes de corte a proteger. Medida Ambiental No. 17. Tratamiento a los taludes de corte para prevenir deslizamientos. (Apéndice No. 22).

Actividad.	Zacate barrenillo.
	Costo unitario (US\$/m <sup>2</sup> ).
Costo de establecimiento.	1.50

Tabla 206. Costo total de protección de los taludes de corte.

Detalle.	Unidades.	Cantidad.	Costos Unitario (US\$).	Costo Total (US\$).
Zacate barrenillo.	m <sup>2</sup>	27,652.80	1.50	41,479.20

La inversión en la medida ambiental será de CUARENTA Y UN MIL CUATROCIENTOS SETENTA Y NUEVE 20/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA (US \$ 41,479.20).

Responsable de su ejecución: La ejecución de la actividad será responsabilidad del Ministerio de Obras Públicas y de Transporte, por medio de la empresa constructora.

Indicador de desempeño: Taludes de corte estabilizados y revegetados.

9.2.2.16 Medida Ambiental No.18. Revegetación del proyecto.

Tipo de medida: Prevención y atenuación.

Objetivo:

Proteger zonas desnudas con grama común (*Paspalum notatum*) y zacate vetiver (*Vetiveria zizanioides*), para protegerlas contra la erosión de los suelos, mejorando el paisaje de la zona.

Factores ambientales a verse afectados: Suelo, hidrología superficial y subterránea

Impactos a mitigar y su descripción.

Cambios en el uso actual del suelo, afectación morfodinámica, cambios en la hidrología superficial, afectación de las fuentes de agua, arrastre y deposición de sedimentos en las áreas cercanas a cauces de aguas, alteraciones a lechos de ríos, disminución en la recarga de acuíferos, alteración de las vistas panorámicas, pérdida de carácter visual del área.

Las posibilidades de que se generen procesos erosivos producto de los movimientos de tierra, con la consecuente alteración hidrológica, pueden generar pérdidas del mismo, que conlleven a impactar lugares cercanos a los ríos del área de influencia del proyecto, propiciando acumulaciones de sedimentos en zonas aledañas a los cursos de agua.

Actividad generadora del Impacto: Terracería, excavaciones, ampliaciones de las estructuras de drenaje, etc.

Descripción de la actividad generadora del impacto: La generación de áreas desnudas se encuentran asociadas a la terracería del proyecto, de igual forma las excavaciones y ampliaciones al drenaje menor y mayor. Estas actividades conllevan a la formación de zonas propensas a erosionarse según el movimiento de tierra que se lleve a cabo, el protegerlos

brindará estabilidad, prevendrá fenómenos erosivos, propiciando condiciones favorables al recurso hídrico de la zona.

Tiempo de ejecución: La protección de las zonas desnudas del proyecto, deberá iniciarse con el establecimiento de la época de lluvias y tendrá una duración de cuatro meses la actividad. Si al caso es necesario realizar la protección en época no lluviosa debe implementarse riego con agua hasta el establecimiento de las lluvias en su temporada próxima.

Descripción de la medida ambiental.

Las actividades de nivelación de la traza generarán zonas desnudas que deberán ser protegidas contra la erosión de los suelos, mediante cobertura vegetal, utilizando para esto la grama común (*Paspalum notatum*) y zacate vetiver (*Vetiveria zizanioides*), especialmente en taludes de relleno y para las zonas verdes de retornos, intersecciones y de los miradores se propone solamente grama común (*Paspalum notatum*).

Las zonas que serán protegidas con los materiales verdes propuestos, se presentan en la Tabla 207. En la Ilustración 193, se presentan ejemplos de algunas zonas revegetadas.

Tabla 207. Áreas que serán revegetadas en el proyecto.

Desde.	Hasta.	Longitud (m).	Altura (m).	Área estimada de talud (m <sup>2</sup> ).	Área estimada de berma (m <sup>2</sup> ).	Área total (m <sup>2</sup> ).	Cobertura vegetal.
<b>Talud Lateral izquierdo</b>							
14+420	14+620	200.00	1.90	380.00	Sin berma.	380.00	Grama común.
14+620	14+660	40.00	12.20	488.00	80	568.00	Grama común y zacate vetiver.
15+540	15+600	60.00	14.00	840.00	40	880.00	Grama común y zacate vetiver.
16+400	16+500	100.00	25.00	2,500.00	330	2,830.00	Grama común y zacate vetiver.
21+300	21+600	300.00	5.1	1,530.00	Sin berma.	1,530.00	Grama común y zacate vetiver.
<b>Talud Lateral Derecho.</b>							
14+440	14+500	60.00	2.44	146.40	Sin berma.	146.40	Grama común.
14+660	14+700	40.00	5.50	220.00	Sin berma.	220.00	Grama común y zacate vetiver.
20+000	20+200	200.00	2.00	400.00	Sin berma.	400.00	Grama común.
20+320	20+860	540.00	10.00	5,400.00	Sin berma.	5,400.00	Grama común y zacate vetiver.
22+140	22+200	60.00	5.30	318.00	Sin berma.	318.00	Grama común y zacate vetiver.
25+240	25+360	120.00	8.00	960.00	Sin berma.	960.00	Grama común y zacate vetiver.
<b>Áreas verdes de intersecciones, retornos y miradores.</b>							
Isla en intersecciones Tramo I.						60.18	Grama común.
Islas en Intersecciones Tramo III.						1,475.03	Grama común.
Isla en retorno estación 16+100.						6,602.72	Grama común.
Isla en retorno estación 26+000.						17,192.13	Grama común.
Mirador de estación 17+740.						115.00	Grama común.
Mirador de estación 18+100.						372.89	Grama común.
<b>TOTAL.</b>						<b>39,450.35</b>	

Fuente: Diseño final de Ingeniería.

Ilustración 193. Ejemplos de zonas revegetadas con grama común y zacate vetiver.



Actividades específicas.

- Protección de 39,450.35 m<sup>2</sup>, de zonas desnudas, con grama común sola o en combinación con el zacate vetiver, de acuerdo a la Tabla 207 y según especificaciones técnicas de siembra<sup>68</sup>.

Inversión en la medida ambiental.

En las Tablas 208 y 209. Se presenta la inversión a realizar en la revegetación con grama común (*Paspalum notatum*) y zacate vetiver (*Vetiveria zizaniodes*).

Tabla 208. Análisis de costos unitarios de establecimiento de grama común y zacate vetiver.

Actividad.	Gramma común.	Zacate vetiver.
	Costo unitario (US\$/m <sup>2</sup> ).	Costo unitario (US\$/m).
Costo del material con transporte.	3.39	1.25
Fertilizante.	0.08	0.10
Riego con agua.	0.17	0.17
Mano de obra.	0.41	0.50
<b>Costo de establecimiento.</b>	<b>4.05</b>	<b>2.02</b>

Tabla 209. Costo total de protección de las zonas desnudas con grama común y zacate vetiver.

Detalle.	Unidades.	Cantidad.	Costos Unitario (US\$).	Costo Total (US\$).
<b>Año 2.</b>				
Zonas a proteger con grama común.	m <sup>2</sup>	39,450.35	4.05	159,773.92
Zonas a proteger con zacate vetiver.	m	12,280.00	2.02	24,805.60
<b>TOTAL</b>				<b>184,579.52</b>

La inversión en la medida ambiental será de CIENTO OCHENTA Y CUATRO MIL QUINIENTOS SETENTA Y NUEVE 52/100 (US \$184,579.52) DOLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMERICA.

<sup>68</sup> En el plano de medidas ambientales se muestran las áreas a revegetar. Medida Ambiental No. 18. Revegetación del proyecto (Apéndice No. 22).

- ✓ Especificaciones técnicas para el establecimiento de la grama común (*Paspalum notatum*).

#### Establecimiento

Preparación de la cama de siembra: Consiste en la limpia del suelo en forma manual antes de dar inicio a la siembra. Una de las actividades que se vuelve necesaria para mejorar las zonas desnudas es la colocación de 2 cm de tierra proveniente del descapote, esto facilita el establecimiento y desarrollo del material vegetativo, por el contenido de nutrientes que el suelo de descapote posee.

La grama común (*Paspalum notatum*), será colocada utilizando tepes de 30 cm x 30 cm o marquetas de grama que por medio de golpes se adhieren a la superficie a proteger. Los tepes son humedecidos previamente antes de su establecimiento en el terreno definitivo, esto se realiza con el propósito de facilitar su distribución homogénea sobre el terreno.

Riego. Esta actividad es importante para asegurar la plantación. Si la siembra se realiza al inicio de la época de las lluvias, los requerimientos de riego serán mínimos. Al terminar de sembrar, se recomienda regar a capacidad de campo, sin encharcamientos y luego 3 veces por semana, dependiendo del régimen de lluvias. Si la plantación se realiza en época seca es necesario regar durante el primer mes todos los días, luego tres veces por semana hasta que los materiales se establezcan.

Fertilización: Al presentarse los primeros brotes del material es necesario brindar la primera fertilización con urea 46% N + 5% S, con 1.5 onzas por metro cuadrado, repetir 30 días después de la primera con las mismas dosis, ambas fertilizaciones se realizan al voleo.

- ✓ Especificaciones técnicas para el establecimiento combinado de la grama común (*Paspalum notatum*) y zacate vetiver (*Vetiveria zizaniodes*).

#### Establecimiento

Preparación de la cama de siembra: Consiste en la limpia del suelo en forma manual antes de dar inicio a la siembra. Una de las actividades que se vuelve necesaria, es conformar los taludes, luego se procede a la colocación de 2 cm de tierra proveniente del descapote para facilitar el establecimiento y desarrollo del material vegetativo, por el contenido de nutrientes que este posee.

#### Establecimiento de los materiales:

Zacate Vetiver (*Vetiveria zizaniodes*): Mediante el uso del azadón se forma un pequeño surco de unos 5 cm de profundidad, luego se colocan a cada 10 cm uno del otro los haces enraizados de zacate vetiver, se apisona para eliminar bolsas de aire y se procede al riego con agua. Cada haz de zacate vetiver debe tener una altura entre 20 y 30 cm y un grosor no menor de 10 cm de diámetro. El espacio entre las hileras de zacate vetiver será de 1 m, en el cual será colocada la grama común.



Grama común (*Paspalum notatum*): Será colocada utilizando tepes de 30 cm x 30 cm o marquetas de grama que por medio de golpes se adhieren a la superficie a proteger. Los tepes son humedecidos previamente antes de su establecimiento en el terreno definitivo, esto se realiza con el propósito de facilitar su distribución homogénea sobre el terreno. Es importante aclarar que la grama común deberá ser establecida entre las hileras de zacate vetiver para generar cubrimiento completo de las zonas desnudas.

Riego. Esta actividad es importante para asegurar la plantación. Si la siembra se realiza al inicio de la época de las lluvias, los requerimientos de riego serán mínimos. Al terminar de sembrar los dos materiales (grama común y zacate vetiver) se recomienda regar a capacidad de campo y luego 2 veces por semana, dependiendo del régimen de lluvias. Si la plantación se realiza en época seca es necesario regar durante el primer mes todos los días, luego dos veces por semana hasta que los materiales se establezcan.

Fertilización: Al presentarse los primeros brotes del material es necesario brindar la primera fertilización con urea 46% N + 5% S, con 1.5 onzas por metro cuadrado, repetir 30 días después de la primera con las mismas dosis, ambas fertilizaciones se realizan al voleo. Esta fertilización es aprovechada tanto por la grama común como por el zacate vetiver.

Responsable de su ejecución: La ejecución de la actividad será responsabilidad del Ministerio de Obras Públicas y de Transporte, por medio de la empresa constructora.

Indicador de impacto: zonas desnudas protegidas, minimizando los procesos erosivos del suelo.

#### 9.2.2.17 Medida Ambiental No. 19. Construcción de pasarelas y paradas de buses.

Tipo de medida ambiental: Prevención.

Objetivos: Dotar a la población peatonal del proyecto de estructuras que permitan movilización hacia ambos laterales de la carretera, así como espacios seguros para abordar el transporte público, sin riesgos de accidentes.

Factor ambiental a verse afectado: Comunidades aledañas al proyecto.

Impactos a prevenir y su descripción: Incremento al tráfico vehicular y peatonal. Debido al incremento del tráfico vehicular y peatonal, la generación de accidentes es inminente especialmente durante los traslados de la población de un lateral a otro de la carretera, por lo que las pasarelas minimizan esta potencialidad de impacto. De igual forma sucede con las paradas de buses, las cuales deben brindar el espacio necesario para prevenir la generación de riesgos de accidentes al abordar el transporte público.

Actividad generadora del Impacto: tráfico vehicular y peatonal.

Descripción de la actividad generadora del impacto: Se formará un corredor de 43 m de ancho en donde existirá tráfico vehicular, generando posibilidades de accidentes en los pobladores aledaños a la traza, especialmente en la población estudiantil y discapacitada que es la más vulnerable.

Tiempo de ejecución: La implementación se llevará a cabo en forma paralela con el resto de actividades de construcción del proyecto, se considera que en los últimos doce meses serán establecidas definitivamente.

Descripción de la medida ambiental.

Pasarelas.

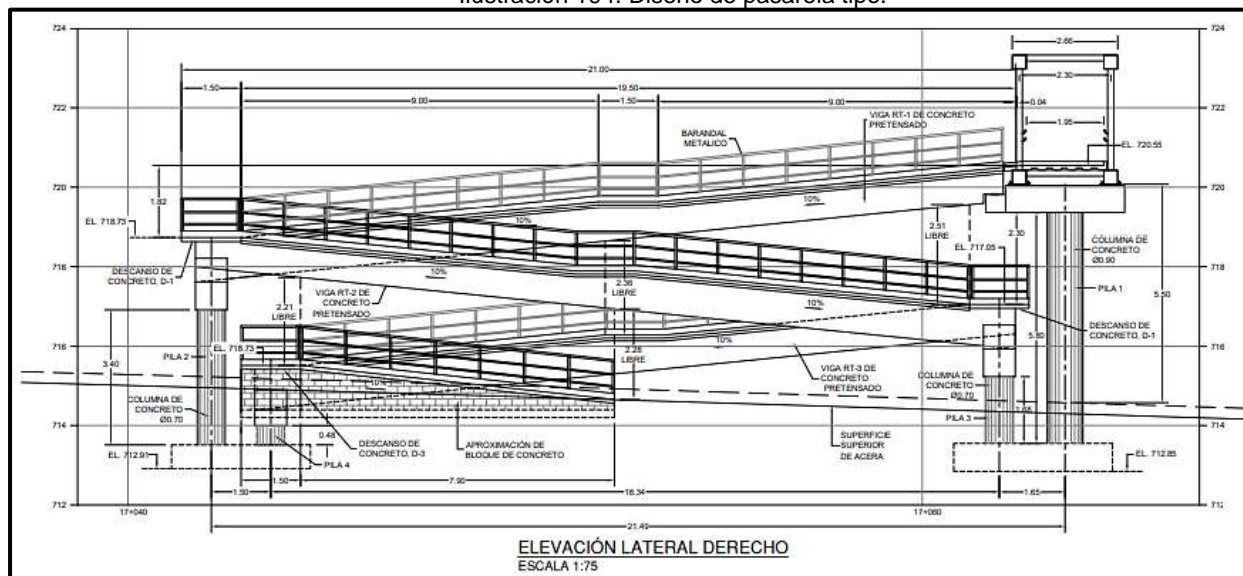
La medida ambiental consistirá en la construcción de 11 pasarelas (ver Tabla 210) tomando de modelo la estructura que se presenta en la Ilustración 194, que tendrá rampas para personas discapacitadas.

Tabla 210. Ubicación de las pasarelas y paradas de buses en el proyecto.

Estación.	Sitio de referencia.
17+063	Paque Acuatico Los Chorros.
20+359	Entrada Colonia La Esperanza.
21+180	Frente a Cretosal e iglesia Tierra de Bendición.
21+767	Entre la Cuchilla y Poliedro.
22+440	Centro Escolar Cantón Las Moras.
22+861	Metrocentro Lourdes.
23+278	Frente a Zona Libre Export Salva.
23+846	Entrada Urbanización Miramontes.
24+738	Frente a Residencial Los Chorros.
26+847	Frente a Empresa ALMAP (Calle principal Caserío La Arenera)
27+524	Frente a Complejo Educativo Soldado Oscar Antonio Ortiz Reyes.

Fuente: Diseño final de Ingeniería.

Ilustración 194. Diseño de pasarela tipo.



Fuente: Diseño final de Ingeniería.

La cantidad y la ubicación se justifica en base a los siguientes criterios: Son estructuras ubicadas en las zonas turísticas y en donde existe tejido urbano continuo, es decir en turicentro Los Chorros, zona urbana de Colón, Centros Educativos, zona de Metrocentro, zonas libres de Export Salva, entre otras.

#### Paradas de buses.

Durante la consulta pública desarrollada con hombres y mujeres, los representantes de las comunidades presentes recalcaron la necesidad de tomar en cuenta las paradas de buses en las comunidades, especialmente en las zonas pobladas del proyecto.

Se han considerado doce (12) paradas de buses por sentido, las cuales consistirán de un área pavimentada de 120 m de largo por 3.65 m de ancho, más una acera de 2.50 m de ancho, respondiendo a los resultados obtenidos por medio del estudio de tráfico, sus proyecciones y a la ubicación de las pasarelas, con la finalidad de generar pasos seguros para el abordaje del transporte público.

Las paradas de buses serán ubicadas en forma aledaña a las pasarelas, para dar facilidad de uso en ambas estructuras, es decir, se tendrán 12 paradas de buses por sentido, totalizado 24 en todo el proyecto.

#### Actividad específica.

- Instalación de once (11) pasarelas en los sitios definidos.
- Construcción de veinticuatro (24) paradas de buses (12 por sentido vial).

#### Inversión en la medida ambiental.

El costo del establecimiento de las pasarelas y paradas de buses son parte del presupuesto de la obra del proyecto, por lo tanto, no forman parte del Programa de Manejo Ambiental (No afianzadas).

Responsable de su ejecución: La ejecución de la actividad será responsabilidad del Ministerio de Obras Públicas y de Transporte, por medio de la empresa constructora.

Indicador de desempeño: Población peatonal dotada de estructuras que le permitan circular con seguridad por el proyecto.

#### 9.2.2.18 Medida Ambiental No. 20. Restauración de los accesos a propiedades privadas y caminos vecinales.

Tipo de medida: Compensación.

Objetivo:

Mejorar los accesos a las propiedades vecinas y los empalmes de los caminos vecinales que conducen a comunidades que interconectan con la carretera, los cuales han sido afectados por la ampliación de la carretera.

Factor ambiental a verse afectado: Propietarios de terrenos privados y comunidades aledañas al proyecto.

Impactos a compensar y su descripción: Afectación a vías de acceso (caminos vecinales y propiedades privadas), afectaciones a la propiedad privada. Se afectarán 107 accesos vecinales, los cuales incluyen caminos rurales por donde circulan comunidades aledañas, así como otros que se encuentran en el área de influencia del proyecto, incluyendo propiedades privadas los cuales serán mejorados al finalizar la etapa de construcción.

Actividad generadora del Impacto: Terracería, excavaciones para drenajes menores y mayores.

Descripción de la actividad generadora del impacto: Las diversas actividades de terracería en la ampliación de la carretera conlleva consigo la afectación de accesos tanto a propiedades privadas como a caminos que conducen a comunidades del área de influencia del proyecto, generando inconvenientes para el tráfico vehicular y las diversas actividades que conlleva el comercio, la agricultura, etc.

Tiempo de ejecución: La implementación se llevará a cabo en forma paralela con el resto de actividades de construcción del proyecto, se considera que en los últimos doce meses serán establecidas definitivamente.

Descripción de la medida ambiental.

Los accesos a las propiedades, así como los empalmes a los caminos serán mejorados con la finalidad de facilitar la entrada a propiedades, residenciales, centros comerciales, así como la movilización con insumos agrícolas o traslados de las cosechas, a la vez prevenir reclamos de los propietarios de los terrenos vecinos.

Accesos a caminos vecinales.

Se realizarán trabajos de excavación y relleno de acuerdo a las necesidades y se colocará la capa de base en gruesos no mayores de 100 mm de espesor compactado por lo menos con tres pasadas de un pisón mecánico liviano, rodillo o sistema vibratorio.

Mediante encofrados se delimitarán las zonas a mejorar para luego aplicar el concreto, separadas por juntas de construcción a intervalos de 3 m, con  $\frac{1}{4}$  a  $\frac{1}{2}$  del espesor del concreto y con aproximadamente 3 mm de ancho. Las juntas de expansión se construirán a intervalos no mayores de 18 m usando un relleno de junta preformado de no más de 19 mm, para el espesor total de ellas.

Accesos a propiedades privadas.

Los accesos a las propiedades privadas serán construidos utilizando losas de concreto con diferentes dimensiones (ver Tabla 211), restaurando el acceso a la propiedad privada que haya sufrido daños durante el proceso constructivo.

Los accesos a caminos vecinales y a propiedades privadas a restaurar, se presentan en la Tabla 211.

Tabla 211. Accesos (caminos vecinales y propiedades privadas) identificados en el proyecto.

N° acceso.	Estación.	Lateral.		Tipo de acceso.		Uso.		Ancho.
		Derecho.	Izquierdo.	Público.	Privado.	Peatonal.	Vehicular.	
1	13+761.108		X	X			X	7.50m
2	15+071.124		X		X		X	3.40m
3	15+124.129		X		X		X	3.40m
4	15+627.050		X		X		X	3.70m
5	16+455.474	X			X		X	13.50m
6	16+610.777	X			X		X	2.90m
7	16+726.640	X			X		X	4.50m
8	17+091.091	X		X			X	6.00m
9	17+215.720		X		X		X	6.00m
10	17+489.591		X		X		X	6.00m
11	18+345.632	X		X			X	5.50m
12	0+118.769		X	X			X	6.50m
13	19+332.934		X	X			X	6.00m
14	20+105.481	X		X			X	5.50m
15	20+166.598		X	X			X	6.00m
16	20+214.164	X		X			X	6.80m
17	20+252.116	X		X			X	6.80m
18	20+448.977		X	X			X	4.25m
19	21+248.343	X		X			X	9.25m
20	21+252.964		X	X			X	6.30m
21	21+295.873		X	X			X	4.00m
22	21+305.774	X		X			X	5.60m
23	21+464.539		X	X			X	6.00m
24	21+507.917	X		X			X	6.50m
25	21+582.773		X	X			X	6.80m
26	21+774.704	X		X			X	10.00m
27	21+882.735		X	X			X	7.00m
28	21+990.350		X	X			X	8.00m
29	22+100.551	X		X			X	6.50m
30	22+121.057		X	X			X	7.00m
31	22+208.200		X	X			X	4.00m
32	22+290.407	X		X			X	4.80m
33	22+368.668	X		X			X	6.50m
34	22+418.189		X	X			X	6.50m
35	22+455.787	X			X		X	10.25m
36	22+599.101	X			X		X	9.00m
37	22+654.648		X		X		X	10.00m
38	22+798.053		X	X			X	7.00m
39	23+096.368		X	X			X	6.00m
40	23+129.795		X	X			X	5.00m
41	23+215.667	X			X		X	8.00m
42	23+233.662	X			X		X	8.00m
43	23+412.178	X			X		X	12.00m
44	23+422.800		X	X			X	7.00m
45	23+479.173		X	X			X	5.25m
46	23+611.532	X		X			X	5.00m
47	23+721.273	X		X			X	5.00m
48	23+866.165	X		X			X	6.00m
49	23+880.965	X		X			X	6.00m
50	23+950.900	X			X		X	15.50m
51	23+989.300	X			X		X	11.50m
52	24+009.302	X			X		X	8.50m
53	24+081.863	X		X			X	4.50m
54	24+102.149	X		X			X	4.50m

N° acceso.	Estación.	Lateral.		Tipo de acceso.		Uso.		Ancho.
		Derecho.	Izquierdo.	Público.	Privado.	Peatonal.	Vehicular.	
55	24+135.769	X			X		X	7.00m
56	24+290.577	X		X			X	12.00m
57	24+369.232	X			X		X	17.50m
58	24+438.162	X			X		X	10.80m
59	24+500.129	X			X		X	6.00m
60	24+664.027	X			X		X	22.00m
61	24+765.451	X		X			X	5.50m
62	24+789.070	X		X			X	5.50m
63	24+888.154		X		X		X	5.50m
64	24+918.227		X		X		X	5.50m
65	24+974.100	X			X		X	4.50m
66	24+999.259	X			X		X	4.50m
67	25+090.119	X			X		X	41.50m
68	25+184.222	X			X		X	3.70m
69	25+325.978		X	X			X	6.00m
70	25+341.948		X	X			X	6.00m
71	25+472.799	X			X		X	5.00m
72	25+566.460	X		X			X	4.50m
73	25+652.801	X			X		X	5.60m
74	25+821.840	X		X			X	6.00m
75	25+888.486	X			X		X	7.00m
76	26+081.422	X			X		X	20.50m
77	26+138.068	X			X		X	11.30m
78	26+501.653	X		X			X	10.00m
79	26+645.386		X	X			X	6.00m
80	26+825.235	X		X			X	6.00m
81	26+963.875	X			X		X	10.80m
82	27+054.577	X			X		X	10.80m
83	27+089.075	X			X		X	6.30m
84	27+135.323		X	X			X	7.20m
85	27+158.947		X		X		X	10.80m
86	27+162.848	X			X		X	5.80m
87	27+216.155		X		X		X	10.80m
88	27+487.090	X			X		X	6.00m
89	27+604.142	X			X		X	14.00m
90	27+653.928		X		X		X	15.00m
91	27+842.706	X			X		X	12.00m
92	27+863.035	X			X		X	8.00m
93	27+942.302	X			X		X	6.50m
94	28+045.174	X			X		X	11.00m
95	28+075.886	X			X		X	12.00m
96	28+138.945		X		X		X	5.60m
97	28+156.426	X		X			X	5.80m
RAMAL 200	0+057.352	X		X			X	5.80m
RAMAL 200	0+183.725	X		X			X	3.50m
RAMAL 200	0+256.618	X		X			X	5.60m
RAMAL 200	0+288.814	X		X			X	5.00m
RAMAL 200	0+349.643	X		X			X	3.50m
RAMAL 200	0+403.636	X		X			X	5.80m
RAMAL 200	0+568.580	X		X			X	5.30m
RAMAL 300	0+815.876		X	X			X	6.00m
RAMAL 400	0+315.406		X	X			X	7.00m
RAMAL 400	0+359.188		X	X			X	7.00m

Fuente: Diseño final de Ingeniería.

### Actividades específicas.

- Mejora de 107 accesos en el proyecto.

### Inversión en la medida ambiental.

El costo de esta medida se encuentra incluido en el presupuesto de la obra del proyecto, por lo que no forma parte del presente Programa de Manejo Ambiental (No afianzado).

Responsable de su ejecución: La ejecución de la actividad será responsabilidad del Ministerio de Obras Públicas y de Transporte, por medio de la empresa constructora.

Indicador de desempeño: Accesos del proyecto hacia caminos vecinales y propiedades privadas restaurados.

9.2.2.19 Medida Ambiental No. 21. Manejo de las fuentes de agua (Planta de bombeo y acopios de agua).

Tipo de medida: Atenuación y compensación.

Objetivos:

Reubicación de la planta de captación y bombeo de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) ubicada en el proyecto y mejoramiento del drenaje de las aguas subterráneas del sector del turicentro los chorros.

Factores ambientales a verse afectados: Hidrología y comunidades aledañas al proyecto.

Impactos a compensar y su descripción: Afectación a fuentes de acopio y distribución de agua tanto institucionales como privadas, provenientes del turicentro Los Chorros.

Actividad generadora del Impacto: Todas las labores de ampliación de la carretera.

Descripción de la actividad generadora del impacto: Las diversas actividades de la ampliación de la carretera conllevarán al desplazamiento del sitio de acopio y de la planta de bombeo de agua.

Tiempo de ejecución: Las actividades relacionadas serán realizadas en los primeros 5 meses del proyecto, en la etapa de preparación de sitio.

Descripción de la medida ambiental.

Las fuentes de agua identificadas en el proyecto, se describen a continuación:

Estructuras de acopio de agua (lateral izquierdo).

Se encuentran ubicadas frente al turicentro Los Chorros (estación 16+800 LI), el agua proviene de fuentes subterráneas y atraviesan la actual carretera bajo el pavimento (tuberías de drenaje), la cual es aprovechada por ocupantes del derecho de vía para venderla a la población demandante.

Las personas que hacen uso del recurso están conscientes que la ampliación de la carretera los afectará, sin embargo, tendrán su indemnización de acuerdo a lo indicado en el Plan de Acción de Reasentamiento y su valúo.

El drenaje de las actuales aguas será prolongado por medio de una tubería, la cual conducirá el agua hacia el río Los Chorros.

Planta de bombeo de ANDA (lateral izquierdo).

En la estación 16+920 LI, se encuentra una planta de acopio y bombeo de agua de la Administración de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) que colecta el agua proveniente de fuentes subterráneas que afloran en el sector del turicentro Los Chorros y por medio de tubería es trasladada a la planta del ANDA, para luego ser bombeada a un sector de la zona urbana del municipio de Santa Tecla, Colón y Lourdes. Para dar paso al proyecto, las actuales estructuras serán trasladadas hacia un sitio que será determinado por la ANDA.

En la Ilustración 195, pueden observarse los sitios descritos anteriormente.

Ilustración 195. Estructuras de acopio y bombeo de agua procedente del sector del turicentro Los Chorros.



Estructuras de acopio de agua que escurre del turicentro Los Chorros y atraviesa la zona pavimentada al lateral izquierdo de la actual vía. A la derecha se ubica la planta de acopio y bombeo del ANDA.

Fuente: Recorridos de campo.

En ambos casos, se procederá en la etapa de preparación de sitio al desmantelamiento de las estructuras, es decir, paredes, cisternas de acopio, tanques de almacenamiento, etc., lo cual será demolido y transportado al sitio de disposición final de materiales excedentes regulado por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). Para el caso de los equipos de la planta de bombeo del ANDA, serán reutilizados en la nueva planta o en su defecto serán trasladados a las bodegas de la institución para ser reutilizadas en otros proyectos. Las fuentes de agua actuales serán conducidas por medio de obras de drenaje y serán descargadas al río Los Chorros.

Sitios de acopio de aguas subterráneas procedentes del turicentro Los Chorros (lateral derecho).

Son estructuras de acopio del agua subterránea ubicadas en la estación 16+800 LD, que aflora en el sitio y provienen del turicentro Los Chorros. El propietario de ese sector la comercializa a la población que la demanda. En la Ilustración 196, se pueden observar las estructuras.



Es importante mencionar que estos sitios de acopio no serán afectados por el proyecto, sin embargo, se tendrá monitoreo de la calidad de sus aguas, para prevenir alteraciones físico, químicas y microbiológicas, como ha quedado establecido en la medida ambiental número 6.

Ilustración 196. Pileta de acopio de agua proveniente de fuentes subterráneas (sector del turicentro Los Chorros).



Acopios de agua proveniente de fuentes subterráneas del turicentro Los chorros y sitio donde el transporte la carga para llevarla a comunidades con problemas de abastecimiento.

Fuente: Recorridos de campo.

#### Actividades específicas.

- Prolongación de tubería de drenaje de aguas subterráneas provenientes del turicentro Los Chorros.
- Prolongación de obra de drenaje de aguas subterráneas que alimentan a la planta de acopio y bombeo de la ANDA.
- Demolición de las estructuras actuales de los sitios identificados que serán afectados por el proyecto.

#### Inversión en la medida ambiental.

El costo de esta medida se presenta en la Tabla 212.

Tabla 212. Inversión de la medida ambiental.

Detalle.	Unidad de medida.	Cantidad.	Costo unitario (US\$).	Costo total (US\$).
Demolición y transporte de ripio hacia sitio de disposición final de material excedente.	SG	SG	2,200.00	2,200.00
<b>Total</b>				<b>2,200.00</b>

El costo de la Medida Ambiental será de DOS MIL DOSCIENTOS 00/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA (US\$ 2,200.00). El costo de la prolongación de las tuberías y obras de drenaje, son parte del presupuesto general del proyecto, por lo que no forma parte del presente Programa de Manejo Ambiental.

Responsable de su ejecución: La ejecución de la actividad será responsabilidad del Ministerio de Obras Públicas y de Transporte, por medio de la empresa constructora.

Indicador de desempeño: Población de las comunidades aledañas al proyecto y propiedades privadas sin problemas de abastecimiento de agua.

#### 9.2.2.20 Medida Ambiental No. 22. Compensación ambiental.

Tipo de medida: Compensación.

Objetivos.

- Compensación ambiental por impermeabilización de nuevas áreas (595,541.00 m<sup>2</sup>) que tendrá el proyecto.
- Plantación de 30,655<sup>69</sup> árboles en compensación por los 2,438 árboles afectados en categoría no amenazados o en peligro de extinción, más 216 árboles categorizados como amenazados y 35 en peligro de extinción.
- Plantación de 3,083<sup>70</sup> arbustos con especies de la zona, en compensación por los 2,808 arbustos afectados por el proyecto en categoría no amenazados o en peligro de extinción, más 244 arbustos categorizados como amenazados y 31 en peligro de extinción.

Factores ambientales a verse afectados: Flora, fauna, suelo e hidrología.

Impactos a compensar y su descripción: Afectación de la hidrología superficial, daños a la flora, fauna y avifauna, alteración del hábitat y ecosistemas, vistas panorámicas y pérdida del carácter visual del área.

Las actividades de ampliación y construcción del viaducto, generarán afectaciones a los factores físicos y bióticos de la actual zona de influencia, impactándola negativamente, alterando la hidrología superficial, así como la vegetación de la zona inmediata al trazo.

Actividad generadora del Impacto: Impermeabilización de áreas, tala y destronconado de la vegetación arbórea y arbustiva de las zonas de ampliación y sitios donde se establecerán las bases del viaducto.

Descripción de la actividad generadora del impacto: Mediante la impermeabilización a llevarse a cabo se perderán 595,541 m<sup>2</sup> de nuevas áreas, generando cambios en la escorrentía de la zona, así mismo la tala de vegetación producto de las labores de preparación de sitio se verán afectadas. Todo lo anterior será compensado de acuerdo a los lineamientos del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN).

<sup>69</sup>Por cada árbol no enlistado como amenazado o en peligro de extinción la compensación que se propone es de 10 árboles por cada uno que será afectado por el proyecto. Para el caso de especies enlistadas como amenazadas o en peligro de extinción, la compensación que se propone es de 25 árboles por cada uno afectado por el proyecto, de acuerdo a la Guía metodológica para el análisis, cálculo y cumplimiento de compensación ambiental (MARN 2019).

<sup>70</sup>Por cada arbusto enlistado o no, como amenazado o en peligro de extinción, la compensación que se propone es de 1 arbusto por cada uno que será afectado por el proyecto

Tiempo de ejecución de la medida: Las actividades de compensación ambiental en las diferentes Áreas Naturales Protegidas se estarán desarrollando a lo largo de todo el proyecto.

Descripción de la medida ambiental

Las compensaciones a realizar están basadas en los siguientes aspectos:

Por impermeabilización del suelo:

Total, de área a impermeabilizar = 595,541 m<sup>2</sup> = 59.5541 ha.

Área a compensar = 59.5541 ha.

Costo de compensación por ha: US\$4,721.00. (Según Guía Metodológica, MARN 2019).

Costo por impermeabilización del suelo: 59.5541 ha x US\$4,721.00 = **US\$281,154.91**

Por tala de árboles y arbustos

De acuerdo a la Guía metodológica para el análisis, cálculo y cumplimiento de compensación ambiental (MARN 2019), se han retomado los criterios establecidos en la misma, siendo los siguientes:

- Plantación de 10 árboles por cada árbol talado con DAP mayor a 20 cm.
- Plantación de 1 árbol por cada árbol talado con DAP entre 10 y 20 cm.
- Plantación de un arbusto por cada arbusto talado.
- Plantación de 25 árboles por cada árbol talado categorizado como amenazado o en peligro.

✓ **COMPENSACIÓN AMBIENTAL POR TALA DE ÁRBOLES.**

Los árboles que serán afectados por el proyecto, se presentan en la Tabla 213.

Tabla 213. Compensación ambiental por tala de árboles a efectuar en el proyecto.

Detalle.	Número de árboles.	Compensación (Número de árboles).	TOTAL.
Árbol con DAP mayor a 20 cm.	2,438	10 árboles por cada talado.	24,380
Árbol categorizado como amenazado y en peligro.	251	25 árboles por cada talado.	6,275
<b>Total.</b>	<b>2,689</b>	-	<b>30,655</b>

Fuente: Guía metodológica para el análisis, cálculo y cumplimiento de compensación ambiental (MARN 2019)

❖ **COSTOS DE ESTABLECIMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LOS ÁRBOLES.**

Tomando en cuenta los lineamientos de la Guía metodológica para el análisis, cálculo y cumplimiento de compensación ambiental (MARN 2019), en donde se establece un distanciamiento de 4m x 4m entre árbol con diseño al cuadro, se obtiene una densidad de 625 árboles por hectárea. El cálculo de los costos para el establecimiento y mantenimiento por tres años de acuerdo a la base técnica de costos: según módulos de reforestación de 10 ha del MARN:

- Distanciamientos de siembra: 4x4 m = 16 m<sup>2</sup> = 625 árboles/ha.
- Costo de establecimiento y mantenimiento por árbol: US\$ 7.5536. (Según Guía Metodológica, MARN 2019).

- Costo de establecimiento US\$3.3150.
- Costo de mantenimiento por 3 años: US\$ 4.2386.
- Costo de establecimiento y mantenimiento de 30,655 árboles: US\$231,555.61
- Costo de establecimiento de 30,655 árboles: US\$101,621.33.
- Costo de mantenimiento de de 30,655 árboles: US\$129,934.28.

✓ **COMPENSACIÓN AMBIENTAL POR TALA DE ARBUSTOS.**

Los arbustos que serán afectados por el proyecto son 2,808 no enlistados como amenazados o en peligro de extinción, más 244 arbustos categorizados como amenazados y 31 en peligro de extinción, siendo la compensación de 1 arbusto por cada uno talado (Ver Tabla 214), siguiendo los lineamientos Guía metodológica para el análisis, cálculo y cumplimiento de compensación ambiental (MARN 2019), numeral 7.1.1. por impactos a la vegetación.

Tabla 214. Total, de arbustos que resultarán afectados (talados).

Detalle.	Número de arbustos.	Compensación (Número de arbustos).	Compensación (Número de arbustos).
Arbustos de especies no enlistadas.	2,808	1 arbusto a plantar por cada talado.	2,808
Arbustos de especies enlistadas.	275	1 arbusto a plantar por cada talado.	275
<b>Total.</b>			<b>3,083</b>

Fuente: Guía metodológica para el análisis, cálculo y cumplimiento de compensación ambiental (MARN 2019).

❖ Costos de establecimiento y mantenimiento de los arbustos.

Tomando en cuenta los lineamientos de la Guía metodológica para el análisis, cálculo y cumplimiento de compensación ambiental (MARN 2019), en donde se establece un distanciamiento de 3m x 3m entre arbustos con diseño al cuadro, se obtiene una densidad de 1,111 arbustos por hectárea, 11,110 arbustos por 10 hectáreas. El cálculo de los costos para el establecimiento y mantenimiento por tres años de acuerdo a la base técnica de costos: según módulos de reforestación de 10 ha del MARN:

- Distanciamientos de siembra:  $3 \times 3 \text{ m} = 9 \text{ m}^2 = 1,111 \text{ arbustos/ha}$ .
- Años 1 a 3. Plan de reforestación. Establecimiento.
- Costo de establecimiento y mantenimiento por arbusto: US\$ 6.2241. (Según Guía Metodológica, MARN 2019).
- Costo de establecimiento US\$\$ 2.7317
- Costo de mantenimiento por 3 años: US\$ 3.4924
- Costo de establecimiento y mantenimiento de 3,083 arbustos: **US\$19,188.90**
- Costo de establecimiento de 3,083 arbustos: **US\$8,421.83.**
- Costo de mantenimiento de de 3,083 arbustos: **US\$10,767.07.**

Por afectación del paisaje y vida silvestre:

Total, de área del proyecto =  $595,541 \text{ m}^2 = 59.5541 \text{ ha}$ .

Área a compensar = 59.5541 ha.

Costo unitario: \$ 980/ha. (Según Guía Metodológica, MARN 2019).

Costo total de la compensación: 59.5541 ha x \$ 980.00/ha = **\$ 58,363.02**

Inversión en la ambiental.

En la Tabla 215, se presentan los costos de la medida ambiental.

Tabla 215. Costos de la compensación ambiental del proyecto

Descripción.	Unidad de medida.	No. de árboles.	Costo unitario (US\$).	Costo total (US\$).
Compensación impermeabilización del suelo.	ha	59.5541	4,721.00	281,154.90
Plantación y mantenimiento de árboles (3 años).	árboles	30,655	7.5536	231,555.61
Plantación y mantenimiento de arbustos (3 años).	arbustos	3,083	6.2241	19,188.90
Compensación por afectación del paisaje y vida silvestre.	ha	59.5541	980.00	58,363.02
<b>TOTAL</b>				<b>590,262.43</b>

El costo total de la compensación ambiental será de QUINIENTOS NOVENTA MIL DOSCIENTOS SESENTA Y DOS 43/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA (US \$ 590,262.43), la cual será desarrollada durante la etapa de construcción del proyecto y en la etapa de funcionamiento especialmente con las actividades que requieran mantenimiento por tres años.

La compensación ambiental será desarrollada en las áreas naturales protegidas<sup>71</sup> siguientes:

➤ **Área Natural Protegida San Lorenzo**

El área cuenta con un acuerdo de asignación mediante Consejo de Ministros, en sesión No. 33 de fecha 13 de julio de 2007 y declarada mediante Decreto Ejecutivo como Área Natural Protegida - ANP No. 6 el 04 de septiembre de 2007, publicado en el Diario Oficial No. 207 Tomo No. 377 de fecha 07 de noviembre de 2007.

El Área Natural Protegida San Lorenzo, está ubicada en el Cantón Jícaro, jurisdicción de San Matías, en el departamento de la Libertad, con una extensión 104.636250 ha (ver Ilustración 197), con acceso por medio del casco de la Cooperativa San Lorenzo

<sup>71</sup> Contacto: Licenciada Norma Cecilia Cerón Rauda. Técnico en Gestión de Áreas Naturales. Telefono 2132-6225, nceron@marn.gob.sv

Ilustración 197. Área Natural Protegida San Lorenzo.



Fuente: MARN.

➤ **Área Natural Protegida San Andrés.**

El Área Natural Protegida San Andrés, obtuvo su declaratoria oficial el 4 de septiembre de 2007, mediante Decreto Ejecutivo, No. 7, publicado en el Diario Oficial No. 207 Tomo No. 377 de fecha 07 de noviembre de 2007.

Está ubicada en el Cantón San Andrés, jurisdicción del municipio de Ciudad Arce, en el departamento de la Libertad; cuenta con una extensión territorial de 83.86 ha (ver Ilustración 198). El acceso principal se ubica pasando el casco de la Cooperativa San Andrés.

Ilustración 198. Área Natural Protegida San Andrés.



Fuente: MARN.

➤ **El Área Natural Protegida Cráter del Volcán de San Salvador (El Boquerón)**

Tiene una extensión de 205.128443 ha, está ubicada en el municipio de San Salvador, Departamento de San Salvador, municipios de Santa Tecla, Colón, San Juan Opico, y Quezaltepeque en el departamento de La Libertad, fue declarada legalmente como área natural protegida mediante el Decreto Ejecutivo No. 12 del 24 de octubre de 2008, publicado en el Diario Oficial No. 217, Tomo No. 381 de fecha 18 de noviembre de 2008 (ver Ilustración 199). El acceso principal es por el Parque Nacional El Boquerón.

Ilustración 199. Área Natural Protegida Cráter Volcán de San Salvador.



Fuente: MARN.

➤ **Área Natural Protegida Talcualuya.**

La Hacienda Talcualhuya, fue declarada como Área Natural Protegida, mediante Decreto Ejecutivo No. 9, de fecha 4 de abril de 2016 y publicada en el Diario Oficial el 8 de junio de 2016, DO 106 - Tomo 411, posee una extensión geográfica de 628 ha, distribuidas en 10 porciones que forman un solo cuerpo. Administrativamente el Área Natural, se ubica en la jurisdicción de San Matías y San Juan Opico en el departamento de La Libertad y forma parte del Patrimonio Natural del Estado (ver Ilustración 200). El acceso principal se ubica en carretera que conduce a San Pablo Tacachico (cantón La Gloria y cantón El Mirador) en los cuales se encuentran las porciones con el mismo nombre.



Ilustración 200. Área Natural Protegida Talcualuya.



Fuente: MARN.

### Justificación de la compensación ambiental.

Actualmente el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, tiene la responsabilidad de administrar 181 ANPs, dentro de las cuales se encuentran San Andrés, San Lorenzo, Cráter del Volcan de San Salvador y Talcualuya, dichas áreas forman parte del Sistema de Áreas Naturales Protegidas de El Salvador, las cuales cumplen un rol fundamental, ya que, de acuerdo a la Ley de Áreas Naturales Protegidas, uno de los objetivos del sistema es precisamente garantizar la provisión de bienes y servicios ambientales a la sociedad salvadoreña, tales como: recarga hídrica, producción de oxígeno, captura de CO<sub>2</sub>, hábitat para las especies, recreación, recursos genéticos, etc. Sin embargo, a pesar de todos sus valores ecosistémicos, también están sujetas a fuertes presiones por parte de la población colindante a las mismas.

Entre las principales amenazas que ponen en riesgo la conservación de sus servicios ecosistémicos y biodiversidad en las ANP San Andrés, San Lorenzo, Cráter del Volcan de San Salvador y Talcualuya, se encuentra la ocupación ilegal e incremento de la frontera agrícola hacia el interior de las ANP, así como la extracción ilícita de recursos naturales, lo cual, en parte está relacionado con la falta de delimitación de los linderos perimetrales de las ANP; otra amenaza, es la alta recurrencia de incendios forestales, con sus consecuencias como por ejemplo la erosión de los suelos, cambios en la estructura y composición de los bosques, pérdida de la biodiversidad, pérdida de infiltración, etc.

Por tanto, conociendo del valor e importancia que juegan las ANP en el bienestar de la población y biodiversidad, se vuelve imperante, fortalecer la gestión y administración de cuatro ANP del Área de Conservación El Playón, con las siguientes acciones estratégicas:

- a. Acciones de restauración en sitios afectados por incendios forestales, para rehabilitar los servicios ecosistémicos.
- b. Definición de límites físicos y amojonamiento de las Áreas Naturales Protegidas, con el interés de proteger los ecosistemas de acciones de usurpación, ocupación ilegal y asentamientos que se pretenden establecer dentro de las ANP.

Con ello, se estaría contribuyendo a la conservación de los múltiples beneficios que las ANP aportan a la sociedad local y regional (agua, alimento, medicinas, microclima, recreación, etc.).

Es importante mencionar que la coordinación entre el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales y el Ministerio de Obras Públicas y de Transporte, vendrá a fortalecer los lazos de cooperación interinstitucional con la finalidad de mejorar las áreas naturales protegidas existentes, en donde la inversión genere protección de los recursos ambientales bajo condiciones de planificación.

### **Especificaciones técnicas.**

La propuesta de compensación ambiental considera diversas actividades dirigidas a la restauración de ecosistemas y fortalecimiento de acciones de manejo y administración de las ANP; para el desarrollo de dichas acciones, el contratista deberá incorporar el principio de igualdad de género y no discriminación hacia las mujeres, tanto para las acciones propias de administración del proyecto, como aquellas en donde se involucrarán las comunidades colindantes y de la región de influencia al ANP (contratación de mano de obra local), a fin de contribuir a una plena participación de hombres y mujeres en las diferentes fases del proyecto, así como el acceso de sus beneficios.

Las actividades de compensación se presentan a continuación:

- **Replanteo, amojonamiento y cercado del perímetro de las ANP: San Lorenzo, San Andrés y Cráter del volcán de San Salvador.**

Los alcances de la actividad se presentan a continuación:

Se realizará el levantamiento topográfico de los perímetros de cada una de las áreas naturales protegidas establecidas, para lo cual el contratista dispondrá de las escrituras de cada uno de los inmuebles, las cuales serán proporcionadas por la Dirección de Ecosistemas y Biodiversidad del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, por medio del Ministerio de Obras Públicas (MOPT) para la actividad.

La empresa contratista elaborará y presentará un plan de trabajo en donde se incluyan actividades de coordinación con personal técnico de la empresa supervisora y del MARN. El plan de trabajo será aprobado por el supervisor del proyecto con el visto bueno del MARN, si existiesen observaciones en el proceso deberá remitirlas al supervisor del proyecto. En ambos casos deberá ser en forma escrita.

El levantamiento topográfico, incluirá la remediación de cada una de las áreas en base a escrituras, así como el suministro e instalación de mojones, correspondientes al perímetro del inmueble que pueden aumentar o disminuir su altura dependiendo del terreno (0.50 m de altura, 0.20 m de ancho y 0.30 m de base) para esquineros y cilíndrico (0.30 m x 0.10 m) para mojones intermedios. Señalización con la numeración correlativa de mojones y memoria de cálculo, incluyendo el cálculo de rumbos y distancias de los linderos.

La empresa contratista deberá presentar de acuerdo al plan de trabajo aprobado, avances en plano, tanto en físico como en digital para la supervisión, revisión en campo y aprobación de los mismos, con el previo visto bueno del MARN. Los planos deberán contener coordenadas planas de los mojones con rumbos y distancias; el contratante no estará obligado a comunicar al contratista los días en que tales inspecciones serán efectuadas. Los planos digitalizados en AUTOCAD, extensión "dwg" deberán entregarse en la versión 2014 ó 2009.

De cada uno de los inmuebles deberá elaborarse y entregarse una descripción técnica.

La empresa contratista deberá presentar los planos a la supervisión del proyecto y al MARN, los cuales deberán contener los cuadros con rumbos y distancias, coordenadas planas de cada mojón y otras especificaciones que sean necesarias.

En caso de los linderos con diferencia escriturada se deberá realizar las siguientes acciones:

- Identificar claramente el tramo en disputa, mediante descripción técnica y colocación de un mojón al principio y un mojón al final del tramo en cuestión.
- Incluir un informe de la situación legal actual de cada límite en disputa.
- Dar recomendaciones al MARN de los pasos legales necesarios para aclarar las diferencias.

Luego del amojonamiento deberá realizarse el cercado con alambre de púa y postes de madera de especies nativas con capacidad de rebrote, los cuales **no** podrán ser adquiridos en las áreas naturales protegidas.

Los postes deberán ser de 20 cm de diámetro, 2 m sobre el nivel del suelo y 0.5 m de profundidad (enterrado), distanciados a 2 m uno del otro, según relieve del terreno. El cercado será con alambre de púas disponible en el mercado el cual será clavado con grapas de acero a los postes y se colocarán al menos 6 hilos de alambre en la cerca, distanciados en la parte inferior a 20 cm (4 líneas) y en la parte superior a 50 cm uno del otro (2 líneas).

El producto final será un levantamiento topográfico con la planimetría general (formato CAD, pdf, además de físico (1 original y 1 copia)) de cada una de las Áreas Naturales Protegidas ajustada a las escrituras de cada inmueble, amojonamiento y cercado de cada una de las propiedades, el cual será revisado, constatado en campo y aprobado por la supervisión del proyecto en coordinación con el MARN.

➤ **Reforestación.**

La actividad consistirá en la plantación de 27,171 árboles del ANP San Lorenzo (porción 1 y 2), la siembra de 5,101 árboles en el ANP Talcualuya, así como la reforestación del perímetro en las ANP San Lorenzo y San Andrés, para lo cual se ha realizado un reajuste en el valor unitario de cada árbol a plantar debido a que las ANP se encuentran fuera del área de influencia directa del proyecto y la empresa contratista deberá incurrir en mayor costo para la movilización de recursos que conlleva la actividad de plantación como de mantenimiento.

❖ **Adquisición de árboles y su traslado a las Áreas Naturales Protegidas.**

- Los árboles deberán ser adquiridos en viveros de reconocida trayectoria y de preferencia que cuenten con certificado de sanidad vegetal expedido por el Ministerio de Agricultura y Ganadería o aquellos identificados por el MARN.
- El transporte en el cual se trasladen los árboles al Área Natural Protegida San Lorenzo, San Andrés y Talcualuya, deberá ser el adecuado para la actividad, previniendo conducirlo de forma amontonada, esto prevendrá daños durante el mismo.
- Los árboles deberán ser trasladados al menos con 15 días de anticipación a las Áreas Naturales Protegidas y deberán ser resguardados a un 50% de sombra y bajo condiciones de riego con agua en forma periódica, esto ayudará a la aclimatación de los mismos.

Los árboles que deberán adquirirse para la reforestación del Área Natural Protegida San Lorenzo, serán los que se presentan en la Tabla 216.

Tabla 216. Especies de árboles a plantar en el ANP San Lorenzo

No.	Nombre común	Nombre científico	Cantidades de árboles.
1.	Güligüiste	<i>Karwinskia calderonii</i>	600
2.	Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>	600
3.	Tigüilote	<i>Cordia dentata</i>	600
4.	Conacaste negro	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	300
5.	Conacaste blanco	<i>Albizzia caribaea</i>	300
6.	Jiote	<i>Bursera simaruba</i>	600
7.	Almendro de río	<i>Andira inermis</i>	700
8.	Cortez blanco	<i>Tabebuia donnell</i>	900
9.	Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i>	100
10.	Cedro rojo	<i>Cedrela odorata</i>	1,000
11.	Cedro real	<i>Cedrela salvadorensis</i>	1,000
12.	Mora	<i>Maclura tinctoria</i>	600
13.	Brasil	<i>Simirarho doclada</i>	600
14.	Castaño	<i>Sterculia apetala</i>	200
15.	Aceituno	<i>Simarouba glauca</i>	1,000
16.	Nance	<i>Byrsonima crassifolia</i>	1,000

No.	Nombre común	Nombre científico	Cantidades de árboles.
17.	Caoba	<i>Swietenia humilis</i>	1,000
18.	Guayaba	<i>Psidium guineense</i>	1,000
19.	Amate	<i>Ficus insipida</i>	800
20.	Maquilishuat	<i>Tabebuia rosea</i>	1,000
21.	Tigüilote	<i>Cordia dentata</i>	600
22.	Níspero	<i>Manilkara chicle</i>	800
23.	Caimito	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	1,000
24.	Salamo	<i>Calycophyllum candidissimum</i>	300
25.	Carreto	<i>Samanea saman</i>	371
26.	Guachipilín	<i>Diphyssa americana</i>	800
27.	Pito	<i>Erythrina berteroana</i>	800
28.	Papaturro	<i>Coccoloba caracasana</i>	1,000
29.	Carao	<i>Cassia grandis</i>	1,000
30.	Pepeto	<i>Inga vera</i>	600
31.	Bálsamo	<i>Myroxylon bálsamum</i>	600
32.	Volador	<i>Terminalia oblonga</i>	800
33.	Pacun	<i>Sapindus saponaria</i>	600
34.	Flor de mayo	<i>Plumeria rubra</i>	600
35.	Cortez negro	<i>Tabebuia impetiginosa</i>	600
36.	Anona rosada	<i>Annona diversifolia</i>	1,000
37.	Zapote	<i>Pouteria sopota</i>	100
38.	Sunza	<i>Licania platypus</i>	100
39.	Anona silvestre	<i>Annona cherimolla</i>	600
40.	Copinol	<i>Hymenaea ciurbaril</i>	1,000
<b>TOTAL</b>			<b>27,171</b>

Los árboles que deberán adquirirse para la reforestación del Área Natural Protegida Talcualuya, serán los que se presentan en la Tabla 217.

Tabla 217. Especies de árboles a plantar en el ANP Talcualuya.

No.	Nombre común.	Nombre científico.	Cantidades de árboles.
1.	Güiligüiste	<i>Karwinskia calderonii</i>	91
2.	Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>	140
3.	Tigüilote	<i>Cordia dentata</i>	140
4.	Conacaste negro	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	90
5.	Conacaste blanco	<i>Albizia caribaea</i>	70
6.	Jiote	<i>Bursera simaruba</i>	140
7.	Almendra de río	<i>Andira inermis</i>	140
8.	Cortez blanco	<i>Tabebuia donnell</i>	140
9.	Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i>	50
10.	Cedro rojo	<i>Cedrela odorata</i>	140
11.	Cedro real	<i>Cedrela salvadorensis</i>	140
12.	Mora	<i>Maclura tinctoria</i>	50
13.	Brasil	<i>Simirarho doclada</i>	140
14.	Castaño	<i>Sterculia apetala</i>	50
15.	Aceituno	<i>Simarouba glauca</i>	150
16.	Nance	<i>Byrsonima crassifolia</i>	140
17.	Caoba	<i>Swietenia humilis</i>	140
18.	Guayaba	<i>Psidium guineense</i>	150
19.	Amate	<i>Ficus insipida</i>	150
20.	Maquilishuat	<i>Tabebuia rosea</i>	150
21.	Tigüilote	<i>Cordia dentata</i>	150
22.	Níspero	<i>Manilkara chicle</i>	50
23.	Caimito	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	150
24.	Salamo	<i>Calycophyllum candidissimum</i>	150
25.	Carreto	<i>Samanea saman</i>	150
26.	Guachipilín	<i>Diphyssa americana</i>	100
27.	Pito	<i>Erythrina berteroana</i>	150
28.	Papaturro	<i>Coccoloba caracasana</i>	150

No.	Nombre común.	Nombre científico.	Cantidades de árboles.
29.	Carao	<i>Cassia grandis</i>	150
30.	Pepeto	<i>Inga vera</i>	150
31.	Bálsamo	<i>Myroxylon bálsamum</i>	100
32.	Volador	<i>Terminalia oblonga</i>	150
33.	Pacun	<i>Sapindus saponaria</i>	150
34.	Flor de mayo	<i>Plumería rubra</i>	150
35.	Cortez negro	<i>Tabebuia impetiginosa</i>	150
36.	Anona rosada	<i>Annona diversifolia</i>	150
37.	Zapote	<i>Pouteria sopota</i>	100
38.	Sunza	<i>Licania platypus</i>	100
39.	Anona silvestre	<i>Annona cherimolla</i>	150
40.	Copinol	<i>Hymenaea ciurbaril</i>	150
<b>TOTAL</b>			<b>5,101.00</b>

- Se realizará una restauración inducida y de enriquecimiento, con el objetivo de mejorar la estructura y composición del ecosistema y sus funciones ambientales clave (como infiltración hídrica, formación de suelo, hábitat para las especies, esparcimiento etc.).
- Para el desarrollo de las acciones de restauración, se respetará el proceso de regeneración natural del ANP. Para el desarrollo de la técnica de enriquecimiento, se realizará una siembra selectiva de especies nativas propias de la zona, tales como: Conacastes, Ceibas, Brazil, Cedro, Caoba, entre otras (Tabla 216 y 217) para lo cual se hará una propuesta considerando las condiciones de crecimiento espacial de las especies. El proceso de restauración favorecerá el uso de especies nativas con valor alimenticio para las especies de fauna silvestres y aquellas (árboles) que están en el Decreto 74, del Listado Oficial de Especies de Vida Silvestre Amenazadas o en Peligro de Extinción (MARN, 2015).
- La reforestación (enriquecimiento) se llevará a cabo con la plantación de 27,171 árboles en el Área Natural Protegida San Lorenzo (porción 1 y 2) y 5,101 árboles en el ANP Talcualuya en los sitios que sean definidos por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales y el distanciamiento de siembra será de 3.50 x 3.50 m con diseño al cuadro, tomando en consideración la vegetación presente en el terreno, de tal manera que se genere una plantación natural inducida, es decir que la misma pueda generar un bosque que se sucesione naturalmente.

Adicionalmente, se realizará una reforestación perimetral de las ANP San Lorenzo y San Andrés, con la finalidad de generar una delimitación natural en ambas Áreas Naturales Protegidas y cumplir con los objetivos protección, conservación y al mismo tiempo mejorar la calidad del paisaje de las mismas.

Se ha considerado establecer una barrera viva perimetral en cada una de las ANP, con especies forestales nativas de belleza escénica (Cortés blanco, Cortés negro, Maquilishuat, Almendro de río, Flor de mayo, entre otras). En la Ilustración 201, se presenta un ejemplo de las cercas vivas perimetrales.

Ilustración 201. Ejemplo de reforestación perimetral.



Fuente: Google Earth

Las especies arbóreas que deberán adquirirse serán los que se presentan en la Tabla 218.

Tabla 218. Especies a plantar en el perímetro de las Áreas Naturales protegidas.

Nombre Común	Nombre científico	Cantidades de árboles.
<b>ANP San Lorenzo (6,461 m)</b>		
Madrecacao	Gliricidia sepium	125
Chaquiuro	Colubrina ferruginosa	300
Cortez negro	Tabebuia impetiginosa	350
Flor de mayo	Plumeria rubra	300
Almendo de río	Andira inermis	500
Jiote	Bursera simarouba	175
Pito	Erythrina berteroana	281
Cortez blanco	Tabebuia donell smithi	500
Maquilishuat	Tabuebuia rosea	500
San Andrés	Tecoma stand	200
<b>TOTAL</b>		<b>3,231</b>
<b>ANP San Andrés (6,473 m)</b>		
Madrecacao	Gliricidia sepium	97
Chaquiuro	Colubrina ferruginosa	350
Cortez negro	Tabebuia impetiginosa	350
Flor de mayo	Plumeria rubra	350
Almendo de río	Andira inermis	500
Jiote	Bursera simarouba	190
Pito	Erythrina berteroana	300
Cortez blanco	Tabebuia donell smithi	400
Maquilishuat	Tabuebuia rosea	450
San Andrés	Tecoma stand	250
<b>TOTAL</b>		<b>3,237</b>
<b>TOTAL GENERAL</b>		<b>6,468</b>

- La plantación se llevará a cabo en el perímetro de cada una de las Áreas Naturales Protegidas señaladas y el distanciamiento de siembra será a cada 2 m en una sola línea distanciada de la cerca perimetral a 0.40 m con la finalidad de prevenir daños sobre la

misma. Las herramientas y equipo para desarrollar la plantación se encuentran contempladas en el precio unitario de la actividad.

- Al momento de plantar cada una de las especies, estas deberán presentar una altura de 1.0 m, sin incluir la altura de la bolsa, con buen follaje, libre de plagas y enfermedades fito patógenas.
- Antes de iniciar la plantación el contratista deberá recorrer el perímetro destinado para ella y presentar a la Supervisión del proyecto y al personal del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) una propuesta de ubicación de la plantación en donde se consideren los elementos propuestos anteriormente para la aprobación de la misma incluyendo la distribución en el terreno de los árboles que generan ornato en su período de inflorescencia (San Andrés, Maquilishuat, Cortez blanco, etc.), de tal manera que generen mejoras en el paisaje de cada una de las áreas naturales protegidas.

Tanto para la reforestación como para el establecimiento de los cercos vivos, deberán seguirse las siguientes instrucciones:

- Las herramientas y equipo para desarrollar la reforestación se encuentran contemplados de los costos unitarios de la plantación de los árboles.
- Al momento de plantar cada una de las especies, estas deberán presentar una altura de 1.0 m, sin incluir la altura de la bolsa, con buen follaje, libre de plagas y enfermedades fito patógenas.
- Antes de iniciar la plantación el contratista deberá recorrer el área destinada para ella y presentar a la Supervisión del proyecto y al personal del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), una propuesta de la plantación en donde se consideren los elementos propuestos anteriormente para la aprobación de la misma incluyendo la distribución en el terreno de los árboles de gran biomasa (ceiba, conacaste, etc.).
- El personal a ingresar al área natural protegida deberá estar identificado con su uniforme para mejor control sobre el mismo.
- La plantación deberá realizarse al inicio de la época lluviosa preferentemente, para lo cual el contratista deberá presentar un cronograma actualizado de las actividades que conllevará la reforestación para el cumplimiento, tomando en cuenta el diseño aprobado.
- Si la siembra se ejecuta en época seca deberán aplicarse riegos suplementarios, considerando realizarlo al menos 2 veces diarias de preferencia uno por la mañana y otro al final de la tarde, lo cual será cubierto con el costo unitario contemplado.
- Antes de iniciar con el ahoyado deberán colocarse estacas de madera de 1.0 m de acuerdo al diseño aprobado de la plantación.
- Realizar una limpieza del sitio de siembra, la cual constará de un plazoleo de al menos 1.50 m de radio alrededor del punto central donde será realizado el hoyo de siembra.
- El hoyo de siembra será de 0.40 x 0.40 x 0.40 m aplicando al fondo del mismo dos onzas de fertilizante 15-15-15 el cual deberá ser cubierto con una delgada capa de 2 cm de tierra para prevenir que las raíces de los árboles queden en contacto con él y



- puedan ser dañadas, combinándolo con abono orgánico (bocashi, composta, gallinaza y lumbriabono, etc.).
- Plantar el árbol quitando su bolsa de plástico y previniendo sea dañado su pilón para que pueda adaptarse lo más fácilmente posible a las condiciones naturales del sitio. Al final del llenado del hoyo apisonar la tierra para eliminar bolsas de aire que hayan quedado y luego regar con agua para generarles condiciones favorables a cada árbol plantado.
  - Con la finalidad de mantener la humedad y previendo la presencia de materia seca proveniente de los plazoleos para ubicar los árboles, deberá colocarse una cubierta de material vegetal seco alrededor del árbol, con el fin de minimizar la pérdida de agua del suelo por efectos del sol y evitar la posibilidad del crecimiento de hierbas alrededor de ellos.
  - A cada árbol deberá colocarse un tutor de madera al menos de 1.50 m de altura al cual deberá amarrarse cada uno de ellos, utilizando cuerda biodegradable como kenaf o henequén y prevenir el acame causado por el viento.
  - La inspección del estado fitosanitario de la plantación deberá realizarse cada 8 días con el objeto de prevenir o controlar el ataque de plagas y enfermedades y de existir ataques deberán ser identificadas y controladas mediante la utilización de prácticas culturales como podas o productos amigables con el medio ambiente, lo anterior aplica tanto a insectos plagas como a enfermedades fito patógenas, esto permitirá minimizar la pérdida de árboles.

La recepción de la reforestación deberá contar con la aprobación de la supervisión, quien deberá previamente obtener el visto bueno del MARN mediante nota escrita.

En la Tabla 219, se presenta la inversión total a realizar en las Áreas Naturales Protegidas.

Tabla 219. Inversión en las acciones a implementar en las Áreas Naturales Protegidas.

DETALLE	ANP	Unidad de medida	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Replanteo, amojonamiento y cercado	San Lorenzo	m	6,461.00	8.44	54,530.84
	San Andrés	m	6,473.00	8.44	54,632.12
	Cráter del Volcán de San Salvador	m	5,318.373	8.44	44,887.07
Reforestación	San Lorenzo	Árboles	27,171	4.94	134,224.74
	San Lorenzo	Árboles	3,231	4.94	15,961.14
	San Andrés	Árboles	3,237	4.94	15,990.78
	Talcualuya	Árboles	5,101	4.94	25,198.94
<b>TOTAL</b>					<b>345,425.63</b>

Costo unitario de árbol plantado: US\$4.94.

La inversión en la medida ambiental en la etapa de construcción será de TRESCIENTOS CUARENTA Y CINCO MIL CUATROCIENTOS VEINTICINCO 63/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA (US \$ 345,425.63). Si alguna de las actividades que involucra la compensación ambiental no fuere realizada o se genere un excedente en su presupuesto, ese monto deberá ser utilizado en actividades de reforestación del Area Natural Protegida correspondiente.

Responsable de su ejecución:

La compensación ambiental será responsabilidad del contratista adjudicado con la coordinación con el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Indicador de desempeño: 39,294 árboles plantados y distribuidos en las ANP de San Lorenzo, San Andrés y Talcualuya. Remedición, amojonamiento y cercado de 6,461.00 m en el ANP San Lorenzo, 6,473.00 en ANP San Andrés y 5,319.373 en ANP Cráter del Volcan de San Salvador.

9.2.2.21 Medida Ambiental No. 23. Reinstalo de monumentos a difuntos.

Tipo de medida: Compensación.

Objetivo:

Reducir el riesgo de afectación a la cultura de la población a través de la remoción de los monumentos memoriales-religiosos, dedicados a las personas que han fallecido en el trazo de la carretera.

Factor ambiental a verse afectado: Patrones culturales de la población (estilo de vida).

Impactos a compensar y su descripción: Afectación a los patrones culturales (estilos de vida), especialmente en la alteración de monumentos religiosos que han construido las personas en honor a familiares fallecidos.

Actividad generadora del Impacto: Terracería para la ampliación de la carretera.

Descripción de la actividad generadora del impacto: La principal actividad generadora del impacto se considera que será la construcción y/o ampliación de la carretera en los tramos en los que se encuentran los monumentos por las actividades de terracería.

Tiempo de ejecución de la medida: La remoción de los monumentos deberá ser realizada al inicio del proyecto y el reinstalo al final de la etapa de construcción.

Descripción de la medida ambiental.

Son monumentos memoriales de tipo religioso identificados a lo largo de la traza del proyecto. En el proyecto se han identificado cuatro (4) sitios relacionados con este patrón cultural, encontrándose en los estacionamientos 22+140 LD, 23+920 (Corredor central de la carretera), 24+420 LD y 28+180 LI, siendo ellos cruces de cemento y sobre la base del mismo material.

La medida consiste en la identificación de los detalles de cada uno de los monumentos por medio de una ficha en la que se destacarán las principales características como las siguientes: material de construcción, nombre, iniciales y fecha de fallecimiento; tamaño, forma y su estacionamiento, luego se procederá a la remoción que deberá realizarse durante la etapa de preparación de sitio y resguardo en las bodegas del plantel.

Al finalizar las obras de la ampliación de la carretera, los monumentos serán reinstalados nuevamente en forma paralela a su ubicación actual. La Ubicación de los monumentos religiosos se presenta en la Tabla 220.

Tabla 220. Ubicación y descripción de los monumentos religiosos identificados en el proyecto.

Ubicación.	Descripción del monumento religioso.
Estación 22+140 LD.	Una (1) cruz de cemento, asentada sobre una base de cemento; su tamaño es de 0.60 m.
23+920 (Corredor central de la carretera).	Una (1) cruz de cemento, asentada sobre una base de cemento; su tamaño es de 0.60 m.
24+420 LD.	Una (1) cruz de cemento, asentada sobre una base de cemento; su tamaño es de 0.60 m y su base es de 0.50 m de ancho y de 1.50 m de largo.
28+180 LI.	Una (1) cruz de cemento, asentada sobre una base de cemento; su tamaño es de 0.40 m.

Fuente: Datos de campo.

#### Actividades específicas.

- Remoción de 4 monumentos y traslado a las bodegas del plantel del proyecto.
- Reubicación de los 4 monumentos a su sitio (paralelo a donde se encontraban), para que las familias sigan manteniendo sus rituales religiosos.

#### Inversión en la medida ambiental.

En las Tablas 221, 222 y 223, se detalla la inversión a llevar a cabo en la medida ambiental.

Tabla 221. Análisis de costos unitarios para remoción de monumentos.

Actividad.	Costo unitario (US \$).
Días hombre.	40.00
Transporte por monumento.	10.00
Identificación.	25.00
Material de construcción.	25.00
<b>Costo unitario de remoción.</b>	<b>100.00</b>

Tabla 222. Análisis de costos unitarios para la reinstalación de los monumentos.

Actividad.	Costo Unitario (\$).
Ahoyado.	10.00
Traslado.	10.00
Días hombre.	40.00
Material de construcción.	25.00
<b>Costo unitario de reinstalo.</b>	<b>85.00</b>

Costo Unitario (Remoción + Reinstalo: US\$ 185.00).

Tabla 223. Inversión total en la medida ambiental.

Recurso.	Unidad de medida.	Cantidad.	Costo unitario (US\$).	Costo Total (US\$).
<b>Año 1 (12 meses).</b>				
Remoción de 4 monumentos.	c/u	4.00	100.00	400.00
<b>Año 2 (12 meses).</b>				
Reinstalo de 4 monumentos.	c/u	4.00	85.00	340.00
<b>TOTAL.</b>				<b>740.00</b>

La inversión en la medida ambiental será de SETECIENTOS CUARENTA 00/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA (US \$ 740.00), los cuales son parte del

presupuesto de construcción del proyecto (No afianzable en el Programa de Manejo Ambiental).

Responsable de su ejecución: La ejecución de la actividad será responsabilidad del Ministerio de Obras Públicas y de Transporte, por medio de la empresa constructora.

Indicador de desempeño: Monumentos a difuntos restaurados en forma paralela al sitio identificado.

#### 9.2.2.22 Medida Ambiental No. 24. Manejo ambiental del Plantel.

Tipo de medida: Prevención, compensación y mitigación.

Objetivos:

- Prevenir contaminación del suelo, aire y agua superficial, por desechos sólidos y aguas servidas, así como por derrames de insumos de la construcción.
- Prevenir accidentes y daños al personal que laborará en el plantel.
- Mitigar los efectos de compactación de suelo y pérdida de infiltración con la recreación de condiciones ambientales al cierre del plantel.

Factores ambientales a verse afectados: Suelo, hidrología y aire.

Impactos a prevenir y su descripción: Alteración (contaminación) de la calidad del aire y suelo, riesgos del personal y de la población, daños a la flora y fauna, incremento en el riesgo de la seguridad laboral (riesgo físico, acoso laboral, entre otros), incremento en el riesgo de la seguridad pública como: delincuencia y vandalismo, debido a las diversas actividades que se desarrollarán en el sitio en donde será instalado el plantel, el cual tiene entre sus funciones almacenar materias primas, diferentes equipos y en algunas ocasiones maquinaria que es utilizada para el proyecto.

Actividad generadora del Impacto: Establecimiento del plantel, para el cual se proponen los sitios ubicados en los estacionamientos 21+140 LI, estación 23+880 LI y 25+660 LI. En la Ilustración 202 y 203, puede notarse el estado actual de los sitios propuestos.

Ilustración 202. Sitios propuestos para planteles.



Ilustración 203. Sitios propuestos para planteles.



Descripción de la actividad generadora del impacto: La instalación del plantel y sus unidades provisionales propician afectaciones a los factores ambientales de la zona, especialmente por la probabilidad de generar contaminantes al suelo y aire, relacionados con desechos sólidos comunes y peligrosos, aguas residuales, ruido etc., lo que conlleva a presentar un manejo de estas instalaciones para que se tenga regulación sobre las mismas y que cuando se lleve a cabo el cierre del sitio se abandone en condiciones similares a las encontradas.

Tiempo de ejecución de la medida: Toda la etapa constructiva realizando la instalación a partir del primer mes de iniciado el proyecto.

Descripción de la medida ambiental.

La disposición de los sitios que se proponen para emplazar el plantel de la empresa contratista ha sido gestionada con sus respectivos propietarios (Apéndice 5); si la empresa constructora

considera conveniente utilizar los sitios propuestos y otros terrenos, en ambos casos deberá realizar el proceso de evaluación ambiental ante el MARN y obtener el permiso ambiental respectivo.

A continuación, se presentan las etapas que conllevará la instalación del plantel y medidas ambientales referenciales que como mínimo deberán implementarse en las unidades del mismo.

### Ubicación y Construcción:

Oficinas administrativas.

Área destinada a oficina tanto de la empresa constructora como de la empresa supervisora y propietario, las cuales pueden ser prefabricadas, de sistema mixto o por cuestiones de rapidez y tiempo, utilizar furgones o contenedores.

Oficina de gestión social.

La cual estará ubicada en el edificio administrativo del contratista, compartiendo espacio con la oficina de gestión ambiental.

Oficina de gestión ambiental.

Estará ubicada en el edificio administrativo del contratista, compartiendo espacio con la oficina de gestión social del proyecto. La descripción y recursos, se encuentran propuestos en la Medida Ambiental No. 1, del presente Programa de Manejo Ambiental.

Taller.

Todas las áreas donde se realicen actividades de mantenimiento de vehículos y que pudiesen ocurrir derrames de aceites se deberán impermeabilizar (área de 300.00 m<sup>2</sup> para mantenimiento); el aceite deberá recolectarse con material absorbente como aserrín o arena y trasladarlo para disposición final. El sitio de almacenamiento de aceite nuevo también deberá impermeabilizarse (incluido dentro de los 300.00 m<sup>2</sup> antes mencionados). Las zonas donde se realicen reparaciones deberán drenar mediante una canaleta con rejilla, la cual debe contar con una trampa de grasas y aceites. En el taller se dispondrá de un recipiente que contenga arena o aserrín cuya capacidad sea de 1 m<sup>3</sup>, para realizar la limpieza de cualquier derrame que ocurra en el sitio y dispuesto de forma adecuada. La arena o aserrín utilizado para la limpieza de derrames será almacenado y tratado como residuo peligroso.

Se colocará por plantel 4 extintores tipo ABC de 20.00 lb en el área de cambio de aceite. Se instalarán señalizaciones de prevención de incendios.

Si la empresa constructora considera ubicar el taller fuera del sitio donde funcionará el plantel deberá realizar el proceso de evaluación ambiental ante el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), para la obtención del permiso ambiental respectivo, luego deberá

presentarlo al supervisor del proyecto, siendo el cumplimiento de las condiciones ambientales de total responsabilidad del propietario del terreno y/o la empresa constructora.

#### Área de bodegas y almacén.

En esta zona se guardan los repuestos, así como los materiales que se usan durante los diferentes procesos constructivos. Pueden utilizarse al igual que para la oficina, contenedores, los cuales deben contar con equipos de aire acondicionado. Se tendrá especial cuidado que, en las bodegas, no se almacene material inflamable. Si en las bodegas se almacenase material inflamable estarán debidamente identificados, señalizados y se contará con 4 extintores del Tipo ABC (todo tipo) de 20 lb; éstos no estarán a más de 10 m de distancia de donde están los materiales inflamables y además se contará con la suficiente ventilación.

El piso se mantendrá siempre libre de materiales u objetos inútiles; asimismo los pasillos se mantendrán sin obstáculos para evitar accidentes por caídas o golpes. En los lugares donde se esté trabajando, sólo se permitirá el apilamiento de los materiales de uso diario y de los productos elaborados del día.

El almacenaje de materiales, equipos y productos, se hará en depósitos apropiados que serán proporcionados por el constructor y los mismos serán trasladados oportunamente hacia el plantel principal, desde donde serán llevados a su destino final, dependiendo del tipo de material.

En cumplimiento al Artículo 51 de la Ley General de Prevención de Riesgos en los Lugares de Trabajo, el almacén y bodega contará con un inventario de toda la sustancia almacenada, clasificadas por tipo y grado de peligrosidad y con su hoja de seguridad.

#### Planta eléctrica.

El área en donde será ubicada la planta eléctrica deberá contar con la rotulación preventiva adecuada.

#### Espacios para parqueo de maquinaria y equipo.

La cual es considerada como la zona más amplia en el diseño del plantel, con la respectiva señalización.

#### Áreas destinadas a la circulación.

Esta área es considerada amplia para las maniobras que necesitan los camiones y vehículos.

#### Zona destinada a depósitos de combustible y de carga respectiva (bombas).

Espacio en donde se colocará el tanque de combustible y las bombas para la carga del mismo a los equipos. El espacio destinado, debe contar con las medidas de seguridad necesarias para prevenir accidentes. Se colocarán 4 extintores tipo ABC de 20 lb en el área de dispensación de combustible. Se colocarán 2 cajas de arena o aserrín cuya capacidad sea de

1 m<sup>3</sup> en el área de dispensación de combustible para contener cualquier derrame de estos materiales.

Comedor.

Este espacio debe contemplar el acondicionamiento para la preparación de los alimentos, los cuales generalmente son elaborados por mujeres a quienes se permite su ingreso para que puedan suministrarlos. En el área de cocina es necesario colocar una trampa de grasa de 0.50 x 0.60 m para que se descarguen las aguas grises y de esta hacia la fosa séptica.

La empresa constructora debe tomar las medidas necesarias para garantizar la protección de las mujeres que ingresan al plantel y se encuentren en las diferentes zonas en las que se desarrolla el proyecto con el objetivo de prevenir exposiciones a situaciones de vulnerabilidad, acoso o violencia sexual. En caso de registrarse alguna de estas situaciones, el o los victimarios deberán ser despedidos inmediatamente. La empresa constructora deberá acompañar a la víctima a realizar las denuncias ante las instancias pertinentes hasta lograr una solución satisfactoria y formular en su reglamento interno políticas para el manejo del tema del acoso sexual.

Además, el plantel deberá contar con:

Canaletas:

Para el manejo adecuado de la escorrentía superficial del terreno se colocará una canaleta perimetral para recoger las aguas lluvias y canalizarlas hacia un receptor cercano al proyecto, a la descarga se le deberá de colocar un sistema de gradas disipadoras de energía y en el cauce de la quebrada hacer una plantilla de piedra con concreto para evitar el daño al cauce de la misma.

Sanitarios.

Se instalarán al menos tres letrinas fijas; dos para hombres y una para mujeres con fosa séptica. El detalle de la fosa séptica será el autorizado por el Ministerio de Salud. Estos sanitarios son para que los trabajadores puedan realizar sus necesidades fisiológicas y así evitar contaminación por desechos y serán separados por sexo para evitar situaciones de acoso o violencia hacia las mujeres. Las aguas de las letrinas serán recolectadas por una empresa autorizada por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), para que se encargue de brindarles tratamiento y disposición final fuera del proyecto, con una frecuencia de cada 6 meses<sup>72</sup>. Es importante hacer notar que la cantidad de sanitarios responde a uno por cada 20 trabajadores, separados por sexo, de eso dependerá la cantidad final de ellos.

---

<sup>72</sup> La frecuencia de limpieza de las letrinas fijas responderá al diseño que apruebe el Ministerio de Salud cuando emita la factibilidad de manejo de aguas residuales para el plantel, trámite previo a la obtención de la Resolución MARN de permiso ambiental. Se ha dejado una frecuencia de 6 meses como indicativo que deberá realizarse la limpieza y tratamiento de las aguas residuales.



El manejo de los desechos sólidos comunes y peligrosos de todo el plantel, será de la siguiente forma.

Manejo de desechos sólidos comunes.

El plantel contará con un sitio de almacenamiento temporal de desechos (60 m<sup>2</sup>) impermeabilizado y techado.

Para la recolección de los desechos sólidos comunes, se instalarán 18 basureros (barriles metálicos de 56 galones) en forma estratégica en el plantel, para el depósito de los desechos sólidos comunes, tanto de las oficinas como de los laboratorios, al final de cada día serán almacenados temporalmente junto a los recolectados de los frentes de trabajo. La empresa constructora deberá contactar a las empresas recicladoras que se recomiendan en la Tabla 224 u otras autorizadas para que retiren los desechos recolectados.

Para los desechos que no puedan ser reciclados por medio de las empresas mencionadas u otras autorizadas, o si no existe respuesta de las mismas, la constructora del proyecto en última instancia, cada tres días deberá trasladarlos al sitio de disposición final autorizado por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), en coordinación con las municipalidades de Santa Tecla, Colón y San Juan Opico.

Manejo de desechos peligrosos.

Los desechos que se consideran peligrosos y que serán generados en el proyecto son: llantas y baterías usadas, así como suelo contaminado con hidrocarburos, filtros y aceite usado, los cuales serán almacenados temporalmente en un sitio impermeabilizado y techado en zona destinada para ellos en el plantel (50 m<sup>2</sup>), el cual contará con la rotulación necesaria.

Para el caso de las baterías, para ser almacenadas temporalmente deberá cubrirse con plástico y colocarse sobre una tarima de madera. Los filtros de aceite removidos de los vehículos contienen aceite, por lo que se procederá a extraerlo, colectándose en barriles metálicos para almacenarlos temporalmente. Los filtros deberán almacenarse temporalmente en el mismo lugar de almacenamiento del aceite usado y luego trasladarlos a sitios autorizados para su disposición final.

El aceite usado, generado durante los cambios de aceite a la maquinaria y equipo utilizados en el proyecto, será colectado en barriles metálicos que serán almacenados temporalmente en sitio ubicado en el plantel.

Las llantas generadas durante el mantenimiento de los vehículos utilizados en el proyecto deberán almacenarse temporalmente en sitio techado dentro del plantel.

Para la disposición final de cada uno de los desechos peligrosos, se contactará a las empresas que se dedican al reciclaje, reúso o tratamiento final, las cuales se presentan en la Tabla 224.

Tabla 224. Empresas que se dedican al reciclaje, reúso o tratamiento final de desechos sólidos comunes y peligrosos.

Residuo/ desecho.	Origen.	Manejo.	Disposición.	Tiempo.
Filtros de aceite. <sup>73</sup>	Mantenimiento de vehículos.	Son recolectados por las empresas que brindan el cambio de aceite y los trasladan a sus talleres para el manejo final.	General de Equipos, Col. y Ave. Las Mercedes #401, San Salvador, El Salvador PBX (503) 2223-2323 / 2250-8000.	Cada vez que brindan el servicio de cambio de aceite, retiran el filtro usado.
Chatarra.	Mantenimiento de vehículos.	Se almacenará en área asignada en el plantel.	Se trasladará a Corinca, Carretera a San Juan Opico, entrada a Quezaltepeque, La Libertad. Teléfono: 2314-3300. <sup>74</sup>	Cuando sea necesario.
Baterías.	Mantenimiento de vehículos.	Se almacenará en el área asignada en el Plantel, en bolsas selladas.	Se contactará a: BATERIAS LASSER S.A. DE C.V. Calle Modelo Bo. Candelaria #278 San Salvador. Teléfono: 2270-1048, 2280-1478. <sup>75</sup>	Mensual.
Combustible reciclable o aceite quemado.	Mantenimiento de vehículos.	Se almacenará en un sitio techado e impermeabilizado asignado de 2 m <sup>2</sup> en el área de lubricantes, los cuales estarán identificados y señalizados en el Plantel.	Textiles San Andrés, Km 32 Carretera a Santa Ana, San Juan Opico, La Libertad, Teléfono:2338-4099, 2319-1350. <sup>76</sup>	Mensual.
Material absorbente usado (aserrín, arena, wiper y franelas).	Mantenimiento de vehículos.	Almacenamiento en depósitos, debidamente identificados como "desechos peligrosos".	Contactar a Geocycle, en el Caserío El Ronco, Cantón Tecomapa, Metapán, Santa Ana, Teléfono: 2316-8040, 2316-8043 y 2316-8045. <sup>77</sup>	Mensual.
Papel y cartón.	Oficinas.	Se almacenará en el área ubicada en el plantel.	Se deberá contactar a la empresa: ALAS DORADAS S.A DE C.V. km 27.5 Carretera a Santa Ana, teléfonos 2304-2200, 2304-2231. <sup>78</sup>	Cuando se tenga una cantidad de 100 libras en adelante.
Plásticos.	En oficina y los frentes de trabajo.	Se almacenará en el área ubicada en las instalaciones del plantel, techada e impermeabilizada.	Se deberá contactar a: SALVAPLASTIC S.A de C.V., Zona Industrial Plan de La Laguna, Antiguo Cuscatlán, La Libertad, Teléfono: 2243-0200, 2511-3400. Reciben los desechos en Carretera a Sonsonate km 27.5, entrada a Ciudad Mujer, Lourdes Colón. <sup>79</sup>	Semanal.
Llantas usadas.	Taller.	Se almacenará en el área ubicada en las instalaciones del plantel, la cual estará techada e impermeabilizada.	Entregar a plantas de asfalto para la elaboración del mismo o a constructoras u ONGs para emplearlas en estabilidad de taludes.	Mensual.

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN)

<sup>73</sup> Para el caso de los filtros usados, son retirados por las empresas que llevan a cabo el servicio de mantenimiento. Según consulta realizada en General de Equipos, son destruidos en sus instalaciones.

<sup>74</sup> La chatarra se trasladará a CORINCA, ellos la reciben en la planta ubicada en Quezaltepeque.

<sup>75</sup> Baterías Lasser S.A de C.V. recibe las baterías en sus instalaciones y recoge en el proyecto cuando la cantidad supera las 40 baterías.

<sup>76</sup> Textiles San Andrés, recoge mediante su transporte autorizado por el MARN el aceite quemado en el proyecto, persona de contacto: Señor Reynaldo Hernández, teléfono 2319-1350.

<sup>77</sup> Geocycle recolecta material contaminado con hidrocarburos a nivel nacional con su transporte del mismo grupo empresarial, contactos: Lic. Patricia Villalobos, Ing. Guadalupe Meléndez.

<sup>78</sup> Alas Doradas S.A de C.V., recibe papel y cartón en sus instalaciones, la persona de contacto es Fátima Ramírez, teléfono 7787-2304, entregan copia de resolución de permiso ambiental del MARN cuando se realiza la primera entrega, por políticas de la empresa.

<sup>79</sup> La persona de contacto de Salvaplastic S.A de C.V es el señor Marcos Rivas teléfono 2511-3400, la empresa brinda la asesoría respecto al empaquetado y transporte.

Barrera delimitadora.

El área deberá de estar debidamente cercada para evitar el ingreso de personas ajenas al proyecto, lo cual puede ser con lámina galvanizada, malla ciclón, alambre de púas, etc. además de la respectiva señalización de cada una de las áreas, como de la entrada y salida del mismo.

Plantas de trituración, concreto y asfalto.

Para el presente proyecto, se ha considerado que los materiales serán trasladados de sitios fuera del área de influencia, sin embargo, si son establecidos al interior deberán considerarse las siguientes medidas:

Para el caso de la generación de ruidos, se recomienda que el máximo nivel detectable a 50 m de las instalaciones citadas en el inciso precedente, no exceda los 86 dBA<sup>80</sup>.

Deberá constatar los resultados de emisión de ruido con los regulados en la Ordenanza Municipal de Santa Tecla, la cual ha sido referenciada para todo el proyecto. Todo el personal que labore en estos sitios deberá utilizar equipos de protección personal, incluyendo orejeras, anteojos de seguridad y equipos de protección respiratoria.

La operación de estas plantas, puede afectar al recurso agua en lo relacionado con el vertimiento originado en las plantas de asfalto o concreto hidráulico por el lavado de los filtros que controlan las emisiones de partículas al aire.

La localización de las plantas de concreto asfáltico e hidráulico se efectuará en zonas alejadas por lo menos 200 metros de viviendas. Se seguirán todas las normativas ambientales referidas anteriormente respecto a la lejanía de los cursos de agua, la estabilidad de los suelos y las previsiones contra erosiones o socavaciones.

La instalación de las plantas de concreto asfáltico e hidráulico se hará preferiblemente en el mismo lugar que la planta de trituración, permitiendo así compartir las mismas obras perimetrales descritas para este aspecto.

El lavado de la planta, así como las aguas de escorrentía deberán conducirse mediante canales perimetrales hacia piscinas de decantación preferiblemente en concreto, con capacidad suficiente para retener las mezclas provenientes de dicho lavado.

Las plantas de asfalto se deben ubicar a una distancia mayor de 25 m de las oficinas administrativas o de las áreas de descanso, con el propósito de evitar las molestias ocasionadas por el ruido de los motores.

Para las plantas que operan con lavadores húmedos como sistema de control y que generan residuos líquidos con sedimentos provenientes de los finos que salen por las chimeneas de las

<sup>80</sup> Nivel sonoro continuo equivalente para 8 horas.

calderas, las aguas deben ser conducidas hacia lagunas de sedimentación y posteriormente deben reutilizarse en el mismo proceso de filtración.

A estas lagunas se les deberá realizar un mantenimiento periódico, consistente en la extracción de los lodos de fondo, los cuales se dispondrán temporalmente en zonas de secado, para luego ser nuevamente reutilizados en el proceso de elaboración de la mezcla. Se deberá, además, incorporar en la piscina de sedimentación, una trampa para retención de hidrocarburos y aceites.

La planta de concreto, deber estar rodeada de un bordillo de contención de un mínimo de 20 cm de altura, para que, en caso de derrame, éste quede contenido dentro de un área definida para su remoción adecuada.

El mantenimiento del orden, higiene y procesos que impliquen emisiones, deben tener controles bajo normativa vigente, aplicando límites establecidos por la Ordenanza Municipal de Santa Tecla, referente para todo el proyecto y tienen costos de inversión que están adjudicados a costos administrativos del contratista.

#### Cierre del plantel.

Cuando se abandone un plantel, todos los recipientes, desperdicios, construcciones de servicios sanitarios y cualquier otro material extraño, deberán ser removidos, reciclados o depositados en lugares autorizados. El área completa quedará limpia y en condiciones semejantes al entorno y las medidas ambientales ejecutadas deberán quedar finalizadas y funcionando adecuadamente, esta actividad se ha considerado en la etapa de cierre del proyecto.

La presente medida considera las siguientes actividades específicas, las cuales son independientes de la resolución que emita el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN).

#### Actividades específicas.

- Instalación de 9 sanitarios fijos con su tanque séptico (6 para hombres y 3 para mujeres) (mantener la relación de 1 sanitario por cada 20 trabajadores, sean hombres o mujeres en forma desagregada).
- Retiro de aguas residuales de los sanitarios fijos.
- Instalación de 18 basureros durante 24 meses.
- Instalación de 12 extintores de 20 lb, con sus respectivas viñetas en donde se especifique las fechas de mantenimiento y marchamo de seguridad.
- Instalación de 6 rótulos de plantel, entrada y salida de camiones (señales verticales preventivas provisionales).
- Instalación de 6 rótulos de parqueo de vehículos (señales verticales preventivas provisionales).

- Instalación de 15 rótulos de ruta de evacuación (señales verticales preventivas provisionales).
- Instalación de 6 puntos de encuentro.
- Instalación de 6 rótulos de precaución en la zona de almacenaje de combustibles y aceites (señales verticales preventivas provisionales).

Inversión en la medida ambiental.

La inversión ambiental que se propone en la Tabla 225, es totalmente independiente de la que podría establecerse en el permiso ambiental, mediante la resolución que genere el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), siendo esta última de total responsabilidad del propietario y/o contratista.

Tabla 225. Inversión a ejecutar en la medida ambiental

Recurso.	Unidad de medida.	Cantidad.	Costo unitario (US\$).	Costo Total (US\$).
<b>Primer año (12 meses).</b>				
Sanitarios fijos.	Unidades.	9.00	220.00	1,980.00
Retiro de aguas residuales.	Unidades.	6.00	150.00	900.00
Barriles metálicos de 56 galones (basureros).	Unidades.	18.00	10.00	180.00
Extintores de 20 lb.	Unidades.	12.00	115.00	1,380.00
Señal vertical preventivo provisional.	Unidades.	18.00	105.00	1,890.00
Señal vertical restrictivo provisional (ruta de evacuación).	Unidades.	15.00	110.00	1,650.00
Marcas de piso para puntos de encuentro.	Unidades.	6.00	10.00	60.00
<b>Total, primer año.</b>				<b>8,040.00</b>
<b>Segundo año (12 meses).</b>				
Retiro de aguas residuales (1).	Unidades.	6.00	150.00	900.00
Barriles metálicos de 56 galones (basureros).	Unidades.	18.00	10.00	180.00
Limpieza de la zona.		SG.		1,500.00
<b>Total, segundo año.</b>				<b>2,580.00</b>
<b>TOTAL.</b>				<b>10,620.00</b>

El costo de la medida ambiental será de DIEZ MIL SEISCIENTOS VEINTE 00/100 DOLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMERICA (US\$ 10,620.00).

Responsable de su ejecución: La ejecución de la actividad será responsabilidad del Ministerio de Obras Públicas y de Transporte, por medio de la empresa constructora.

Indicador de desempeño: Plantel ubicado en el proyecto con manejo ambiental adecuado. En el Apéndice 20, se presenta el plano tipo recomendado para el plantel.

### 9.2.2.23 Medida Ambiental No. 25. Manejo ambiental de los sitios de disposición final de material excedente.

Tipo de medida: Prevención, compensación y mitigación.

#### Objetivos.

- Prevenir contaminación del suelo, por depósitos de desechos sólidos contaminados con hidrocarburos.
- Evitar el depósito de desechos sólidos comunes en el sitio.
- Manejar los desechos fisiológicos de los trabajadores del sitio por medio de la dotación de sanitarios portátiles.
- Mitigar los efectos de la compactación de suelo y pérdidas de infiltración, con la recreación de condiciones ambientales al cierre del sitio.

Factores ambientales a verse afectados: Suelo e hidrología.

Impactos a prevenir y su descripción: Afectación por cambios de uso actual del suelo de las unidades de apoyo, cambios en la hidrología superficial, afectación a las vistas panorámicas y pérdidas del carácter visual de áreas. Los sitios de disposición final de material excedente identificados al ser utilizados tendrán algún cambio en su topografía natural, por la deposición, generando afectaciones si no son manejados adecuadamente.

Actividad generadora del Impacto: Usos de sitios de disposición final de material excedente.

Descripción de la actividad generadora del impacto: El uso de los sitios de disposición final de material excedente generará fenómenos erosivos y cambios en la hidrología superficial, así como modificaciones en las actividades productivas de los mismos, lo que conlleva a presentar un manejo ambiental con la finalidad de que, al cierre, el terreno se encuentre en condiciones seguras, no provocando afectaciones a los recursos ambientales. La cantidad de material que será desalojado del proyecto será de 850,000.00 m<sup>3</sup>, proveniente de las diversas actividades del proyecto.

Tiempo de duración: El sitio de disposición final de material excedente será utilizado en los primeros seis (6) meses de iniciado el proyecto.

#### Descripción de la medida ambiental.

Antes del inicio de las obras el contratista deberá realizar una visita a los propietarios de los sitios de disposición final de material excedente propuestos para esta actividad, a manera de llegar a un acuerdo de uso, teniendo la libertad de ubicar nuevos sitios, si los propuestos no llenan sus expectativas. Luego la empresa constructora del proyecto deberá tramitar el permiso respectivo ante el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), del o de los sitios que considere adecuados, debido a que de los propuestos solo uno cuenta con él, siendo

el Relleno Sanitario La Florida, ubicado a 3 km del proyecto. No se harán uso de botaderos que no se encuentren autorizados por la institución reguladora.

Los sitios de disposición final de material excedente que se proponen para ser utilizados en el proyecto son los siguientes:

- Cantera y relleno La Florida, ubicado en la estación 34+700 en dirección de la carretera que conduce a Jayaque, departamento de La Libertad, el cual consta de 48 mz y una capacidad disponible de un millón (1,000,000.00) de m<sup>3</sup>, con Resolución MARN-No. 3899-MOD-50-2020 aún vigente, a una distancia de aproximadamente 3 km del proyecto. El titular de este proyecto es el Licenciado Carlos Alberto Arriaza Mercadal. (ver Apéndice 3, Resolución MARN de permiso ambiental y permiso del propietario).
- Propiedad de 17.50 mz, ubicada sobre el km 24.5 LD (estación 23+880 LI), aledaño a la carretera sentido Santa Ana-San Salvador, Cantón Lourdes, municipio de Colón, departamento de La Libertad, siendo el propietario el Arquitecto Jefferson Zepeda y cuenta con una capacidad disponible de quinientos mil (500,000) m<sup>3</sup>. El sitio no cuenta con permiso ambiental. (ver Apéndice 3, permiso del propietario).

En la Ilustración 204, pueden observarse las condiciones de ambos sitios propuestos.

Ilustración 204. Sitios de disposición final de material excedente propuestos.



Al tener el permiso ambiental la utilización del o de los sitios se realizará en la medida que se produzcan los desalojos, estos serán transportados al sitio de disposición final de material excedente que la empresa considere conveniente.

Los materiales que deberán ser depositados, serán aquellos provenientes de procesos constructivos o materiales removidos para la ubicación de las unidades de apoyo, los cuales deberán estar no contaminados con derivados de hidrocarburos o material que estuviera en contacto con ellos (filtros, envases, etc.). Los camiones transportadores, deberán ir cubiertos con una lona para prevenir generación de particulados durante el recorrido.

Los materiales a depositarse en los sitios para los cuales sea necesario gestionar el permiso ambiental, deberán ser compactados hasta alcanzar valores de densidad arriba del 90%, medidos con densímetro nuclear.

La presente medida considera las siguientes actividades específicas, las cuales son independientes de la resolución que emita el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN):

Actividades específicas

- Colocar seis rótulos de entrada y seis de salida de equipo pesado por sitio de disposición final de material excedente.
- Colocar al menos tres baterías de 3 barriles, con su respectiva viñeta acorde al tipo de desecho y tapadera para el manejo de los desechos sólidos comunes que se generen por la operación de cada uno de los sitios de disposición final.
- Colocar tres (3) sanitarios portátiles, en la relación de 1 por cada 20 trabajadores, reservando como mínimo 1 sanitario para las mujeres (cantidad que podrá incrementarse si se tiene una población mayor a 20 mujeres), por cada sitio de disposición final.

Inversión en la medida ambiental.

La inversión ambiental que se propone (Tabla 226), es totalmente independiente de la que podría establecerse en el permiso ambiental, siendo la establecida en la resolución que genere el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), de responsabilidad total del propietario del sitio y/o contratista.

Tabla 226. Inversión a realizar en el manejo ambiental del sitio de disposición final de material excedente propuesto y sin permiso ambiental.

Detalle.	Unidad de medida.	Cantidad.	Costo unitario (US\$).	Costo Total (US\$).
<b>Primer año (12 meses).</b>				
Rótulos de entrada y salida de camiones.	Unidades.	12.00	10.00	120.00
Barriles metálicos para desechos sólidos comunes y peligrosos.	Unidades.	18.00	10.00	180.00
Sanitarios portátiles.	Unidades.	6.00	165.00 (6 meses)	5,940.00
<b>TOTAL.</b>				<b>6,240.00</b>

El costo de la medida ambiental será de SEIS MIL DOSCIENTOS CUARENTA 00/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA (US\$ 6,240.00).



Responsable de su ejecución: La ejecución de la actividad será responsabilidad del Ministerio de Obras Públicas y de Transporte, por medio de la empresa constructora.

Indicador de desempeño: Sitios de disposición final de material excedente utilizados y con medidas ambientales requeridas.

En el Apéndice 21, se presenta el plano tipo recomendado para el sitio de disposición final que no cuenta con resolución de permiso ambiental.

9.2.2.24 Medida Ambiental No. 26. Manejo ambiental de los bancos de materiales.

Tipo de medida: Prevención, compensación y mitigación.

Objetivos:

Evitar la contaminación de los recursos ambientales por mal manejo en el aprovechamiento de los bancos de materiales que serán utilizados por el proyecto.

Factores ambientales a verse afectados: Suelo e hidrología.

Impacto y su descripción: Pérdidas de estabilidad geológica y afectación a las vistas panorámicas. La alteración de los sitios para extraer materiales que son requeridos como materias primas para el proyecto conllevan consigo los impactos mencionados, los cuales pueden ser prevenidos, compensados y mitigados mediante un buen manejo ambiental de los mismos.

Actividad generadora del Impacto: Extracción de materiales para proveer al proyecto

Descripción de la actividad generadora del impacto: El aprovechamiento del banco de materiales conlleva diversas acciones que conducen a la alteración de la geología y del suelo de la zona de explotación, además el proceso conlleva la generación de contaminantes del suelo y aire, relacionados con la generación de particulados, desechos sólidos, ruido, adicionando una alteración de las vistas panorámicas actuales.

Tiempo de ejecución de la medida: El traslado de materiales será a partir del cuarto mes de iniciado el proyecto y se estima que puede concluir a los veinte meses, luego de iniciada la actividad.

Descripción de la medida ambiental.

Antes del inicio de las obras el contratista deberá realizar una visita a los propietarios de los bancos de materiales propuestos, para llegar a un acuerdo sobre las condiciones de extracción.

Los bancos de préstamo que cuentan con permiso ambiental y que se proponen para fuentes de agregados son los siguientes:

- La Cantera S.A de C.V. Se localiza en el cuadrante topográfico 1: 50,000 denominado La Libertad, hoja 2356 IV, en el cantón Tepeagua, municipio y departamento de La Libertad, de acuerdo a las coordenadas geográficas siguientes: latitud 263,000 a 263,500 hacia el norte y longitud 467,700 a 468,500 hacia el este, se ubica a 28 km de distancia. De acuerdo al estudio geológico y las visitas realizadas al sitio, se cuenta con una disponibilidad de un millón (1,000,000.00) de m<sup>3</sup> de material, encontrándose grava de todo tipo, chispa, polvo, bases trituradas, agregados finos (arena) y piedra especial para gaviones.
- Cantera Protersa S.A de C.V, localizada a 6 km del proyecto. Se encuentra más o menos a un kilómetro del desvío del cantón Ateos, a orillas de la carretera pavimentada que conduce a Tepecoyo, posee permiso ambiental para su explotación. De acuerdo al estudio geológico y las visitas realizadas al sitio, se cuenta con una disponibilidad mayor a un millón (1,000,000.00) de m<sup>3</sup> de material, encontrándose grava de todo tipo, chispa, polvo, bases trituradas y piedra especial para gaviones.
- Venta de tierra Dulce María, ubicado aproximadamente 950 m al norte del km 39 de la carretera CA-8, Cantón El Rosario, municipio de Armenia, departamento de Sonsonate, aproximadamente a 12 km del proyecto, con una disponibilidad de 425,000 m<sup>3</sup> de agregado fino (tierra blanca).

En el Apéndice 4, se presentan las resoluciones MARN, de los sitios a excepción de la Cantera Protersa S.A de C.V., que por políticas de la empresa no fue proporcionada.

Si la empresa constructora, considera la utilización de otros sitios como bancos de materiales, deberá realizar el proceso de evaluación ambiental completa ante el MARN, que inicia con la presentación del Formulario Ambiental y obtener una resolución que conlleve a la preparación de un Programa de Manejo Ambiental o emisión de Términos de Referencia para elaborar un Estudio de Impacto Ambiental, cuya presentación y seguimiento hasta obtener el permiso ambiental, así como el cumplimiento del PMA, cierre y rehabilitación del sitio, será de entera responsabilidad del propietario del terreno y de la empresa contratista. Los bancos de materiales propuestos no son parte del proceso de resolución de permiso ambiental del proyecto en estudio, debido a que se encuentran en aprovechamiento.

La actividad específica que será de cumplimiento obligatorio, si el constructor toma la decisión de utilizar los bancos de materiales propuestos es la siguiente:

#### Actividad específica

- Utilizar lonas cobertoras de la cama o platón de los camiones para prevenir generación de particulados en el tramo de transporte.

Inversión en la medida ambiental.

La medida ambiental no cuenta con inversión debido a que los bancos de materiales tienen su propio permiso ambiental e invertir en sus Programas de Manejo Ambiental, es responsabilidad del propietario de cada uno de ellos. Respecto a la actividad específica, al ser contratado el servicio de transporte, se incluye la utilización de las lonas cobertoras de la cama o platón.

Responsable de su ejecución: La ejecución de la actividad será responsabilidad del Ministerio de Obras Públicas y de Transporte, por medio de la empresa constructora.

Indicador de desempeño: Camiones cubiertos con lona durante todo el lapso del viaje desde el banco de materiales hasta el proyecto, previniendo la generación de particulados.

### 9.2.3 Cierre de la etapa de Construcción.

9.2.3.1 Medida Ambiental No. 27. Retiro del proyecto de cualquier instalación provisional, servicios utilizados, limpieza del corredor vial y unidades de apoyo, al finalizar la construcción del proyecto.

Tipo de medida: Atenuación.

Objetivos: Limpiar el proyecto de cualquier desecho o material de construcción que haya quedado disperso tanto en el corredor vial como en las unidades de apoyo.

Factores ambientales a verse afectados: Comunidades aledañas, Suelo, hidrología y aire.

Impactos a mitigar y su descripción: Daños a la salud de la población, afectación de las vistas panorámicas y del carácter visual del área. Las afectaciones proceden del funcionamiento de las unidades de apoyo en sus construcciones provisionales y de las actividades desarrolladas en el corredor vial, especialmente de los desechos que han quedado dispersos luego del uso de las mismas y de las construcciones provisionales, al ser levantadas y limpiados los sitios, la medida ambiental dejará sin efecto tal impacto.

Actividad generadora del impacto: Cierre ambiental de las unidades de apoyo, limpieza del corredor vial, monitoreo de la estabilidad de taludes de corte y de relleno, etc.

Descripción de la actividad generadora del impacto: La limpieza del proyecto y el aseguramiento de que las medidas están finalizadas y funcionando genera garantía de las inversiones realizadas en el proyecto.

El impacto de las actividades asegurará que los desechos sólidos comunes y peligrosos y las aguas residuales han sido recolectados y dispuestos adecuadamente, además de que las unidades de apoyo han sido cerradas ambientalmente, encontrándose el proyecto limpio para el aviso respectivo al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, que las actividades

han finalizado y que el Programa de Manejo Ambiental también ha terminado en la etapa de construcción.

Tiempo de ejecución: En los últimos tres meses de la etapa de construcción.

Descripción de la medida ambiental.

La empresa constructora deberá elaborar y presentar al ingeniero supervisor del proyecto para su aprobación al menos con tres (3) meses de anticipación un plan de cierre del proyecto en donde se especifiquen las actividades a realizar para restaurar todos los sitios utilizados a un estado ambientalmente mejorado, incluyendo fechas previstas para las actividades, el personal que se asignará para ejecutarlas y el equipo que se utilizará para las mismas.

El plan debe considerar al finalizar la construcción, el retiro de las instalaciones ocupadas temporalmente por el contratista, servicios, maquinaria, equipos y cualquier desecho proveniente de las diferentes actividades de construcción del proyecto tanto en el corredor vial como en las unidades de apoyo, los cuales deberán ser trasladados para su disposición final a los sitios autorizados por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Cuando se abandone un plantel, todos los recipientes, desperdicios, construcciones de servicios sanitarios y cualquier otro material extraño, deberán ser removidos, reciclados o depositados en lugares autorizados. El área completa quedará limpia y en condiciones semejantes al entorno y las medidas ambientales ejecutadas deberán quedar finalizadas y funcionando adecuadamente.

Actividades específicas:

- Elaboración y presentación de un plan de cierre del proyecto.
- Retirar sanitarios fijos y desechos asociados.
- Retirar chatarra, piezas inservibles, maquinarias y equipo dañado.
- Retiro de materiales de construcción dispersos.
- Desalojar los depósitos de combustible y lubricantes.
- Limpieza del corredor vial.

Inversión en la medida ambiental.

La inversión a llevar a cabo se presenta en la Tabla 227.

Tabla 227. Inversión a ejecutar en el cierre ambiental de la etapa de construcción.

Detalle.	Unidad de medida.	Cantidad.	Costo Unitario (US\$).	Costo Total (US\$).
<b>Segundo año (12 meses)</b>				
Retiro sanitarios fijos y desechos asociados.	SG.	SG.	840.00	840.00
Retirar chatarra, piezas inservibles, maquinarias y equipo dañado.	SG.	SG.	3,500.00	3,500.00
Retiro de materiales de construcción dispersos.	SG.	SG.	6,000.00	6,000.00
Desalojar los depósitos de combustible y lubricantes.	SG.	SG.	1,750.00	1,750.00
Limpieza del corredor vial.	SG.	SG.	3,000.00	3,000.00
<b>Total.</b>				<b>15,090.00</b>

La inversión en la medida ambiental será de QUINCE MIL NOVENTA 00/100 DOLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMERICA (US \$ 15,090.00).

Responsable de su ejecución: La ejecución de la actividad será responsabilidad del Ministerio de Obras Públicas y de Transporte, por medio de la empresa constructora.

Indicador de desempeño: Proyecto libre de desechos y las unidades de apoyo con cierre ambiental adecuado de acuerdo a los requerimientos que el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales emita en las resoluciones ambientales.

#### 9.2.4 Funcionamiento.

9.2.4.1 Medida Ambiental No. 1. Mantenimiento por tres años del zacate barrenillo (*Cynodon dactylon*) plantado en los taludes de corte del proyecto.

Tipo de medida: Mitigación.

Objetivos:

Asegurar que el zacate barrenillo plantado en los taludes de corte del proyecto posea un adecuado desarrollo.

Factores ambientales a verse afectados: Suelo, hidrología superficial, vistas panorámicas y pérdida de carácter visual de las áreas.

Impacto a prevenir y su descripción: Cambios en el uso actual del suelo, afectación morfodinámica, pérdida de estabilidad del suelo, alteración de las vistas panorámicas, pérdidas de carácter visual de las áreas.

Al no brindarse el mantenimiento requerido a los materiales verdes establecidos en la etapa de construcción los impactos sobre el suelo y las formaciones geológicas no son prevenidos y corregidos, deteriorándose las vistas panorámicas.

Actividad generadora del Impacto: Terracería.

Descripción de la actividad generadora del impacto: La actividad de terracería, generará movimientos de tierra y taludes de corte que serán protegidos con barrenillo, que luego de ser establecido, necesitará el mantenimiento por tres años para que cumpla su función.

Tiempo de ejecución de la medida: Tres años de mantenimiento, principalmente en la época lluviosa y los riegos con agua en la época seca.

Descripción de la medida ambiental.

La medida consiste en brindar mantenimiento al zacate barrenillo, establecido en la etapa de construcción en los taludes de corte, por un período de 3 años.

Primer año.

Control de malezas. Las gramíneas son agresivas y a veces esta actividad no es necesaria, pero en caso de presentarse invasión de malezas, el control se realiza en forma manual, arrancando la maleza que se encuentre compitiendo con el zacate barrenillo, realizando esta labor las veces que sea necesario en el año, esto ayudará a mejorar el paisaje de la zona y la vista del proyecto con su alrededor.

Riego. Debe regarse con abundante agua al menos tres veces por semana en la época seca.

Fertilización: Realizar dos fertilizaciones por año, aplicando dos onzas por metro cuadrado de área cubierta al inicio de las lluvias y un mes después realizar una segunda aplicación. Las dos fertilizaciones deberán ser con un fertilizante nitrogenado como el sulfato de amonio 21% de N.

Segundo año.

Control de malezas. Realizar el control en forma manual, si se considera necesario, debido a que las gramíneas son agresivas y en algunas ocasiones existe el auto control.

Riego. Debe regarse con abundante agua al menos tres veces por semana en la época seca.

Fertilización: Realizar dos fertilizaciones por año, aplicando tres onzas por metro cuadrado de área cubierta al inicio de las lluvias y un mes después realizar una segunda aplicación. Las dos fertilizaciones deberán ser con un fertilizante nitrogenado como el sulfato de amonio 21% de N.

Tercer año.

Control de malezas. Realizar el control en forma manual, si se considera necesario, debido a que las gramíneas son agresivas y en algunas ocasiones existe el auto control.

Fertilización: Realizar dos fertilizaciones por año, aplicando tres onzas por metro cuadrado de área cubierta al inicio de las lluvias y un mes después realizar una segunda aplicación. Las dos fertilizaciones deberán ser con un fertilizante nitrogenado como el sulfato de amonio 21% de N.

Actividades Específicas.

- Brindar 2 limpiezas de malezas por año al material establecido.
- Realizar 2 fertilizaciones por año al material establecido.
- Regar con agua tres veces por semana durante el primero y segundo año, en la época seca.

Inversión en la medida ambiental.

En las Tablas 228 y 229, se presenta la inversión a realizar en el mantenimiento del zacate barrenillo.

Tabla 228. Análisis de costos unitarios del mantenimiento del zacate barrenillo.

Actividad.	Costos de mantenimiento por 3 Años.		
	Costo Unitario (\$m <sup>2</sup> ).		
	Primer año.	Segundo año.	Tercer año.
Transporte de insumos.	0.10	0.10	0.10
Limpia de Malezas (2).	0.20	0.20	0.20
Fertilización (2).	0.30	0.30	0.30
Riego.	0.30	0.40	0.00
<b>TOTAL.</b>	<b>0.90</b>	<b>1.00</b>	<b>0.60</b>
<b>Total, mantenimiento tres años</b>	<b>2.50</b>		

Tabla 229. Costo total de mantenimiento de los taludes de corte.

Años de mantenimiento.	Actividad.	Unidad de medida.	Cantidad.	Costo unitario (US\$/m <sup>2</sup> ).	Costo total (US \$).
Año 1.	Mantenimiento del zacate barrenillo.	m <sup>2</sup>	27,652.80	0.90	24,887.52
Año 2.	Mantenimiento del zacate barrenillo.	m <sup>2</sup>	27,652.80	1.00	27,652.80
Año 3.	Mantenimiento del zacate barrenillo.	m <sup>2</sup>	27,652.80	0.60	16,591.68
<b>TOTAL</b>					<b>69,132.00</b>

La inversión en la medida ambiental será de SESENTA Y NUEVE MIL CIENTO TREINTA Y DOS 00/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA (US \$ 69,132.00).

Responsable de su ejecución: La ejecución de la actividad será responsabilidad del Ministerio de Obras Públicas y de Transporte, por medio de la empresa constructora.

Indicador de desempeño: Taludes de corte protegidos con zacate barrenillo de buen desarrollo.

9.2.4.2 Medida Ambiental No. 2. Mantenimiento por tres años de la revegetación realizada en el proyecto.

Tipo de medida: Mitigación.

Objetivos:

Asegurar que la grama común y el zacate vetiver plantados en las zonas desnudas del proyecto posean un adecuado desarrollo.

Factores ambientales a verse afectados: Suelo e hidrología.

Impactos a compensar y su descripción: cambios en el uso actual del suelo, cambios a la hidrología superficial, arrastre y deposición de sedimentos en las áreas cercanas a cauces de aguas, alteración a las vistas panorámicas y pérdidas del carácter visual del área.

Con el adecuado mantenimiento de la grama común y el zacate vetiver de las zonas revegetadas del proyecto, se considera que los impactos serán mitigados debido a que el suelo perturbado será protegido, de igual forma los cursos de agua por el depósito de sedimentos, propiciando mejores vistas panorámicas y previniendo el detrimento visual de las diferentes áreas del proyecto.

Actividad generadora del Impacto: Terracería, excavaciones, ampliaciones del drenaje menor y mayor.

Descripción de la actividad generadora del impacto: Los movimientos de tierra en el proyecto y los cambios en la rasante generan zonas desnudas, que durante la etapa de construcción fueron protegidas con grama común que, al no brindársele mantenimiento, corren el riesgo de quedar desprotegidas por pérdidas del material verde, no completándose la mitigación de los impactos identificados.

Tiempo de ejecución de la medida: Tres años de mantenimiento, principalmente en la época lluviosa y los riegos con agua en la época seca.

Descripción de la medida ambiental.

La medida consiste en brindarle mantenimiento por un período de tres años a la grama común y al zacate vetiver, que fueron plantados en el proyecto.

Primer año.

Control de malezas. Las gramíneas son agresivas y a veces esta actividad no es necesaria, pero en caso de presentarse invasión de malezas, el control se realiza en forma manual, arrancando las plantas que se encuentre compitiendo con la grama común y el zacate vetiver, realizando esta labor las veces que sea necesario en el año, esto ayudará a mejorar la protección de las zonas desnudas y mayor vista panorámica al proyecto.

Riego. Debe regarse con agua al menos tres veces por semana en la época seca.

Fertilización: Realizar dos fertilizaciones por año, aplicando dos onzas por metro cuadrado de área cubierta al inicio de las lluvias y un mes después realizar una segunda aplicación. Las dos fertilizaciones deberán ser con un fertilizante nitrogenado como el sulfato de amonio 21% de N.



Segundo año.

Control de malezas. Realizar el control en forma manual, si se considera necesario, debido a que las gramíneas son agresivas y en algunas ocasiones existe el auto control.

Riego. Debe regarse con agua al menos tres veces por semana en la época seca.

Fertilización: Realizar dos fertilizaciones por año, aplicando tres onzas por metro cuadrado de área cubierta al inicio de las lluvias y un mes después realizar una segunda aplicación. Las dos fertilizaciones deberán ser con un fertilizante nitrogenado como el sulfato de amonio 21% de N.

Podas: Llevar a cabo poda sobre el zacate vetiver, una vez al año, en la época lluviosa dejándolo a una altura que no sobrepase los 40 cm a partir del nivel del suelo. La grama común no necesita podas.

Tercer año.

Control de malezas. Realizar el control en forma manual, si se considera necesario, debido a que las gramíneas son agresivas y en algunas ocasiones existe el auto control.

Fertilización: Realizar dos fertilizaciones por año, aplicando tres onzas por metro cuadrado de área cubierta al inicio de las lluvias y un mes después realizar una segunda aplicación. Las dos fertilizaciones deberán ser con un fertilizante nitrogenado como el sulfato de amonio 21% de N.

Podas: Llevar a cabo poda sobre el zacate vetiver, una vez al año, en la época lluviosa dejándolo a una altura que no sobrepase los 40 cm a partir del nivel del suelo. La grama común no necesita podas.

Actividades Específicas.

- Brindar 2 limpiezas de malezas por año al material establecido.
- Realizar 2 fertilizaciones por año al material establecido.
- Llevar a cabo una poda al zacate vetiver en el segundo y tercer año.
- Regar con agua tres veces por semana durante el primero y segundo año, en la época seca.

Inversión en la medida ambiental.

En las Tablas 230 y 231, Se presenta la inversión a realizar en el mantenimiento de la grama común (*Paspalum notatum*) y el zacate vetiver (*Vetiveria zizaniodes*).

Tabla 230. Análisis de costos unitarios del mantenimiento para la grama común y el zacate vetiver.

Costos de mantenimiento por 3 Años.			
Actividad	Costo Unitario (\$).		
	Primer año.	Segundo año.	Tercer año.
Transporte de insumos.	0.10	0.16	0.16

Costos de mantenimiento por 3 Años.			
Actividad	Costo Unitario (\$).		
	Primer año.	Segundo año.	Tercer año.
Mano de obra (limpieza de malezas, fertilización).	0.15	0.14	0.14
Fertilización (2 aplicaciones).	0.25	0.25	0.25
Riego.	0.20	0.20	0.00
TOTAL.	0.70	0.75	0.55
<b>Total, mantenimiento tres años.</b>	<b>2.00</b>		

Tabla 231. Costo total de mantenimiento de la revegetación del proyecto.

Años de mantenimiento.	Unidad de medida.	Cantidad.	Costo unitario (US\$/m²).	Costo total (US \$).
Año 1.				
Gramma común.	m²	39,450.35	0.70	27,615.24
Zacate vetiver.	m	12,280.00	0.70	8,596.00
<b>Total, año 1.</b>				<b>36,211.24</b>
Año 2.				
Gramma común.	m²	39,450.35	0.75	29,587.76
Zacate vetiver.	m	12,280.00	0.75	9,210.00
<b>Total, año 2.</b>				<b>38,797.76</b>
Año 3.				
Gramma común.	m²	39,450.35	0.55	21,697.69
Zacate vetiver.	m	12,280.00	0.55	6,754.00
<b>Total, año 3</b>				<b>28,451.69</b>
<b>TOTAL</b>				<b>103,460.69</b>

La inversión en la medida ambiental será de CIENTO TRES MIL CUATROCIENTOS SESENTA 69/100 DOLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMERICA (US \$ 103,460.69)

Responsable de su ejecución: La ejecución de la actividad será responsabilidad del Ministerio de Obras Públicas y de Transporte, por medio de la empresa constructora.

Indicador de desempeño: Zonas revegetadas con grama común y zacate vetiver, recibiendo mantenimiento efectivo.

#### 9.2.4.3 Medida Ambiental No. 3. Mantenimiento de la compensación ambiental realizada en las áreas naturales protegidas.

Tipo de Medida Ambiental: Compensación.

Objetivo:

- Brindar el mantenimiento agronómico (limpieza de malezas, fertilizaciones, podas, control de plagas y enfermedades, etc.), que los árboles necesitan para su adecuado desarrollo en las ANP San Lorenzo, Talcualuya y San Andrés.

Factores ambientales a verse impactados: Flora, suelo, hidrología, paisaje y vida silvestre.

Impactos a compensar y su descripción: Daños a la flora, alteración del hábitat y ecosistemas, pérdidas de infiltración de aguas lluvias, alteraciones al paisaje y vida silvestre y alteración al clima.

Actividad generadora del Impacto: Tala y daños de la vegetación arbórea y arbustiva, incremento de nuevas áreas impermeabilizadas.

Descripción de la actividad generadora del impacto: Darles seguimiento a las labores de mantenimiento de los árboles establecidos en la etapa de construcción en las Áreas Naturales Protegidas de San Lorenzo, Talcualuya y San Andrés.

Tiempo de ejecución de la medida: Tres años de mantenimiento, principalmente en la época lluviosa y los riegos con agua en la época seca para los árboles.

Descripción de la medida ambiental.

El mantenimiento por año de los árboles, se describe a continuación.

Primer año

- Limpieza de malezas: Las malezas hacen competencia con la plantación de interés, ya sea por luz, nutrientes o espacio. En este sentido se llevarán a cabo plazoleos de 1.50 m de radio alrededor del árbol y se realizarán 2 por año, el primero a la entrada de la época de lluvias y el segundo un mes antes de la salida de las mismas.
- Resiembras de pérdidas: Los árboles que no sobrevivieron en la etapa de establecimiento, deberán ser repuestos, de acuerdo a las especificaciones técnicas desarrolladas durante el establecimiento de los mismos. Se estima un porcentaje de pérdidas no mayores al 15%.
- Fertilización: Se realizarán dos fertilizaciones por año: la primera durante el primer mes de la época de lluvias con 2 onzas de fertilizante F 20-20-0 y la segunda con urea 46% N + 5% S por árbol, un mes antes de la finalización de las lluvias. Ambas fertilizaciones serán aplicadas alrededor de la planta y deberán incorporarse al suelo, para un máximo aprovechamiento.
- Control de plagas y enfermedades: La inspección del estado fitosanitario de la plantación deberá realizarse cada 8 días con el objeto de prevenir o controlar el ataque de plagas y enfermedades y de existir ataques deberán ser identificadas y controladas mediante la utilización de prácticas culturales como podas o productos amigables con el medio ambiente, lo anterior aplica tanto a insectos plagas como a enfermedades fito patógenas, esto permitirá minimizar la pérdida de árboles.
- Podas de formación y limpieza: Se realizará una poda del árbol por año, eliminando las partes afectadas por plagas y enfermedades, con el cuidado que no interfieran con el crecimiento normal del mismo.

- Riego: Esta actividad deberá realizarse al menos cuatro veces por semana en la época seca o en períodos de tiempo sin precipitaciones en la época de lluvias.

#### Segundo año

- Limpieza de malezas: se realizarán dos plazoleos de 1.50 m de radio alrededor del árbol por año, el primero a la entrada de la época de lluvias y el segundo un mes antes de la salida de las mismas.
- Resiembras de pérdidas: Para el segundo año se espera que las pérdidas no sobre pasen el 10%, por lo que deberá realizarse nuevamente de acuerdo a las especificaciones técnicas desarrolladas para el establecimiento de los árboles.
- Fertilización: Se realizarán dos fertilizaciones por año: la primera durante el primer mes de la época de lluvias con 3 onzas de fertilizante F 20-20-0 y la segunda con urea 46% N + 5% S por árbol, un mes antes de la finalización de las lluvias. Ambas fertilizaciones serán aplicadas alrededor de la planta y deberán incorporarse al suelo, para un máximo aprovechamiento.
- Control de plagas y enfermedades: La inspección del estado fitosanitario de la plantación deberá realizarse cada 8 días con el objeto de prevenir o controlar el ataque de plagas y enfermedades y de existir ataques deberán ser identificadas y controladas mediante la utilización de prácticas culturales como podas o productos amigables con el medio ambiente, lo anterior aplica tanto a insectos plagas como a enfermedades fito patógenas, esto permitirá minimizar la pérdida de los árboles.
- Podas de formación y limpieza: Se realizará una poda del árbol por año, eliminando las partes afectadas por plagas y enfermedades, con el cuidado que no interfieran con el crecimiento normal del mismo.
- Riego: Esta actividad deberá realizarse al menos tres veces por semana durante la época seca o en períodos de tiempo sin precipitaciones en la época de lluvias. Deberá aplicarse agua en forma abundante.

#### Tercer año.

- Limpieza de malezas: se realizarán dos plazoleos de 1.50 m de radio alrededor del árbol por año, el primero a la entrada de la época de lluvias y el segundo un mes antes de la salida de las mismas.
- Resiembras de pérdidas: Para el tercer año se espera que las pérdidas no sobre pasen el 10%, por lo que deberá realizarse nuevamente de acuerdo a las especificaciones técnicas desarrolladas para el establecimiento de los árboles.
- Podas de formación y limpieza: Se realizará una poda del árbol por año, eliminando las partes afectadas por plagas y enfermedades, con el cuidado que no interfieran con el crecimiento normal del mismo.
- Fertilización: Se realizarán dos fertilizaciones por año: la primera durante el primer mes de la época de lluvias con 3 onzas de fertilizante F 20-20-0 y la segunda con urea 46% N + 5% S por árbol, un mes antes de la finalización de las lluvias. Ambas fertilizaciones serán aplicadas alrededor de la planta y deberán incorporarse al suelo, para un máximo aprovechamiento.

Actividades Específicas.

- Brindar 2 limpiezas de malezas por año a los árboles plantados.
- Brindar una resiembra por año de los árboles perdidos.
- Realizar 2 fertilizaciones por año a la plantación de árboles.
- Brindar control de plagas y enfermedades durante el primer y segundo año.
- Llevar a cabo una poda de formación y limpieza por año a los árboles plantados.
- Regar con agua durante el primero y segundo año, en la época seca.

Inversión en la medida ambiental.

En la Tabla 232, se presentan los costos de la medida ambiental.

Tabla 232. Inversión a realizar en reforestación y brechas contraincendios.

Actividad.	Unidad de medida.	Cantidad.	Costo unitario (US\$).	Costo total (US \$).
<b>ANP San Lorenzo</b>				
Mantenimiento de árboles por tres años (1)	Unidad	30,402	6.32	192,140.64
<b>ANP San Andrés</b>				
Mantenimiento de árboles por tres años	Unidad	3,237	6.32	20,457.84
<b>ANP Talcahuaya.</b>				
Mantenimiento de árboles por tres años	Unidad	5,101	6.32	32,238.32
<b>TOTAL.</b>				<b>244,836.80</b>

(1) Costo de mantenimiento de los árboles por 3 años: US\$ 6.32.

La inversión en la medida ambiental será de DOSCIENTOS CUARENTA Y CUATRO MIL OCHOCIENTOS TREINTA Y SEIS 80/100 dólares de los Estados Unidos de América (US\$ 244,836.80).

Responsable de su ejecución: La ejecución de la actividad será responsabilidad del Ministerio de Obras Públicas y de Transporte, por medio de la empresa constructora.

Indicador de desempeño: Arborización con buen desarrollo producto del mantenimiento recibido.

9.2.4.4 Medida Ambiental No. 4. Monitoreo del ruido en el proyecto.

Tipo de Medida Ambiental: Prevención.

Objetivo: Monitorear los niveles de ruido con la finalidad de mantenerlos en los niveles permisibles, utilizándose como referente para todo el proyecto la Ordenanza Municipal de Santa Tecla, la cual tiene regulado este contaminante.

Factores ambientales a verse afectados: Salud pública y calidad del aire.

Impacto a prevenir y su descripción: Daños a la salud pública, alteración (contaminación) de la calidad del aire. Se considera que con las actividades de funcionamiento en donde el

movimiento vehicular se prevé será mayor a medida que transcurra el tiempo, la generación de ruido se vuelve de mayor intensidad, generando posibles daños a la salud de la población.

Actividad generadora del Impacto: Tráfico vehicular en el proyecto.

Descripción de la actividad generadora del impacto: El tráfico vehicular en el proyecto debido al transporte de pasajeros, materias primas, vehículos particulares livianos, etc., genera contaminación del aire, si los niveles de ruido se encuentran fuera de los niveles permisibles se convierten en fuentes contaminadoras del aire propiciando condiciones favorables para la generación de enfermedades de tipo auditivo en la población.

Tiempo ejecución de la medida: Se realizará una (1) medición anual, durante tres (3) años, de este contaminante ambiental en la etapa de funcionamiento, en cinco puntos del proyecto. La medición se realizará durante los primeros seis (6) meses del año, en tráfico normal y de preferencia durante la mañana.

Descripción de la medida ambiental.

Con el propósito de monitorear los niveles de ruido en el proyecto debido a las actividades de tráfico vehicular, se realizará una (1) medición anual, durante tres (3) años, de este contaminante ambiental en la etapa de funcionamiento, en cinco puntos del proyecto. La medición se realizará durante los primeros seis (6) meses del año, comparándose cada resultado obtenido con el de la línea base del presente Estudio de Impacto Ambiental. El medidor de ruido a utilizar debe ser profesional con su certificado de calibración vigente, con el propósito de obtener lecturas confiables. Los puntos de medición serán los siguientes:

Punto 1: Inicio del proyecto (estación 13+800 LI).

Punto 2: Frente a turicentro Los Chorros (estación 17+100 LD).

Punto 3: Ciudad de Colón (estación 19+400),

Punto 4: Centro Escolar Cantón Las Moras (estación 22+480 LI).

Punto 5: Batallón de Logística (estación 27+800 LI).

Si las mediciones resultan con valores mayores a los establecidos en la Ordenanza Municipal de Santa Tecla, deberán registrarse los valores para la toma de decisiones cuando se lleven a cabo regulaciones a nivel de país.

Actividades específicas:

Llevar a cabo una (1) medición por año de los niveles de intensidad de ruido durante tres años en la etapa de funcionamiento, según lo descrito en la medida ambiental.

Inversión en la medida ambiental.

La inversión a realizar en la medida ambiental, se presenta en la Tabla 233.

Tabla 233. Inversión a realizar en el monitoreo de ruido en la etapa de funcionamiento del proyecto.

Parámetros.	Unidad de Medida.	Cantidad.	Costo unitario (US\$).	Costo Total (US\$).
<b>Año 1.</b>				
Monitoreo de ruido.	Medición.	5.00	83.30	416.50
<b>Año 2.</b>				
Monitoreo de ruido.	Medición.	5.00	83.30	416.50
<b>Año 3.</b>				
Monitoreo de ruido.	Medición	5.00	83.30	416.50
<b>TOTAL.</b>				<b>1,249.50</b>

El costo de la medida ambiental será de UN MIL DOCIENTOS CUARENTA Y NUEVE 50/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA (US\$ 1,249.50).

Responsable de su ejecución: La ejecución de la actividad será responsabilidad del Ministerio de Obras Públicas y de Transporte, por medio de la empresa constructora.

Indicador de desempeño: Mediciones de ruido realizadas y en cumplimiento con la Ordenanza Municipal de Santa Tecla.

9.2.4.5 Medida Ambiental No. 5. Mantenimiento de los pasos de fauna terrestre, derramaderos y drenajes del proyecto.

Tipo de Medida: Prevención

Objetivos:

- Mantenimiento de los pasos de fauna terrestre del proyecto para que se encuentren en buenas condiciones de uso.
- Mantenimiento de los derramaderos y drenajes del proyecto, para el buen funcionamiento de los mismos.

Factores ambientales a verse afectados: Fauna del proyecto, suelo e hidrología.

Impacto a prevenir y su descripción: Pérdida de estabilidad del suelo, cambios en la hidrología superficial e interrupción de pasos de fauna terrestre, debido a obstrucciones que puedan sufrir las estructuras de drenaje por falta de mantenimiento.

Actividad generadora del Impacto: Actividades de ampliación de la carretera, que conllevan a la interrupción de los pasos de fauna terrestre y evacuación de las aguas lluvias, por medio de la construcción de derramaderos y adecuación de estructuras de drenaje de acuerdo al diseño de ingeniería.

Descripción de la actividad generadora del impacto: Terracería, ampliación y adecuación de obras de drenaje para pasos de fauna y evacuación de agua de escorrentía que al no recibir el mantenimiento adecuado sufren problemas de obstrucciones propiciando conducción no adecuada de la fauna identificada en el proyecto, así como de las aguas lluvias.

Tiempo de ejecución de la medida: Durante tres años de acuerdo a la garantía de buena calidad de obra de la empresa constructora.

Descripción de la medida ambiental.

El mantenimiento consistirá en reparaciones de los pasos de fauna terrestre instalados, verificando que el acceso a los mismos por parte de las especies animales sea funcional y que no hayan gradas, roturas y deterioros que los hagan poco atractivos para el uso por parte de los animales.

Los drenajes y derramaderos del proyecto, especialmente las alcantarillas, cajas tragantes, cordón cuneta, cunetas revestidas, bordillos, contracuneta, cunetas en berma, cuneta en muros y subdrenaje, deberán ser limpiados de obstrucciones generadas por desechos sólidos, así como también deberán ser reparados de daños provocados por su uso.

Las actividades anteriores se encuentran consideradas en la garantía de buena calidad de obra que genera la empresa constructora del proyecto durante tres (3) años. Los desechos generados por las actividades de mantenimiento, serán recolectados y dispuestos en coordinación con las municipalidades de Santa Tecla, Colón y San Juan Opico.

Actividades específicas:

- Mantenimiento de los pasos de fauna terrestre del proyecto.
- Mantenimiento de derramaderos y drenajes del proyecto.

Inversión en la medida ambiental.

En la Tabla 234, se presentan los costos de la medida ambiental.

Tabla 234. Inversión en el mantenimiento de los derramaderos, drenajes y pasos de fauna terrestre del proyecto.

Detalle.	Total, de kilómetros.	Costo Unitario (US \$).	Cantidad (años).	Costo Total (US \$).
Mantenimiento del drenaje y pasos de fauna terrestre del proyecto	14.758	8,950.00	3.0	396,252.30*

\*Costo no afianzable por ser parte de los indirectos de la Ingeniería del proyecto.

El costo de la medida ambiental será de TRESCIENTOS NOVENTA Y SEIS MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y DOS 30/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA (US\$ 396,252.30), los cuales forman parte del presupuesto de la obra, como costos indirectos de construcciones de alcantarillado y drenajes.

Responsable de su ejecución: La ejecución de la actividad será responsabilidad del Ministerio de Obras Públicas y de Transporte, por medio de la empresa constructora.

Indicador de desempeño: Derramaderos y drenajes del proyecto limpios y en buen estado de mantenimiento.



### 9.2.5 Inversión Total del Programa de Manejo Ambiental (Cuadro resumen).

En las Tablas 235 y 236, se presenta la inversión del Programa de Manejo Ambiental para la etapa de construcción y etapa de funcionamiento y en la Tabla 237, la inversión total del Programa de Manejo Ambiental.

En la Tabla 238 y 239, se presenta el cuadro resumen del Programa de Manejo Ambiental, etapa de construcción y etapa de funcionamiento.

En el Apéndice 22, se presenta el plano de ubicación de cada una de las medidas ambientales descritas en el Programa de Manejo Ambiental.

Tabla 235. Inversión total del Programa de Manejo Ambiental del Proyecto. Etapa de Ubicación y Construcción.

Etapa del proyecto	Medida Ambiental a Implementar.	Monto Estimado de la Medida Ambiental que forma parte del PMA (US\$).				Partida presupuestaria.
		Año 1.	Año 2.	Total No afianzado (Presupuesto de Construcción).	Total Afianzado	
Preparación de Sitio.	Medida Ambiental No. 1. Instalación de la oficina de gestión ambiental del proyecto. (Prevención).	Presupuesto de construcción.		-	-	638.01
	Medida Ambiental No. 2. Acopio del suelo vegetal para ser reutilizado durante las labores de revegetación del proyecto. (Atenuación).	Presupuesto de construcción.		-	-	627.01, 627.02, 627.03
Construcción.	Medida Ambiental No. 3. Campaña de concientización ambiental para el proyecto. (Prevención y atenuación).	8,250.00	4,750.00	-	13,000.00	638.01
	Medida Ambiental No. 4. Establecimiento de medidas de seguridad vial. (Prevención).	Presupuesto de construcción.		-	-	156.01
	Medida Ambiental No. 5. Plan de manejo de riesgos laborales del proyecto. (Prevención).	Presupuesto de construcción.		-	-	718.01
	Medida Ambiental No. 6. Monitoreo de la calidad de las aguas del río Los Chorros (quebrada El Guarumal) y piletas de acopio del agua proveniente del turicentro Los Chorros, para prevenir alteraciones físicas, químicas y biológicas. (Prevención).	1,178.76	589.38	-	1,768.14	S/N1.01
	Medida Ambiental No. 7. Programa de mantenimiento de la maquinaria durante la construcción. (Prevención).	El costo de la presente medida ambiental es parte del mantenimiento que la empresa constructora brinda al equipo del proyecto y depende de los requerimientos del fabricante y de las horas de trabajo.			-	200
	Medida Ambiental No. 8. Monitoreo de la calidad del aire (hidrocarburos (HC), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ), óxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> ) y dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )). (Prevención).	5,673.84	2,836.92	-	8,510.76	S/N1.02
	Medida Ambiental No. 9. Monitoreo del ruido en el proyecto. (Prevención).	999.60	499.80	-	1,499.40	S/N1.03
	Medida Ambiental No. 10. Programa de humectación y monitoreo del material particulado. (Prevención).	183,356.48	197,750.82	-	381,107.30	158.01
	Medida Ambiental No. 11. Plan de manejo de desechos sólidos comunes y peligrosos en los frentes de trabajo. (Prevención).	5,588.63	2,963.63	-	8,552.26	S/N2.01
	Medida Ambiental No. 12. Dotación de agua potable para los trabajadores del proyecto. (Prevención).	Presupuesto de construcción.		-	-	718.01
	Medida Ambiental No. 13. Establecimiento de sanitarios portátiles en los frentes de trabajo. (Prevención).	77,165.00	76,805.00	-	153,970.00	718.01

Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.  
Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
Representante Legal.

Etapa del proyecto	Medida Ambiental a Implementar.	Monto Estimado de la Medida Ambiental que forma parte del PMA (US\$).				Partida presupuestaria.
		Año 1.	Año 2.	Total No afianzado (Presupuesto de Construcción).	Total Afianzado	
Construcción.	Medida Ambiental No. 14. Manejo de la escorrentía superficial. (Prevención)	3,780.00	-	-	3,780.00	Incluido en todas las actividades del constructor por estar inmersa.
	Medida Ambiental No. 15. Plan de prevención ante hallazgos de sitios arqueológicos y culturales. (Prevención).	Deberán ser asumidos por la Dirección Nacional de Patrimonio Cultural (DNPC), con el apoyo de la empresa constructora.		-	-	638.01
	Medida No 16. Obras preventivas de daños a la fauna. (Prevención y atenuación).	2,640.00	768.08	-	3,408.08	S/N3.01
	Medida Ambiental No. 17. Tratamiento a los taludes de corte para prevenir deslizamientos. (Prevención y atenuación).	-	41,479.20	-	41,479.20	627.01
	Medida Ambiental No. 18. Revegetación del proyecto. (Prevención y atenuación).	-	184,579.52	-	184,579.52	628.01, 628.02.
	Medida Ambiental No. 19. Construcción de pasarelas y paradas de buses. (Prevención).	Presupuesto de construcción.		-	-	566.01- 566.11
	Medida Ambiental No. 20. Restauración de los accesos a propiedades privadas y caminos vecinales. (Compensación).	Presupuesto de construcción.		-	-	204.01, 204.02, 302.01, 501.01
	Medida Ambiental No. 21. Manejo de las fuentes de agua (Planta de bombeo y acopios de agua). (Atenuación y compensación)	2,200.00	-	-	2,200.00	SN-4.01, 638.01,638.02.
	Medida Ambiental No. 22. Compensación ambiental. (Compensación).	345,425.63	-	-	345,425.63	626.01.
	Medida Ambiental No. 23. Reinstalación de monumentos a difuntos. (Compensación).	Presupuesto de construcción.		-	-	S/N6.01
	Medida Ambiental No. 24. Manejo ambiental del Plantel. (Prevención, compensación y mitigación).	8,040.00	2,580.00	-	10,620.00	637.01
	Medida Ambiental No. 25. Manejo ambiental de sitios de disposición final de material excedente. (Prevención, compensación y mitigación).	6,240.00	-	-	6,240.00	204.05
	Medida Ambiental No. 26. Manejo ambiental de los bancos de materiales. (Prevención, compensación y mitigación).	Propietarios de los bancos de materiales.			-	Incluido en todas las partidas relacionadas a concretos, estructura de pavimentos
<b>CIERRE.</b>	Medida Ambiental No. 27. Retiro del proyecto de cualquier instalación provisional, servicios utilizados, limpieza del corredor vial y unidades de apoyo, al finalizar la construcción del proyecto. (Atenuación).	-	15,090.00	-	15,090.00	151.01
<b>TOTAL DE LA ETAPA DE UBICACIÓN Y CONSTRUCCIÓN.</b>		<b>650,537.94</b>	<b>530,692.35</b>		<b>1,181,230.29</b>	

Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.  
Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
Representante Legal.

Tabla 236. Inversión total del Programa de Manejo Ambiental del Proyecto. Etapa de Funcionamiento.

Etapa del proyecto.	Medida ambiental a implementar.	Monto estimado de la Medida Ambiental (US\$).					Partida presupuestaria
		Año 1.	Año 2.	Año 3.	Total No afianzado (Presupuesto de Construcción).	Total Afianzado	
Funcionamiento.	Medida Ambiental No. 1. Mantenimiento por tres años del zacate barrenillo ( <i>Cynodon dactylon</i> ) plantados en los taludes de corte del proyecto. (Mitigación).	24,887.52	27,652.80	16,591.68	-	69,132.00	627.01.
	Medida Ambiental No. 2. Mantenimiento por tres años de la revegetación realizada en el proyecto. (Mitigación).	36,211.24	38,797.76	28,451.69	-	103,460.69	627.02, 628.01.
	Medida Ambiental No. 3. Mantenimiento de la compensación ambiental realizada en áreas naturales. (Compensación).	81,612.2667	81,612.2667	81,612.2667	-	244,836.80	626.01.
	Medida Ambiental No. 4. Monitoreo del ruido en el proyecto. (Prevención).	416.50	416.50	416.50	-	1,249.50	S/N1.03
	Medida Ambiental No. 5. Mantenimiento de los pasos de fauna terrestre, derramaderos y drenajes del proyecto. (Prevención).	132,084.10	132,084.10	132,084.10	396,252.30	-	Incluido en la garantía de fiel cumplimiento del Contrata
<b>COSTO TOTAL DE IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS AMBIENTALES.</b>		<b>251,005.43</b>	<b>256,357.23</b>	<b>234,950.04</b>	<b>396,252.30</b>	<b>418,678.99</b>	

Tabla 237. Inversión total del Programa de Manejo Ambiental (afianzado).

Inversión por fase del proyecto.	Año 1 (US\$).	Año 2 (US\$).	Año 3 (US\$).	Año 4 (US\$).	Año 5 (US\$).	Monto total estimado del PMA (US\$).
Etapa de Construcción.	650,537.94	530,692.35	-	-	-	1,181,230.29
Etapa de Funcionamiento.	-	-	143,127.53	148,479.33	127,072.14	418,678.99
<b>TOTAL (AFIANZABLE).</b>	<b>650,537.94</b>	<b>530,692.35</b>	<b>143,127.53</b>	<b>148,479.33</b>	<b>127,072.14</b>	<b>1,599,909.28</b>

La inversión del Programa de Manejo Ambiental será de UN MILLÓN QUINIENTOS NOVENTA Y NUEVE MIL NOVECIENTOS NUEVE 28/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA (US \$ 1,599,909.28).

Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.  
Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
Representante Legal.

Tabla 238. Cuadro resumen de Programa de Manejo Ambiental (PMA). Etapa de ubicación y construcción.

Etapa del Proyecto.	Actividades del proyecto.	Descripción del Impacto Ambiental Generado.	Medida Ambiental.	Descripción de la Medida Propuesta.	Ubicación de la Medida de Mitigación Ambiental.	Responsable de su ejecución.	Monto calculado que forma parte de la Ingeniería del proyecto, no afianzado (US\$).	Monto Calculado de la Medida Ambiental (US\$).	Momento de su ejecución.	Resultado esperado.
Preparación de sitio.	Ejecutar las medidas ambientales contenidas en el PMA, brindando el monitoreo y su fiel cumplimiento hasta el cierre ambiental auditable del proyecto.	Todos los impactos provenientes de la construcción del proyecto, por medio de la ejecución y seguimiento para el cumplimiento del Programa de Manejo Ambiental.	Medida ambiental No. 1. Instalación de la oficina de gestión ambiental del proyecto. (Prevención).	La oficina tendrá como responsabilidad la ejecución de todas las medidas ambientales de acuerdo a los requerimientos de cada una de las mismas.	En el plantel del contratista.	MOPT por medio de la empresa constructora del proyecto.	Presupuesto de construcción.	-	Toda la etapa de construcción del proyecto.	Medidas ambientales ejecutadas y con el respaldo de archivos físicos y digitales.
	Descapote de la zona de ampliación del proyecto.	Destrucción de fertilidad del suelo. El área que será impactada por el descapote en el proyecto, se estima en 417,873.17 m <sup>2</sup> , bajo un volumen estimado de 62,680.96 m <sup>3</sup> de suelo de descapote.	Medida ambiental No. 2. Acopio del suelo vegetal para ser reutilizado durante las labores de revegetación del proyecto. (Atenuación).	Será acopiado en promontorios no mayores a los 1.5 m de altura, los cuales deberán ser resguardados en zonas estratégicas cercanas a los sitios en donde se generarán taludes de corte y de relleno o almacenados temporalmente en los sitios de disposición final que utilice la empresa constructora, separado del material de desalojo, para ser utilizado en el enriquecimiento de los mismos.	Zonas estratégicas en el proyecto cercanas a los taludes de corte o de relleno o en sitios de disposición final separado del material de desecho.	MOPT por medio de la empresa constructora del proyecto.	Presupuesto de construcción.	-	En la preparación de sitio del proyecto, primeros meses de iniciada la obra.	Protección y reutilización del suelo fértil para la reutilización.

**Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.**  
 Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
 Representante Legal.

Etapa del Proyecto.	Actividades del proyecto.	Descripción del Impacto Ambiental Generado.	Medida Ambiental.	Descripción de la Medida Propuesta.	Ubicación de la Medida de Mitigación Ambiental.	Responsable de su ejecución.	Monto calculado que forma parte de la Ingeniería del proyecto, no afianzado (US\$).	Monto Calculado de la Medida Ambiental (US\$).	Momento de su ejecución.	Resultado esperado.
Construcción.	Todas las actividades constructivas del proyecto.	Brindar los conocimientos necesarios a las comunidades (personas que habitan en la zona) y trabajadores del proyecto, sobre las diversas actividades constructivas que involucrará la obra vial y como estas pueden impactar a los recursos ambientales de zona de influencia.	Medida Ambiental No. 3. Campaña de concientización ambiental para el proyecto. (Prevención y atenuación).	Por medio de la oficina de gestión ambiental se desarrollarán dos componentes: comunicación e información, los cuales involucran la entrega de material escrito, capacitaciones en escuelas y jornadas públicas en las comunidades, así como charlas a los trabajadores en los frentes de trabajo, todas estas actividades estarán relacionadas con prevención de daños a los recursos ambientales de la zona de influencia del proyecto.	En toda el área de influencia del proyecto.	MOPT por medio de la empresa constructora del proyecto.	-	13,000.00	Desde la etapa de preparación de sitio y construcción.	Población y trabajadores del proyecto, concientizados en la protección del medio ambiente.
	Movilización de maquinaria, transporte de materiales y desalijos, entradas y salidas a los planteles, etc.	Incremento del tráfico vehicular y peatonal, Afectación a vías de acceso (caminos vecinales y propiedades privadas).	Medida Ambiental No. 4. Establecimiento de medidas de seguridad vial (Prevención).	La medida ambiental será desarrollada tomando en cuenta los siguientes aspectos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contratación y capacitación de banderilleros.</li> <li>• Dotación de equipo completo de protección personal.</li> <li>• Dotación de señales temporales preventivas, así como dispositivos de manejo del tráfico.</li> <li>• Uso de señalización vial y zonas peatonales seguras.</li> </ul>	Unidades de apoyo, frentes de trabajo, en donde sea necesario el manejo del tráfico.	MOPT por medio de la empresa constructora del proyecto.	Presupuesto de construcción.	-	Durante toda la construcción del proyecto.	Ausencia de accidentes producto del tráfico vehicular.

**Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.**  
 Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
 Representante Legal.

Etapa del Proyecto.	Actividades del proyecto.	Descripción del Impacto Ambiental Generado.	Medida Ambiental.	Descripción de la Medida Propuesta.	Ubicación de la Medida de Mitigación Ambiental.	Responsable de su ejecución.	Monto calculado que forma parte de la Ingeniería del proyecto, no afianzado (US\$).	Monto Calculado de la Medida Ambiental (US\$).	Momento de su ejecución.	Resultado esperado.
Construcción.	Todas las actividades constructivas requirieron personal con dotación de equipo de protección personal, así como la adecuada capacitación en su uso.	Incremento de los riesgos ocupacionales, debido a la falta de dotación del equipo de protección personal de acuerdo a las actividades del proyecto.	Medida Ambiental No. 5. Plan de manejo de riesgos laborales del proyecto. (Prevención).	Dotación de cascos protectores, mascarillas, lentes, guantes de cuero, botas de hule y botas de cuero con cubo de acero, tapones auditivos, chalecos de seguridad, capas, etc., de acuerdo a las actividades de trabajo, además del botiquín de primeros auxilios y charlas a los trabajadores de los frentes de trabajo donde se incluya información de las medidas ambientales en desarrollo.	Frentes de trabajo, incluyendo plantel y sitios de disposición final de material excedente.	MOPT por medio de la empresa constructora del proyecto.	Presupuesto de construcción.	-	Durante toda la construcción del proyecto.	Personal dotado de equipo de protección de acuerdo a las actividades a realizar, ausencia de accidentes laborales, así como de enfermedades debidas a la falta de uso de equipo de protección personal.
	Terracería utilizada en el mejoramiento de la carretera, además de las labores de construcción del viaducto, obras de drenaje mayor y menor.	Daños a la salud de la población de las comunidades ubicadas en forma aledaña y aguas abajo de la carretera, disminución en la recarga de acuíferos. Los ríos ubicados en la zona en la zona de influencia del proyecto podrían resultar afectados por las actividades que se desarrollen en la traza del proyecto, incluyendo la construcción del viaducto.	Medida Ambiental No. 6. Monitoreo de la calidad de las aguas del río Los Chorros (quebrada El Guarumal o río Colón), río Belén, río Agua Amarilla y aguas acopiadas en piletas del sector Los Chorros, para prevenir alteraciones físicas, químicas y biológicas. (Prevención).	La medida ambiental consistirá en realizar 3 monitoreos a las aguas del río Los Chorros (quebrada El Guarumal o río Colón), río Belén, río Agua Amarilla y aguas acopiadas en piletas del sector Los Chorros para mantener la calidad actual y no incrementarla. Los parámetros que serán monitoreados serán: Demanda bioquímica de oxígeno, PH, turbiedad, oxígeno disuelto, aceites y grasas, recuentos coliformes totales y recuento coliformes fecales.	Río Los Chorros (estación 16+500 LI), Piletas de agua proveniente de fuentes subterráneas del turicentro Los Chorros (estación 16+780 LD), zona del viaducto (estación 19+100), río Colón (estación 21+240 LI), río Belén (estación 23+540) y río Agua Amarilla (estación 25+360).	MOPT por medio de la empresa constructora del proyecto.	-	1,768.14	El monitoreo se realizará a los 3, 10 y 17 meses luego de iniciado el proyecto.	Ausencia de alteraciones físico, químico y biológicas comparados con los resultados de la línea base.

**Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.**  
 Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
 Representante Legal.

Etapa del Proyecto.	Actividades del proyecto.	Descripción del Impacto Ambiental Generado.	Medida Ambiental.	Descripción de la Medida Propuesta.	Ubicación de la Medida de Mitigación Ambiental.	Responsable de su ejecución.	Monto calculado que forma parte de la Ingeniería del proyecto, no afianzado (US\$).	Monto Calculado de la Medida Ambiental (US\$).	Momento de su ejecución.	Resultado esperado.
Construcción.	Uso de maquinaria y equipo.	Daños a la salud pública y alteración (contaminación) de la calidad del aire, al no llevar a cabo un mantenimiento apropiado de la maquinaria presente en el proyecto.	Medida Ambiental No. 7. Programa de mantenimiento de la maquinaria durante la construcción (Prevención).	Se brindará mantenimiento preventivo y correctivo en el taller del plantel del proyecto. El primero estará bajo la responsabilidad del motorista de cada equipo y el segundo bajo talleres especializados para tal fin.	Taller del plantel o talleres especializados fuera del proyecto.	MOPT por medio de la empresa constructora del proyecto.	El costo de la presente medida ambiental es parte del mantenimiento que la empresa constructora brinda al equipo del proyecto y depende de los requerimientos del fabricante y de las horas de trabajo.	-	Toda la construcción del proyecto.	Maquinaria con buen mantenimiento en el proyecto y contaminación en los niveles permisibles.
	Uso de maquinaria y equipo, por las actividades de terracería y movilidad en el proyecto.	Alteración (contaminación) de la calidad del aire y posibles daños a la salud pública.	Medida Ambiental No. 8. Monitoreo de la calidad del aire (hidrocarburos (HC), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ), óxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> ) y dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )). (Prevención).	Para todos los gases se realizarán tres (3) mediciones durante la etapa de construcción del proyecto, siendo el primero a los tres (3) meses y el segundo a los diez (10) meses y el tercero a los diecisiete (17) meses, después de iniciado el proyecto, utilizando equipo profesional calibrado para realizarlas.	Punto 1: Inicio del proyecto (estación 13 + 800). Punto 2: Turicentro Los Chorros (17+050). Punto 3: Zona de viaducto (estación 18+800), Punto 4: Ciudad Colón (estación 19 + 400), Punto 5: Centro escolar Las Moras (Estación 22 + 480) y Punto 6: Final del proyecto (Estación 27 + 800).	MOPT por medio de la empresa constructora del proyecto.	-	8,510.76.	A los 3, 10 y 17 meses después de iniciado el proyecto.	Mantener los niveles bajo los parámetros permisibles, según la norma.
	Uso de maquinaria y equipo, movilización de maquinaria y equipo en el proyecto.	Daños a la salud pública, cambios (contaminación) en la calidad del aire.	Medida Ambiental No. 9. Monitoreo del ruido en el proyecto (Prevención).	Se llevarán a cabo tres mediciones de ruido en seis puntos proyecto, mediante el uso de medidores profesionales con su certificado de calibración vigente, con tráfico normal y durante la mañana.	Punto 1: Inicio del proyecto (estación 13+800 LI). Punto 2: Frente a turicentro Los Chorros (estación 17+100 LD). Punto 3: Terreno de Finca Irlanda (viaducto) (estación 18+800). Punto 4: Ciudad de Colón (estación 19+400). Punto 5: Centro Escolar Cantón Las Moras (estación 22+480 LI). Punto 6: Batallón de Logística (estación 27+800 LI).	Punto 1: Inicio del proyecto (estación 13+800 LI). Punto 2: Frente a turicentro Los Chorros (estación 17+100 LD). Punto 3: Terreno de Finca Irlanda (viaducto) (estación 18+800). Punto 4: Ciudad de Colón (estación 19+400). Punto 5: Centro Escolar Cantón Las Moras (estación 22+480 LI). Punto 6: Batallón de Logística (estación 27+800 LI).	MOPT por medio de la empresa constructora del proyecto.	-	1,499.40.	A los 3, 10 y 17 meses después de iniciado el proyecto, con tráfico normal y durante la mañana.

Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.  
Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
Representante Legal.



Etapa del Proyecto.	Actividades del proyecto.	Descripción del Impacto Ambiental Generado.	Medida Ambiental.	Descripción de la Medida Propuesta.	Ubicación de la Medida de Mitigación Ambiental.	Responsable de su ejecución.	Monto calculado que forma parte de la Ingeniería del proyecto, no afianzado (US\$).	Monto Calculado de la Medida Ambiental (US\$).	Momento de su ejecución.	Resultado esperado.
Construcción.	Movilización de maquinaria, uso de maquinaria y equipo, movimientos de suelo, transporte de materiales y desalojos, etc.	Daños a la salud pública y cambios (contaminación) en la calidad del aire.	Medida Ambiental No. 10. Programa de humectación y monitoreo del material particulado (Prevención).	Las humectaciones se llevarán a cabo en todo el proyecto, con especial énfasis en los frentes de trabajo.  Se realizarán 3 humectaciones por día y se llevarán a cabo mediciones de material particulado, realizándose la primera a los tres (3) meses, la segunda a los diez (10) meses y la última a los diecisiete (17) meses, todas luego de iniciado el proyecto, mediante las cuales se verificará la efectividad del programa de humectación.	Cada medición tendrá en cuenta seis puntos del proyecto, recomendándose los siguientes: inicio del proyecto (estación 13+800), turicentro Los Chorros (estación 17+050), la tercera en zona de viaducto (estación 18 + 800), la cuarta aledaña a la ciudad de Colón (estación 19 + 640), la quinta en la estación 21 + 210 (aledaño al Centro Escolar Las Moras) y la sexta al final del proyecto (27 + 800).	MOPT por medio de la empresa constructora del proyecto.	-	381,107.30.	Las humectaciones se llevarán a cabo en toda la etapa de construcción y las mediciones de material particulado deberán realizarse en horas más cercanas al mediodía.	Particularizados en los niveles permisibles y ausencia de daños a la salud de los trabajadores y población aledaña al proyecto.
	Generación de desechos sólidos comunes y peligrosos en los frentes de trabajo, producto de las diferentes actividades de construcción.	Daños a la salud pública, previniendo la generación de vectores de enfermedades, así como contaminación del suelo y aire proveniente del mal manejo de los desechos tanto comunes como peligrosos.	Medida Ambiental No. 11. Plan de manejo de desechos sólidos comunes y peligrosos en los frentes de trabajo (Prevención).	Se colocarán baterías de barriles metálicos de 56 galones con viñeta y tapadera en los frentes de trabajo, para la recolección de los desechos sólidos comunes que se generen, los cuales serán recolectados a diario y transportados al plantel mediante el uso de un camión equipado con un contenedor. En el plantel serán almacenados temporalmente para ser trasladados al sitio de disposición final autorizado por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales por medio del servicio municipal.	En los frentes de trabajo.	MOPT por medio de la empresa constructora del proyecto.	-	8,552.26.	Durante toda la construcción del proyecto.	Ausencia de desechos de todo tipo dispersos en los diferentes frentes de trabajo.
	Todas las actividades constructivas requirieron personal con dotación de agua para consumo humano.	Incremento de los riesgos ocupacionales, los cuales se prevé serán mayores al no tener suficientemente hidratado al personal.	Medida Ambiental No. 12. Dotación de agua potable para los trabajadores del proyecto (Prevención).	Abastecer de agua potable a los trabajadores del proyecto para consumo humano a razón de 3 l por persona por día como mínimo, garantizando la calidad del agua mediante análisis físico-químico y biológico intermedio, el cual debe ser realizado por un laboratorio acreditado por el OSA-Organismo Salvadoreño de Acreditación).	Todo el personal del proyecto.	MOPT por medio de la empresa constructora del proyecto.	Presupuesto de construcción.	-	-	Debe dotarse a los trabajadores de agua para consumo humano, durante toda la construcción del proyecto. Los análisis del agua deberán realizarse y presentarse cada 4 meses, iniciando el primer mes de la construcción.

Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.  
Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
Representante Legal.

Etapa del Proyecto.	Actividades del proyecto.	Descripción del Impacto Ambiental Generado.	Medida Ambiental.	Descripción de la Medida Propuesta.	Ubicación de la Medida de Mitigación Ambiental.	Responsable de su ejecución.	Monto calculado que forma parte de la Ingeniería del proyecto, no afianzado (US\$).	Monto Calculado de la Medida Ambiental (US\$).	Momento de su ejecución.	Resultado esperado.
Construcción.	Generación de aguas residuales provenientes de los trabajadores (hombres y mujeres) de los diferentes frentes de trabajo y unidades de apoyo.	Daños a la salud pública, previniendo la generación de vectores de enfermedades, así como contaminación del suelo y aire proveniente del mal manejo de los desechos fisiológicos.	Medida Ambiental No. 13. Establecimiento de sanitarios portátiles en los frentes de trabajo (Prevención).	Se colocarán sanitarios portátiles en los frentes de trabajo y unidades de apoyo a razón de 1 sanitario por cada 20 personas, conteniendo papel higiénico y basureros. Se deberá dotar de sanitarios portátiles tanto para hombres como para mujeres en la relación establecida anteriormente.	Frentes de trabajo y unidades de apoyo.	MOPT por medio de la empresa constructora del proyecto.	-	153,970.00.	Durante toda la construcción del proyecto.	Ausencia de contaminación del suelo agua y aire por aguas residuales en el proyecto.
	Movimientos de tierra, terracería, etc.	Cambios en la hidrología superficial, debido a las actividades constructivas y movimientos de tierra que se llevarán a cabo a lo largo de la traza del proyecto.	Medida Ambiental No. 14. Manejo de la escorrentía superficial (Prevención).	Se construirán 12 canales de drenaje con sección parabólica de 75 cm de ancho y 50 cm de tirante hidráulico y de 50 m de largo, ubicadas con un ángulo entre 20° y 30° a favor de la pendiente y 12 cajas de rebalse de 1 m de ancho por 1 m de largo por 1.20 m de profundidad. Ambas estructuras serán conformadas y excavadas en el terreno natural del proyecto y tendrán como función retener sedimentos.	A lo largo del proyecto, especialmente en los sitios de mayor pendiente (Detalle en la Medida Ambiental No. 14).	MOPT por medio de la empresa constructora del proyecto.	-	3,780.00.	Durante la época de lluvias de la etapa de preparación de sitio y construcción del proyecto.	Manejo de los cambios en la hidrología superficial, controlando la erosión de los suelos.
	Cualquier actividad que conlleva con hallazgos arqueológicos y culturales.	Afectaciones directas e indirectas a sitios arqueológicos y culturales. Según la Resolución DA 183-2021, emitida por el Ministerio de Cultura, es factible la realización del proyecto.	Medida Ambiental No. 15. Plan de prevención ante hallazgos de sitios arqueológicos y culturales (Prevención).	La resolución emitida por el Ministerio de Cultura, genera factibilidad para la construcción del proyecto, condicionado a cumplir con ciertos aspectos relacionados con el hallazgo fortuito de sitios arqueológicos y culturales, los cuales se detallan en la medida ambiental correspondiente.	Todo el proyecto.	MOPT por medio de la empresa constructora del proyecto.	-	Debido a que es una actividad relacionada con casos fortuitos, los costos deberán ser asumidos por la Dirección de Patrimonio Cultural (DNPC), apoyados por el contratista.	Durante toda la construcción del proyecto.	Sin hallazgos fortuitos de sitios arqueológicos y culturales en el proyecto.

Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.  
Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
Representante Legal.

Etapa del Proyecto.	Actividades del proyecto.	Descripción del Impacto Ambiental Generado.	Medida Ambiental.	Descripción de la Medida Propuesta.	Ubicación de la Medida de Mitigación Ambiental.	Responsable de su ejecución.	Monto calculado que forma parte de la Ingeniería del proyecto, no afianzado (US\$).	Monto Calculado de la Medida Ambiental (US\$).	Momento de su ejecución.	Resultado esperado.
Construcción.	Tala y destronconado, limpieza y desmonte, uso de maquinaria y equipo, tráfico vehicular, transporte de materiales, desalojos, etc.	Daños a la fauna y avifauna, afectaciones de hábitats y/o refugios de especies animales.	Medida No 16. Obras preventivas de daños a la fauna (Prevención y atenuación).	<p>Se mantendrá vigilancia en los frentes de trabajo y unidades de apoyo para prevenir daños a la fauna y avifauna. Se colocarán dos (2) rótulos preventivos o prohibitivos de daños a la fauna en los frentes de trabajo y se impartirán charlas de concientización con frecuencia mensual, a los trabajadores en la protección de la misma. La fauna detectada en las zonas de trabajo "de ser posible o necesario" deberá ser capturada y liberada en zonas seguras. Se instalarán ocho (8) rótulos (señalización vial vertical) de precaución para prevenir atropellamientos de la fauna durante el funcionamiento de la carretera en los estacionamientos 14+000 y 17+140, 20+500 y 25+800.</p> <p>Algunas estructuras de drenaje transversal tendrán la función de pasos de fauna de un lado hacia el otro de la carretera y generar condiciones de migración con bastante seguridad. El tramo identificado como más crítico es el ubicado entre los estacionamientos 13+560 al 18+300, en el cual se adecuarán 3 estructuras de drenaje mayor. Para el tramo ubicado entre los estacionamientos 20+500 y 25+800, se considera que las tuberías de drenaje brindarán movilidad a los reptiles de la zona.</p>	Las señales temporales y las charlas a los trabajadores en todos los frentes de trabajo y la señalización vial vertical en los estacionamientos 13+560-18+300, 20+500 y 26+400, siendo una señal por sentido (8 en total), además de los pasos de fauna propuestos que están considerados dentro de las estructuras de drenaje existentes y en algunos casos adaptados para el paso de los animales, especialmente en el tramo del estacionamiento 13+560 al 18+300.	MOPT por medio de la empresa constructora del proyecto.	-	3,408.08	Se prevé que la duración de esta actividad será durante toda la fase de construcción del proyecto, además la señalización permanente que se establezca y pasos de fauna, se espera que en la etapa de funcionamiento la protección sea extendida.	Fauna, avifauna y refugios sin daños.

Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.  
Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
Representante Legal.

Etapa del Proyecto.	Actividades del proyecto.	Descripción del Impacto Ambiental Generado.	Medida Ambiental.	Descripción de la Medida Propuesta.	Ubicación de la Medida de Mitigación Ambiental.	Responsable de su ejecución.	Monto calculado que forma parte de la Ingeniería del proyecto, no afianzado (US\$).	Monto Calculado de la Medida Ambiental (US\$).	Momento de su ejecución.	Resultado esperado.
Construcción.	Terracería, y sus diferentes actividades que conlleva.	Cambios en el uso actual del suelo, afectación morfoodinámica, pérdida de estabilidad geológica, cambios en la hidrología superficial, afectación de las fuentes de agua, arrastre y deposición de sedimentos en las áreas cercanas a cauces de aguas, alteraciones a lechos de ríos, disminución en la recarga de acuíferos, alteración de las vistas panorámicas, pérdida de carácter visual del área.	Medida Ambiental No. 17. Tratamiento a los taludes de corte para prevenir deslizamientos (Prevención y Atenuación).	Cada uno de los taludes será manejado por medio de bermas con inclinaciones de los taludes en su mayoría de 2H:1V, manejándose anchos de terrazas de 3 m y pendientes inversas del 2-3%. Todos los taludes serán revegetados estableciéndoles zacate barrenillo ( <i>Cynodon dactylon</i> ), a excepción de los taludes que se encuentran constituidos principalmente por tobas o material rocoso.	Todos los taludes de corte ubicados a lo largo de la traza.	MOPT por medio de la empresa constructora del proyecto.	-	41,479.20.	Durante la etapa de construcción, especialmente en la época de lluvias o con riego si se lleva a cabo en otra época.	Ausencia de derrumbes que puedan dañar la carretera.
	Terracería, excavaciones, ampliaciones de las estructuras de drenaje, etc.	Cambios en el uso actual del suelo, afectación morfoodinámica, cambios en la hidrología superficial, afectación de las fuentes de agua, arrastre y deposición de sedimentos en las áreas cercanas a cauces de aguas, alteraciones a lechos de ríos, disminución en la recarga de acuíferos, alteración de las vistas panorámicas, pérdida de carácter visual del área.	Medida Ambiental No. 18. Revegetación del proyecto. (Prevención y Atenuación).	Las actividades de nivelación de la traza generarán zonas desnudas que deberán ser protegidas contra la erosión de los suelos, mediante cobertura vegetal, utilizando para esto la grama común ( <i>Paspalum notatum</i> ) y zacate vetiver ( <i>Vetiveria zizanioides</i> ), en la mayor parte de taludes de relleno, en forma combinada y en las islas de retornos, intersecciones y miradores solo será plantada la grama común.	Todas las zonas desnudas del proyecto.	MOPT por medio de la empresa constructora del proyecto.	-	184,579.52.	Durante la etapa de construcción, especialmente en la época de lluvias o con riego si se lleva a cabo en otra época.	Zonas desnudas protegidas contra la erosión de los suelos, así como de deslizamientos.
	Tráfico vehicular y peatonal.	Incremento del tráfico vehicular y peatonal, lo que repercute en generación de accidentes.	Medida Ambiental No. 19. Construcción de pasarelas y paradas de buses (Prevención).	Consiste en la construcción de 11 pasarelas que permitan la circulación de las personas con seguridad al cruzar la carretera.  Tomando de base el diseño final de ingeniería, se han considerado la construcción de 24 paradas de buses (12 por sentido vial).	Estaciones 17+063, 20+359, 21+180, 21+767, 22+440, 22+861, 23+278, 23+846, 24+738, 26+847, 27+524.  Las ubicaciones coinciden con las pasarelas.	MOPT por medio de la empresa constructora del proyecto.	Presupuesto de la obra.  Presupuesto de construcción.	-	La implementación se llevará a cabo en forma paralela con el resto de actividades de construcción del proyecto (últimos 12 meses).	Población disfrutando de pasos y movilizaciones seguras en la carretera.

Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.  
Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
Representante Legal.

Etapa del Proyecto.	Actividades del proyecto.	Descripción del Impacto Ambiental Generado.	Medida Ambiental.	Descripción de la Medida Propuesta.	Ubicación de la Medida de Mitigación Ambiental.	Responsable de su ejecución.	Monto calculado que forma parte de la Ingeniería del proyecto, no afianzado (US\$).	Monto Calculado de la Medida Ambiental (US\$).	Momento de su ejecución.	Resultado esperado.
Construcción.	Las diversas actividades de terracería en la ampliación de la carretera conllevan la afectación de accesos tanto a propiedades privadas como a caminos que conducen a comunidades del área de influencia del proyecto.	Afectación a vías de acceso (caminos vecinales y propiedades privadas), afectaciones a la propiedad privada. Se afectarán 107 accesos vecinales, los cuales incluyen caminos rurales por donde circulan comunidades aledañas, así como otras que se encuentran en el área de influencia del proyecto, incluyendo los accesos a las propiedades privadas los cuales serán mejorados al finalizar la etapa de construcción.	Medida Ambiental No. 20. Restauración de los accesos a propiedades privadas y caminos vecinales (Compensación).	Se realizarán los trabajos de excavación y relleno de acuerdo a las necesidades y se colocará la capa de base en gruesos compactado por lo menos con tres pasadas de un pisón mecánico liviano, rodillo o sistema vibratorio. Mediante encofrados se delimitarán las zonas a mejorar para luego aplicar el concreto, separadas por juntas de construcción.	Se encuentran ubicados a lo largo del proyecto (Ver Plano de medidas ambientales).	MOPT por medio de la empresa constructora del proyecto.	Presupuesto de construcción.	-	Los accesos deberán estar siendo mejorados de acuerdo al avance del proyecto, especialmente la restauración se llevará a cabo en los últimos 12 meses del proyecto.	107 accesos a caminos vecinales y accesos a propiedades privadas funcionando en la etapa de construcción y mejorados al finalizar la misma.
	Las diversas actividades de la ampliación de la carretera conllevarán al desplazamiento o del sitio de acopio, así como de la planta de rebombeo del agua.	Afectación a fuentes de acopio y distribución de agua tanto institucionales como privadas que utilizan fuentes provenientes de aguas subterráneas del sector del turicentro Los Chorros.	Medida Ambiental No. 21. Manejo de las fuentes de agua (Planta de bombeo y acopios de agua) (Atenuación y compensación).	En ambos sitios, se procederá al desmantelamiento de las estructuras, es decir, paredes, cisternas de acopio, tanques de almacenamiento, etc., lo cual será demolido y transportado al sitio de disposición final de materiales excedentes regulado por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). Para el caso de los equipos de la planta de bombeo de la ANDA, serán reutilizados en la nueva planta o en su defecto serán trasladados a las bodegas de la institución para ser reutilizadas en otros proyectos. Las fuentes de agua serán manejadas por medio de tuberías y serán descargadas al río Los Chorros.	Sitio de acopio de aguas provenientes del turicentro Los Chorros, ubicado en la estación 16+800 LI.  Planta de acopio y bombeo de agua de la Administración de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) ubicada en la estación 16+920 LI.	MOPT por medio de la empresa constructora del proyecto y ANDA.	-	2,200.00	Preparación de sitio, primeros 5 meses de iniciado el proyecto.	Población que se abastece de estas fuentes, sin inconvenientes de recibir el servicio de agua potable.

Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.  
Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
Representante Legal.

Etapa del Proyecto.	Actividades del proyecto.	Descripción del Impacto Ambiental Generado.	Medida Ambiental.	Descripción de la Medida Propuesta.	Ubicación de la Medida de Mitigación Ambiental.	Responsable de su ejecución.	Monto calculado que forma parte de la Ingeniería del proyecto, no afianzado (US\$).	Monto Calculado de la Medida Ambiental (US\$).	Momento de su ejecución.	Resultado esperado.
	Impermeabilización de áreas, tala y destroncamiento de la vegetación arbórea y arbustiva de las zonas de ampliación y sitios donde se establecerán las bases del viaducto.	Afectación de la hidrología superficial, daños a la flora, fauna y avifauna, alteración del hábitat y ecosistemas, vistas panorámicas y pérdida del carácter visual del área.	Medida Ambiental No. 22. Compensación ambiental (Compensación).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Replanteo, amojonamiento y cercado de las ANP de San Lorenzo, San Andrés y Cráter del Volcan de San Salvador.</li> <li>Reforestación del ANP San Lorenzo y del ANP Talcualuya, además de árboles al contorno de ANP San Lorenzo y San Andrés.</li> </ul>	Zonas naturales protegidas de San Lorenzo, San Andrés, Cráter del Volcán de San Salvador y Talcualuya.	MOPT por medio de la empresa constructora.	-	345,425.63	Paralelo con la construcción del proyecto. La reforestación deberá realizarse en la época lluviosa y las brechas contraincendios en la época seca.	Compensación ambiental realizada.
	Terracería para la ampliación de la carretera.	Afectación a los patrones culturales (estilos de vida), especialmente en la alteración de monumentos religiosos que han construido las personas en honor a familiares fallecidos.	Medida Ambiental No. 23. Reinstalación de monumentos a difuntos (compensación)	La medida consiste en la remoción de 4 monumentos memoriales-culturales-religiosos, que deberá realizarse durante la etapa de preparación de sitio y posterior reubicación de ellos al finalizar la construcción del proyecto, los cuales deberán ser reinstalados paralelamente a la ubicación actual.	22+140 LD, 23+920 (Corredor central de la carretera), 24+420 LD y 28+180 LI.	MOPTVDU por medio de la empresa constructora del proyecto.	Presupuesto de construcción.	-	Al inicio de la construcción la remoción y al final de construcción el reinstalo de los monumentos.	Monumentos memoriales rescatados y reinstalados.

**Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.**  
Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
Representante Legal.

Etapa del Proyecto.	Actividades del proyecto.	Descripción del Impacto Ambiental Generado.	Medida Ambiental.	Descripción de la Medida Propuesta.	Ubicación de la Medida de Mitigación Ambiental.	Responsable de su ejecución.	Monto calculado que forma parte de la Ingeniería del proyecto, no afianzado (US\$).	Monto Calculado de la Medida Ambiental (US\$).	Momento de su ejecución.	Resultado esperado.
Construcción.	Establecimiento del plantel.	Alteración (contaminación) de la calidad del aire y suelo, riesgos del personal y de la población, daños a la flora y fauna, incremento en el riesgo de la seguridad laboral (riesgo físico, acoso laboral, entre otros),	Medida Ambiental No. 24. Manejo ambiental del Plantel (Prevención, compensación y mitigación).	El contratista deberá gestionar el permiso ambiental del sitio y las inversiones serán de total responsabilidad del propietario y/o de la empresa constructora, sin embargo, es importante el manejo de los desechos sólidos y peligrosos para lo cual deberá instalarse barriles metálicos, rotulación de las diferentes áreas y puntos de encuentro, extintores para casos de incendios que conlleven al manejo adecuado del plantel.	Los terrenos propuestos para planteles se ubican en los estacionamientos: 21+140 LI, 23+880 LI y 25+660 LI.	MOPT por medio de la empresa constructora del proyecto.	-	10,620.00.	Al inicio de la etapa de construcción y durará todo el proyecto.	Manejo ambiental adecuado del plantel.
	Uso de sitios de disposición final de material excedente.	Afectación por cambios de uso actual del suelo de las unidades de apoyo, cambios en la hidrología superficial, afectación a las vistas panorámicas y pérdidas del carácter visual de áreas. Los sitios de disposición final de material excedente identificados al ser utilizados tendrán algún cambio en su topografía natural, por la deposición, generando afectaciones si no son manejados adecuadamente.	Medida Ambiental No. 25. Manejo ambiental de sitios de disposición final de material excedente (Prevención, compensación y mitigación).	De los sitios propuestos para la disposición final de los materiales excedentes, uno posee resolución MARN, siendo la cantera y relleno La Florida, el segundo sitio, se encuentra ubicado sobre la estación 23+880 LI y no posee permiso ambiental, por lo tanto, si la empresa constructora toma la decisión de utilizarlo deberá tramitarlo y las inversiones a realizar para el cumplimiento del PMA que emita el MARN, será de total responsabilidad del propietario y/o empresa constructora. Se han propuesto medidas generales, siendo las siguientes; Utilización de barriles metálicos con viñeta y tapadera para el manejo de los desechos sólidos comunes, además de sanitarios portátiles para el uso de los trabajadores (hombres y mujeres desagregados por sexo) y rotulación de entrada y salida a los mismos, con la intención de salvaguardar la seguridad y el buen manejo de los desechos sólidos comunes.	La ubicación de los sitios son las siguientes: Cantera y relleno La Florida, ubicado en la estación 34+700 en dirección de la carretera que conduce a Jayaque, departamento de La Libertad.  Segundo sitio: estación 23+880 LI, aldeaño a la carretera sentido Santa Ana-San Salvador, Cantón Lourdes, municipio de Colón, departamento de La Libertad.	MOPT por medio de la empresa constructora del proyecto.	-	6,240.00.	Durante la etapa de construcción (primeros 6 meses).	Sitios de disposición final de material excedente con buena utilización y con las medidas respectivas que incluye el manejo ambiental.

**Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.**  
Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
Representante Legal.

Etapa del Proyecto.	Actividades del proyecto.	Descripción del Impacto Ambiental Generado.	Medida Ambiental.	Descripción de la Medida Propuesta.	Ubicación de la Medida de Mitigación Ambiental.	Responsable de su ejecución.	Monto calculado que forma parte de la Ingeniería del proyecto, no afianzado (US\$).	Monto Calculado de la Medida Ambiental (US\$.)	Momento de su ejecución.	Resultado esperado.
Construcción.	Extracción de materiales en el banco de materiales para abastecer el proyecto.	Pérdidas de estabilidad geológica y afectación a las vistas panorámicas. La alteración de los sitios para extraer materiales que son requeridos como materias primas para el proyecto conllevan consigo los impactos mencionados, los cuales pueden ser prevenidos, compensados y mitigados mediante un buen manejo ambiental de los mismos.	Medida ambiental No. 26. Manejo ambiental de los bancos de materiales (Prevención, compensación y mitigación).	Los bancos propuestos para el proyecto, tanto como fuentes de agregados gruesos como finos cuentan con el permiso ambiental respectivo, cada propietario, es responsable del cumplimiento del programa de manejo ambiental, sin embargo, se ha considera que durante el transporte de los materiales los camiones transportadores deben ser cubiertos con lonas para prevenir dispersiones de particulados durante el recorrido.	Camiones transportadores de materiales desde el banco de materiales hasta el proyecto.	MOPT por medio de la empresa constructora del proyecto.	-	Titulares de los bancos de materiales.	El traslado de materiales se considera que se realizará desde el mes 4 hasta el 20 de la etapa de construcción.	Camiones cubiertos con lona durante todo el lapso del viaje desde el banco de materiales hasta el proyecto, previniendo la generación de particulados.
Cierre.	Cierre ambiental de las unidades de apoyo, limpieza del corredor vial, monitoreo de la estabilidad de taludes de corte y de relleno, etc.	Daños a la salud de la población, afectación de las vistas panorámicas y del carácter visual del área.	Medida Ambiental No. 27. Retiro del proyecto de cualquier instalación provisional, servicios utilizados, limpieza del corredor vial y unidades de apoyo, al finalizar la construcción del proyecto (Atenuación).	La medida consiste en dejar limpio el proyecto de todo tipo de desechos, además del retiro de todas las instalaciones provisionales y el manejo adecuado de los residuos y desechos en los sitios de disposición final autorizados por el MARN.	A lo largo del proyecto y unidades de apoyo.	MOPT por medio de la empresa constructora del proyecto.	-	15,090.00.	Al final de la etapa de construcción (últimos tres meses).	Proyecto completamente limpio y unidades de apoyo con el cierre ambiental establecido.
<b>INVERSIÓN TOTAL ETAPA DE CONSTRUCCIÓN (US\$)</b>								<b>1,181,230.29</b>		

**Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.**  
Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
Representante Legal.



Tabla 239. Cuadro resumen del Programa de Manejo Ambiental. Etapa de Funcionamiento

Etapa del Proyecto.	Actividades del proyecto.	Descripción del Impacto Ambiental Generado.	Medida Ambiental.	Descripción de la Medida Propuesta.	Ubicación de la Medida de Mitigación Ambiental.	Responsable de su ejecución.	Monto calculado que forma parte de la Ingeniería del proyecto, no afianzado (US\$).	Monto Calculado de la Medida Ambiental (US\$).	Momento de su ejecución.	Resultado esperado.
Funcionamiento.	La actividad de terracería, generará movimientos de tierra y taludes de corte que serán protegidos con barrenillo.	Cambios en el uso actual del suelo, afectación morfolodinámica, pérdida de estabilidad del suelo, alteración de las vistas panorámicas, pérdidas de carácter visual de las áreas.	Medida Ambiental No. 1. Mantenimiento por tres años del zacate barrenillo ( <i>Cynodon dactylon</i> ) plantados en los taludes de corte del proyecto (Mitigación).	La medida consiste en brindarle el mantenimiento por tres años al zacate barrenillo, para los cuales se han establecido dos fertilizaciones, dos controles de malezas y riegos con agua durante la época seca.	Todos los taludes de corte del proyecto.	MOPT por medio de la empresa constructora del proyecto.	-	69,132.00	Los primeros tres años de funcionamiento del proyecto, especialmente en la época de lluvias, o con riego en la época seca.	Zacate barrenillo con buen desarrollo y ejerciendo las funciones de protección.
	Terracería, excavaciones, ampliaciones de drenaje mayor y menor.	Cambios en el uso actual del suelo, cambios a la hidrología superficial, arrastre y deposición de sedimentos en las áreas cercanas a cauces de aguas, alteración a las vistas panorámicas y pérdidas del carácter visual del área.	Medida Ambiental No. 2. Mantenimiento por tres años de la revegetación realizada en el proyecto. (Mitigación).	La medida consiste en brindarle el mantenimiento por tres años a la grama común y al zacate vetiver, para los cuales se han establecido dos fertilizaciones, dos controles de malezas, riegos con agua durante la época seca.	Todos los sitios en donde se ha establecido grama común y el zacate vetiver en el proyecto.	MOPT por medio de la empresa constructora del proyecto	-	103,460.69	Los primeros tres años de funcionamiento del proyecto, especialmente en la época de lluvias, o con riego en la época seca.	Grama común con buen desarrollo y ejerciendo las funciones de protección.
	Tala de la vegetación arbórea y arbustiva, incremento de nuevas áreas impermeabilizadas.	Daños a la flora, alteración del hábitat y ecosistemas, pérdidas de infiltración de aguas lluvias, alteraciones al paisaje y vida silvestre y alteración al clima.	Medida Ambiental No. 3. Mantenimiento de la compensación ambiental realizada en las áreas naturales protegidas. (Compensación)	La medida consiste en brindarle el mantenimiento por tres años a los árboles plantados durante la etapa de construcción en las ANP San Lorenzo, Talcualuya y San Andrés, a los cuales se les brindará dos fertilizaciones, dos controles de malezas, riegos con agua, control de plagas y enfermedades y podas.	En ANP San Lorenzo, Talcualuya y San Andrés.	MOPT por medio de la empresa constructora del proyecto	-	244,836.80	Los primeros tres años de funcionamiento del proyecto, especialmente en la época de lluvias para los árboles, o con riego en la época seca.	Arborización con desarrollo normal.

Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.  
Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
Representante Legal.

Etapa del Proyecto,	Actividades del proyecto,	Descripción del Impacto Ambiental Generado,	Medida Ambiental,	Descripción de la Medida Propuesta.	Ubicación de la Medida de Mitigación Ambiental.	Responsable de su ejecución.	Monto calculado que forma parte de la Ingeniería del proyecto, no afianzado (US\$).	Monto Calculado de la Medida Ambiental (US\$).	Momento de su ejecución.	Resultado esperado.
Funcionamiento.	Tráfico vehicular en el proyecto.	Daños a la salud pública, alteración (contaminación) de la calidad del aire. Se considera que con las actividades de funcionamiento en donde el movimiento vehicular se prevé será mayor a medida que transcurra el tiempo, la generación de ruido se vuelve con mayor intensidad, generando posibles daños a la salud de la población.	Medida Ambiental No. 4. Monitoreo del ruido en el proyecto (Prevención).	Se realizará una (1) medición anual por tres (3) años de este contaminante ambiental en la etapa de funcionamiento, en cinco puntos del proyecto. Las mediciones serán llevadas a cabo de preferencia en la época seca, comparándose cada resultado obtenido con el de la línea base del presente estudio de impacto ambiental.	Los puntos en los cuales se realizará cada una de las mediciones son los siguientes: Punto 1: Inicio del proyecto (estación 13+800 LI). Punto 2: Frente a turicentro Los Chorros (estación 17+100 LD). Punto 3: Ciudad de Colón (estación 19+400), Punto 4: Centro Escolar Cantón Las Moras (estación 22+480 LI). Punto 5: Batallón de Logística (estación 27+800 LI).	MOPT por medio de la empresa constructora del proyecto.	-	1,249.50	Una vez por año durante tres años en la época seca con tráfico normal y de preferencia durante la mañana.	Mantener los niveles de ruido bajo los parámetros permisibles según la Ordenanza Municipal de Santa Tecla, utilizada como referente para todo el proyecto.
	Terracería y obras de drenaje que al no recibir el mantenimiento adecuado sufren problemas de obstrucciones propiciando no adecuada de las aguas lluvias.	Pérdida de estabilidad del suelo, cambios en la hidrología superficial e interrupción de pasos de fauna terrestre, debido a obstrucciones que puedan sufrir las estructuras de drenaje por falta de mantenimiento.	Medida Ambiental No. 5. Mantenimiento de los pasos de fauna terrestre, derramaderos y drenajes del proyecto (Prevención).	Consiste en mantener en buen estado los pasos de fauna terrestre adecuados, drenajes y derramaderos, brindando las reparaciones y las limpiezas necesarias para su buen funcionamiento.	Todo el proyecto.	MOPT por medio de la empresa constructora del proyecto.	Presupuesto de construcción.	-	-	Durante tres años de acuerdo a la garantía de buena calidad de obra de la empresa constructora.
<b>INVERSIÓN TOTAL ETAPA DE FUNCIONAMIENTO (US\$)</b>							<b>396,252.30</b>	<b>418,678.99</b>		
<b>INVERSIÓN TOTAL DEL PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL AFIANZABLE (US\$)</b>								<b>1,599,909.28</b>		

Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.  
Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
Representante Legal.

### 9.3 PLAN DE MONITOREO AMBIENTAL.

#### 9.3.1 Introducción

El presente plan de monitoreo se propone para garantizar la ejecución de las medidas ambientales, en cumplimiento a las especificaciones técnicas definidas y en el tiempo requerido, con el objetivo de que al final de la implementación, los impactos identificados sean prevenidos, compensados, mitigados o atenuados.

Para cada una de las medidas ambientales se propone el monitoreo, el cual responde a las necesidades de las mismas, tanto en las etapas de preparación de sitio y construcción como en la de funcionamiento.

#### 9.3.2 Preparación de sitio.

##### 9.3.2.1 Medida Ambiental No. 1. Instalación de la oficina de gestión ambiental del proyecto.

Tipo de medida: Prevención.

Objetivos:

- Que la oficina de gestión ambiental se encuentre funcionando con el personal propuesto y el equipo necesario para cumplir con los objetivos del proyecto en el componente ambiental.

Descripción del monitoreo.

El monitoreo consistirá en que la oficina se encuentre instalada, funcionando con todo su personal, equipo, rotulación y buena ubicación.

Parámetros de verificación e informes a presentar:

- Oficina funcionando de acuerdo a requerimiento de la medida.
- Recurso humano y logístico completo.
- Oficinas identificadas.

En el informe mensual deberá presentarse el avance referente a la instalación de la oficina de gestión ambiental.

Puntos de monitoreo:

- Oficina de gestión ambiental.

Frecuencia de monitoreo:

- Monitoreo semanal.

Método a utilizar:

- Registro del personal laborando de acuerdo a requerimiento.
- Registros fotográficos.

Responsabilidades del personal involucrado:

- Verificar que la oficina cuente con los recursos humanos y logísticos.
- Verificar que la oficina se encuentra bien identificada al igual que el personal que se encuentre laborando.

Recursos requeridos:

- Transporte y cámara fotográfica.

Interpretación del resultado:

- Oficina de gestión ambiental instalada y funcionando.

Retroalimentación:

- Realizar la solicitud oficial a la empresa constructora, si la oficina no se encuentra con el recurso humano y logístico para el normal funcionamiento.

Inversiones estimadas:

- Son parte de las responsabilidades de la empresa constructora como parte del cumplimiento del PMA.

9.3.2.2 Medida Ambiental No. 2. Acopio del suelo vegetal para ser reutilizado durante las labores de revegetación del proyecto.

Tipo de medida: Atenuación.

Objetivos:

Verificación de las actividades de descapote y traslado del suelo para el resguardo y la reutilización.

Descripción del monitoreo:

- El monitoreo consistirá en el seguimiento del cumplimiento de la medida respectiva, brindándose constancia del acopio de suelo proveniente del descapote y la reutilización del mismo en las labores de revegetación que se generen en el proyecto.

Parámetros de verificación e informes a presentar:

- Volumen de material de descapote acopiado.
- Volumen de la cantidad de descapote reutilizado.

En el informe mensual deberá presentarse el avance referente a lo solicitado en los parámetros de verificación.

Puntos de monitoreo:

- Frentes de trabajo durante la preparación de sitio.
- Sitios de acopio del suelo.

Frecuencia de monitoreo:

- Monitoreo semanal.

Método a utilizar:

- Registros de volúmenes acopiados con identificación de ubicaciones.
- Registros de volúmenes reutilizados con identificación de ubicaciones.
- Respaldos fotográficos.

Responsabilidades del personal involucrado:

- Verificar los sitios de acopio estratégicos y cerca de las zonas a revegetar.
- Verificación de la utilización del suelo vegetal en las labores de revegetación del proyecto.

Recursos requeridos:

- Transporte y cámara fotográfica.

Interpretación del resultado:

- Suelo orgánico resguardado en los sitios establecidos y reutilizado para las zonas a revegetar.

Retroalimentación:

- Mejorar el monitoreo y la comunicación con el residente del proyecto para llevar a cabo la actividad según la descripción de la medida ambiental.

Inversiones estimadas:

- Son parte de las responsabilidades del ambientalista, tanto de la empresa constructora como supervisora, por lo que el costo no se encuentra contemplado en el plan de monitoreo ambiental.

### 9.3.3 Construcción.

#### 9.3.3.1 Medida Ambiental No. 3. Campaña de concientización ambiental para el proyecto.

Tipo de medida: Prevención y atenuación.

#### Objetivo.

Brindar monitoreo a la ejecución de las jornadas y charlas de concientización ambiental que serán desarrolladas en las escuelas, comunidades y con los trabajadores del proyecto.

#### Descripción del monitoreo.

- El monitoreo consistirá en verificar que las escuelas, comunidades y trabajadores se encuentren concientizadas de las diferentes actividades constructivas del proyecto y de los daños ambientales que deberán prevenirse.

#### Parámetros de verificación e informes a presentar:

- Número de trabajadores participando en las charlas.
- Número de estudiantes participando en las jornadas de capacitación.
- Número de personas participando en las jornadas de capacitación realizadas en las comunidades.
- Informe de las jornadas de capacitación realizadas en las escuelas y comunidades.
- Informe de las cantidades de material escrito entregado en las diversas charlas y jornadas de capacitación.

En el informe mensual deberá presentarse las evidencias que respalden las actividades realizadas, junto al registro fotográfico.

#### Puntos de monitoreo:

- Oficina de gestión ambiental y en cada una de las actividades desarrolladas en la campaña.

#### Frecuencia de monitoreo:

- Monitoreo semanal.

#### Método a utilizar:

- Registro de estudiantes participantes en las capacitaciones con registro fotográfico.
- Registro de asistentes participantes en las capacitaciones con las comunidades y su registro fotográfico.
- Registro de trabajadores participantes en las charlas con registro fotográfico.
- Registro de material publicitario entregado.

#### Responsabilidades del personal involucrado:

- Desarrollo de las actividades establecidas en la campaña de concientización para el proyecto de acuerdo a lo especificado en la medida ambiental respectiva, lo cual involucra la entrega de material informativo, jornadas de capacitación y charlas, etc.

#### Recursos requeridos:

- Transporte y cámara fotográfica.

Interpretación del resultado:

- Personal que labora en el proyecto, así como la población aledaña al mismo deberá estar concientizados sobre la prevención de los daños que pueden sufrir los recursos ambientales con las diferentes actividades constructivas.

Retroalimentación:

- Incrementar las capacitaciones y charlas de concientización a las escuelas, comunidades y con los trabajadores sobre la protección de los recursos ambientales para obtener mejores resultados.

Inversiones estimadas:

- Son parte de las responsabilidades del personal ambiental, tanto de la empresa constructora como supervisora, por lo que el monitoreo de esta medida no posee costo.

#### 9.3.3.2 Medida Ambiental No. 4. Establecimiento de medidas de seguridad vial.

Tipo de medida: Prevención.

Objetivos:

- Minimizar los impactos relacionados con la generación de accidentes, provenientes de una seguridad vial deficiente en el proyecto.

Descripción del monitoreo.

El monitoreo consistirá en recorridos en el proyecto para verificar que se mantenga la seguridad en el tráfico y que tanto los banderilleros como el resto del personal involucrado cuenten con el equipo de protección personal y los dispositivos adecuados a la actividad, especialmente en el acceso y salida de las unidades de apoyo, como en el traslado de materiales y desalojos de excedentes.

Parámetros de verificación e informes a presentar:

- Personal usando equipo de protección personal.
- Proyecto con señalización vial adecuada.
- Número de accidentes de trabajadores del proyecto

En el informe mensual deberá presentarse registros de entrega de equipo de protección personal, cantidad de señales brindadas para la seguridad vial del proyecto y de trabajadores accidentados, incluyendo un registro fotográfico.

Puntos de monitoreo:

- Frentes de trabajo, así como las entradas y salidas del plantel y sitios de disposición final de material excedente y banco de materiales.

Frecuencia de monitoreo:

- Diario.

Método a utilizar:

- Registro de equipo de protección personal entregado a los trabajadores.
- Registro de dispositivos adquiridos para la seguridad vial.
- Registro de accidentes de los trabajadores generados por el proyecto.

Responsabilidades del personal involucrado:

- Verificar el equipo de protección personal y dotación de señales brindadas a las personas que trabajaran en esta actividad.
- Inspeccionar los registros de casos de accidentes tanto del personal del proyecto y de terceros, tomando en cuenta: Tipo de accidente, hora, sitio (ubicación), número de ISSS de la persona accidentada (si es trabajador), centro médico que lo atendió, copia de la incapacidad brindada por el centro médico que lo atendió, monitoreo del accidentado, observaciones.

Recursos requeridos:

- Transporte y cámara fotográfica.

Interpretación del resultado:

- Tráfico sin problemas y ausencia de accidentes provenientes de seguridad vial.

Retroalimentación:

- Mejorar la seguridad, mediante la incorporación de más banderilleros y señalización.

Inversiones estimadas:

- Son parte de las responsabilidades del especialista en seguridad e higiene ocupacional del proyecto y del personal ambiental, tanto de la empresa constructora como supervisora, por lo que el monitoreo de esta medida no posee costo.

### 9.3.3.3 Medida Ambiental No. 5. Plan de manejo de los riesgos laborales del proyecto.

Tipo de medida: Prevención.

Objetivos:

- Monitoreo de la entrega y el uso del equipo de protección personal a los trabajadores del proyecto, para minimizar el impacto en la generación de accidentes laborales.
- Dar a conocer al personal laboral del proyecto, el contenido de la Resolución MARN de permiso ambiental.



#### Descripción del monitoreo.

El seguimiento consistirá en verificar la entrega y uso de la dotación personal de cascos protectores, mascarillas, lentes, guantes de cuero, botas de hule y botas de cuero con cubo de acero, tapones auditivos, chalecos de seguridad, etc., de acuerdo a las actividades de trabajo, además del botiquín de primeros auxilios y charlas sobre protección de los recursos ambientales.

#### Parámetros de verificación e informes a presentar:

- Personal del proyecto utilizando equipo de protección personal.
- Número de charlas sobre protección de los recursos ambientales, brindadas a los trabajadores de los frentes de trabajo.

En el informe mensual deberá evidenciarse el uso del equipo de protección personal respaldándose con los registros de entrega a los trabajadores del proyecto, así como listas de participantes en las charlas sobre protección de los recursos ambientales y registro fotográfico.

#### Puntos de monitoreo:

- Trabajadores del proyecto.

#### Frecuencia de monitoreo:

- Diario.

#### Método a utilizar:

- Registros de entrega de equipo de protección personal a los trabajadores e inspecciones de uso de equipo realizadas.
- Registro de charlas sobre protección de los recursos ambientales, brindadas en los frentes de trabajo.
- Respaldo fotográfico.

#### Responsabilidades del personal involucrado:

- Asegurarse que el personal del proyecto se encuentre debidamente protegido en sus actividades de trabajo, mediante el uso del equipo de protección personal.
- Brindar charlas sobre protección de los recursos ambientales, en los frentes de trabajo.

#### Recursos requeridos:

- Transporte y cámara fotográfica.

#### Interpretación del resultado:

- Personal dotado y usando el equipo de protección personal de acuerdo a las actividades en ejecución en el proyecto.
- Personal con conocimientos sobre medidas ambientales en desarrollo en el proyecto.

**Retroalimentación:**

- Incrementar el control en la dotación para que no exista personal sin el equipo de protección personal.
- Incrementar el número de charlas sobre protección de los recursos ambientales del proyecto.

**Inversiones estimadas:**

- Son parte de las responsabilidades del ambientalista y especialista en higiene y seguridad, tanto de la empresa constructora como supervisora, por lo que no posee costo.

9.3.3.4 Medida Ambiental No. 6. Monitoreo de la calidad de las aguas del río Los Chorros (quebrada El Guarumal o río Colón), río Belén, río Agua Amarilla y aguas acopiadas en piletas del sector Los Chorros, para prevenir alteraciones físicas, químicas y biológicas.

Tipo de medida: Prevención.

**Objetivos:**

Brindar seguimiento a la actividad de monitoreo de la calidad de las aguas del río Los Chorros (quebrada El Guarumal o río Colón), río Belén, río Agua Amarilla y aguas acopiadas en piletas del sector Los Chorros, revisando los resultados de laboratorio y la implementación de medidas correctivas en caso de encontrarse en niveles altos de contaminación comparados con la línea base.

**Puntos de monitoreo:**

- Río Los Chorros (estación 16+500 LI).
- Piletas de agua proveniente de fuentes subterráneas del turicentro Los Chorros (estación 16+780 LD).
- Zona del viaducto (estación 19+100).
- Río Colón (estación 21+240 LI).
- Río Belén (estación 23+540).
- Río Agua Amarilla (estación 25+360).

**Frecuencia de monitoreo:**

- El primer monitoreo se llevará a cabo en el tercer mes de iniciado el proyecto.
- El segundo monitoreo se llevará a cabo a los diez (10) meses después de iniciada la etapa de construcción.
- El tercer monitoreo se llevará a cabo a los diecisiete (17) meses después de iniciado el proyecto.

Parámetros de verificación e informes a presentar:

- Cantidad y frecuencia de los monitoreos efectuados.
- Informe de resultados de los análisis realizados y de cumplimiento de norma.

En informe mensual deberá contener los resultados de las mediciones efectuadas incluyendo las medidas ejecutadas si los parámetros se encuentran fuera de los niveles permisibles, incluir registro fotográfico.

Método a utilizar:

- Registro de los resultados de los análisis del monitoreo de agua realizados.

Responsabilidades del personal involucrado:

- Acompañamiento en la recolección de las muestras de agua.
- Brindarles seguimiento a los resultados de los análisis efectuados.
- Monitorear la implementación de las medidas correctoras si fuese necesario esta actividad.

Recursos requeridos:

- Transporte y cámara fotográfica.

Interpretación del resultado:

- Río Los Chorros (quebrada El Guarumal o río Colón), río Belén, río Agua Amarilla y aguas acopiadas en piletas del sector Los Chorros, sin alteraciones en sus aguas producto de las actividades del proyecto

Retroalimentación:

- Mayor control sobre las actividades del proyecto relacionadas con la contaminación de los ríos y agua contenida en piletas ubicadas en el sector del turicentro Los Chorros.

Inversiones estimadas:

- Son parte de las responsabilidades del ambientalista, tanto de la empresa constructora como supervisora, por lo que no posee costo.

9.3.3.5 Medida Ambiental No. 7. Programa de mantenimiento de la maquinaria durante la etapa de construcción.

Tipo de medida: Prevención.

Objetivos:

- Monitoreo del mantenimiento que recibe la maquinaria del proyecto, para minimizar daños a la salud pública, así como accidentes.

#### Descripción del monitoreo.

El monitoreo consistirá en verificar que la maquinaria reciba el mantenimiento recomendado por el fabricante ejecutando inspecciones en el taller que lo brinda, así como identificación a nivel de campo de equipo con problemas de combustión interna.

#### Parámetros de verificación e informes a presentar:

- Número de mantenimientos preventivos realizados a la maquinaria del proyecto.
- Número de mantenimientos correctivos realizados a la maquinaria del proyecto.

En el informe mensual deberá presentarse copia de la bitácora de cada uno de los equipos del proyecto con el mantenimiento recibido.

#### Puntos de monitoreo:

- Taller del plantel y maquinaria en campo.

#### Frecuencia de monitoreo:

- Semanalmente.

#### Método a utilizar:

- Bitácora de mantenimiento preventivo de maquinaria y registro fotográfico.
- Bitácora de mantenimiento correctivo de maquinaria y registro fotográfico.

#### Responsabilidades del personal involucrado:

- Constatar que la maquinaria reciba el mantenimiento preventivo y correctivo según fabricante.

#### Recursos requeridos:

- Transporte y cámara fotográfica.

#### Interpretación del resultado:

- Maquinaria en buenas condiciones de combustión interna, así como condiciones mecánicas que permitan minimizar riesgos de accidentes.

#### Retroalimentación:

- Incrementar el monitoreo al mantenimiento recibido por la maquinaria o inclusive pedir su sustitución de ser necesario.

#### Inversiones estimadas:

- Son parte de las responsabilidades del ambientalista, tanto de la empresa constructora como supervisora, por lo que el monitoreo de esta medida no posee costo.

9.3.3.6 Medida Ambiental No. 8. Monitoreo de la calidad del aire (hidrocarburos (HC), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), óxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)).

Tipo de medida: Prevención.

Objetivo:

- Seguimiento a los resultados de las mediciones de la calidad del aire relacionadas con hidrocarburos (HC), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>).

Descripción del monitoreo.

El monitoreo consistirá en verificar la ejecución de las mediciones de la calidad del aire con los gases establecidos en la medida ambiental y en la revisión de los resultados de las mismas de acuerdo a los niveles permisibles según la norma.

Parámetros de verificación e informes a presentar:

- Cantidad y frecuencia de los monitoreos efectuados.
- Informe de resultados de las mediciones realizadas las cuales deberán cumplir con la Norma Salvadoreña de Calidad del Aire Ambiental.

En informe mensual debe contener los resultados de la medición efectuada incluyendo las medidas ejecutadas si los parámetros se encuentran fuera de los niveles permisibles y registro fotográfico.

Puntos de monitoreo:

Punto 1: Inicio del proyecto (estación 13 + 800).

Punto 2: Turicentro Los Chorros (17+050).

Punto 3: Zona de viaducto (estación 18+800).

Punto 4: Ciudad Colón (estación 19 + 400).

Punto 5: Centro escolar Las Moras (Estación 22 + 480).

Punto 6: Final del proyecto (Estación 27 + 800).

Frecuencia de monitoreo:

- Para todos los gases: La primera medición debe realizarse durante el tercer mes de iniciado el proyecto, el segundo a los diez (10) meses y el tercero diecisiete (17) meses después del iniciado el proyecto.

Método a utilizar:

- Registro de los resultados de los análisis del monitoreo.
- Inspección visual de las mediciones, revisión de los resultados que se encuentran en los niveles permisibles.

Recursos requeridos:

- Transporte y cámara fotográfica.

Responsabilidades del personal involucrado:

- Ejecución de las mediciones con aparatos profesionales y certificado de calibración vigente.

Interpretación del resultado:

- Calidad del aire en los niveles permisibles según el proyecto de norma.

Retroalimentación:

- Realizar acciones correctivas en la maquinaria para que la calidad del aire se encuentre en los niveles permisibles.

Inversiones estimadas:

- Son parte de las responsabilidades del ambientalista tanto de la empresa constructora como supervisora y el costo de las mediciones se encuentran contempladas en la medida ambiental correspondiente, por lo que el monitoreo de esta medida no posee costo.

#### 9.3.3.7 Medida Ambiental No. 9. Monitoreo del ruido en el proyecto.

Tipo de medida: Prevención.

Objetivo:

- Verificar la minimización del impacto provocado por el ruido en los trabajadores del proyecto y población aledaña.

Descripción del monitoreo.

El monitoreo consistirá en verificar la ejecución de las mediciones de acuerdo a lo descrito en la medida ambiental y que se lleven a cabo las acciones correctivas en la maquinaria si los niveles se encuentran fuera de los parámetros permisibles según la Ordenanza Municipal de Santa Tecla, utilizada como referente para el proyecto.

Parámetros de verificación e informes a presentar:

- Cantidad y frecuencia de los monitoreos efectuados.
- Informe de cumplimiento de la ordenanza mediante verificación de los resultados de cada una de las mediciones de ruido efectuadas.

El informe mensual debe contener los resultados de la medición efectuada incluyendo las medidas ejecutadas si los parámetros se encuentran fuera de los niveles permisibles y registro fotográfico.

Puntos de monitoreo:

- Punto 1: Inicio del proyecto (estación 13+800 LI).
- Punto 2: Frente a turicentro Los Chorros (estación 17+100 LD).
- Punto 3: Terreno de Finca Irlanda (viaducto) (estación 18+800).
- Punto 4: Ciudad de Colón (estación 19+400).
- Punto 5: Centro Escolar Cantón Las Moras (estación 22+480 LI).
- Punto 6: Batallón de Logística (estación 27+800 LI).

Frecuencia de monitoreo:

- La primera medición a los tres (3) meses de iniciado el proyecto, la segunda medición se llevará a cabo a los diez (10) meses y la última a los diecisiete (17) meses, después de iniciado el proyecto. Las mediciones deberán realizarse en períodos de tiempo con tráfico normal en el proyecto de preferencia durante la mañana.

Método a utilizar:

- Registro de los resultados del análisis del monitoreo.
- Inspección visual de los monitoreos, incluyendo la revisión del cumplimiento de ordenanza utilizada de referente.

Recursos requeridos:

- Transporte y cámara fotográfica.

Responsabilidades del personal involucrado:

- Verificar que el aparato de medición posea certificado de calibración vigente y que sean de primer nivel (profesionales).
- Acompañamiento en la ejecución de las mediciones a la empresa que las realizará.
- Darles seguimiento a los resultados obtenidos.
- Darle seguimiento al plan de mantenimiento de la maquinaria y equipo realizando los ajustes necesarios al encontrarse resultados fuera del valor reflejado en la Ordenanza Municipal de Santa Tecla.

Interpretación del resultado.

- Niveles de ruido bajo los parámetros permisibles en cumplimiento a la Ordenanza Municipal de Santa Tecla, utilizada como referente para el proyecto.

Retroalimentación:

- Mejorar el mantenimiento de la maquinaria revisando que no existan daños en los escapes de las mismas.

Inversiones estimadas:

- Son parte de las responsabilidades del ambientalista tanto de la empresa constructora como supervisora y el costo de las mediciones se encuentran contempladas en la

medida ambiental correspondiente, por lo que el monitoreo de esta medida no posee costo.

#### 9.3.3.8 Medida Ambiental No. 10. Programa de humectación y monitoreo del material particulado.

Tipo de medida: Prevención.

Objetivos:

- Verificar la minimización del impacto sobre la generación de particulados en el proyecto que puedan ocasionar daños a la salud de los trabajadores y población aledaña.

Descripción del monitoreo.

El monitoreo consistirá en la verificación a nivel de campo de la ejecución de las humectaciones en el proyecto y de igual forma en la revisión de los resultados de las mediciones de material particulado, las cuales deberán de encontrarse en los niveles permisibles.

Parámetros de verificación e informes a presentar:

- Número de riegos de agua de acuerdo a la especificación técnica de la medida ambiental.
- Informe de cumplimiento de niveles permisibles de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>, según la norma.

En el informe mensual deberá presentarse cada uno de los informes de resultados de las mediciones realizadas y su registro fotográfico.

Puntos de monitoreo:

- Todo el proyecto, con énfasis en los frentes de trabajo y unidades de apoyo.
- Los puntos de medición de material particulado recomendados en la medida ambiental.

Frecuencia de monitoreo:

- La inspección a nivel de campo deberá ser diariamente y deben inspeccionarse las mediciones a realizar, las cuales serán tres (3); La primera medición se llevará a cabo durante el tercer mes de iniciado el proyecto, la segunda a los diez (10) meses y la tercera a los diecisiete (17) meses después de iniciado el proyecto. Las mediciones serán llevadas a cabo en las horas más cercanas al medio día.

Método a utilizar:

- Inspección visual de campo.
- Registros o bitácora de ejecución de riegos de agua diarios en el proyecto.
- Resultados de las mediciones de material particulado y cumplimiento de acuerdo a la norma.



Recursos requeridos:

- Transporte y cámara fotográfica.

Responsabilidades del personal involucrado:

- Prevenir la generación de material particulado en todo el proyecto, mediante el monitoreo de las acciones que contempla la medida ambiental.

Interpretación del resultado:

- Particulados en el proyecto bajo los niveles permisibles en cumplimiento al proyecto de Norma Salvadoreña de Calidad del Aire Ambiental, Inmisiones Atmosféricas. NSO 13.11.01:01, CONACYT, Reglamento de Normas Técnicas de Calidad Ambiental, Artículo 9: Parámetros mínimos calidad de aire ambiente

Retroalimentación:

- Aumentar las humectaciones en el proyecto.

Inversiones estimadas:

- Son parte de las responsabilidades del ambientalista, tanto de la empresa constructora como supervisora y el costo de las mediciones se encuentran contempladas en la medida ambiental correspondiente, por lo que el monitoreo de esta medida no posee costo.

9.3.3.9 Medida Ambiental No. 11. Plan de manejo de desechos sólidos comunes y peligrosos en los frentes de trabajo.

Tipo de medida: Prevención.

Objetivos:

Verificación en cada uno de los frentes de trabajo sobre la recolección, transporte, almacenamiento temporal y disposición final de los desechos sólidos comunes y peligrosos.

Descripción del monitoreo.

El monitoreo consistirá en recorridos e inspecciones en el proyecto y con mayor énfasis en los frentes de trabajo para constatar labores de recolección de los desechos sólidos comunes y peligrosos, así como presencia de barriles con su viñeta y etiqueta para el depósito de los mismos, de igual forma se verificarán registros de traslados de los desechos hacia el sitio de disposición final autorizado por el MARN, por medio de las municipalidades del área de influencia del proyecto.

Parámetros de verificación e informes a presentar:

- Volumen de recolección diaria de los desechos sólidos comunes y peligrosos y traslado al plantel de acuerdo a la medida ambiental.

- Desalojo de desechos sólidos comunes y peligrosos al sitio de disposición final autorizado por medio de las municipalidades del área de influencia del proyecto.

En el informe mensual deberá describirse el proceso de recolección de desechos sólidos comunes y peligrosos, la disposición final y el registro de volúmenes desalojados del proyecto, en forma desagrada por tipo de desecho.

Puntos de monitoreo:

- Todo el proyecto, con mayor énfasis en los frentes de trabajo y el sitio de acopio temporal ubicado en el plantel.

Frecuencia de monitoreo:

- Dos veces por semana.

Método a utilizar:

- Registro de la recolección diaria de los desechos sólidos comunes y peligrosos y traslado al plantel de acuerdo a la medida ambiental.
- Registro de los desalojos de los desechos sólidos comunes y peligrosos al sitio de disposición final por medio de las municipalidades del área de influencia del proyecto.
- Inspección visual de campo.

Recursos requeridos:

- Transporte y cámara fotográfica.

Responsabilidades del personal involucrado:

- Manejo adecuado de los desechos sólidos comunes y peligrosos para prevenir dispersiones de los mismos en el proyecto.

Interpretación del resultado:

- Proyecto libre de desechos sólidos y peligrosos y manejados de acuerdo a la medida ambiental.

Retroalimentación:

- Mejorar la recolección de los desechos y la disposición a los sitios autorizados por el MARN, coordinando con las municipalidades del área de influencia del proyecto.

Inversiones estimadas:

- Son parte de las responsabilidades del ambientalista y especialista en higiene y seguridad del proyecto, tanto de la empresa constructora como supervisora, por lo que no posee costo.

### 9.3.3.10 Medida Ambiental No. 12. Dotación de agua potable para los trabajadores del proyecto.

Tipo de medida: Prevención.

Objetivos:

Asegurar la dotación de agua potable para consumo humano de los trabajadores del proyecto.

Descripción del monitoreo.

Se monitoreará que los trabajadores del proyecto sean abastecidos de agua potable para consumo humano, en una cantidad de al menos tres (3) litros por persona por día.

Parámetros de verificación e informes a presentar:

- Informe del análisis físico-químico y microbiológico intermedio que garanticen al agua como de consumo humano.

En el informe mensual correspondiente deberá presentarse los resultados de los análisis de agua llevados a cabo por un laboratorio acreditado por el OSA (Organismo Salvadoreño de Acreditación), así como evidencias (registros fotográficos) de entrega de agua para consumo humano a los trabajadores del proyecto.

Puntos de monitoreo:

- Todo el proyecto (Trabajadores)

Método a utilizar:

- Revisión del informe de cumplimiento de los parámetros resultantes de los análisis físico-químicos y microbiológicos intermedios, inspecciones de campo.

Frecuencia de monitoreo:

- Diario.
- Los análisis físico-químico y microbiológicos deberán ser realizados y entregados a la supervisión del proyecto cada 4 meses, presentando el primero al iniciar la construcción del proyecto.

Responsabilidades del personal involucrado:

- Verificar que los trabajadores del proyecto posean agua para consumo humano en las cantidades necesarias para cada día.
- Verificar que el agua brindada a los trabajadores sea apta para consumo humano.

Recursos requeridos:

- Transporte y cámara fotográfica.

Interpretación del resultado:

- Personal dotado de agua para consumo humano en las cantidades requeridas.
- Agua brindada a los trabajadores apta para consumo humano.

Retroalimentación:

- Mejorar la dotación de acuerdo a lo requerido.
- Cambio de proveedor de agua apta para consumo humano que será comprobado por medio del resultado del análisis físico-químico y microbiológico intermedio indicado en la medida ambiental.

Inversiones estimadas:

- Son parte de las responsabilidades del ambientalista y especialista en higiene y seguridad, tanto de la empresa constructora como supervisora, por lo que no posee costo.

9.3.3.11 Medida Ambiental No. 13. Establecimiento de sanitarios portátiles en los frentes de trabajo.

Tipo de medida: Prevención.

Objetivos:

- Monitorear que el impacto de la generación de aguas residuales provenientes de desechos fisiológicos humanos se ha prevenido.

Descripción del monitoreo.

- El monitoreo consistirá en realizar recorridos de campo mediante los cuales se verifique la presencia de sanitarios portátiles tanto para hombres como para las mujeres, en las cantidades establecidas en el proyecto y que cada uno de los mismos posea las condiciones de limpieza adecuadas.

Parámetros de verificación e informes a presentar:

- Permiso ambiental de la empresa que dará el tratamiento a los sanitarios y el tratamiento de las aguas residuales.
- Número de sanitarios portátiles (para hombres y mujeres en forma desagregada) en los frentes de trabajo dotados de papel higiénico y basureros.
- Registro o bitácora de limpieza de los sanitarios.
- Control por medio de recibos de recepción de la limpieza de sanitarios.

En el informe mensual deberá presentarse el número de trabajadores laborando en el proyecto (desagregado por sexo), versus número de sanitarios portátiles presentes, así como el registro o bitácora de campo de la limpieza brindada a los mismos, incluyendo registro fotográfico.

Puntos de monitoreo:

- En todos los sitios del proyecto en donde exista actividades constructivas, incluyendo las unidades de apoyo.

Frecuencia de monitoreo:

- Monitoreo semanal.

Método a utilizar:

- Inspecciones visuales de campo, revisión de permiso ambiental.

Recursos requeridos:

- Transporte y cámara fotográfica.

Responsabilidades del personal involucrado:

- Asegurar la presencia de sanitarios portátiles tanto para hombres como para mujeres, en los sitios de las actividades constructivas del proyecto, que se encuentren en la relación de 1 sanitario por cada 20 trabajadores, dotados de papel higiénico y basurero, con el mantenimiento establecido.

Interpretación del resultado:

- Sanitarios provistos de papel higiénico, limpios y aguas tratadas fuera del proyecto.

Retroalimentación:

- Mejorar el monitoreo e informar el incumplimiento para la dotación de papel higiénico y la limpieza recomendada.

Inversiones estimadas:

- Son parte de las responsabilidades del ambientalista y especialista en higiene y seguridad, tanto de la empresa constructora como supervisora, por lo que no posee costo.

### 9.3.3.12 Medida Ambiental No. 14. Manejo de la escorrentía superficial

Tipo de medida: Prevención.

Objetivo:

Mediante las actividades de monitoreo se verificará la construcción y funcionamiento de las canaletas de drenaje y cajas de rebalse en la prevención de la erosión que pueda generar la escorrentía superficial del proyecto.

#### Descripción del monitoreo.

Por medio de las inspecciones de campo se verificará la presencia de canales de drenaje y cajas de rebalse en los sitios definidos como de mayor pendiente, constatando las retenciones de sedimentos que efectúen para la prevención de fenómenos erosivos.

#### Parámetros de verificación e informes a presentar:

- Canales de drenaje y cajas de rebalse construidos de acuerdo a los requerimientos establecidos y operando eficazmente (incluye limpiezas de sedimentos).

En el informe mensual deberán presentarse avances en la construcción de las obras estableciendo la ubicación de las mismas, limpieza de sedimentos y registro fotográfico.

#### Puntos de monitoreo:

- A lo largo de todo el proyecto.

#### Frecuencia de monitoreo:

- Durante la época de lluvias, debe ser por lo menos dos veces por semana.

#### Método a utilizar:

- Registro de la cantidad de canales de drenaje construidos de acuerdo a especificaciones técnicas.
- Registro de la cantidad de cajas de rebalse construidas de acuerdo a especificaciones técnicas.
- Registro de limpieza de sedimentos brindados tanto a los canales de drenaje como a las cajas de rebalse.

#### Recursos requeridos:

- Transporte y cámara fotográfica.

#### Responsabilidades del personal involucrado:

- Verificación de que los canales de drenaje y cajas de rebalse construidas y distribuidas en los sitios de mayor pendiente a lo largo del proyecto, efectúen las labores de retención de sedimentos.

#### Interpretación del resultado:

- Ausencia de indicios de generación de procesos erosivos y posibles cárcavas.

#### Retroalimentación:

- Aumentar el número y metraje de canaletas de drenaje y cajas de rebalse.

#### Inversiones estimadas:

- Son parte de las responsabilidades del ambientalista, tanto de la empresa constructora como supervisora, por lo que el monitoreo de esta medida no posee costo.

#### 9.3.3.13 Medida Ambiental No. 15. Plan de prevención ante hallazgos de sitios arqueológicos y culturales.

Tipo de medida: Prevención.

Objetivos:

Brindar monitoreo en las actividades de construcción del proyecto, respecto al hallazgo fortuito de sitios arqueológicos y culturales.

Descripción del monitoreo.

Monitorear durante la etapa de construcción, especialmente en las actividades que involucran movimientos de tierra, en caso de que se detecten hallazgos arqueológicos y culturales, que se realice el procedimiento que establece la resolución DA 183-2021, emitida por el Ministerio de Cultura (ver Apéndice 7).

Parámetros de verificación e informes a presentar:

- Número de hallazgos fortuitos.

En el informe mensual deberá presentarse una descripción de los hallazgos si procede.

Puntos de monitoreo:

- Corredor vial y unidades de apoyo.

Frecuencia de monitoreo:

- Cuando se informe hallazgos en los frentes de trabajo.

Método a utilizar:

- Registro de los hallazgos fortuitos.
- Informe de hallazgos fortuitos y registro fotográfico.

Recursos requeridos:

- Transporte y cámara fotográfica.

Responsabilidades del personal involucrado:

- Llevar a cabo el procedimiento que establece el Ministerio de Cultura por medio de la resolución DA 183-2021, al registrarse un hallazgo.

Interpretación del resultado:

- Proyecto limpio de hallazgos arqueológicos y culturales.

Retroalimentación:

- Informar a la Dirección de Patrimonio Natural (DNPC), sobre situaciones fortuitas para el procedimiento correspondiente.

Inversiones estimadas:

- Son parte de las responsabilidades del ambientalista, tanto de la empresa constructora como supervisora, por lo que el monitoreo de esta medida no posee costo.

9.3.3.14 Medida Ambiental No. 16. Obras preventivas de daños a la fauna.

Tipo de medida: Prevención y atenuación.

Objetivo:

Monitorear la minimización del impacto sobre la fauna y avifauna del proyecto.

Descripción del monitoreo.

El monitoreo consistirá en recorridos de campo en donde se constate que se están previniendo daños a la fauna de la zona, mediante la implementación de puntos de control durante la etapa de construcción y la colocación de señalización temporal preventiva o prohibitiva, así como la verificación de la ejecución de charlas a los trabajadores en donde se les sensibilice para no dañar a la fauna y la adecuación de estructuras de drenaje para pasos de fauna terrestre, verificando al final de la etapa de construcción la señalización vertical preventiva permanente para los usuarios del proyecto en la etapa de funcionamiento.

Parámetros de verificación e informes a presentar:

- Número de individuos capturados y liberados en sitios seguros, documentando nombre común, nombre científico, estado, tamaño, etc.
- Número de charlas brindadas al personal del proyecto.
- Número de señales temporales de prevención colocadas.
- Número de señales permanentes de prevención colocadas.
- Número de pasos de fauna terrestres adecuados.

En el informe mensual deberá presentarse el cumplimiento a los parámetros anteriores, respaldados con el registro fotográfico de la actividad.

Puntos de monitoreo:

- Durante la construcción deberá monitorearse la ejecución de 2 charlas mensuales sobre protección de la fauna, así como la colocación de 2 rótulos preventivos o prohibitivos sobre daños a la fauna, en cada uno de los frentes de trabajo.
- Deberá monitorearse que la adecuación de las 3 estructuras de drenaje para los pasos de fauna se realice en los sitios definidos en la medida ambiental y que las tuberías de drenaje especialmente en el tramo ubicado entre la estación 19+256 y la estación 28+321 sea utilizado por los reptiles.



- Al final de la etapa de construcción monitorear la colocación de 8 señales verticales permanentes sobre prevención de daños a la fauna dirigida a los usuarios del proyecto en la etapa de funcionamiento. Los puntos de ubicación serán las estaciones 14+000, 17+140, 20+500 y 25+800, siendo uno por sentido vial.

Frecuencia de monitoreo:

- Diario.

Método a utilizar:

- Registro de individuos capturados y liberados en sitios seguros, documentando nombre común, nombre científico, tamaño, estado, etc.
- Listado de participantes en las charlas de concientización.
- Lista de chequeo de señales de prevención temporales o permanentes colocadas.
- Lista de chequeo de pasos de fauna terrestre adecuados.

Recursos requeridos:

- Transporte y cámara fotográfica.

Responsabilidades del personal involucrado:

- Mantener el control de que la fauna no sea dañada por las actividades del proyecto.
- Verificar que la señalización sea colocada en los sitios definidos en la medida ambiental.
- Vigilar que la adecuación de los pasos de fauna terrestre se realice en los sitios definidos en la medida ambiental.

Interpretación del resultado:

- Fauna y avifauna no afectada por las actividades del proyecto.
- Señalización preventiva colocada y funcionando.
- Pasos de fauna funcionando.

Retroalimentación:

- Incrementar las medidas de vigilancia, dar mantenimiento o reparar los pasos de fauna dañados.

Inversiones estimadas:

- Son parte de las responsabilidades del ambientalista, tanto de la empresa constructora como supervisora, por lo que el monitoreo de esta medida no posee costo.

9.3.3.15 Medida Ambiental No. 17. Tratamiento a los taludes de corte para prevenir deslizamientos.

Tipo de medida: Prevención y atenuación.

#### Objetivos:

Brindar seguimiento a las labores de protección de los taludes de corte, tomando de base las especificaciones técnicas de la medida ambiental.

#### Descripción del monitoreo.

Verificar la implementación de la protección de los taludes de corte generados en el proyecto, con el material verde establecido (zacate barrenillo (*Cynodon dactylon*)), así como la presencia de drenajes de acuerdo a las especificaciones técnicas del diseño final de Ingeniería.

#### Parámetros de verificación e informes a presentar.

- Áreas de taludes con pendiente de diseño recomendada.
- Áreas de taludes cubiertos con suelo de descapote y zacate barrenillo.
- Áreas de taludes con obras de drenaje y subdrenaje según diseño.

En el informe mensual deben detallarse los avances en la protección de los taludes, agregando las áreas y registro fotográfico de la actividad.

Puntos de monitoreo: Todos los taludes de corte que se generen en el proyecto.

#### Frecuencia de monitoreo:

- Diario.

#### Método a utilizar:

- Registro de áreas de taludes conformados de acuerdo a pendientes de diseño final de Ingeniería.
- Registro de áreas de taludes cubiertos con suelo de descapote y zacate barrenillo, según especificaciones técnicas.
- Registro de área de taludes con obras de drenaje y subdrenaje según diseño final de ingeniería
- Respaldos fotográficos.

#### Responsabilidades del personal involucrado:

- Verificación semanal de los avances en la protección de los taludes de corte, de acuerdo a las especificaciones técnicas del material verde (zacate barrenillo (*Cynodon dactylon*)).

#### Recursos requeridos:

- Transporte y cámara fotográfica.

#### Interpretación del resultado.

- Taludes de corte con el drenaje, bermas, pendientes y protección con zacate barrenillo (*Cynodon dactylon*), según diseño final de Ingeniería.

#### Retroalimentación:

- Informar los taludes en malas condiciones para que sean reparados.

Inversiones estimadas:

- Son parte de las responsabilidades del ambientalista, tanto de la empresa constructora como supervisora, por lo que el monitoreo de esta medida no posee costo.

#### 9.3.3.16 Medida Ambiental No. 18. Revegetación del proyecto.

Tipo de medida: Prevención y atenuación.

Objetivo:

- Monitorear las actividades de mantenimiento de grama común y zacate vetiver en las zonas desnudas del proyecto.

Descripción del monitoreo.

Seguimiento a la protección de las zonas desnudas con el establecimiento de grama común y zacate vetiver, siguiendo las especificaciones técnicas de la medida ambiental.

Parámetro de verificación e informes a presentar:

- Áreas desnudas, cubiertas con suelo de descapote, grama común y zacate vetiver.

En el informe mensual deberán presentarse los avances registrados de las zonas protegidas y el registro fotográfico.

Puntos de monitoreo:

Zonas desnudas protegidas del proyecto, de acuerdo a lo establecido en la medida ambiental.

Frecuencia de monitoreo:

- Diario.

Método a utilizar:

- Registro de áreas cubiertas con suelo de descapote, grama común y zacate vetiver.
- Respaldo fotográfico.

Responsabilidades del personal involucrado:

- Monitorear el proceso de establecimiento del material verde y documentar el proceso.
- Seleccionar la grama común y el zacate vetiver a establecer, por sus buenas condiciones de sanidad y desarrollo, mediante visita a los viveros.

Recursos requeridos:

- Transporte, cámara fotográfica, cinta métrica.

Interpretación del resultado:

- Zonas protegidas contra la erosión de los suelos.

Retroalimentación:

- Reponer en los espacios en donde el material verde haya sufrido pérdidas.

Inversiones estimadas:

- Son parte de las responsabilidades del ambientalista, tanto de la empresa constructora como supervisora, por lo que el monitoreo de esta medida no posee costo.

### 9.3.3.17 Medida Ambiental No. 19. Construcción de pasarelas y paradas de buses.

Tipo de medida: Prevención.

Objetivos:

Seguimiento a la construcción de las pasarelas y paradas de buses que han sido requeridas por la población aledaña al proyecto.

Descripción del monitoreo.

Monitoreo para que la construcción de las 11 pasarelas y 24 paradas de buses (12 por sentido), propuestas se lleve a cabo en los sitios definidos.

Parámetros de verificación e informes a presentar:

- Pasarelas y paradas de buses construidas según las especificaciones técnicas de diseño.

En el informe mensual presentar los avances en la construcción de las pasarelas, incluyendo un registro fotográfico.

Puntos de monitoreo:

- Pasarelas (ver Tabla 240).

Tabla 240. Puntos donde las pasarelas y paradas de buses serán construidas en el proyecto.

Estación.	Sitio de referencia.
17+063	Paque Acuatico Los Chorros.
20+359	Entrada Colonia La Esperanza.
21+180	Frente a Cretosal e iglesia Tierra de Bendición.
21+767	Entre la Cuchilla y Poliedro.
22+440	Centro Escolar Cantón Las Moras.
22+861	Metrocentro Lourdes.
23+278	Frente a Zona Libre Export Salva.
23+846	Entrada Urbanización Miramontes.
24+738	Frente a Residencial Los Chorros.
26+847	Frente a Empresa ALMAP (Calle principal Caserío La Arenera)
27+524	Frente a Complejo Educativo Soldado Oscar Antonio Ortiz Reyes.

Fuente: Diseño final de Ingeniería.

- Paradas de buses: Sitios aledaños a la ubicación de las pasarelas.

Frecuencia de monitoreo:

- Deberá monitorearse cada 15 días, a partir del inicio de la construcción de las pasarelas y las paradas de buses.

Método a utilizar:

- Registro del número de pasarelas y paradas de buses construidas y registro fotográfico.

Responsabilidades del personal involucrado:

- Monitorear que las pasarelas y paradas de buses sean construidas en los sitios definidos en la medida ambiental.

Recursos requeridos:

- Transporte y cámara fotográfica.

Interpretación del resultado:

- Pasarelas y paradas de buses instaladas y funcionando.

Retroalimentación:

- Informar al residente de la obra si existen pasarelas y paradas de buses que no se han instalado para que sean tomadas en cuenta.

Inversiones estimadas:

- Son parte de las responsabilidades del Coordinador de la Oficina de Gestión Social y del Especialista en seguridad e higiene ocupacional en coordinación con el personal ambiental, tanto de la empresa constructora como supervisora, por lo que el monitoreo de esta medida no posee costo.

9.3.3.18 Medida Ambiental No. 20. Restauración de los accesos a propiedades privadas y caminos vecinales.

Tipo de medida: Compensación.

Objetivo:

Verificar que el impacto del proyecto relacionado con los accesos tanto a caminos vecinales como a las propiedades privadas sean minimizados, generando a la población usuaria mejores condiciones a las encontradas antes del impacto.

Descripción del monitoreo.

El monitoreo consistirá en verificar que los accesos a las propiedades aledañas a la traza y los caminos vecinales se mantengan en condiciones transitables en la etapa de construcción del proyecto y que durante la misma sean mejorados para mayor bienestar de los habitantes del área de influencia del mismo.

Parámetros de verificación e informes a presentar:

- Número de accesos funcionando durante la construcción del proyecto.
- Número de accesos mejorados durante la etapa de construcción.

Presentar en el informe mensual el avance registrado en los parámetros definidos, con su registro fotográfico.

Puntos de monitoreo:

- Todos los accesos aledaños a la traza y a las comunidades.

Frecuencia de monitoreo:

- Deberá monitorearse cada 15 días.

Método a utilizar:

- Registro del número de accesos funcionando durante la construcción del proyecto.
- Registro del número de accesos mejorados durante la etapa de construcción.

Responsabilidades del personal involucrado:

- Verificar que los accesos mejorados correspondan a los especificados en el diseño final de Ingeniería, llevando un control fotográfico de las condiciones antes de la intervención el cual será utilizado de referencia para efectos de comparación con el mejoramiento efectuado.

Recursos requeridos:

- Transporte y cámara fotográfica.

Interpretación del resultado:

- Accesos mejorados y funcionando.

Retroalimentación:

Informar al residente de la obra si existen accesos que no se han mejorado para tomarlos en cuenta.

Inversiones estimadas:

- Son parte de las responsabilidades del ambientalista, tanto de la empresa constructora como supervisora, por lo que el monitoreo de esta medida no posee costo.

9.3.3.19 Medida Ambiental No. 21. Manejo de las fuentes de agua (Planta de bombeo y acopios de agua).

Tipo de medida: Atenuación y compensación.

**Objetivo:**

Verificar que las fuentes de agua impactadas sean manejadas sin generar escasez del recurso a las comunidades que se abastecen de él.

**Descripción del monitoreo.**

El monitoreo consistirá en verificar que las comunidades que poseen el servicio de agua proveniente de las fuentes que resultarán impactadas por las labores de ampliación de la carretera, posean el abastecimiento asegurado.

**Parámetros de verificación e informes a presentar:**

- Número de fuentes de agua impactadas.
- Número de fuentes de agua brindando el servicio a las comunidades impactadas.
- Volumen de desechos sólidos retirados de la actividad de remoción de las estructuras de acopio de ambos sitios.

Presentar en el informe mensual el avance registrado en los parámetros definidos, con su registro fotográfico.

**Puntos de monitoreo:**

- Fuentes de agua identificadas.

**Frecuencia de monitoreo:**

- Diario.

**Método a utilizar:**

- Registro del número de fuentes de agua impactadas.
- Registro del número de fuentes de agua brindando el servicio a las comunidades impactadas.
- Registro del volumen de desechos sólidos retirados de la actividad de remoción de las estructuras de acopio de ambos sitios.
- Verificación de que las comunidades sean abastecidas de agua por medio de fuentes alternas de la ANDA.

**Responsabilidades del personal involucrado:**

- Verificar que las fuentes de agua estén brindando abastecimiento a las comunidades impactadas, llevando un control fotográfico de las condiciones antes de la intervención el cual será utilizado de referencia para efectos de comparación con el abastecimiento efectuado.

**Recursos requeridos:**

- Transporte y cámara fotográfica.

**Interpretación del resultado.**

- Comunidades abastecidas con agua potable.

**Retroalimentación:**

Informar al residente del proyecto, si existiese desabastecimiento de agua potable en las comunidades impactadas.

**Inversiones estimadas:**

- Son parte de las responsabilidades del ambientalista y especialista social, tanto de la empresa constructora como supervisora, por lo que el monitoreo de esta medida no posee costo.

**9.3.3.20 Medida Ambiental No. 22. Compensación ambiental.**

Tipo de medida: Compensación.

**Objetivos:**

Verificar las actividades a desarrollarse en las Áreas Naturales de San Lorenzo, San Andrés, Cráter del Volcán de San Salvador y Talcualuya.

**Descripción del monitoreo.**

Debido a la tala de los árboles y arbustos, la impermeabilización de nuevas áreas, las alteraciones al paisaje y a la fauna silvestre que efectuará el proyecto se vuelve necesario compensar estos impactos mediante la ejecución de diversas actividades en las Áreas Naturales Protegidas que maneja el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN).

**Parámetros de verificación e informes a presentar:**

- Número de metros lineales con replanteo, amojonamiento y cercado en las ANP San Lorenzo, San Andrés y Crater del Volcan de San Salvador.
- Número de los árboles adquiridos en cumplimiento a las especies recomendadas en las ANP San Lorenzo, Talcualuya y San Andrés.
- Número de árboles establecidos y en buenas condiciones en las ANP San Lorenzo, Talcualuya y San Andrés.

En el informe mensual deberá presentarse los avances en el cumplimiento de los parámetros, incluyendo registro fotográfico.

**Puntos de monitoreo:**

- Áreas Naturales de San Lorenzo, San Andrés, Cráter del Volcán de San Salvador y Talcualuya.

**Frecuencia de monitoreo:**

- La frecuencia deberá ser una vez por semana.



Método a utilizar:

- Lista de chequeo de los metros lineales con remediación, amojonamiento y cercado en las ANP San Lorenzo, San Andrés y Cráter del Volcán de San Salvador.
- Listas de chequeo del número de árboles adquiridos en cumplimiento a las especies recomendadas.
- Listas de chequeo del número de árboles establecidos y en buenas condiciones.

Responsabilidades del personal involucrado:

- Coordinar con el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) para que la ejecución de cada una de las actividades que involucra la medida ambiental se desarrolle de acuerdo con la especificación técnica.

Interpretación del resultado:

- Actividades de compensación ambiental desarrolladas y funcionando.

Retroalimentación:

- Realizar los ajustes de acuerdo a las especificaciones técnicas de cada una de las actividades a ejecutar en las Áreas Naturales Protegidas.

Recursos requeridos:

- Transporte y cámara fotográfica.

Inversiones estimadas:

- Son parte de las responsabilidades del ambientalista, tanto de la empresa constructora como supervisora, por lo que el monitoreo de esta medida no posee costo.

9.3.3.21 Medida Ambiental No. 23. Reinstalo de monumentos a difuntos.

Tipo de medida: Compensación.

Objetivos:

Brindar monitoreo tanto a la remoción como al reinstalo de los monumentos de los difuntos (personas que hayan fallecido en la traza), producto de accidentes.

Descripción del monitoreo.

El monitoreo consistirá en verificar que los monumentos existentes sean resguardados durante la construcción del proyecto y reinstalados al final de la misma en forma paralela a los sitios actuales.

Parámetros de verificación e informes a presentar:

- Número de monumentos removidos en perfecto estado.
- Número de monumentos reinstalados en perfecto estado.

Presentar en los informes mensuales correspondientes los avances realizados que incluyan los parámetros anteriores.

Puntos de monitoreo:

Estaciones 22+140 LD, 23+920 (Corredor central de la carretera), 24+420 LD y 28+180 LI, siendo ellos cruces de cemento y sobre la base del mismo material.

Frecuencia de monitoreo:

- Cada 15 días.

Método a utilizar:

- Registro de fichas elaboradas con registro fotográfico.

Recursos requeridos:

- Transporte y cámara fotográfica.

Responsabilidades del personal involucrado:

- Verificar que se haya informado a las municipalidades de Colón y San Juan Opico sobre la remoción y reinstalo de los monumentos.
- Dar seguimiento a la remoción de monumentos y traslado a las bodegas del plantel del proyecto, previa identificación de su lugar de ubicación (estacionamiento) y detalles de cada uno de los monumentos.
- Reubicación de monumentos a su sitio (paralelo a donde se encontraban), para que las familias sigan manteniendo sus rituales religiosos.

Interpretación del resultado:

- Monumentos reubicados en los sitios paralelos a los actuales.

Retroalimentación:

- Informar al gerente del proyecto tanto de la empresa constructora como a la supervisión sobre el incumplimiento para que se lleve a cabo como la medida ambiental lo establece.

Inversiones estimadas:

- Son parte de las responsabilidades del Coordinador de la Oficina de Gestión Social, tanto de la empresa constructora como supervisora, por lo que el monitoreo de esta medida no posee costo.

9.3.3.22 Medida Ambiental No. 24. Manejo ambiental del plantel.

Tipo de medida: Prevención, compensación y mitigación.

Objetivos: Verificación de la minimización de los impactos relacionados con las diferentes actividades que se llevarán a cabo en el plantel.

Descripción del monitoreo.

El monitoreo consistirá en verificar por medio de inspecciones de campo que el plantel cuente con el manejo adecuado de la seguridad, desechos sólidos comunes y peligrosos, así como las aguas residuales de tipo ordinario, según lo establecido en la medida ambiental.

Parámetros de verificación e informes a presentar:

- Permiso ambiental.
- Volúmenes de desechos sólidos comunes y peligrosos desalojados hacia sitios de disposición final.
- Bitácora de limpieza de los sanitarios.
- Número y frecuencia de limpieza de los sanitarios portátiles.

En el informe mensual deberá presentarse volúmenes de desechos desalojados y la bitácora de limpieza del sanitario portátil, incluyendo número y frecuencia de la misma.

Puntos de monitoreo:

- Plantel y sus diferentes unidades.

Frecuencia de monitoreo:

- Monitoreo semanal.

Método a utilizar:

- Registro de volúmenes de desechos sólidos y peligrosos depositados y/o entregados a empresas autorizadas.
- Bitácora de limpieza de los sanitarios portátiles y registro fotográfico.
- Inspección visual.

Recursos requeridos:

- Transporte y cámara fotográfica.

Responsabilidades del personal involucrado:

- Llevar a cabo las acciones que involucren un manejo ambientalmente adecuado del plantel, manejando los registros establecidos.

Interpretación del resultado:

- Plantel manejado adecuadamente y sin impactos sobre la salud pública, hidrología y atmosfera.

Retroalimentación:

- Llevar a cabo acciones específicas si se detecta algún impacto que no está siendo minimizado o corregido.

Inversiones estimadas:

- Son parte de las responsabilidades del Coordinador de Oficina de Gestión Ambiental y el Coordinador de la Oficina de Gestión Social, tanto de la empresa constructora como supervisora, por lo que el monitoreo de esta medida no posee costo.

9.3.3.23 Medida Ambiental No. 25. Manejo ambiental de los sitios de disposición final de material excedente.

Tipo de medida: Prevención, compensación y mitigación.

Objetivos: Verificación de la minimización de los impactos relacionados con la utilización de los sitios de disposición final de material excedente.

Descripción del monitoreo.

El monitoreo consistirá en inspecciones de campo y registros de cantidades depositadas en cada uno de los sitios de disposición final de material excedente con la finalidad de que sea utilizado adecuadamente de acuerdo a su capacidad. Las acciones a desarrollar estarán enfocadas al cumplimiento de las actividades que establece la medida ambiental.

Parámetros de verificación e informes a presentar:

- Permiso ambiental obtenido.
- Volúmenes de desechos sólidos depositados.
- Volúmenes de desechos peligrosos entregados a empresas autorizadas.
- Informe de resultados sobre densidades de compactación realizadas en el sitio.

En el informe mensual deberán presentarse los registros de las cantidades depositadas, resultados de la compactación y registro fotográfico.

Puntos de monitoreo:

Los sitios de disposición final propuestos se presentan a continuación:

- Cantera y relleno La Florida, ubicado en la estación 34+700 en dirección de la carretera que conduce a Jayaque, departamento de La Libertad, el cual consta de 48 mz y una capacidad disponible de un millón (1,000,000.00) de m<sup>3</sup>, con Resolución MARN-No. 3899-MOD-50-2020 aún vigente, a una distancia de aproximadamente 3.0 km del proyecto. El titular de este proyecto es el Licenciado Carlos Alberto Arriaza Mercadal.
- Propiedad de 17.50 mz, ubicada sobre el km 24.5 LD (estación 23+880 LI), aledaño a la carretera sentido Santa Ana-San Salvador, Cantón Lourdes, municipio de Colón, departamento de La Libertad, siendo el propietario el Arquitecto Jefferson Zepeda y cuenta con una capacidad disponible de quinientos mil (500,000) m<sup>3</sup>. El sitio no cuenta con permiso ambiental.

Frecuencia de monitoreo:

- Monitoreo semanal

Método a utilizar:

- Registro de volúmenes de desechos sólidos depositados.
- Registro de desechos peligrosos entregados con los respaldos de las empresas que reciben estos desechos.
- Registro de resultados de compactación con densímetro nuclear realizados.

Recursos requeridos:

- Transporte, cinta métrica y cámara fotográfica.

Responsabilidades del personal involucrado:

- Sitios de disposición final manejados de acuerdo a los requerimientos de la medida ambiental respectiva.

Interpretación del resultado:

- Sitios de disposición final de material excedente manejados adecuadamente de acuerdo a su capacidad.

Retroalimentación:

- Informar al residente del proyecto sobre depósitos fuera de las capacidades de los sitios de disposición final de material excedente para regular la actividad, de igual forma resultados de compactación por abajo del solicitado en la medida ambiental (90%).

Inversiones estimadas:

- Son parte de las responsabilidades del ambientalista, tanto de la empresa constructora como supervisora, por lo que no se ha considerado costo.

9.3.3.24 Medida Ambiental No. 26. Manejo ambiental de los bancos de materiales.

Tipo de medida: Prevención, mitigación y compensación.

Objetivos: Verificar que los bancos de materiales propuestos posean un manejo ambiental de acuerdo a lo establecido en la medida respectiva.

Descripción del monitoreo.

El monitoreo consistirá en la ejecución de inspecciones de campo, mediante las cuales se constatará el manejo ambiental que está recibiendo de acuerdo a lo establecido en la medida ambiental, es decir que posea buena rotulación tanto de entrada como de salida de camiones, puntos de encuentro, manejo de desechos sólidos comunes y manejo de aguas de tipo ordinario, recordando que cada uno de los bancos de materiales tiene su propio permiso ambiental de estricto cumplimiento por el propietario de cada uno de los mismos.

Parámetros de verificación e informes a presentar:

- Número de señales colocadas.
- Volumen de desechos sólidos comunes y peligrosos desalojados hacia el plantel o a disposición final.
- Número de limpiezas del sanitario portátil.
- Número de metros cúbicos de material utilizado de los bancos de préstamo.

En el informe mensual deberá presentarse volúmenes de desechos desalojados, bitácora de limpieza del sanitario portátil y registros de material utilizado.

Puntos de monitoreo:

- Banco de materiales: La Cantera S.A de C.V., ubicada en el cantón Tepeagua, municipio y departamento de La Libertad.
- Cantera Protersa S.A de C.V, localizada a 6 km del proyecto.
- Venta de tierra Dulce María, ubicado aproximadamente 950 m al norte del km 39 de la carretera CA-8, Cantón El Rosario, municipio de Armenia, departamento de Sonsonate.

Frecuencia de monitoreo:

- Cada 15 días.

Método a utilizar:

- Registro de señales colocadas.
- Registro de los volúmenes de desechos sólidos y peligrosos desalojados hacia el plantel o a disposición final.
- Registro o bitácora de limpieza del sanitario portátil.
- Registro de metros cúbicos de material utilizado de los bancos de préstamo.

Recursos requeridos:

- Transporte y cámara fotográfica.

Responsabilidades del personal involucrado:

- Que los bancos de materiales reciban un manejo ambiental de acuerdo a lo establecido en la medida respectiva.

Interpretación del resultado:

- Bancos de materiales con manejo ambiental adecuado.

Retroalimentación:

- Registrar las medidas aun no ejecutadas o incumplidas y reportarlas al residente del proyecto para su implementación inmediata.

Inversiones estimadas:

- Son parte de las responsabilidades del ambientalista y especialista en higiene y seguridad, tanto de la empresa constructora como supervisora, por lo que no se ha considerado costo.

#### 9.3.4 Cierre de la etapa de Construcción.

9.3.4.1 Medida Ambiental No. 27. Retiro del proyecto de cualquier instalación provisional, servicios utilizados, limpieza del corredor vial y unidades de apoyo, al finalizar la construcción del proyecto.

Tipo de medida: Atenuación.

Objetivos:

Verificar el retiro de cualquier instalación provisional, servicios utilizados, limpieza del corredor vial y unidades de apoyo al finalizar la etapa de construcción del proyecto.

Descripción del monitoreo.

Se verificará que al final de la etapa de construcción, el proyecto quede limpio de cualquier tipo de desecho tanto en la traza como en las unidades de apoyo y que toda la infraestructura provisional sea desalojada.

Parámetros de verificación e informes a presentar:

- Volumen de desechos sólidos comunes desalojados del proyecto.
- Volumen de desechos peligroso entregados a empresas autorizadas para la disposición final.

En el informe mensual deberá presentarse estos registros, los cuales deberán ser respaldados con fotografías de la actividad.

Puntos de monitoreo:

Corredor vial y unidades de apoyo.

Frecuencia de monitoreo:

- La frecuencia deberá ser diaria al ejecutarse la actividad.

Método a utilizar:

- Registro de la cantidad de desechos sólidos comunes y registro fotográfico.
- Registro del volumen de desechos peligrosos entregados a empresas autorizadas para la disposición final y registro fotográfico.

Recursos requeridos:

- Transporte y cámara fotográfica.

Responsabilidades del personal involucrado:

- Verificar la limpieza del corredor vial
- Verificar la limpieza y el manejo adecuado de los desechos de todas las unidades de apoyo.

Interpretación del resultado:

- Proyecto limpio en el cierre.

Retroalimentación:

- Levantar todo tipo de desechos que hayan quedado.

Inversiones estimadas:

- Son parte de las responsabilidades del Coordinador de la Oficina de Gestión Ambiental, Coordinador de la Oficina de Gestión Social y el especialista en seguridad e higiene ocupacional, de la empresa constructora y supervisora, por lo que el monitoreo de esta medida no posee costo.

### 9.3.5 Funcionamiento.

#### 9.3.5.1 Medida Ambiental No. 1. Mantenimiento por tres años del zacate barrenillo (*Cynodon dactylon*) plantado en los taludes de corte del proyecto.

Tipo de medida: Mitigación.

Objetivos: Verificar que las plantaciones realizadas con zacate barrenillo, estén recibiendo el mantenimiento recomendado según las especificaciones técnicas.

Descripción del monitoreo.

Al finalizar la etapa de construcción del proyecto, la empresa constructora deberá realizar las inspecciones a los sitios en donde se han protegido con zacate barrenillo para constatar que están recibiendo el mantenimiento establecido en las especificaciones técnicas.

Parámetros de verificación e informes a presentar:

- Número de fertilizaciones, limpieza de malezas, controles de plagas y enfermedades realizados de acuerdo a especificaciones técnicas.
- Número de riegos y volúmenes de agua aplicados.

La empresa constructora deberá presentar informe mensual al MOPT, describiendo el mantenimiento efectuado de acuerdo a las especificaciones técnicas.



Puntos de monitoreo:  
Corredor vial (Taludes de corte).

Frecuencia de monitoreo:

- Dos visitas al mes por 3 años.

Método a utilizar:

- Registro de las actividades de mantenimiento (fertilizaciones, limpiezas de malezas, controles de plagas y enfermedades).
- Registro de frecuencia de riego y volúmenes de agua aplicados.
- Registro fotográfico.

Recursos requeridos:

- Transporte y cámara fotográfica.

Responsabilidades del personal involucrado:

- Revegetación con zacate barrenillo recibiendo el mantenimiento establecido en la medida ambiental.

Interpretación del resultado:

- Material verde establecido con buen mantenimiento, cubriendo los espacios libres.

Retroalimentación:

- Mejorar el mantenimiento.

Inversiones estimadas:

- El costo se encuentra estimado en la medida ambiental respectiva.

9.3.5.2 Medida Ambiental No. 2. Mantenimiento por tres años de la revegetación realizada en el proyecto.

Tipo de medida: Mitigación.

Objetivos: Verificar que las plantaciones realizadas de grama común y zacate vetiver, estén recibiendo el mantenimiento recomendado según las especificaciones técnicas.

Descripción del monitoreo.

Al finalizar la etapa de construcción del proyecto, la empresa constructora deberá realizar las inspecciones a los sitios en donde se han protegido con grama común y zacate vetiver, para constatar que están recibiendo el mantenimiento establecido en las especificaciones técnicas.

Parámetros de verificación e informes a presentar:

- Número de fertilizaciones, limpiezas de malezas, controles de plagas y enfermedades, etc.
- Número de riegos y volúmenes de agua aplicados.

La empresa constructora deberá presentar informe mensual al MOPT, describiendo el mantenimiento efectuado de acuerdo a las especificaciones técnicas.

Puntos de monitoreo:

Zonas revegetadas con grama común y zacate vetiver en el proyecto.

Frecuencia de monitoreo:

- Dos visitas al mes por 3 años.

Método a utilizar:

- Registro de las actividades de mantenimiento (fertilizaciones, limpiezas de malezas, controles de plagas y enfermedades) realizadas.
- Registro de frecuencia de riego y volúmenes de agua aplicados.
- Registro fotográfico.

Recursos requeridos:

- Transporte y cámara fotográfica.

Responsabilidades del personal involucrado:

- Revegetación con grama común y zacate vetiver, recibiendo el mantenimiento establecido en la medida ambiental.

Interpretación del resultado:

- Material verde establecido con buen mantenimiento y cubriendo los espacios libres.

Retroalimentación.

- Mejorar el mantenimiento.

Inversiones estimadas:

- El costo se encuentra estimado en la medida ambiental respectiva.

9.3.5.3 Medida Ambiental No. 3. Mantenimiento de la compensación ambiental realizada en las áreas naturales protegidas.

Tipo de medida: Compensación.

Objetivos:

- Verificar que las plantaciones realizadas estén recibiendo el mantenimiento recomendado según las especificaciones técnicas.

#### Descripción del monitoreo.

Al finalizar la etapa de construcción del proyecto, la empresa constructora deberá realizar las inspecciones a la arborización realizada para constatar que están recibiendo el mantenimiento establecido en las especificaciones técnicas.

#### Parámetros de verificación e informes a presentar:

- Número de fertilizaciones, limpieza de malezas, podas, controles de plagas y enfermedades realizados.
- Número de árboles resembrados por pérdidas.
- Número de riegos y volúmenes de agua aplicados.

La empresa constructora deberá presentar informe mensual al MOPT, describiendo el mantenimiento efectuado a la plantación de acuerdo a las especificaciones técnicas.

#### Puntos de monitoreo:

- Áreas Naturales Protegidas de San Lorenzo, Talcualuya y San Andrés

#### Frecuencia de monitoreo:

- Dos visitas al mes por 3 años.

#### Método a utilizar:

- Registro de las actividades de mantenimiento (fertilizaciones, podas, limpiezas de malezas, controles de plagas y enfermedades).
- Registro de frecuencia de riego y volúmenes de agua aplicados.
- Registro de los árboles resembrados.
- Registro fotográfico.

#### Recursos requeridos:

- Transporte y cámara fotográfica.

#### Responsabilidades del personal involucrado:

- Arborización recibiendo el mantenimiento establecido en la medida ambiental.

#### Interpretación del resultado:

- Arborización con buen mantenimiento.

#### Retroalimentación:

- Mejorar el mantenimiento.

#### Inversiones estimadas:

- El costo se encuentra estimado en la medida ambiental respectiva.

#### 9.3.5.4 Medida Ambiental No. 4. Monitoreo del ruido en el proyecto.

Tipo de medida: Prevención.

Objetivo:

- Verificar que se lleven a cabo las mediciones de ruido y que estas se encuentren en los niveles permisibles previniendo afectaciones en la población aledaña del proyecto.

Descripción del monitoreo.

El monitoreo consistirá en verificar la ejecución de las mediciones de acuerdo a lo descrito en la medida ambiental, para que se lleven a cabo acciones si los niveles se encuentran fuera de los parámetros permisibles según la Ordenanza Municipal de Santa Tecla, utilizada como referente para el proyecto.

Parámetros de verificación e informes a presentar:

- Cantidad y frecuencia de los monitoreos efectuados.
- Informe de cumplimiento respecto a la Ordenanza Municipal mediante verificación de los resultados de cada una de las mediciones de ruido efectuadas.

El informe debe contener los resultados de la medición efectuada registrando los valores de los parámetros en los puntos en donde se encuentren fuera de los niveles permisibles para que el regulador nacional los tome en cuenta en las decisiones de país y registro fotográfico.

Puntos de monitoreo:

- Punto 1: Inicio del proyecto (estación 13+800 LI).
- Punto 2: Frente a turicentro Los Chorros (estación 17+100 LD).
- Punto 3: Ciudad de Colón (estación 19+400).
- Punto 4: Centro Escolar Cantón Las Moras (estación 22+480 LI).
- Punto 5: Batallón de Logística (estación 27+800 LI).

Frecuencia de monitoreo:

- Se realizará una (1) medición por año, por tres (3) años, durante la época seca y será tomada en tráfico normal, durante el transcurso de la mañana.

Método a utilizar:

- Registro de los resultados del análisis del monitoreo.
- Inspección visual de los monitoreos, incluyendo la revisión del cumplimiento de la Ordenanza Municipal de Santa Tecla.

Recursos requeridos:

- Transporte y cámara fotográfica.

Responsabilidades del personal involucrado:

- Verificar que el aparato de medición posea certificado de calibración vigente y que sean de primer nivel (profesionales).
- Acompañamiento en la ejecución de las mediciones a la empresa que las realizará.
- Brindarles seguimiento a los resultados obtenidos.

Interpretación del resultado:

- Niveles de ruido bajo los parámetros permisibles en cumplimiento a la Ordenanza Municipal de Santa Tecla, utilizada de referente para el proyecto.

Retroalimentación:

- Deberán registrarse los valores para la toma de decisiones cuando se lleven a cabo regulaciones a nivel de país.

Inversiones estimadas:

- Son parte de las responsabilidades de la empresa constructora, por lo que el monitoreo de esta medida no posee costo.

9.3.5.5 Medida Ambiental No. 5. Mantenimiento de los pasos de fauna terrestre, derramaderos y drenajes del proyecto.

Tipo de medida: Prevención.

Objetivo: Verificación del mantenimiento de los pasos de fauna terrestre, derramaderos y los drenajes del proyecto para su buen funcionamiento.

Descripción del monitoreo.

El monitoreo consistirá en verificar que se ejecuten actividades de mantenimiento de las obras que presenten deterioros, así como la limpieza de desechos sólidos que puedan generar obstrucciones, con la finalidad de prevenir problemas de paso en la fauna terrestre, así como acumulaciones de aguas lluvias en la carretera o problemas de erosión de suelos del proyecto y propiedades privadas vecinas al proyecto.

Parámetros de verificación e informes a presentar:

- Número de reparaciones realizadas a los pasos de fauna terrestre, derramaderos y drenajes del proyecto.
- Número de limpiezas de desechos sólidos efectuadas.

En informe mensual debe contener el número y registro de limpiezas y reparaciones realizadas a los pasos de fauna terrestre, derramaderos y drenajes, respaldadas con un registro fotográfico.

Puntos de monitoreo:

- Todo el proyecto, especialmente en la ubicación de los pasos de fauna terrestre, taludes y obras de drenaje mayor y menor.

Frecuencia de monitoreo:

- Mensual.

Método a utilizar:

- Registro de metros cuadrados de pasos de fauna terrestre.
- Registro de metros cúbicos de derramaderos y drenajes reparados.
- Registro de volúmenes de desechos sólidos recolectados.

Recursos requeridos:

- Transporte y cámara fotográfica.

Responsabilidades del personal involucrado:

- Verificar que los pasos de fauna terrestre, el drenaje y los derramaderos se encuentren limpios y en buen estado.

Interpretación del resultado:

- Pasos de fauna terrestre, derramaderos y drenajes limpios de obstrucciones y en buenas condiciones de funcionamiento.

Retroalimentación:

- Incrementar las verificaciones para subsanar las faltas de limpieza y los deterioros identificados.

Inversiones estimadas:

- Son parte de las responsabilidades de la empresa constructora durante el período que cubre la garantía de buena calidad de obra, por lo que el monitoreo de esta medida no posee costo.

En las Tablas 241 y 242, se presenta el cuadro resumen de aplicación del Plan de Monitoreo Ambiental, etapa de ubicación y construcción y etapa de funcionamiento y en la Tabla 243 y 244 el cronograma de ejecución del Programa de Manejo Ambiental, etapas de ubicación y construcción, así como la de funcionamiento y en las Tablas 245 y 246 el cronograma de monitoreo del Programa de Manejo Ambiental, etapas de ubicación y construcción, así como la de funcionamiento.

En el Apéndice 23, se presenta el plano de monitoreo de cada una de las medidas ambientales.

Tabla 241. Cuadro resumen de aplicación del Plan de Monitoreo Ambiental. Etapa de Ubicación y Construcción.

Etapa Ejecución.	Medidas Ambientales.	Parámetros de control a considerar.	Lugar o punto de Monitoreo.	Frecuencia del monitoreo.	Método a Utilizar.	Responsable del monitoreo.	Interpretación del Resultado.	Retroalimentación.	Referencia en el texto de la descripción del impacto.
PREPARACIÓN DE SITIO.	Medida No. 1. Instalación de la oficina de gestión ambiental del proyecto. (Prevención).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Oficina funcionando de acuerdo a requerimiento de la medida.</li> <li>Recurso humano y logístico completo.</li> <li>Oficina identificada.</li> </ul>	Oficina de gestión ambiental.	Semanal.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Registro del personal laborando de acuerdo a requerimiento.</li> <li>Registros fotográficos.</li> </ul>	Empresa contratista.	Oficina de gestión ambiental instalada y funcionando.	Realizar la solicitud oficial a la empresa constructora, si la oficina no se encuentra con el recurso humano y logístico para el normal funcionamiento.	Cuarto párrafo de la medida respectiva.
	Medida No. 2. Acopio del suelo vegetal para ser reutilizado durante las labores de revegetación del proyecto. (Atenuación).	<p>Volumen de material de descapote acopiado.</p> <p>Volumen de descapote reutilizado.</p>	<p>Frentes de trabajo durante la preparación de sitio.</p> <p>Sitios de acopio del suelo.</p>	Semanal.	<p>Registros de volúmenes acopiados con identificación de ubicaciones.</p> <p>Registros de volúmenes reutilizados con identificación de ubicaciones.</p> <p>Respaldos fotográficos.</p>	Empresa contratista y supervisora por medio del ambientalista, con el apoyo de otros profesionales de las empresas.	Suelo orgánico resguardado en los sitios establecidos y reutilizado para las zonas a revegetar.	Mejorar el monitoreo y la comunicación con el residente del proyecto para llevar a cabo la actividad como se ha establecido.	Cuarto párrafo de la medida respectiva.

**Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.**  
Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
Representante Legal.

Etapa Ejecución.	Medidas Ambientales.	Parámetros de control a considerar.	Lugar o punto de Monitoreo.	Frecuencia del monitoreo.	Método a Utilizar.	Responsable del monitoreo.	Interpretación del Resultado.	Retroalimentación.	Referencia en el texto de la descripción del impacto.
CONSTRUCCIÓN.	Medida Ambiental No. 3. Campaña de concientización ambiental para el proyecto. (Prevención y atenuación).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Número de trabajadores participando en las charlas.</li> <li>Número de estudiantes participando en las jornadas de capacitación.</li> <li>Número de personas participando en las jornadas de capacitación realizadas en las comunidades.</li> <li>Informe de las jornadas de capacitación realizadas en las escuelas y comunidades.</li> <li>Cantidad de material escrito entregado.</li> <li>Informe de las cantidades de material escrito entregado en las diversas charlas y jornadas de capacitación.</li> </ul>	Oficina de gestión ambiental y en cada una de las actividades desarrolladas en la campaña.	Semanal.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Registro de los trabajadores participando en las charlas.</li> <li>Registro de los estudiantes participando en las jornadas de capacitación.</li> <li>Registro de las personas participando en las jornadas de capacitación realizadas en las comunidades.</li> <li>Registro de material publicitario entregado.</li> </ul>	Empresa contratista y supervisora por medio del ambientalista, con el apoyo de otros profesionales de las empresas.	Personal que labora en el proyecto, así como la población aledaña al mismo deberá estar concientizados sobre la prevención de los daños que pueden sufrir los recursos ambientales con las diferentes actividades constructivas.	Incrementar las capacitaciones y charlas de concientización a las escuelas, comunidades y con los trabajadores, sobre la protección de los recursos ambientales para obtener mejores resultados.	Cuarto párrafo de la medida respectiva.
	Medida Ambiental No. 4. Establecimiento de medidas de seguridad vial. (Prevención).	<p>Personal usando equipo de protección personal.</p> <p>Proyecto con señalización vial adecuada.</p> <p>Número de accidentes de trabajadores del proyecto.</p>	Frentes de trabajo, así como las entradas y salidas del plantel y sitios de disposición final de material excedente y banco de materiales.	Diario.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Registro de equipo de protección personal entregado a los trabajadores.</li> <li>Registro de dispositivos adquiridos para la seguridad vial.</li> <li>Registro de accidentes de los trabajadores generados por el proyecto.</li> </ul>	Empresa contratista y supervisora por medio del ambientalista, con el apoyo de otros profesionales de las empresas.	Tráfico sin problemas y ausencia de accidentes provenientes de seguridad vial.	Mejorar la seguridad, mediante la incorporación de más banderilleros y señalización.	Cuarto párrafo de la medida respectiva.

**Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.**  
 Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
 Representante Legal.



Etapa Ejecución	Medidas Ambientales.	Parámetros de control a considerar.	Lugar o punto de Monitoreo.	Frecuencia del monitoreo.	Método a Utilizar.	Responsable del monitoreo.	Interpretación del Resultado.	Retroalimentación.	Referencia en el texto de la descripción del impacto.
CONSTRUCCIÓN.	Medida Ambiental No. 5. Plan de manejo de los riesgos laborales del proyecto. (Prevención).	Personal del proyecto utilizando equipo de protección personal. Número de charlas sobre protección de los recursos ambientales, brindadas a los trabajadores de los frentes de trabajo.	Trabajadores del proyecto.	Diario.	Registros de entrega de equipo de protección personal a los trabajadores e inspecciones de uso de equipo realizadas. Registro de charlas sobre protección de los recursos ambientales, brindadas en los frentes de trabajo. Respaldo fotográfico.	Empresa contratista y supervisora por medio del ambientalista, con el apoyo de otros profesionales de las empresas.	Personal dotado y usando el equipo de protección personal de acuerdo a las actividades en ejecución en el proyecto. Personal con conocimientos sobre medidas ambientales en desarrollo en el proyecto.	Incrementar el control en la dotación para que no exista personal sin el equipo de protección personal. Incrementar el número de charlas sobre protección de los recursos ambientales del proyecto.	Cuarto párrafo de la medida respectiva.
	Medida Ambiental No. 6. Monitoreo de la calidad de las aguas del río Los Chorros (quebrada El Guarumal o río Colón), río Belén, río Agua Amarilla y aguas acopiadas en piletas del sector Los Chorros, para prevenir alteraciones físicas, químicas y biológicas. (Prevención).	Cantidad y frecuencia de los monitoreos efectuados a los ríos. Informe de resultados de los análisis realizados y de cumplimiento de norma.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Río Los Chorros (estación 16+500 LI),</li> <li>Piletas de agua proveniente de fuentes subterráneas del turicentro Los Chorros (estación 16+780 LD),</li> <li>Zona del viaducto (estación 19+100),</li> <li>Río Colón (estación 21+240 LI),</li> <li>Río Belén (estación 23+540),</li> <li>Río Agua Amarilla (estación 25+360).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El primer monitoreo se llevará a cabo en el tercer mes de iniciado el proyecto.</li> <li>El segundo monitoreo se llevará a cabo a los diez (10) meses después de iniciada la etapa de construcción.</li> <li>El tercer monitoreo se llevará a cabo a los diecisiete (17) meses después de iniciado el proyecto.</li> </ul>	Registro de los resultados de los análisis del monitoreo de agua realizados.	Empresa contratista y supervisora por medio del ambientalista, con el apoyo de otros profesionales de las empresas.	Río Los Chorros (quebrada El Guarumal o río Colón), río Belén, río Agua Amarilla y aguas acopiadas en piletas del sector Los Chorros, sin alteraciones en sus aguas producto de las actividades del proyecto.	Mayor control sobre las actividades del proyecto relacionadas con la contaminación de los ríos y agua contenida en piletas ubicadas en el sector del turicentro Los Chorros.	Cuarto párrafo de la medida respectiva.

Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.  
Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
Representante Legal.

Etapa Ejecución	Medidas Ambientales.	Parámetros de control a considerar.	Lugar o punto de Monitoreo.	Frecuencia del monitoreo.	Método a Utilizar.	Responsable del monitoreo.	Interpretación del Resultado.	Retroalimentación.	Referencia en el texto de la descripción del impacto.
CONSTRUCCIÓN.	Medida Ambiental No. 7. Programa de mantenimiento de la maquinaria durante la etapa de construcción. (Prevención).	Número de mantenimientos preventivos realizados a la maquinaria del proyecto. Número de mantenimientos correctivos realizados a la maquinaria del proyecto.	Taller del plantel y maquinaria en campo.	Semanalmente.	Bitácora de mantenimiento preventivo de maquinaria y registro fotográfico. Bitácora de mantenimiento correctivo de maquinaria y registro fotográfico.	Empresa contratista y supervisora por medio del ambientalista, con el apoyo de otros profesionales de las empresas.	Maquinaria en buenas condiciones de combustión interna, así como condiciones mecánicas que permitan minimizar riesgos de accidentes.	Incrementar el monitoreo al mantenimiento recibido por la maquinaria o inclusive pedir su sustitución de ser necesario.	Cuarto párrafo de la medida respectiva.
	Medida Ambiental No. 8. Monitoreo de la calidad del aire (hidrocarburos (HC), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ), óxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> ) y dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )). (Prevención).	Cantidad y frecuencia de los monitoreos efectuados. Informe de resultados de las mediciones realizadas las cuales deberán cumplir con la Norma Salvadoreña de Calidad del Aire Ambiental.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Punto 1: Inicio del proyecto (estación 13 + 800).</li> <li>• Punto 2: Turicentro Los Chorros (17+050).</li> <li>• Punto 3: Zona de viaducto (estación 18+800).</li> <li>• Punto 4: Ciudad Colón (estación 19 + 400).</li> <li>• Punto 5: Centro escolar Las Moras (Estación 22 + 480).</li> <li>• Punto 6: Final del proyecto (Estación 27 + 800).</li> </ul>	Para todos los gases: La primera medición deberá realizarse durante el tercer mes de iniciado el proyecto, la segunda a las diez (10) meses y la tercera diecisiete (17) meses después del iniciado el proyecto.	Registro de los resultados de los análisis del monitoreo. Inspección visual de las mediciones, revisión de los resultados que se encuentran en los niveles permisibles.	Empresa contratista y supervisora por medio del ambientalista, con el apoyo de otros profesionales de las empresas.	Calidad del aire en los niveles permisibles según el proyecto de norma.	Realizar acciones correctivas en la maquinaria para que la calidad del aire se encuentre en los niveles permisibles.	Cuarto párrafo de la medida respectiva.
	Medida Ambiental No. 9. Monitoreo del ruido en el proyecto. (Prevención).	Cantidad y frecuencia de los monitoreos efectuados. Informe de cumplimiento de la Ordenanza mediante verificación de los resultados de cada una de las mediciones de ruido efectuadas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Punto 1: Inicio del proyecto (estación 13+800 LI).</li> <li>• Punto 2: Frente a turicentro Los Chorros (estación 17+100 LD).</li> <li>• Punto 3: Terreno de Finca Irlanda (viaducto) (estación 18+800).</li> <li>• Punto 4: Ciudad de Colón (estación 19+400).</li> <li>• Punto 5: Centro Escolar Cantón Las Moras (estación 22+480 LI).</li> <li>• Punto 6: Batallón de Logística (estación 27+800 LI).</li> </ul>	El primer monitoreo deberá realizarse a los tres (3) meses de iniciado el proyecto, el segundo a los diez (10) meses y el último a los diecisiete (17) meses, después de iniciado el proyecto.  Deberá realizarse en tráfico normal y durante el transcurso de la mañana.	Registro de los resultados del análisis del monitoreo. Inspección visual de los monitoreos, incluyendo la revisión del cumplimiento de Ordenanza utilizada de referente.	Empresa contratista y supervisora por medio del ambientalista, con el apoyo de otros profesionales de las empresas.	Niveles de ruido bajo los parámetros permisibles en cumplimiento a la Ordenanza Municipal de Santa Tecla, utilizada como referente para el proyecto.	Mejorar el mantenimiento de la maquinaria revisando que no existan daños en los escapes de las mismas.	Cuarto párrafo de la medida respectiva.

Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.  
Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
Representante Legal.

Anexo 16: Estudio de Impacto Ambiental - Pág. 666

Estudio de Factibilidad y diseño Final del Proyecto 7215:  
"Construcción de Viaducto y Ampliación de Carretera CA01W (Trazo los Chorros), entre autopista Monseñor Romero y CA01W; municipios de Santa Tecla, Colón y San Juan Opico, departamento de La Libertad"

Etapa Ejecución	Medidas Ambientales.	Parámetros de control a considerar.	Lugar o punto de Monitoreo.	Frecuencia del monitoreo.	Método a Utilizar.	Responsable del monitoreo.	Interpretación del Resultado.	Retroalimentación.	Referencia en el texto de la descripción del impacto.
CONSTRUCCIÓN.	Medida Ambiental No. 10. Programa de humectación y monitoreo del material particulado. (Prevención).	Número de riegos de agua de acuerdo a la especificación técnica de la medida ambiental.  Informe de cumplimiento de niveles permisibles de PM <sub>10</sub> y PM <sub>2.5</sub> , según la norma.	Todo el proyecto, con énfasis en los frentes de trabajo y unidades de apoyo.  Los puntos de medición de material particulado recomendados en la medida ambiental.	La inspección a nivel de campo deberá ser diariamente y debe inspeccionarse las mediciones a realizar, las cuales serán tres (3); La primera medición se llevará a cabo durante el tercer mes de iniciado el proyecto, la segunda a los diez (10) meses y la tercera a los diecisiete (17) meses después de iniciado el proyecto. El monitoreo de las mediciones deberá ser realizado en horas cercanas al mediodía y con tráfico normal.	Inspección visual de campo.  Registros o bitácora de ejecución de riegos de agua diarios en el proyecto.  Resultados de las mediciones de material particulado y cumplimiento de acuerdo a la norma.	Empresa contratista y supervisora por medio del ambientalista, con el apoyo de otros profesionales de las empresas.	Particulados en el proyecto bajo los niveles permisibles en cumplimiento del proyecto de Norma Salvadoreña de Calidad del Aire Ambiental.	Aumentar las humectaciones en el proyecto.	Cuarto párrafo de la medida respectiva.
	Medida Ambiental No. 11. Plan de manejo de desechos sólidos comunes y peligrosos en los frentes de trabajo. (Prevención).	Volumen de recolección diaria de los desechos sólidos comunes y peligrosos y traslado al plantel de acuerdo a la medida ambiental.  Desalojo de desechos sólidos comunes y peligrosos al sitio de disposición final autorizado por medio de las municipalidades del área de influencia del proyecto.	Todo el proyecto, con mayor énfasis en los frentes de trabajo y el sitio de acopio temporal ubicado en el plantel.	Dos veces por semana.	Registro de la recolección diaria de los desechos sólidos comunes y peligrosos y traslado al plantel de acuerdo a la medida ambiental.  Registro de los desalojos de los desechos sólidos comunes y peligrosos por empresas recicladoras y en última instancia al sitio de disposición final, por medio de las municipalidades del área de influencia del proyecto.  Inspección visual de campo.	Empresa contratista y supervisora por medio del ambientalista, con el apoyo de otros profesionales de las empresas.	Proyecto libre de desechos sólidos y peligrosos y manejados de acuerdo a la medida ambiental.	Mejorar la recolección de los desechos y la disposición a los sitios autorizados por el MARN, coordinando con las municipalidades del área de influencia del proyecto.	Cuarto párrafo de la medida respectiva.

Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.  
Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
Representante Legal.

Etapa Ejecución	Medidas Ambientales.	Parámetros de control a considerar.	Lugar o punto de Monitoreo.	Frecuencia del monitoreo.	Método a Utilizar.	Responsable del monitoreo.	Interpretación del Resultado.	Retroalimentación.	Referencia en el texto de la descripción del impacto.
CONSTRUCCIÓN.	Medida Ambiental No. 12. Dotación de agua potable para los trabajadores. (Prevención).	Informe del análisis físico-químico y microbiológico intermedio que garanticen al agua como de consumo humano.	Todo el proyecto (Trabajadores).	Dotación de agua para consumo a trabajadores debe ser diario.  Los análisis físico-químico y microbiológicos deberán ser realizados y entregados a la supervisión del proyecto cada 4 meses, presentando el primero al iniciar la construcción del proyecto.	Revisión del informe de cumplimiento de los parámetros resultantes del análisis físico-químico y microbiológico intermedio, inspecciones de campo.	Empresa contratista y supervisora por medio del ambientalista, con el apoyo de otros profesionales de las empresas.	Personal dotado de agua para consumo humano en las cantidades requeridas.  Agua brindada a los trabajadores apta para consumo humano.	Mejorar la dotación de acuerdo a lo requerido.  Cambio de proveedor de agua apta para consumo humano que será comprobado por medio del resultado del análisis físico-químico y microbiológico intermedio indicado en la medida ambiental.	Cuarto párrafo de la medida respectiva.
	Medida Ambiental No. 13. Establecimiento de sanitarios portátiles en los frentes de trabajo. (Prevención).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Permiso ambiental de la empresa que dará el tratamiento a los sanitarios y el tratamiento de las aguas residuales.</li> <li>Número de sanitarios portátiles (para hombres y mujeres en forma desagregada) en los frentes de trabajo, dotados de papel higiénico y basureros.</li> <li>Registro o bitácora de limpieza de los sanitarios.</li> <li>Control por medio de recibos de recepción de la limpieza de los sanitarios.</li> </ul>	En todos los sitios del proyecto en donde exista actividades constructivas, incluyendo las unidades de apoyo.	Semanal.	Inspecciones visuales de campo, revisión del permiso ambiental de la empresa que brindará el servicio.	Empresa contratista y supervisora por medio del ambientalista, con el apoyo de otros profesionales de las empresas.	Sanitarios provistos de papel higiénico, limpios y aguas tratadas fuera del proyecto.	Mejorar el monitoreo e informar el incumplimiento para la dotación de papel higiénico y la limpieza recomendada.	Cuarto párrafo de la medida respectiva.
	Medida Ambiental No. 14. Manejo de la escorrentía superficial. (Prevención).	Canales de drenaje y cajas de rebalse construidos de acuerdo a los requerimientos establecidos y operando eficazmente (incluye limpiezas de sedimentos).	A lo largo de todo el proyecto.	Dos veces por semana.	Registro de la cantidad de canales de drenaje construidos de acuerdo a especificaciones técnicas.  Registro de la cantidad de cajas de rebalse construidas de acuerdo a especificaciones técnicas.  Registro de limpieza de sedimentos brindados tanto a los canales de drenaje como a las cajas de rebalse.	Empresa contratista y supervisora por medio del ambientalista, con el apoyo de otros profesionales de las empresas.	Ausencia de indicios de generación de procesos erosivos y posibles cárcavas.	Aumentar el número y metraje de canaletas de drenaje y cajas de rebalse.	Cuarto párrafo de la medida respectiva.

Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.  
Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
Representante Legal.

Etapa Ejecución	Medidas Ambientales.	Parámetros de control a considerar.	Lugar o punto de Monitoreo.	Frecuencia del monitoreo.	Método a Utilizar.	Responsable del monitoreo.	Interpretación del Resultado.	Retroalimentación.	Referencia en el texto de la descripción del impacto.
CONSTRUCCIÓN.	Medida Ambiental No. 15. Plan de prevención ante hallazgos de sitios arqueológicos y culturales. (Prevención).	Número de hallazgos fortuitos.	Corredor vial y unidades de apoyo.	Cuando se informe hallazgos en los frentes de trabajo.	Registro de los hallazgos fortuitos. Informe de hallazgos fortuitos y registro fotográfico.	Empresa contratista y supervisora por medio del ambientalista, con el apoyo de otros profesionales de las empresas.	Proyecto limpio de hallazgos arqueológicos y culturales.	Informar a la Dirección de Patrimonio Cultural (DNPC), sobre situaciones fortuitas para el procedimiento correspondiente.	Cuarto párrafo de la medida respectiva.
	Medida Ambiental No. 16. Obras preventivas de daños a la fauna. (Prevención y atenuación).	Número de individuos capturados y liberados en sitios seguros, documentando nombre común, nombre científico, tamaño, estado, etc. Número de charlas brindadas al personal del proyecto. Número de señales temporales de prevención colocadas. Número de señales permanentes de prevención colocadas. Número de pasos de fauna terrestres adecuados.	Durante la construcción deberá monitorearse la ejecución de 2 charlas mensuales sobre protección de la fauna, así como la colocación de 2 rótulos preventivos o prohibitivos sobre daños a la fauna, en cada uno de los frentes de trabajo. Deberá monitorearse que la adecuación de las 3 estructuras de drenaje para los pasos de fauna se realice en los sitios definidos en la medida ambiental y que las tuberías de drenaje especialmente en el tramo ubicado entre la estación 19+256 y la estación 28+321 sea utilizado por los reptiles. Al final de la etapa de construcción monitorear la colocación de 8 señales verticales permanentes sobre prevención de daños a la fauna dirigida a los usuarios del proyecto en la etapa de funcionamiento. Los puntos de ubicación serán las estaciones 14+000, 17+140, 20+500 y 25+800, siendo uno por sentido vial.	Diario.	Registro de individuos capturados y liberados en sitios seguros, documentando nombre común, nombre científico, estado, tamaño, etc. Listado de participantes en las charlas de concientización. Lista de chequeo de señales de prevención temporales o permanentes colocadas. Lista de chequeo de pasos de fauna terrestre adecuados.	Empresa contratista y supervisora por medio del ambientalista, con el apoyo de otros profesionales de las empresas.	Fauna y avifauna no afectada por las actividades del proyecto. Señalización preventiva colocada y funcionando. Pasos de fauna terrestres funcionando.	Incrementar las medidas de vigilancia, dar mantenimiento o reparar los pasos de fauna dañados.	Cuarto párrafo de la medida respectiva.

**Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.**  
Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
Representante Legal.

Etapa Ejecución	Medidas Ambientales.	Parámetros de control a considerar.	Lugar o punto de Monitoreo.	Frecuencia del monitoreo.	Método a Utilizar.	Responsable del monitoreo.	Interpretación del Resultado.	Retroalimentación.	Referencia en el texto de la descripción del impacto.
CONSTRUCCIÓN.	Medida Ambiental No. 17. Tratamiento a los taludes de corte para prevenir deslizamientos. (Prevención y atenuación).	<p>Áreas de taludes con pendiente de diseño recomendada.</p> <p>Áreas de taludes cubiertos con suelo de descapote y zacate barrenillo.</p> <p>Áreas de taludes con obras de drenaje y subdrenaje según diseño.</p>	Todos los taludes de corte que se generen en el proyecto.	Diario.	<p>Registro de áreas de taludes conformados de acuerdo a pendientes de diseño final de Ingeniería.</p> <p>Registro de áreas de taludes cubiertos con suelo de descapote y zacate barrenillo, según especificaciones técnicas.</p> <p>Registro de áreas de taludes con obras de drenaje y subdrenaje según diseño final de ingeniería.</p> <p>Respaldos fotográficos.</p>	Empresa contratista y supervisora por medio del ambientalista, con el apoyo de otros profesionales de las empresas.	Taludes de corte con el drenaje, bermas, pendientes y protegidos con zacate barrenillo ( <i>Cynodon dactylon</i> ), según diseño final de Ingeniería.	Informar taludes que se han quedado en malas condiciones para que sean tomados en cuenta en el tratamiento.	Cuarto párrafo de la medida respectiva.
	Medida Ambiental No. 18. Revegetación del proyecto. (Prevención y atenuación).	Áreas desnudas del proyecto cubiertas con suelo de descapote, grama común y zacate vetiver.	Todas las zonas desnudas del proyecto.	Diario.	<p>Registro de áreas desnudas cubiertas con suelo de descapote, grama común y zacate vetiver.</p> <p>Respaldo fotográfico.</p>	Empresa contratista y supervisora por medio del ambientalista, con el apoyo de otros profesionales de las empresas.	Áreas desnudas protegidas contra la erosión de los suelos.	Reponer en los espacios en donde el material verde ha sufrido pérdidas.	Cuarto párrafo de la medida respectiva.

Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.  
 Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
 Representante Legal.

Etapa Ejecución	Medidas Ambientales.	Parámetros de control a considerar.	Lugar o punto de Monitoreo.	Frecuencia del monitoreo.	Método a Utilizar.	Responsable del monitoreo.	Interpretación del Resultado.	Retroalimentación.	Referencia en el texto de la descripción del impacto.
CONSTRUCCIÓN.	Medida Ambiental No. 19. Construcción de pasarelas y paradas de buses. (Prevención).	Pasarelas y paradas de buses, construidas según las especificaciones técnicas de diseño.	11 pasarelas y 24 paradas de buses (12 por sentido vial) a lo largo del proyecto.	Cada 15 días.	Registro del número de pasarelas y paradas de buses construidas y registro fotográfico.	Empresa contratista y supervisora por medio del ambientalista, con el apoyo de otros profesionales de las empresas.	Pasarelas y paradas de buses instaladas.	Informar al residente de la obra si existen pasarelas y paradas de buses que no se han instalado para que sean tomadas en cuenta.	Cuarto párrafo de la medida respectiva.
	Medida Ambiental No. 20. Restauración de los accesos a propiedades privadas y caminos vecinales. (Compensación).	Número de accesos funcionando durante la construcción del proyecto. Número de accesos mejorados durante la etapa de construcción.	Todos los accesos aledaños a la traza y a las comunidades.	Cada 15 días.	Registro del número de accesos funcionando durante la construcción del proyecto. Registro del número de accesos mejorados durante la etapa de construcción.	Empresa contratista y supervisora por medio del ambientalista, con el apoyo de otros profesionales de las empresas.	Accesos mejorados y funcionando.	Informar al residente de la obra si existen accesos que no se han mejorado para tomarlos en cuenta.	Cuarto párrafo de la medida respectiva.
	Medida Ambiental No. 21. Manejo de las fuentes de agua (Planta de bombeo y acopios de agua). (Atenuación y compensación).	Número de fuentes de agua impactadas. Número de fuentes de agua brindando el servicio a las comunidades impactadas. Volumen de desechos retirados de la actividad de remoción de las estructuras de acopio de ambos sitios.	Fuentes de agua identificadas.	Diario.	Registro del número de fuentes de agua impactadas. Registro del número de fuentes de agua brindando el servicio a las comunidades impactadas. Registro del volumen de desechos retirados de la actividad de remoción de las estructuras de acopio de ambos sitios. Verificación de que las comunidades sean abastecidas de agua por medio de fuentes alternas de la ANDA.	Empresa contratista y supervisora por medio del ambientalista, con el apoyo de otros profesionales de las empresas.	Comunidades abastecidas con agua potable.	Informar al residente si existiese desabastecimiento de agua potable en las comunidades impactadas.	Cuarto párrafo de la medida respectiva.

**Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.**  
Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
Representante Legal.

Etapa Ejecución	Medidas Ambientales.	Parámetros de control a considerar.	Lugar o punto de Monitoreo.	Frecuencia del monitoreo.	Método a Utilizar.	Responsable del monitoreo.	Interpretación del Resultado.	Retroalimentación.	Referencia en el texto de la descripción del impacto.
CONSTRUCCIÓN.	Medida Ambiental No. 22. Compensación ambiental. (Compensación).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Número de metros lineales con repanteo, amojonamiento y cercado en las ANP San Lorenzo, San Andrés y Cráter del Volcan de San Salvador.</li> <li>Número de los árboles adquiridos en cumplimiento a las especies recomendadas en las ANP San Lorenzo, Talcualuya y San Andrés.</li> <li>Número de árboles establecidos y en buenas condiciones en las ANP San Lorenzo, Talcualuya y San Andrés.</li> </ul>	Áreas Naturales Protegidas de San Lorenzo, San Andrés, Cráter del Volcán de San Salvador y Talcualuya.	Semanal	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lista de chequeo del número de metros lineales con replanteo, amojonamiento y cercado en las ANP San Lorenzo, San Andrés y Cráter del Volcán de San Salvador.</li> <li>Listas de chequeo del número de árboles adquiridos en cumplimiento a las especies recomendadas.</li> <li>Listas de chequeo del número de árboles establecidos y en buenas condiciones.</li> </ul>	Empresa contratista y supervisora por medio del ambientalista, con el apoyo de otros profesionales de las empresas.	Actividades de compensación ambiental desarrolladas y funcionando.	Realizar los ajustes de acuerdo a las especificaciones técnicas de cada una de las actividades a ejecutar en las Áreas Naturales Protegidas.	Cuarto párrafo de la medida respectiva.
	Medida Ambiental No. 23. Reinstalo de monumentos a difuntos. (Compensación).	<p>Número de monumentos removidos en perfecto estado.</p> <p>Número de monumentos reinstalados en perfecto estado.</p>	Estaciones 22+140 LD, 23+920 (Corredor central de la carretera), 24+420 LD y 28+180 LI, siendo ellos cruces de cemento y sobre la base del mismo material.	Cada 15 días.	Registro de fichas elaboradas con registro fotográfico.	Empresa contratista y supervisora por medio del ambientalista, con el apoyo de otros profesionales de las empresas.	Monumento reubicados en los sitios paralelos a los actuales.	Informar al gerente de proyecto tanto de la empresa constructora como a la supervisión sobre el incumplimiento para que se lleve a cabo como la medida ambiental lo establece.	Cuarto párrafo de la medida respectiva.
	Medida Ambiental No. 24. Manejo ambiental del plantel. (Prevención, compensación y mitigación).	<p>Permiso ambiental del sitio.</p> <p>Volúmenes de desechos sólidos comunes y peligrosos desalojados hacia sitios de disposición final.</p> <p>Bitácora de limpieza de los sanitarios.</p> <p>Número y frecuencia de limpieza de los sanitarios portátiles.</p>	Plantel y sus diferentes unidades.	Semanal.	<p>Registro de volúmenes de desechos sólidos y peligrosos depositados y/o entregados a empresas autorizadas.</p> <p>Bitácora de limpieza de los sanitarios portátiles y registro fotográfico.</p> <p>Inspección visual.</p>	Empresa contratista y supervisora por medio del ambientalista, con el apoyo de otros profesionales de las empresas.	Plantel manejado adecuadamente y sin impactos sobre la salud pública, hidrología y atmosfera.	Llevar a cabo acciones específicas si se detecta algún impacto que no está siendo minimizado o corregido.	Cuarto párrafo de la medida respectiva.

**Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.**  
Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
Representante Legal.



Etapa Ejecución	Medidas Ambientales.	Parámetros de control a considerar.	Lugar o punto de Monitoreo.	Frecuencia del monitoreo.	Método a Utilizar.	Responsable del monitoreo.	Interpretación del Resultado.	Retroalimentación.	Referencia en el texto de la descripción del impacto.
CONSTRUCCIÓN.	Medida Ambiental No. 25. Manejo ambiental de los sitios de disposición final de material excedente. (Prevención, compensación y mitigación).	Permiso ambiental del sitio.  Volúmenes de desechos sólidos depositados.  Volúmenes de desechos peligrosos entregados a empresas autorizadas.  Informe de resultados sobre densidades de compactación realizadas en el sitio.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cantera y relleno La Florida, ubicado en la estación 34+700 en dirección de la carretera que conduce a Jayaque, departamento de La Libertad.</li> <li>Propiedad de 17.50 m<sup>2</sup>, ubicada sobre el km 24.5 LD (estación 23+880 LI), aledaño a la carretera sentido Santa Ana-San Salvador, Cantón Lourdes, municipio de Colón, departamento de La Libertad.</li> </ul>	Semanal.	<p>Registro de volúmenes de desechos sólidos depositados.</p> <p>Registro de desechos peligrosos entregados con los respaldos de las empresas que reciben estos desechos.</p> <p>Registro de resultados de compactación con densímetro nuclear realizados.</p>	Empresa contratista y supervisora por medio del ambientalista, con el apoyo de otros profesionales de las empresas.	Sitios de disposición final de material excedente manejados adecuadamente de acuerdo a su capacidad.	Informar al residente del proyecto sobre depósitos fuera de las capacidades de los sitios de disposición final de material excedente para regular la actividad, de igual forma resultados de compactación por abajo del solicitado en la medida ambiental (90%).	Cuarto párrafo de la medida respectiva.
	Medida Ambiental No. 26. Manejo ambiental de los bancos de materiales. (Prevención, compensación y mitigación).	Número de señales colocadas.  Volumen de desechos sólidos comunes y peligrosos desalojados hacia el plantel o a disposición final.  Número de limpiezas del sanitario portátil.  Número de metros cúbicos utilizados de cada banco de materiales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Banco de materiales: La Cantera S.A de C.V., ubicada en el cantón Tepeagua, municipio y departamento de La Libertad.</li> <li>Cantera Protorsa S.A de C.V., localizada carretera a Jayaque.</li> </ul> <p>Venta de tierra Dulce María, ubicado aproximadamente 950 m al norte del km 39 de la carretera CA-8, Cantón El Rosario, municipio de Armenia, departamento de Sonsonate.</p>	Cada 15 días.	<p>Registro de señales colocadas.</p> <p>Registro de los volúmenes de desechos sólidos y peligrosos desalojados hacia el plantel o a disposición final.</p> <p>Registro o bitácora de limpieza del sanitario portátil.</p> <p>Registro del número de metros cúbicos utilizados de cada banco de materiales.</p>	Empresa contratista y supervisora por medio del ambientalista, con el apoyo de otros profesionales de las empresas.	Banco de materiales con manejo ambiental adecuado.	Registrar las medidas aun no ejecutadas o incumplidas y reportarlas al residente del proyecto para su implementación inmediata.	Cuarto párrafo de la medida respectiva.

**Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.**  
Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
Representante Legal.

Etapa Ejecución	Medidas Ambientales.	Parámetros de control a considerar.	Lugar o punto de Monitoreo.	Frecuencia del monitoreo.	Método a Utilizar.	Responsable del monitoreo.	Interpretación del Resultado.	Retroalimentación.	Referencia en el texto de la descripción del impacto.
<b>CIERRE.</b>	Medida Ambiental No. 27. Retiro del proyecto de cualquier instalación provisional, servicios utilizados, limpieza del corredor vial y unidades de apoyo, al finalizar la construcción del proyecto. (Atenuación).	Volumen de desechos sólidos comunes desalojados del proyecto.  Volumen de desechos peligrosos entregados a empresas autorizadas para la disposición final.	Corredor vial y unidades de apoyo.	Diario.	Registro de la cantidad de desechos sólidos comunes desalojados del proyecto y registro fotográfico.  Registro del volumen de desechos peligrosos entregados a empresas autorizadas para la disposición final y registro fotográfico.	Empresa contratista y supervisora por medio del ambientalista, con el apoyo de otros profesionales de las empresas.	Proyecto limpio en el cierre.	Levantar todo tipo de desechos que hayan quedado.	Cuarto párrafo de la medida respectiva.

**Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.**  
Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
Representante Legal.

Tabla 242. Cuadro resumen de aplicación del Plan de Monitoreo Ambiental. Etapa de Funcionamiento.

Etapa Ejecución	Medidas Ambientales.	Parámetros de control a considerar.	Lugar o punto de Monitoreo.	Frecuencia del monitoreo.	Método a Utilizar.	Responsable del monitoreo.	Interpretación del Resultado.	Retroalimentación.	Referencia en el texto de la descripción del impacto.
FUNCIONAMIENTO.	Medida Ambiental No. 1. Mantenimiento por tres años del zacate barrenillo ( <i>Cynodon dactylon</i> ) plantado en los taludes de corte del proyecto. (Mitigación).	Número de fertilizaciones, limpieza de malezas, controles de plagas y enfermedades realizadas de acuerdo a especificaciones técnicas. Número de riegos y volúmenes de agua aplicados.	Corredor vial (Taludes de corte).	Dos visitas al mes por 3 años.	Registro de las actividades de mantenimiento (fertilizaciones, limpiezas de malezas, controles de plagas y enfermedades). Registro de frecuencia de riego y volúmenes de agua aplicados. Registro fotográfico.	Empresa contratista y supervisora por medio del ambientalista, con el apoyo de otros profesionales de las empresas.	Material verde establecido con buen mantenimiento, cubriendo los espacios libres.	Mejorar el mantenimiento.	Cuarto párrafo de la medida respectiva.
	Medida Ambiental No. 2. Mantenimiento por tres años de la revegetación realizada en el proyecto. (Mitigación).	Número de fertilizaciones, limpiezas de malezas, controles de plagas y enfermedades, realizados. Número de riegos y volúmenes de agua aplicados.	Zonas revegetadas con grama común y zacate vetiver en el proyecto.	Dos visitas al mes por 3 años.	Registro de las actividades de mantenimiento (fertilizaciones, limpiezas de malezas, controles de plagas y enfermedades) realizados. Registro de frecuencia de riego y volúmenes de agua aplicados. Registro fotográfico.	Empresa contratista y supervisora por medio del ambientalista, con el apoyo de otros profesionales de las empresas.	Material verde establecido con buen mantenimiento, cubriendo los espacios libres.	Mejorar el mantenimiento.	Cuarto párrafo de la medida respectiva.
	Medida Ambiental No. 3. Mantenimiento de la compensación ambiental realizada en las áreas naturales protegidas. (Compensación).	Número de fertilizaciones, limpieza de malezas, podas, controles de plagas y enfermedades realizados. Número de árboles resembrados por pérdidas. Número de riegos y volúmenes de agua aplicados.	Áreas Naturales Protegidas de San Lorenzo, Talcualuya y San Andrés	Dos visitas al mes por 3 años.	Registro de las actividades de mantenimiento (fertilizaciones, podas, limpiezas de malezas, controles de plagas y enfermedades). Registro de frecuencia de riego y volúmenes de agua aplicados. Registro de los árboles resembrados. Registro fotográfico.	Empresa contratista y supervisora por medio del ambientalista, con el apoyo de otros profesionales de las empresas.	Arborización con buen mantenimiento.	Mejorar el mantenimiento.	Cuarto párrafo de la medida respectiva.

Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.  
Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
Representante Legal.

Etapa Ejecución	Medidas Ambientales.	Parámetros de control a considerar.	Lugar o punto de Monitoreo.	Frecuencia del monitoreo.	Método a Utilizar.	Responsable del monitoreo.	Interpretación del Resultado.	Retroalimentación.	Referencia en el texto de la descripción del impacto.
FUNCIONAMIENTO.	Medida Ambiental No. 4. Monitoreo del ruido del proyecto. (Prevención).	Cantidad y frecuencia de los monitoreos efectuados.  Informe de cumplimiento respecto a la Ordenanza Municipal de Santa Tecla mediante verificación de los resultados de cada una de las mediciones de ruido efectuadas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Punto 1: Inicio del proyecto (estación 13+800 LI).</li> <li>Punto 2: Frente a turicentro Los Chorros (estación 17+100 LD).</li> <li>Punto 3: Ciudad de Colón (estación 19+400).</li> <li>Punto 4: Centro Escolar Cantón Las Moras (estación 22+480 LI).</li> <li>Punto 5: Batallón de Logística (estación 27+800 LI).</li> </ul>	Se realizará una (1) medición por año, por tres (3) años, durante la época seca y será tomada en tráfico normal, durante el transcurso de la mañana.	Registro de los resultados del análisis del monitoreo.  Inspección visual de los monitoreos, incluyendo la revisión del cumplimiento de la Ordenanza Municipal de Santa Tecla.	Empresa contratista y supervisora por medio del ambientalista, con el apoyo de otros profesionales de las empresas.	Niveles de ruido bajo los parámetros permisibles en cumplimiento Ordenanza Municipal de Santa Tecla, utilizada de referente para el proyecto.	Deberán registrarse los valores para la toma de decisiones cuando se lleven a cabo regulaciones a nivel de país.	Cuarto párrafo de la medida respectiva.
	Medida Ambiental No 5. Mantenimiento de los pasos de fauna terrestre, derramaderos y drenajes del proyecto. (Prevención).	Número de reparaciones realizadas a los pasos de fauna terrestre, derramaderos y drenajes del proyecto.  Número de limpiezas de desechos sólidos efectuadas.	Todo el proyecto, especialmente en la ubicación de los pasos de fauna terrestre, taludes y obras de drenaje mayor y menor.	Mensual.	Registro de pasos de fauna terrestre, derramaderos y drenajes reparados.  Registro de volúmenes de desechos sólidos recolectados.	Empresa contratista y supervisora por medio del ambientalista, con el apoyo de otros profesionales de las empresas.	Pasos de fauna terrestre, derramaderos y drenajes limpios de obstrucciones y en buenas condiciones de funcionamiento.	Incrementar las verificaciones para subsanar las faltas de limpieza y los deterioros identificados.	Cuarto párrafo de la medida respectiva.

**Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.**  
Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
Representante Legal.

9.4 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DEL PMA.

Tabla 243. Cronograma de ejecución del Programa de Manejo Ambiental. Etapa de Ubicación y Construcción.

Etapa de Ejecución.	MEDIDA AMBIENTAL.	Tiempo de Ejecución del proyecto.																								VIGILANCIA (Años).			Monto estimado de la Medida Ambiental (US\$).
		MESES.																								1	2	3	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24				
Preparación de sitio.	Medida Ambiental No. 1. Instalación de la oficina de gestión ambiental del proyecto. (Prevención).	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█				Presupuesto de construcción.	
	Medida Ambiental No. 2. Acopio del suelo vegetal para ser reutilizado durante las labores de revegetación del proyecto. (Atenuación).	█	█	█	█	█																						Presupuesto de construcción.	
Construcción.	Medida Ambiental No. 3. Campaña de concientización ambiental del proyecto. (Prevención y atenuación).	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█			13,000.00	
	Medida Ambiental No. 4. Establecimiento de medidas de seguridad vial. (Prevención).	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█			Presupuesto de construcción.	
	Medida Ambiental No. 5. Plan de manejo de los riesgos laborales del proyecto. (Prevención).	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█			Presupuesto de construcción.	
	Medida Ambiental No. 6. Monitoreo de la calidad de las aguas del río Los Chorros (quebrada El Guarumal o río Colón), río Belén, río Agua Amarilla y aguas acopiadas en piletas del sector Los Chorros, para prevenir alteraciones físicas, químicas y biológicas. (Prevención).			█							█																	1,768.14	

Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.  
Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
Representante Legal.

Etapa de Ejecución.	MEDIDA AMBIENTAL	Tiempo de Ejecución del proyecto.																								VIGILANCIA (Años).			Monto estimado de la Medida Ambiental (US\$).
		MESES.																								1	2	3	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24				
Construcción.	Medida Ambiental No. 7. Programa de mantenimiento de la maquinaria durante la etapa de construcción. (Prevención).	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█				Incluido en el contrato de la maquinaria y equipo.
	Medida Ambiental No. 8. Monitoreo de la calidad del aire (hidrocarburos (HC), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO2), óxido de nitrógeno (NO2) y dióxido de azufre (SO2)). (Prevención).			█						█							█												8,510.76
	Medida Ambiental No. 9. Monitoreo del ruido en el proyecto. (Prevención).			█						█							█												1,499.40
	Medida Ambiental No. 10. Programa de humectación y monitoreo del Material Particulado. (Prevención).	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		381,107.30
	Medida Ambiental No. 11. Plan de manejo de desechos sólidos comunes y peligrosos en los frentes de trabajo. (Prevención).	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		8,552.26
	Medida Ambiental No. 12. Dotación de agua potable para los trabajadores. (Prevención).	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		Presupuesto de construcción.
	Medida Ambiental No. 13. Establecimiento de sanitarios portátiles en los frentes de trabajo. (Prevención).	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		153,970.00
	Medida Ambiental No. 14. Manejo de la escorrentía superficial. (Prevención).				█	█	█	█	█	█								█	█	█	█	█	█	█	█	█		3,780.00	

**Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.**  
 Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
 Representante Legal.

Etapa de Ejecución.	MEDIDA AMBIENTAL.	Tiempo de Ejecución del proyecto.																								VIGILANCIA (Años).			Monto estimado de la Medida Ambiental (US\$).	
		MESES.																								1	2	3		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24					
Construcción.	Medida Ambiental No. 15. Plan de prevención ante hallazgos de sitios arqueológicos y culturales. (Prevención).	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█				Deberán ser asumidos por la Dirección Nacional de Patrimonio Cultural (DNPC), con el apoyo de la empresa constructora.	
	Medida Ambiental No. 16. Obras preventivas de daños a la fauna. (Prevención y atenuación).	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█				3,408.08
	Medida Ambiental No. 17. Tratamiento a los taludes de corte para prevenir deslizamientos. (Prevención y atenuación).																													41,479.20
	Medida Ambiental No. 18. Revegetación del proyecto. (Prevención y atenuación).																													184,579.52
	Medida Ambiental No. 19. Construcción de pasarelas y paradas de buses. (Prevención).																													Presupuesto de construcción.
	Medida Ambiental No. 20. Restauración de los accesos a propiedades privadas y caminos vecinales. (Compensación).																													Presupuesto de construcción.
	Medida Ambiental No. 21. Manejo de las fuentes de agua (Planta de bombeo y acopios de agua). (Atenuación y compensación).	█	█	█	█	█																								2,200.00
	Medida Ambiental No. 22. Compensación ambiental. (Compensación).	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	345,425.63
	Medida Ambiental No. 23. Reinstalación de monumentos a difuntos. (Compensación).	█	█	█																										Presupuesto de construcción.

Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.  
 Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
 Representante Legal.





Tabla 244. Cronograma de ejecución del Programa de Manejo Ambiental. Etapa de Funcionamiento.

tapa de Ejecución.	MEDIDA AMBIENTAL.	Tiempo de Ejecución del proyecto.										VIGILANCIA (Años).			Monto estimado de la Medida Ambiental (US\$).	
		MESES.										1	2	3		
		1	2	.	.	.	.	.	.	.	24					
Funcionamiento.	Medida Ambiental No. 1. Mantenimiento por tres años del zacate barrenillo ( <i>Cynodon dactylon</i> ) plantados en los taludes de corte del proyecto. (Mitigación).														69,132.00	
	Medida Ambiental No. 2. Mantenimiento por tres años de la revegetación realizada en el proyecto. (Mitigación).														103,460.69	
	Medida Ambiental No. 3. Mantenimiento de la compensación ambiental realizada en las áreas naturales protegidas. (Compensación).														244,836.80	
	Medida Ambiental No. 4. Monitoreo del ruido del proyecto. (Prevención).														1,249.50	
	Medida Ambiental No. 5. Mantenimiento de los pasos de fauna terrestre, derramaderos y drenajes del proyecto. (Prevención).														Presupuesto de construcción	
<b>TOTAL.</b>																<b>418,678.99</b>

Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.  
 Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
 Representante Legal.







Etapa de Ejecución.	MEDIDA AMBIENTAL.	Actividades sujetas a monitoreo ambiental.	Tiempo de Ejecución del proyecto.																								VIGILANCIA (Años).			Frecuencia de monitoreo.	Costo estimado (US\$).
			MESES.																								1	2	3		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24					
Construcción.	Medida Ambiental No. 13. Establecimiento de sanitarios portátiles en los frentes de trabajo. (Prevención).	Colocación de sanitarios portátiles para hombres y mujeres en los frentes de trabajo (1 Sanitario portátil por cada 20 trabajadores, en forma desagregada por sexo).	█																											Semanal.	Sin costo, por ser parte de las responsabilidades del especialista en higiene y seguridad ocupacional y de los ambientalistas del proyecto.
		Mantenimiento y limpieza de los sanitarios portátiles.	█																												
	Medida Ambiental No. 14. Manejo de la escorrentía superficial. (Prevención).	Construcción de canales de drenaje y cajas de rebalse.				█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█				Dos veces por semana.	Sin costo por ser ejecutado por el personal del proyecto y de la oficina de gestión ambiental.	
		Limpieza de sedimentos de los canales de drenaje y de las cajas de rebalse.				█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█					
	Medida Ambiental No. 15. Plan de prevención ante hallazgos de sitios arqueológicos y culturales. (Prevención).	Atención e informe a supervisión de hallazgos fortuitos.	█																											De acuerdo a informe sobre hallazgos fortuitos.	Sin costo, por ser parte de las responsabilidades de los ambientalistas del proyecto.
		Informe sobre hallazgos fortuitos a la Dirección de Patrimonio Cultural del Ministerio de Cultura.	█																												
	Medida Ambiental No. 16. Obras preventivas de daños a la fauna. (Prevención y atenuación).	Colocación de rótulos temporales preventivos o prohibitivos sobre daños a la fauna y ejecución de charlas sobre protección a la fauna.	█																											Diario.	Sin costo por ser ejecutado por el personal del proyecto y de la oficina de gestión ambiental.
		Colocación de señales permanentes sobre prevención de daños a la fauna terrestre.																													
		Adecuación de estructuras de paso para fauna terrestre.	█																												

Licenciado Edgar Romeo Rodríguez Herrera.  
 Ministro de Obras Públicas y de Transporte.  
 Representante Legal.











## 9.6 PROPUESTA DE CIERRE DE OPERACIONES Y REHABILITACIÓN DEL SITIO (CUANDO PROCEDA).

El cierre de operaciones y la rehabilitación del sitio, no se aplica a un proyecto de autopistas debido a que el desarrollo poblacional muestra la necesidad de construcción de las mismas y no de cierre u abandono. Por el contrario, la existencia de autopistas, produce desarrollo a los municipios del área de influencia, por lo tanto, en el proyecto Estudio de Factibilidad y diseño Final del Proyecto 7215: “Construcción de Viaducto y Ampliación de Carretera CA01W (Tramos los Chorros), entre autopista Monseñor Romero y CA01W; municipios de Santa Tecla, Colón y San Juan Opico, departamento de La Libertad”, esta actividad no procede por su importancia económica y social.

## 9.7 PLAN DE CONTINGENCIA Y MANEJO AMBIENTAL.

### 9.7.1 Introducción.

Con la finalidad de tener control sobre las diferentes actividades que se llevarán a cabo en los frentes de trabajo, así como la protección de los trabajadores del proyecto y de la población aledaña se presenta el plan de contingencia y su manejo ambiental, el cual será aplicable en los frentes de trabajo y unidades de apoyo.

### 9.7.2 Objetivos.

- Identificar los posibles riesgos que pueden generar los diferentes frentes de trabajo.
- Proporcionar las medidas ambientales para afrontar cualquier tipo de emergencia o situación de riesgo al personal que labore en los diferentes frentes de trabajo y unidades de apoyo.

### 9.7.3 Desarrollo del plan de contingencia.

- Identificación de actividades potenciales de riesgos o amenazas en el proyecto.

Se han identificado varias actividades que pueden ocasionar riesgos o amenazas para la salud y la seguridad de los trabajadores y de la población aledaña al proyecto, así como al ambiente, siendo las siguientes:

- ✓ Etapa de construcción.
- Uso de maquinaria y equipo.
- Transporte de materiales.
- Manejo de combustible.
- Instalación de maquinaria y equipo.
- Excavaciones de todo tipo.
- Trabajos en altura, específicamente en la zona del viaducto, drenaje mayor y remoción de servicios públicos.

- Manejo de aguas residuales.
- Manejo de desechos sólidos comunes.
- Manejo de desechos peligrosos.
- ✓ Fase de Funcionamiento
- Tráfico vehicular.

#### 9.7.4 Identificación de Riesgos.

Se han identificado los posibles riesgos que pueden generarse por posibles fallas durante las etapas de construcción y funcionamiento, siendo los siguientes:

- Riesgos en seguridad.

Éstos pueden manifestarse como heridas, deslizamientos, caídas y otros daños al organismo como golpes, moretes, quemaduras, raspones, pérdidas de algún miembro, defunciones en una de las etapas del proyecto, los cuales se describen de la siguiente manera:

##### Etapa de construcción y funcionamiento.

**Uso de maquinaria y equipo:** La falta de mantenimiento y revisión periódica del equipo, vehículos y maquinaria, así como el uso de equipo en estado defectuoso pueden dar origen a accidentes o contingencias, incluyendo daños en la audición por ruido excesivo, principalmente en la etapa de construcción.

**Instalación de maquinaria y equipo:** Pueden generar accidentes en los trabajadores por falta de equipo de protección personal, principalmente en la etapa de construcción.

**Excavaciones de todo tipo:** Pueden generar accidentes laborales al no tenerse en cuenta la utilización de equipo de protección personal, principalmente en la etapa de construcción.

**Trabajos en altura, específicamente en el viaducto, drenaje mayor y remoción de servicios públicos:** Pueden generar accidentes laborales al no tenerse en cuenta la utilización de equipo de protección personal, principalmente en la etapa de construcción.

**Tráfico vehicular:** Puede generar accidentes de tránsito con otros vehículos o la población aledaña al proyecto, ocasionando golpes, pérdidas de miembros y hasta defunciones. En las dos etapas del proyecto.

**Manejo de combustible:** Puede generar accidentes en el plantel si no se atienden las recomendaciones del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, así como las del Ministerio de Economía.

- Riesgos para la Salud.

##### Etapa de Construcción.

Transporte de materiales: pueden originar enfermedades de tipo respiratorio al no ser cubierto con lona el material a transportar principalmente en la etapa de construcción.

Manejo de aguas residuales: Pueden convertirse en generadores de enfermedades por los vectores que se pueden desarrollar, perjudicando al personal del proyecto y población aledaña, tanto en etapa de construcción como funcionamiento.

Manejo de desechos sólidos comunes: Pueden convertirse en generadores de enfermedades por los vectores que se pueden desarrollar, perjudicando al personal del proyecto y población aledaña, tanto en etapa de construcción como funcionamiento.

- Riesgos para el ambiente.

Manejo de desechos peligrosos: Pueden generar contaminación del aire, agua y suelo, perjudicando al personal del proyecto y población aledaña, en la construcción.

Mantenimiento de maquinaria: Pueden generar contaminación del aire y suelo, perjudicando al personal del proyecto y población aledaña, especialmente en la etapa de construcción.

Tráfico vehicular: Puede generar daños a la fauna y avifauna del área de influencia del proyecto.

#### Evaluación de Riesgos.

La evaluación de riesgos como alternativa para reducir la incertidumbre se refiere a la administración de riesgos con alternativas económicas, tecnológicas y valores sociales, recursos de la empresa constructora deberá proveer para proteger la salud de los trabajadores del proyecto como de la población aledaña al área de influencia del mismo.

En la Tabla 247, se propone una escala para medir la magnitud de los riesgos identificados.

Tabla 247. Magnitud de la consecuencia de los riesgos identificados.

Frecuencia.	Catastrófica.	Alta.	Moderada.	Baja.
Frecuente (1 o + veces/año).	I	I	II	III
Periódica (1 vez en 5 años).	I	II	III	
Ocasional (1 vez en 1 década).	II	III	IV	IV
Remota (1 vez en la vida del proyecto).	III	IV	IV	IV

#### Código de Riesgo:

- I Crítico, II Indeseable, III Aceptable con controles, IV Aceptable.

#### Magnitud de la Consecuencia:

Catastrófica: Fallecimiento en el sitio, fallecimiento o heridas fuera del sitio.

Alta: Heridas en el sitio, accidente con pérdidas de tiempo, daños a la propiedad.

Moderada: Heridas reportadas en el sitio.

Baja: Problemas de operación, reporte del incidente, pérdidas mínimas.

En las diversas actividades que involucrará el proyecto y que presentan riesgos, pueden generarse emergencias clasificadas en riesgos moderados, que bajo la puesta en práctica de medidas ambientales y de seguridad se convierten en bajos.

9.7.5 Medidas ambientales incluidas en el Programa de Manejo Ambiental y en el cronograma de las medidas ambientales en respuesta a los riesgos identificados, en donde se describe ampliamente la ejecución de las mismas.

Con la finalidad de minimizar los riesgos anteriormente descritos, se han incluido en el Programa de Manejo Ambiental, las siguientes medidas ambientales:

Riesgos a la seguridad.

- Plan de mantenimiento de la maquinaria durante la etapa de construcción. Mediante la cual se minimizará el riesgo de accidentes, así como la prevención de generación de gases y ruidos fuera de los límites permisibles según la norma.
- Plan de manejo de riesgos laborales en el proyecto. Cada trabajador será dotado de equipo de protección de acuerdo a las actividades laborales incluyendo trabajos en altura.
- Medidas de seguridad vial. Incluyen la capacitación de banderilleros para el manejo del tráfico, así como la dotación de dispositivos de seguridad para el manejo del mismo, brindando recorridos seguros a usuarios de la carretera y en las unidades de apoyo.
- Manejo ambiental del plantel, el cual incluye lo relacionado con el manejo de los desechos sólidos comunes y peligrosos y el manejo del combustible será regulado por el permiso ambiental que brinda el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) y por la división de hidrocarburos del Ministerio de Economía, cuando se tramiten los permisos respectivos.

Riesgos a la salud.

- Programa de humectación y monitoreo del material particulado. Mediante el cual se realizan las acciones de prevención y control de particulados en el proyecto y de brindar las recomendaciones sobre el cubrimiento de los camiones transportadores de materiales en el área de influencia del proyecto.
- Implementación de sanitarios portátiles en los frentes de trabajo. Para que el manejo de las aguas residuales principalmente las provenientes de los trabajadores sean recolectadas por una empresa autorizada para tal fin y sean tratadas fuera del área de influencia del proyecto.
- Manejo de desechos sólidos comunes y peligrosos en los frentes de trabajo, manejo ambiental del plantel, manejo ambiental de los sitios de disposición final de material excedente y manejo ambiental de bancos de materiales. Las 4 medidas ambientales se encuentran encaminadas al manejo y desalojo de los desechos sólidos comunes y peligrosos en el proyecto.

### Riesgos para el ambiente.

- Manejo de desechos sólidos comunes y peligrosos en los frentes de trabajo, manejo ambiental del plantel, manejo ambiental de los sitios de disposición final de material excedente y manejo ambiental de bancos de materiales. Las 4 medidas ambientales se encuentran encaminadas al manejo y desalojo de los desechos sólidos comunes y peligrosos en el proyecto.
- Programa de humectación y monitoreo del material particulado. Mediante el cual se realizan las acciones de prevención y control de particulados en el proyecto para mantener la calidad del aire ambiental bajo norma.
- Monitoreo de ruido en seis puntos del proyecto. Para mantener la calidad ambiental del aire bajo la regulación existente.
- Monitoreo de la calidad del aire (hidrocarburos (HC), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)). Para mantener la calidad ambiental del aire bajo norma u ordenanzas de los municipios del área de influencia del proyecto.
- Plan de mantenimiento de la maquinaria durante la etapa de construcción. Mediante la cual se minimizará el riesgo de accidentes, así como la prevención de generación de gases y ruidos fuera de los límites permisibles según la norma.
- Obras preventivas de daños a la fauna. Pretende prevenir y minimizar riesgos de daños a la fauna y avifauna.
- Compensación ambiental, a realizar en las Áreas Naturales Protegidas, con la cual se remediarán los impactos que el proyecto vial realizará sobre los recursos ambientales.

## 10 BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez - Gómez, J.A., Martínez-Díaz, J.J. y Capote, R. Constraints from finite element modeling on the active tectonics of northern Central America and the Middle America Trench. Estados Unidos, 2008.
- Arboleda, Jorge y Zuluaga, Julio. «El Concepto de riesgo ambiental y su evaluación.» Empresas Públicas de Medellín, 2005: 100.
- Baxter, S. Mapa geomorfológico de El Salvador, 1:500 000. . San Salvador: Baxter, S., 2001.
- Bommer, J.J., Hernandez, D.A., Navarrete, J.A. y Salazar, W.M. «Seismic hazard assessments for El Salvador.» Geofisica Internacional, 1996.
- Canora, C., Villamor, P., Martínez-Díaz, J.J. Berryman, K.R., Álvarez-Gómez, J. A., Capote, R., y Hernández, W. «Paleoseismic analysis of the San Vicente segment of the El Salvador Fault Zone, El Salvador, Central America. Geologica Acta.» El Salvador, 2012.
- DeMets, Charles, Gordon, R.G. y Argus, D.F. «Geologically currente plate motions.» Geophysical Journal International, 2010.
- Ferrés, FD. Estratigrafía, geología y evaluación de peligros volcanicos del complejo volcanico de San Salvador. San Salvador: UNAM-MARN, 2014.
- Hernandez Panameño, P. Yanes Paredes, J. E. Seminario Taller sobre Evaluación de Impacto Ambiental. Asociación Salvadoreña de Ingenieros y Arquitectos. San Salvador: ASIA, 1993.
- Italtekná Italconult, Consorzio Salvador. Informe Vulcanológico. San Salvador: Dirección General del Servicio Nacional de Estudios Territoriales, 1988.
- JICA-SIECA. Manual de consideraciones técnicas hidrologicas e hidráulicas para la infraestructura via de Centroamérica. San Salvador: DAGGER, 2016.
- López J. Modificación del Método de Criterios Relevantes. Venezuela, 1997.
- MARN. Depresión tropical 12E/Sistema depresionario sobre El Salvador y otros eventos extremos del pacífico. San Salvador: MARN, 2011.
- MARN. Informe Nacional del Estado de los Riesgos y Vulnerabilidad. San Salvador: MARN, 2017.
- MARN. Memoria técnica para el mapa de susceptibilidades de deslizamientos de tierra en El Salvador. San Salvador: MARN, 2004.
- Ministerio de Medio Ambiente, 2006. Prescripciones Técnicas para el diseño de pasos de fauna y vallados. Madrid: Organismo Autónomo Parques Nacionales, 2006.
- Staller, Alejandra, Martínez-Díaz, J.J., Benito, B., Alonso-Henar, J., Hernández, D., Hernández-Rey, R., y Díaz, M. Present-day crustal deformation along the El Salvador Fault Zone from ZDESNet GPS network. Tectonophysics. Estados Unidos, 2016.
- VMVDU. Plan parcial de la región del Valle de San andres, municipio de San Juan Opico, Departamento de la Libertad. San Salvador: Viceministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano., 2008.

## 11 APÉNDICES.

- 11.1 HOJAS DE PRESTADORES DE SERVICIOS AMBIENTALES DEL PERSONAL CONSULTOR.
- 11.2 PLANOS DE CONJUNTO DEL PROYECTO.
- 11.3 NOTAS DE AUTORIZACIÓN FIRMADAS POR PROPIETARIOS DE TERRENOS PROPUESTOS PARA SITIOS DE DISPOSICIÓN FINAL DE MATERIAL EXCEDENTE PARA EL PROYECTO.
- 11.4 RESOLUCIONES MARN DE PERMISO AMBIENTAL DE BANCOS DE MATERIALES PROPUESTOS PARA EL PROYECTO.
- 11.5 NOTAS DE AUTORIZACIÓN FIRMADAS POR PROPIETARIOS DE TERRENOS PROPUESTOS PARA EL PLANTEL DEL PROYECTO.
- 11.6 INFORMES DE LAS CONSULTAS PÚBLICAS DESARROLLADAS EN EL PROYECTO.
- 11.7 RESOLUCIÓN DEL MINISTERIO DE CULTURA
- 11.8 RESOLUCIÓN DE PERMISO AMBIENTAL DE EMPRESA PROVEEDORA DE AGUA
- 11.9 FACTIBILIDADES MUNICIPALES DE RECOLECCIÓN DE DESECHOS SOLIDOS.
- 11.10 NOTA DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA SOBRE EL USO DEL SUELO DEL PROYECTO.
- 11.11 ESTUDIO GEOLOGICO.
- 11.12 CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE EQUIPO DE MEDICION DE CALIDAD AIRE AMBIENTAL.
- 11.13 ESTUDIO HIDROLOGICO E HIDRAULICO DEL PROYECTO.
- 11.14 RESULTADO DE MUESTREO CALIDAD DEL AGUA.
- 11.15 PLANO DE VEGETACION CON POTENCIAL IMPACTO.
- 11.16 INTERACCIONES DEL PROYECTO-RUTINA DE CÁLCULO.
- 11.17 PLANO DE UBICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES.
- 11.18 GUÍAS EDUCATIVAS DEL MARN.
- 11.19 PLANO DE PASOS DE FAUNA TERRESTRE.
- 11.20 PLANO TIPO DE PLANTEL (PROPUESTO).
- 11.21 PLANO TIPO DE SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL DE MATERIAL EXCEDENTE (PROPUESTO).
- 11.22 PLANOS DE MEDIDAS AMBIENTALES DEL PROYECTO.
- 11.23 PLANOS DE MONITOREO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO.