



DATOS GENERALES PARA INSTRUMENTOS AMBIENTALES

NUMERO DE EXPEDIENTE	
NOMBRE DEL PROYECTO	MEJORAMIENTO CARRETERA RD PETÉN 12 DEL TRAMO: LAS CRUCES-PUESTO FRONTERIZO BETHEL, PETÉN
FOLIOS AL MOMENTO DEL INGRESO	FOLIOS
TIPO DE PROYECTO	Carretera Departamental
TIPO DE ACTIVIDAD QUE VA A DESARROLLARSE EN EL PROYECTO TERMINADO O EN OPERACIÓN	Circulación vehicular
DIRECCIÓN EXACTA DEL PROYECTO	Ruta departamental Las Cruces-Bethel, Municipio Las Cruces, Petén.
NOMBRE DE LA EMPRESA O RAZÓN SOCIAL	Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda
NOMBRE DEL REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA INDIVIDUAL	
NUMERO DE DPI DEL REPRESENTANTE LEGAL	
DIRECCIÓN PARA RECIBIR NOTIFICACIONES	Finca Nacional La Aurora, salón No. 7 zona 13.
NÚMERO TELEFÓNICO	2209-9100
NÚMERO DE NIT	244368-6
MONTO ESTIMADO DE INVERSIÓN DEL PROYECTO EN Q.	Q. 235,221,203.53
NÚMERO DE EMPLEOS QUE VA A GENERAR EN LA FASE DE CONSTRUCCIÓN	125
FOLIO DE LA LOCALIZACIÓN DEL ÁREA PROTEGIDA DENTRO DEL ESTUDIO	No aplica
FUENTE DE ABASTECIMIENTO DE AGUA	Afluentes locales
FOLIO DE LOS COSTOS DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
CONSULTOR QUE REALIZÓ EL ESTUDIO Y No. DE LICENCIA MARN	Ligia Maritza Fuentes Orozco Licencia MARN 923 B Ing. Erika Paola del Cid Licencia MARN 648 B
Coordenadas UTM (Universal Transverse de Mercator Datum WGS84) (huso 15Q)	Coordenadas Geográficas Datum WGS84
(huso 15Q) Inicio de tramo 1844567.9 m N; 782924.11 m E Final del tramo 1858723.1 m N; 732311.27 m E	LONGITUD LATITUD 90°20'50.86"O 16°40'0.23"N 90°49'12.91"O 16°48'0.49"N

1 ÍNDICE

1.1 ÍNDICE GENERAL

1 ÍNDICE	2
1.1 ÍNDICE GENERAL	2
1.2 INDICE DE TABLAS.....	10
1.3 ÍNDICE DE FIGURAS.....	11
2 RESUMEN EJECUTIVO DEL ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	13
2.1 INTRODUCCIÓN	13
2.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	14
2.3 AREA DE INFLUENCIA.....	15
2.4 IMPACTOS DEL PROYECTO AL AMBIENTE.....	15
2.5 PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL	16
2.6 COMPROMISOS AMBIENTALES.....	16
3 INTRODUCCIÓN	17
4 INFORMACIÓN GENERAL	20
4.1 DOCUMENTACIÓN LEGAL	20
4.2 INFORMACIÓN SOBRE EL EQUIPO PROFESIONAL QUE ELABORÓ EL EIA.....	20
4.2.1 Grupo de Trabajo	20
5 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	21
5.1 SÍNTESIS GENERAL DEL PROYECTO	21
5.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO ...	28
5.3 ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA (AID).....	30
5.4 ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA (AII).....	31
5.5 UBICACIÓN POLÍTICO – ADMINISTRATIVA.....	32
5.6 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO, OBRA, INDUSTRIA O	

ACTIVIDAD Y SUS ALTERNATIVAS	33
5.7 ÁREA ESTIMADA DEL PROYECTO	34
5.8 ACTIVIDADES A REALIZAR EN CADA FASE DE DESARROLLO DEL PROYECTO Y TIEMPOS DE EJECUCIÓN.....	34
5.8.1 <i>Flujograma de actividades</i>	34
5.8.2 <i>Fase de construcción</i>	34
5.8.2.1 Infraestructuras a desarrollar	35
5.8.2.2 Equipo y maquinaria utilizada	40
5.8.2.3 Movilización de transporte y frecuencia de movilización	40
5.8.3 <i>Fase de operación</i>	41
5.8.3.1 Infraestructura a desarrollar.....	41
5.8.3.2 Equipo y maquinaria.....	41
5.8.3.3 Flujo vehicular y frecuencia de movilización esperada	42
5.9 SERVICIOS BÁSICOS	42
5.9.1 <i>Abastecimiento de Agua</i>	42
5.9.2 <i>Drenaje de aguas servidas y pluviales</i>	43
5.9.3 <i>Energía eléctrica</i>	43
5.9.4 <i>Vías de acceso</i>	43
5.9.5 <i>Transporte público</i>	44
5.9.6 <i>Otros</i>	44
5.9.7 <i>Mano de obra</i>	44
5.9.7.1 Durante la construcción	44
5.9.7.2 Durante la operación	44
5.9.8 <i>Campamentos</i>	45
5.10 MATERIAS PRIMAS Y MATERIALES A UTILIZAR.....	45
5.10.1 <i>Etapas de construcción y operación</i>	45
5.10.2 <i>Inventario y manejo de sustancias químicas, tóxicas y peligrosas</i>	48
5.11 MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS (SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y GASEOSOS)	49
5.11.1 <i>Fase de construcción</i>	49

5.11.1.1	Desechos sólidos, líquidos (incluyendo drenajes) y gaseosos	49
5.11.1.2	Manejo de los desechos	50
5.11.1.3	Desechos tóxicos peligrosos	51
5.11.1.4	Manejo de los desechos líquidos	52
5.11.1.5	Tratamiento y posibles gestores para los desechos generados.....	52
5.11.2	Fase de operación	53
5.11.2.1	Desechos Sólidos, líquidos (incluyendo drenajes) y gaseosos	53
5.11.2.2	Desechos tóxicos peligrosos	54
5.12	CONCORDANCIA CON EL PLAN DE USO DEL SUELO	54
6	DESCRIPCIÓN DEL "MARCO LEGAL (JURÍDICO)"	54
6.1	CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA	54
6.2	DECRETO LEY 68-86. CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA.	55
6.3	DECRETO LEY 95-2000. CONGRESO DE LA REPÚBLICA, CREACIÓN DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES.....	56
6.3.1	Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental. Acuerdo Gubernativo No. 137-2016.	56
6.3.2	Listado taxativo de proyectos, obras, industrias o actividades. Acuerdo ministerial no.199-2016.....	56
6.4	CÓDIGO DE SALUD. DECRETO 90-97; CAPITULO IV, SALUD Y AMBIENTE. SECCIÓN 1. CALIDAD AMBIENTAL. DEL CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA.....	57
6.5	CÓDIGO MUNICIPAL Y REGLAMENTACIONES MUNICIPALES.	58
6.6	CÓDIGO DE TRABAJO Y SU REGLAMENTO.	58
6.7	REGLAMENTO DE LAS DESCARGAS Y REUSO DE AGUAS RESIDUALES Y DE LA DISPOSICIÓN DE LODOS	58
6.8	DECRETO LEGISLATIVO 26-97 (MODIFICADO POR EL DECRETO 81-98) DEL CONGRESO DE LA REPÚBLICA.....	59
6.9	ACUERDO 4-89, LEY DE ÁREAS PROTEGIDAS	59
6.10	MANUAL CENTROAMERICANO DE NORMAS AMBIENTALES PARA EL DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE CARRETERAS.....	59

6.11	ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS Y Puentes	60
7	MONTO GLOBAL DE LA INVERSIÓN	61
8	DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE FÍSICO.....	61
8.1	GEOLOGÍA	61
8.1.1	Aspectos geológicos regionales.....	61
8.1.2	Aspectos geológicos locales.....	62
8.1.2.1	Unidad de Suelo Residual.....	62
8.1.2.2	Unidad de Relieve Ondulado.....	63
8.1.2.3	Unidad de rocas Plegadas.	64
8.1.3	Caracterización geotécnica	65
8.1.3.1	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE LABORATORIO.....	65
8.1.4	Bancos de materiales.....	66
8.2	GEOMORFOLOGÍA	67
8.3	SUELOS	68
8.4	CLIMA.....	68
8.5	HIDROLOGÍA	69
8.6	CALIDAD DEL AIRE.....	71
8.6.1	Ruido y vibraciones.....	71
8.6.2	Olores.....	74
8.6.3	Fuentes de radiación.....	74
8.7	AMENAZAS NATURALES	74
8.7.1	Amenaza sísmica	75
8.7.2	Amenaza volcánica	77
8.7.3	Movimientos en masa	77
8.7.4	Erosión	77
8.7.5	Inundaciones.....	77
8.7.6	Otros	78
8.7.7	Susceptibilidad	78

9	DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE BIÓTICO	78
9.1	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA	79
9.2	FAUNA.....	80
9.2.1	<i>Mamíferos.....</i>	<i>80</i>
9.2.2	<i>Aves</i>	<i>84</i>
9.2.3	<i>Anfibios y reptiles</i>	<i>95</i>
9.2.4	<i>Peces.....</i>	<i>102</i>
9.3	FLORA	105
9.4	ÁREAS PROTEGIDAS Y ECOSISTEMAS FRÁGILES	109
9.4.1	<i>Áreas protegidas.....</i>	<i>109</i>
9.4.2	<i>Ecosistemas frágiles.....</i>	<i>111</i>
10	DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL	114
10.1	CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN DEL MUNICIPIO.....	114
10.1.1	<i>Antecedentes históricos y demográficos</i>	<i>114</i>
10.1.2	<i>Empleo</i>	<i>115</i>
10.1.3	<i>Mercadeo y condiciones del entorno</i>	<i>116</i>
10.1.4	<i>Servicios financieros</i>	<i>117</i>
10.1.5	<i>Transporte</i>	<i>118</i>
10.1.6	<i>Comunicación telefónica.....</i>	<i>118</i>
10.1.7	<i>Población</i>	<i>118</i>
10.1.8	<i>Población por sexo y área</i>	<i>119</i>
10.1.9	<i>Educación</i>	<i>119</i>
10.1.10	<i>Seguridad ciudadana</i>	<i>120</i>
10.1.11	<i>Vivienda.....</i>	<i>120</i>
10.1.12	<i>Drenajes y tratamiento de aguas servidas.....</i>	<i>120</i>
10.1.13	<i>Energía eléctrica.....</i>	<i>121</i>
10.1.14	<i>Servicio de agua.....</i>	<i>121</i>
10.1.15	<i>Cementerios.....</i>	<i>121</i>
10.2	METODOLOGÍA DE PARTICIPACIÓN PÚBLICA DEL PROYECTO	121

10.2.1	<i>Datos recabados "in situ" acerca de la población</i>	122
10.3	DESPLAZAMIENTO Y/O MOVILIZACIÓN DE COMUNIDADES	125
10.4	DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE CULTURAL	125
10.4.1	<i>Patrimonio arqueológico</i>	125
10.4.2	<i>Valor histórico</i>	125
10.4.3	<i>Valor antropológico</i>	125
10.5	PAISAJE	126
10.6	AREAS SOCIALMENTE SENSIBLES Y VULNERABLES	126
11	SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS	127
11.1	ALTERNATIVAS CONSIDERADAS	127
11.2	ALTERNATIVA SELECCIONADA.....	129
12	IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES Y DETERMINACIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN	129
12.1	IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	130
12.1.1	<i>Acciones del proyecto susceptible de provocar impacto ambiental.</i>	130
12.1.2	<i>Identificación de los elementos del medio afectados.</i>	130
12.2	ANÁLISIS DE IMPACTOS	130
12.3	IDENTIFICACIÓN DE LAS ACCIONES IMPACTANTES DE CADA ACTIVIDAD	131
12.4	FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS	135
12.4.1	<i>Comparación y jerarquización de los impactos</i>	136
12.5	ANÁLISIS DE IMPACTOS	140
	Análisis de Impactos de la Etapa de Construcción	140
	Análisis de Impactos de la Etapa de Operación	146
	Análisis de Impactos Específicos en el Medio Antrópico	147
13	PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL (PGA)	148
13.1	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AMBIENTALES –ETAS-:.....	148
13.1.1	<i>ETA1: Contratación de un profesional del ambiente para Supervisor Ambiental</i>	148

13.1.2	<i>ETA2: Contratación de un profesional del ambiente para la ejecución ambiental.....</i>	<i>151</i>
13.2	MEDIDAS DE MITIGACIÓN GENERALES DEL PROYECTO	153
	MOVIMIENTO DE CAMIONES Y VEHÍCULOS	153
	GENERACIÓN DE RUIDOS Y VIBRACIONES	155
	GENERACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO	156
	GENERACIÓN DE RESIDUOS TIPO SÓLIDO URBANO	157
	GENERACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS.....	158
	GENERACIÓN DE EMISIONES GASEOSAS.....	158
	GENERACIÓN DE EFLUENTES LÍQUIDOS	159
13.3	MEDIDAS DE MITIGACIÓN PARTICULARES DEL PROYECTO	160
	GESTIÓN DE DERECHO DE VÍA	160
	REALIZACIÓN DE EXCAVACIONES, REMOCIÓN DEL SUELO Y COBERTURA VEGETAL	161
	NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN DEL TERRENO	162
	INFRAESTRUCTURA, ACOPIO Y UTILIZACIÓN DE MATERIALES E INSUMOS.....	163
	PUENTES	165
	REMOCIÓN Y DESPLAZAMIENTO DE INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS	165
	ARMADO DE TERRAPLENES	166
	CONSTRUCCIÓN DE CUNETAS	167
	CONSTRUCCIÓN DE CARPETA DE RODADURA	167
	REALIZACIÓN DE OBRAS COMPLEMENTARIAS	168
	REMOCIÓN DE VEGETACIÓN	168
	DERRAME DE HIDROCARBUROS	170
	FALTA DE SEÑALIZACIÓN	171
	LIMPIEZA DE CUNETAS	171

FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA VIAL LOCAL	171
INTRUSIÓN VISUAL DE LA VÍA.....	172
CONSIDERACIONES Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN ESPECÍFICAS PARA EL MEDIO ANTRÓPICO.....	172
POBLACIÓN	172
ASENTAMIENTOS	173
ACTIVIDADES ECONÓMICAS.....	173
INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS	174
CALIDAD DE VIDA.....	174
SEGURIDAD DE LOS OPERARIOS Y SEGURIDAD DE LAS PERSONAS (PLAN DE EVACUACIÓN).....	175
HISTÓRICO Y CULTURAL	176
13.4 ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO Y EJECUTOR DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	176
13.5 SEGUIMIENTO Y VIGILANCIA AMBIENTAL (MONITOREO).....	177
Actividades y procesos objeto del monitoreo	178
Calidad del Aire:	178
Calidad del Agua:	178
Biodiversidad:	179
Frecuencia del monitoreo	179
13.6 PLAN DE RECUPERACIÓN AMBIENTAL PARA LA FASE DE ABANDONO O CIERRE	180
Abandono de Instalaciones	180
Inventario de Finalización de Operaciones.....	181
Desmantelamiento y Retiro de Equipo.....	181
Restauración del Sitio	182
14 ANÁLISIS DE RIESGO Y PLANES DE CONTINGENCIA	182

14.1	PLAN DE CONTINGENCIA.....	182
15	ESCENARIO AMBIENTAL MODIFICADO POR EL DESARROLLO DEL PROYECTO, OBRA, INDUSTRIA O ACTIVIDAD	192
15.1	PRONÓSTICO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA.....	192
15.2	SÍNTESIS DE COMPROMISOS AMBIENTALES, MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y DE CONTINGENCIA	192
15.3	POLÍTICA AMBIENTAL DEL PROYECTO	193
16	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	195
17	ANEXOS.....	198
	Anexo 1: Documentación legal	
	Anexo 2: Planos	
	Anexo 3: Estudio de Geología y Geotécnica	
	Anexo 4: Estudio de Hidrología e Hidráulica	
	Anexo 5: Informe de Estructuras	
	Anexo 6: Participación Pública	

1.2 INDICE DE TABLAS

TABLA 1:	COORDENADAS UTM	13
TABLA 2:	UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO.....	29
TABLA 2:	ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA	30
TABLA 2:	COORDENADAS UTM DEL ÁREA DE ESTUDIO	31
TABLA 2:	LISTADO DE DRENAJES LONGITUDINALES MENORES	37
TABLA 6:	VOLÚMENES PROMEDIO DIARIO ANUAL DE BETHEL A LAS CRUCES (HIDRAES).....	41
TABLA 6:	VOLÚMENES PROMEDIO DIARIO ANUAL DE LAS CRUCES A BETHEL (HIDRAES).....	41
TABLA 6:	CUECAS EN TRAMO LAS CRUCES-BETHEL (HIDRAES).....	43
TABLA 5:	VOLÚMENES DE DESECHOS GENERADOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN.....	50
TABLA 6:	ESTIMACIÓN MENSUAL DEL VOLUMEN DE PEQUEÑOS RESIDUOS PELIGROSOS GENERADOS EN LA FASE DE CONSTRUCCIÓN.	52
TABLA 7:	CUADRO DE ESPECIES DE MAMÍFEROS REPORTADOS EN LA ZONA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO CARRETERO LAS CRUCES-BETHEL Y SU GRADO DE AMENAZA SEGÚN LOS APÉNDICES DE CITES, LISTA DE ESPECIES AMENAZADAS DE CONAP Y LISTA ROJA DE LA IUCN	83
TABLA 8:	CUADRO DE ESPECIES REGISTRADAS EN LA ZONA DE INFLUENCIA DEL TRAMO CARRETERO DE LAS CRUCES A BETHEL.	89

TABLA 9 CUADRO DE ESPECIES DE AVES REPORTADOS EN LA ZONA DE INFLUENCIA DEL TRAMO CARRETERO LAS CRUCES-BETHEL CON SUS CATEGORIZACIONES SEGÚN SU GRADO DE AMENAZA.	91
TABLA 10. TABLA DE LAS ESPECIES DE HERPETOFAUNA REGISTRADA EN LA ZONA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO CARRETERO DE LAS CRUCES-BETHEL.....	99
TABLA 11. CUADRO DE ESPECIES DE PECES REPORTADOS EN LA ZONA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO CARRETERO.....	104
TABLA 12: ANÁLISIS DE IMPACTOS EN CONSTRUCCIÓN	138
TABLA 13: ANÁLISIS DE IMPACTOS EN OPERACIÓN	138
TABLA 14: IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	177
TABLA 16. FRECUENCIA DE MONITOREO	180

1.3 ÍNDICE DE FIGURAS

ILUSTRACIÓN 1: UBICACIÓN DEL PROYECTO	14
ILUSTRACIÓN 2. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO (HIDRAES).....	20
ILUSTRACIÓN 3: TRAYECTORA DEL PROYECTO (HIDRAES)	22
ILUSTRACIÓN 4: INICIO DE TRAMO	23
ILUSTRACIÓN 5: ESTADO ACTUAL DE LA CARRETERA	23
ILUSTRACIÓN 6: MERCADO DE POBLACIÓN PALESTINA	23
ILUSTRACIÓN 7: LA RASANTE DE CARRETERA	24
ILUSTRACIÓN 8: FOTOGRAFÍA DE PUENTE EXISTENTE.....	24
ILUSTRACIÓN 9: POBLADO BETHANIA.....	24
ILUSTRACIÓN 10: FINAL DEL TRAMO EN BETHEL	25
ILUSTRACIÓN 11: SECCIÓN TÍPICA PARA ALINEACIÓN RECTA (HIDRAES)	26
ILUSTRACIÓN 12: SECCIÓN TÍPICA PARA ALINEACIÓN CURVA (HIDRAES)	27
ILUSTRACIÓN 13: PUENTE ESTACIÓN 466+513	27
ILUSTRACIÓN 14: PUENTE ESTACIÓN 498+295	28
ILUSTRACIÓN 13: UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	29
ILUSTRACIÓN 14: ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA.....	31
ILUSTRACIÓN 15: RUTAS HACIA EL PROYECTO (HIDRAES)	33
ILUSTRACIÓN 16: FLUJOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	34
ILUSTRACIÓN 16: SECCIÓN TÍPICA PARA CANAL	36
ILUSTRACIÓN 16: ESTRUCTURA DE PAVIMENTO	38
ILUSTRACIÓN 16: DISEÑO DE ESPESORES	39
ILUSTRACIÓN 17: TOMA DE MUESTRAS BANCO DE MATERIALES (HIDRAES)	45
ILUSTRACIÓN 18: SEPARACIÓN DE MUESTRAS PARA ANÁLISIS DE LABORATORIO (HIDRAES)	46
ILUSTRACIÓN 19: SEGUNDO BANCO DE MATERIALES (HIDRAES).....	46
ILUSTRACIÓN 20: UBICACIÓN PRIMER BANCO DE MATERIALES (HIDRAES)	47
ILUSTRACIÓN 21: UBICACIÓN SEGUNDO BANCO DE MATERIALES (HIDRAES).....	47
ILUSTRACIÓN 22: UBICACIÓN TERCER BANCO DE MATERIALES (HIDRAES).....	48
ILUSTRACIÓN 23: MAPA GEOMORFOLÓGICO DE GUATEMALA	62
ILUSTRACIÓN 24: AFLORAMIENTOS	63
ILUSTRACIÓN 25: PANORÁMICA DEL RELIEVE ONDULADO.....	64
ILUSTRACIÓN 26: AFLORAMIENTO DEL FLANCO NORTE DE ESTRUCTURA DE LA UNIDAD DE ROCAS PLEGADAS	64

ILUSTRACIÓN 27: MAPA GEOLÓGICO DEL TRAZO LAS CRUCES-BETHEL	65
ILUSTRACIÓN 28: MAPA FISIOGRAFICO DE GUATEMALA	67
ILUSTRACIÓN 29: CUENCA RÍO BETHEL	70
ILUSTRACIÓN 30: ARROYO EL CHORRO	70
ILUSTRACIÓN 31: EQUIPO PARA TOMA DE ANÁLISIS DE RUIDO	71
ILUSTRACIÓN 32: DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE RUIDO EN POBLADO LOS BATRES.....	72
ILUSTRACIÓN 33: DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE RUIDO EN POBLADO LOS JOSEFINOS.....	72
ILUSTRACIÓN 34: DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE RUIDO EN POBLADO PALESTINA.....	73
ILUSTRACIÓN 35: DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE RUIDO EN POBLADO BETHANIA	73
ILUSTRACIÓN 36: DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE RUIDO EN POBLADO BETHEL	74
ILUSTRACIÓN 37: LAS FALLAS DE GUATEMALA	76
ILUSTRACIÓN 38: REGISTRO DE SISMOS CERCANOS AL ÁREA	76
ILUSTRACIÓN 39. RUTAS DE MIGRACIÓN BOREAL DE AVES DESDE NORTEAMÉRICA. MODIFICADO DE MESA NACIONAL DE AVITURISMO© 2008.....	92
ILUSTRACIÓN 40. CUADRO DE LAS ESPECIES DE FLORA MAS FRECUENTES EN LA ZONA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO CARRETERO LAS CRUCES-BETHEL	109
ILUSTRACIÓN 41: UBICACIÓN DE ÁREA PROTEGIDA CERCANA AL PROYECTO.....	110
ILUSTRACIÓN 42: MERCADEO DE POBLADO PALESTINA.....	117
ILUSTRACIÓN 43: RIO USUMACINTA, FRONTERA CON MÉXICO	117
ILUSTRACIÓN 44: TRANSPORTE EN TRAMO DEL PROYECTO	118
ILUSTRACIÓN 45: PERSONAL DE COCODE	123
ILUSTRACIÓN 46: EXPLICACIÓN DEL PROYECTO	124
ILUSTRACIÓN 47: FIRMA DE ACTA ELABORADA POR EL SECRETARIO MUNICIPAL	124
ILUSTRACIÓN 48: ENTREVISTA A POBLADORES	124
ILUSTRACIÓN 49: PAISAJE ACTUAL DEL PROYETO.....	126
ILUSTRACIÓN 50: CALIFICACIÓN DE IMPACTOS EN CONSTRUCCIÓN.....	139
ILUSTRACIÓN 51: CALIFICACIÓN DE IMPACTOS EN OPERACIÓN	139

2 RESUMEN EJECUTIVO DEL ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

2.1 Introducción

El objeto del proyecto será “Mejoramiento Carretera RD Petén 12 del Tramo: Las Cruces – Puesto Fronterizo Bethel, Petén” con una longitud de 59.26 kms. Con ello se dará mayor fluidez al tráfico vehicular y facilitará el acceso a las poblaciones aledañas del departamento de Petén en el municipio Las Cruces, Guatemala rumbo a la frontera con México. Será el Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda a través de la Dirección General de Caminos la entidad responsable del proyecto y encargada de su desarrollo.

El proyecto será construido en su totalidad en el municipio de Las Cruces del departamento de Petén, iniciando a 6 kilómetros de la población de Las Cruces hasta el puesto fronterizo Bethel, el cual se encuentra localizado en la hoja cartográfica NE1555 y NE1556, Escala 1:50,000, editada por el Instituto Geográfico Nacional.

El tramo se encuentra sobre las siguientes coordenadas, sobre éstas se tomará el área de influencia directa e indirecta:

PUNTO	COORDENADAS UTM	
	NORTE	ESTE
Inicio de tramo	1844567.9	782924.11
Fin de tramo	1858723.1	732311.27

Tabla 1: Coordenadas UTM

En cuanto a la justificación técnica del proyecto y la metodología seguida en su diseño, se puede decir que se utilizará el tramo actual para su mejoramiento, lo cual implicará la compactación del terreno, asfaltado, taludes, cunetas, mantenimiento de puentes y obras conexas que permitan su correcta operación. Para lo anterior se propone la configuración optimizada del proyecto la cual será analizada en el presente instrumento ambiental.

Con el objeto de obtener una percepción de las comunidades para la ejecución del proyecto, se realizó una reunión en la Municipalidad de las Cruces donde se dieron cita las autoridades comunitarias de las comunidades del área de influencia

directa, donde se les informó lo que implicará el mejoramiento de dicho tramo carretero.

2.2 Descripción del proyecto

El acceso al tramo carretero es por la ruta RD PET-11 dando inicio en la RD PET-12, a 6 kilómetros del Municipio Las Cruces, Petén para concluir en jurisdicción de Puesto Fronterizo Bethel, atravesando las poblaciones de:

- Los Batres
- Los Josefinos
- Palestina
- Los Manueles
- Vistahermosa
- El Cibal
- Bethania
- Bethel



Fuente: SEGEPLAN; 2012.

Ilustración 1: Ubicación del Proyecto

La situación actual del tramo carretero es de terracería relativamente plano con un ancho, no posee hombros ni cunetas, se presentan dos puentes para paso vehicular de materiales de concreto reforzado con pasamanos de metal. Esta carretera es mayormente transitada por vehículos que transportan ganado y cultivos para su economía, a lo largo existen varias fincas ganaderas y otras con plantaciones

de papaya, ajonjolí, sandía, maíz y frijol, siendo su mayor fuente de ingresos económicos.

La sección típica planificada para este proyecto será "D-1" de acuerdo a las normas del Departamento Técnico de Ingeniería, según diseño tiene un ancho de calzada de 6.0 metros, más hombros, cunetas, taludes de relleno y/o ancho para desarrollo de talud de corte. Debido al ancho disponible de la carretera no será necesario la tala de especies arbóreas durante la construcción ni la movilización de comunidades.

2.3 Area de influencia

El área de influencia del proyecto, se define como la distribución espacial de los posibles impactos y efectos que generará el mismo. En el desarrollo de este instrumento ambiental se identificó y delimitó claramente el área de influencia. Esta delimitación se hace con base a una identificación previa de los probables impactos (positivos y negativos) y riesgos que pueda generar el proyecto en las etapas de construcción o implementación y operación. Los alrededores del proyecto son poco habitados, sin embargo se identificaron varias comunidades que podrían verse beneficiadas de manera positiva por la ejecución del proyecto siendo estas: El Zapote, Nuevo Porvenir, Palestina, Vista Hermosa, Parcelamiento Agrario Bethania, Parcelamiento Agrario Retalteco, Parcelamiento Agrario Sinaí, Cooperativa Agrícola Bethel.

2.4 Impactos del proyecto al ambiente

Los factores ambientales o elementos del medio que se verán potencialmente alterados durante la construcción y funcionamiento del aprovechamiento carretero son:

- Atmósfera: Calidad del aire, ruidos y vibraciones.
- Sustrato: Geología, geomorfología, edafología.
- Aguas: aguas subterráneas y avenidas e inundaciones.
- Vegetación.
- Fauna: Terrestre, avifauna.
- Paisaje.
- Socio economía: Generación de empleo, aumento de economía.

El planteamiento metodológico se basa en el análisis de los efectos identificados, sobre cada uno de los factores del medio afectados, cuantificando en la medida de lo posible, aquellos parámetros de las acciones del proyecto que sirvan como indicadores del grado de impacto producido en cada caso.

Una vez analizados los impactos y descritos según su orden de importancia en las fases de construcción y operación, se puede concluir que el balance entre los impactos ambientales será positivo, ya que los negativos, en su mayoría, podrán ser prevenidos, corregidos, mitigados y compensados, y por lo tanto se minimizarán, mientras que la operación de la carretera propiciará el desarrollo económico y social de la región.

2.5 Plan de Gestión Ambiental

Pese a que el análisis del impacto del proyecto sobre los distintos aspectos del medio natural ha demostrado su poca incidencia sobre los mismos, es necesario el asegurar que los niveles de intervención se mantendrán estables a lo largo del desarrollo de la operación. Para ello, se plantea la ejecución de un plan de monitoreo de los factores ambientales más susceptibles a ser afectados.

El plan de monitoreo ha considerado los siguientes factores como los más proclives a sufrir variaciones por efecto de las actividades del desarrollo:

- Percepción de la Población
- Calidad del Aire
- Paisaje

Se realizará un monitoreo trimestral en las fases de preparación del sitio y construcción y en el primer año de operación y mantenimiento. Este monitoreo pasará a ser anual en las etapas de operación y mantenimiento.

En el caso fortuito de tener que abandonar el sitio del Proyecto se tomarán las medidas pertinentes para restablecer o mejorar las condiciones originales del sitio, a fin de asegurar el menor impacto post operacional.

2.6 Compromisos ambientales

El Plan de Gestión Ambiental que se ha establecido incluye:

- Las Medidas de mitigación, reposición o reparación de impactos negativos.

- Las Especificaciones Técnicas, Sistemas De Protección, Normas De Diseño Y Configuraciones.
- Un Plan de seguridad industrial durante la construcción.
- La Organización del Proyecto y Ejecutor de las Medidas de Mitigación.
- Un Programa de Monitoreo Ambiental.
- Un Plan de Abandono de Instalaciones.
- Un Plan de Contingencias.

La política ambiental del proyecto se puede resumir en:

OBJETIVO GLOBAL

Prevenir y minimizar eficientemente los impactos y riesgos a los seres humanos y al medio ambiente, garantizando la protección ambiental y el crecimiento económico, afrontando la dimensión ambiental en los sectores productivos, como un desafío a largo plazo.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Optimizar el uso de los recursos naturales y las materias primas.
- Prevenir y minimizar la generación de cargas contaminantes.
- Prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos ambientales sobre la población y los ecosistemas.
- Adoptar tecnologías más limpias y prácticas de mejoramiento continuo de la gestión ambiental.

3 INTRODUCCIÓN

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto consiste en el mejoramiento del tramo carretero Las Cruces – Puesto Fronterizo Bethel, Petén con una longitud de 59.62 kms. Con ello se dará mayor fluidez al tráfico vehicular y facilitará el acceso a las poblaciones aledañas del departamento de Petén en el municipio de Las Cruces, rumbo a la frontera con México.

La sección típica planificada para este proyecto será “D-1” de acuerdo a las normas del Departamento Técnico de Ingeniería, según diseño tiene un ancho de

calzada de 8.0 metros, se estabilizará y nivelará el suelo, la capa, se pavimentará con una con una carpeta de concreto asfáltico de 20 centímetros de espesor, construcción de drenajes, obras complementarias y señalización vial.

ALCANCES

El presente documento constituye el Informe Final del Estudio de Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) del Proyecto de Construcción y Operación del Proyecto parte del “Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda”, a ubicarse en jurisdicción del municipio de Las Cruces del departamento de Petén.

OBJETIVOS DEL PROYECTO

- Obtener una carretera con las mejores condiciones de transitabilidad en dirección del municipio Las Cruces.
- Facilitar el transporte de bienes y servicios, garantizando la seguridad vial y protección del ambiente.
- Contribuir a disminuir los costos del transporte y de operación vehicular en las actividades comerciales, productivas y turísticas, incrementando acciones para prevención de accidentes.
- Mejorar las condiciones de tránsito de todo tipo de vehículos, principalmente en la época lluviosa, en apoyo al fomento del turismo nacional e internacional

METODOLOGÍA

Inicialmente se definen y evalúan las condiciones ambientales existentes (pre operacionales) previo a la construcción, que permitan tanto la evaluación aproximada de la magnitud de los impactos (definición de impactos positivos y negativos, para resaltar los primeros y mitigar los segundos), estableciéndose los componentes más frágiles del medio, factores de impacto irreversible, reversible, recuperable, irrecuperable, etc., que servirán como indicadores-guía durante el análisis para establecer el carácter ambiental del proyecto.

A continuación, por medio del método de matrices se estableció la interacción de todas las fases del proyecto y las variables medioambientales principales, categorizándose los impactos del proyecto sobre el medio ambiente físico, biológico y humano, de acuerdo a su intensidad, duración y carácter.

Finalmente, se presentan los planes de contingencia, seguridad ambiental y de protección para la salud humana que garanticen una correcta y segura implementación del proyecto a corto, mediano y largo plazo.

OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Cumplir con lo establecido en el Artículo Número Ocho (8) del Decreto Ley Número Sesenta y Ocho guión Ochenta y Seis (68-86) “Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente” y las reformas contenidas en el Decreto Uno guión Noventa y Tres (1-93) del Congreso de la República de Guatemala y modificado por el decreto Noventa Dos mil (90-2000) así como toda la legislación ambiental, relacionada con el desarrollo de carreteras en Guatemala.

Evaluar las condiciones ambientales actuales en el área del proyecto, previo a las fases de construcción y de operación del Proyecto.

Predecir los impactos, positivos y negativos, que sobre el medio ambiente serán causados por la obra en mención, considerando la salud y seguridad humana, así como la seguridad ambiental, atendiendo al deterioro de los recursos naturales, tanto renovables como no renovables, la introducción de modificaciones nocivas o notorias al paisaje y efectos sobre el patrimonio cultural.

Establecer los planes de mitigación, monitoreo, seguridad para la salud humana, de contingencia y de seguridad ambiental para la construcción y operación del proyecto.

Garantizar que el Proyecto a ser desarrollado sea coherente, en todas sus fases, con la preservación y mejoramiento del medio ambiente, de acuerdo a las tecnologías utilizadas actualmente en la industria internacional más exigente, desde el punto de vista ambiental.

LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El Proyecto se encuentra ubicado en: Municipio Las Cruces del Departamento de Petén, Guatemala, iniciando en Las Cruces con coordenadas UTM 1844567.9 N y 782924.11 E; y finalizando en el Puesto Fronterizo de Bethel, con las coordenadas 1858723.1 N y 732311.27 E.



Ilustración 2. Localización del proyecto (Hidraes)

4 INFORMACIÓN GENERAL

Documentación legal

La documentación legal se adjunta en el “*Anexo 1: Documentación Legal*”.

- Declaración Jurada del Representante Legal
- Constancia del Número de Identificación Tributaria (NIT) de la Entidad Promotora
- Nombramiento del Representante Legal
- DPI del Representante Legal
- Registro actualizado del Consultor en el MARN
- Certificación de Colegiado Activo del Consultor
- Declaración jurada del Consultor

4.2 Información sobre el equipo profesional que elaboró el EIA

4.2.1 Grupo de Trabajo

La elaboración del Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental fue realizada por el siguiente personal:

NOMBRE	PROFESIÓN	ESPECIALIDAD
Ligia Fuentes Orozco	Arquitecta / Coordinadora	Consultora Ambiental No. 923 categoría B
Erika Paola del Cid	Ingeniera Civil Administrativa	Consultora Ambiental No. 648 categoría B
Manuel Acevedo	Biólogo	Herpetólogo
Javier Barrios		Participación Pública
Roberto Mira	Abogado y Notario	Derecho Ambiental

5 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

5.1 Síntesis general del proyecto

El Proyecto se encuentra ubicado en la región nor-occidente del Departamento de Petén, este tramo inicia 6 Kms. después de la cabecera del municipio de Las Cruces y camino hasta llegar a la población de Bethel en la zona fronteriza con México, en la ribera del río Usumancinta. Para llegar al proyecto se recorre una distancia de 500 kilómetros.

Comprende el mejoramiento de la vía actual que cuenta con una longitud de 59.26 kms. Con ello se dará mayor fluidez al tráfico vehicular y facilitará el acceso a las poblaciones aledañas del departamento de Petén en el municipio Las Cruces, rumbo a la frontera con México. A lo largo del tramo carretero se pueden observar las poblaciones siguientes, las cuales serán parte del área de influencia directa:

- Los Batres
- Los Josefinos
- Palestina
- Los Manueles
- Vista Hermosa
- El Cibal
- Bethania
- Bethel

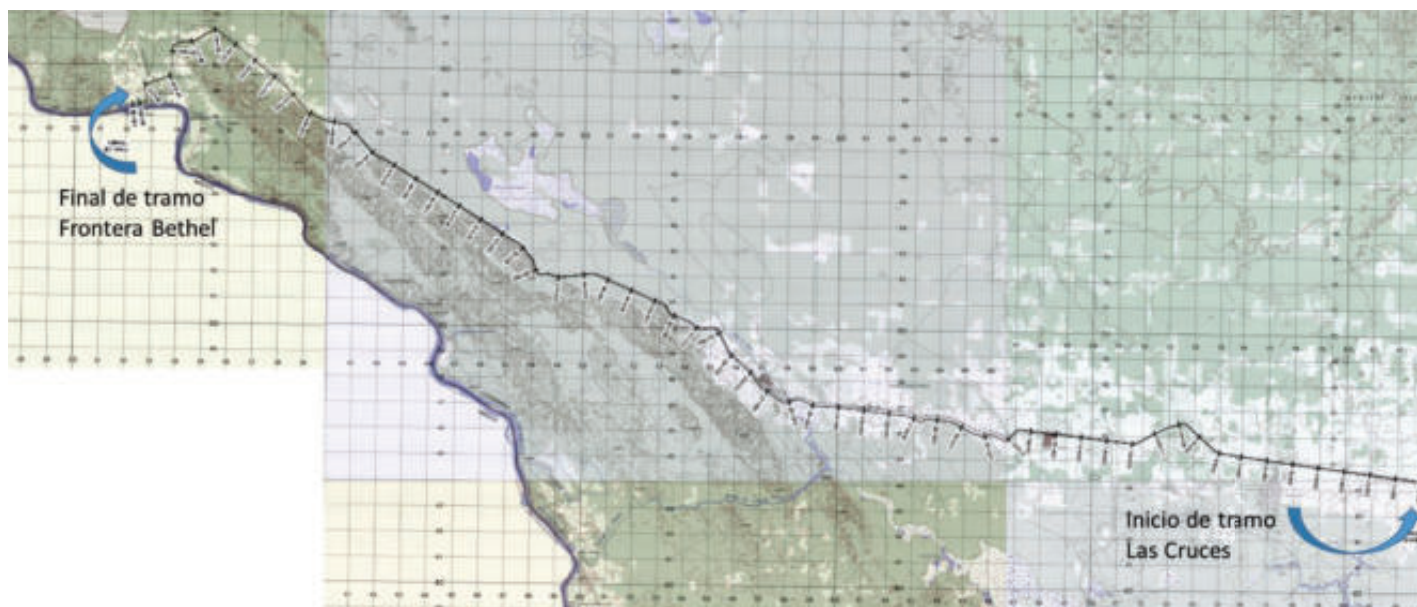


Ilustración 3: Trayectoria del proyecto (Hidraes)

En el tramo: Las Cruces - Puesto Fronterizo Bethel, Peten, en áreas de relleno las pendientes van del 0% al 1% y las pendientes máximas son de 8%, por ser la topografía con condiciones llanas., la carretera atraviesa varias fincas mayormente de ganado, siendo su mayor fuente de ingresos económicos, hay fincas igualmente de plantaciones de papaya, ajonjolí, sandía, maíz, maní, pepitoria, ajonjolí y frijol.

Las características de la RD PET-12 es plana y el ancho del camino de terracería en su mayor porcentaje tiene un ancho promedio de 7.50 metros, de suelo arcilloso color rojo, a uno de los costados de tramo se puede observar el relieve del suelo denominado karst, se hace necesario el subir la rasante existente, dado a que, en época de invierno estas áreas tienden a inundarse.



Ilustración 4: Inicio de tramo



Ilustración 5: Estado actual de la carretera



Ilustración 6: Mercado de población Palestina



Ilustración 7: La rasante de carretera



Ilustración 8: Fotografía de puente existente



Ilustración 9: Poblado Bethania



Ilustración 10: Final del tramo en Bethel

En el diseño horizontal que va de Las Cruces al Puesto Fronterizo Bethel, Petén, tiene una longitud de 59.263 kilómetros, empezando en la estación 440+500.00, en donde termina el asfalto que viene de las Cruces y empieza la terracería al puesto fronterizo Bethel, terminando en la estación 499+763, en la zona urbana de Bethel.

Los anchos de carriles son: 3.00 metros por carril, ancho de hombro: 1.30 metros por lado, ancho de subbase: 5.00 metros por lado, ancho de base: 4.30 metros por lado, ancho de corte: 11.00 metros y ancho de relleno 10.00 metros.

Para determinación de espesores será utilizado un software del mercado para resolver la fórmula de la AASHTO en el cálculo del número estructural para al mismo tiempo compararlo con la siguiente expresión

$$SN/i = arod * erod + abase * ebase * mbase + asb * esb * msb$$

- arod = coeficiente estructural de la mezcla de concreto asfáltico empleada en la capa de rodamiento (0.45). Se fija que la capa asfáltica tenga una Estabilidad Marshall de 2.200 lb, con el uso de las gráficas obtenemos un módulo de elasticidad de 450.000 psi.
- abase = A partir de un CBR \geq 50 el coeficiente estructural de la base (0.125)
- asb = coeficiente estructural del material empleado en la capa sub-base (0.105) con CBR=30
- erod = espesor, en pulgadas, de la mezcla de concreto asfáltico empleada en la capa de rodamiento, 16 cm (6,30 plg)
- ebase = espesor, en pulgadas, de la base granular, 20 cm (7,87 plg)
- mb = coeficiente de ajuste del coeficiente estructural en caso de que la capa sub-base (1)

- esb = espesor, en pulgadas, por los requerimientos no se colocara sub-base en la estructura, con el mejoramiento de la subrasante con el balasto existente y el relleno para el terraplén se considera suficiente.
- msb = coeficiente de ajuste del coeficiente estructural en caso de que la capa sub-base. (0.8)

Para el trazo horizontal se han utilizado curvas circulares simples con radio mínimo de 63.66 metros (grado 18°) y radio máximo de 8,000 metros, para poder adaptar en un 100% el camino de terracería existente a una carretera asfaltada tipo "D-1" de acuerdo a las normas del Departamento Técnico de Ingeniería, debido al ancho disponible de la carretera no será necesario la tala de especies arbóreas durante la construcción ni la movilización de comunidades.

Se han dejado tangentes mínimas, es decir, la sumatoria de las mitades de las longitudes de espiral de las dos curvas involucradas, esto para poderse adaptar al camino existente, en especial en las zonas urbanas, además de minimizar el movimiento de tierras y aprovechar obras de drenaje mayor y menor.

Por el tipo de topografía del camino, las velocidades de diseño van de 40 a 80 kilómetros por hora (40 KPH, 60 KPH, 80 KPH).

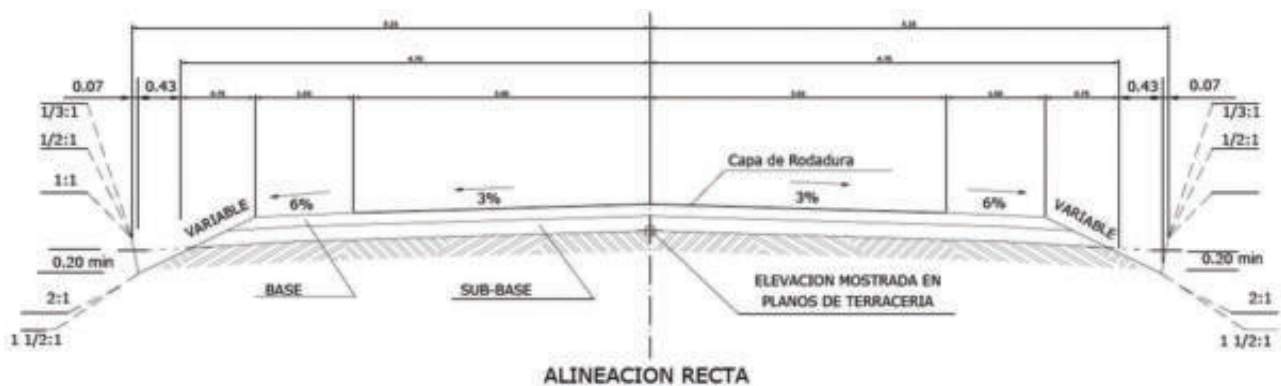


Ilustración 11: Sección típica para alineación recta (Hidraes)

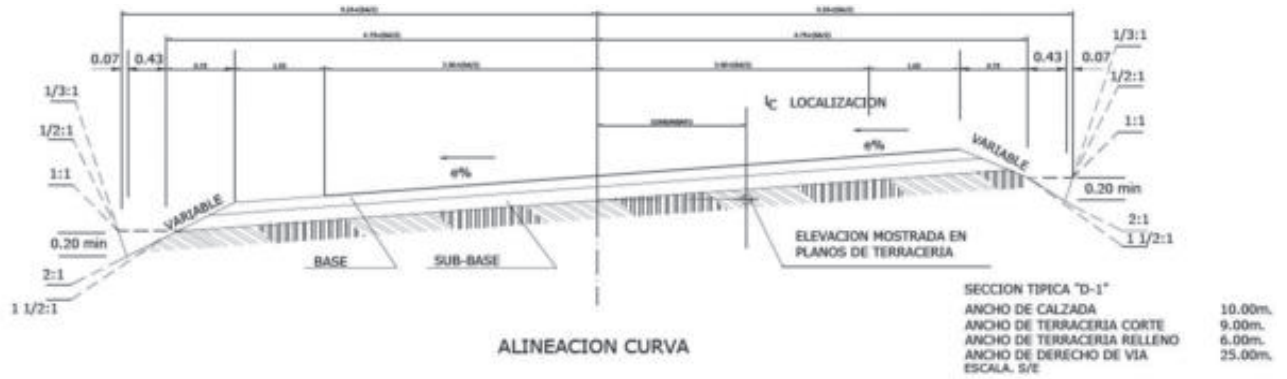


Ilustración 12: Sección típica para alineación curva (Hidraes)

A lo largo del proyecto de terracería se observa poco drenaje transversal, sin embargo se hace la localización de 2 puentes existentes, uno ubicado a la altura de la Estación 466+513 y el otro a la altura de la Estación 498+295. Los dos puentes serán demolidos para construir nuevos con una luz del puente de 10.90 metros. Ver anexo 5, Informe de Estructuras.



Ilustración 13: Puente estación 466+513



Ilustración 14: Puente estación 498+295

5.2 Ubicación geográfica y Área de Influencia del Proyecto

El Municipio de Las Cruces se ubica en el Departamento de Petén, al Norte de Guatemala, se puede llegar por la ruta Río Dulce o ruta hacia Cobán hacia Sayaxché, en el Anexo 2 se observan planos de ubicación y localización del proyecto y se describe más adelante en la Ubicación político-administrativa. Las Cruces se encuentra ubicado en latitud $16^{\circ} 38' 10''$ y longitud $90^{\circ} 11' 02''$, aproximadamente a 150 msnm, el municipio Las Cruces, corresponde a la Región VIII, departamento de El Petén; la cabecera municipal dista 71 km de la cabecera departamental y a 558 km de la ciudad de Guatemala; está situado en la parte occidental del departamento, al Norte de Guatemala; colinda con México, en su parte Oeste con los el Estado de Chiapas; al Este y Norte con el municipio La Libertad, y al Sur con Sayaxché y San Francisco en una pequeña franja.



Ilustración 15: Ubicación geográfica

El tramo carretero inicia en la estación 440+500.00, en donde termina el asfalto que viene de las Cruces y empieza la terracería al puesto fronterizo Bethel, terminando en la estación 499+763, en la zona urbana de Bethel.

Punto de referencia	Coordenadas UTM (Universal Transverse de Mercator Datum WGS84) (huso 15Q)	Coordenadas Geográficas Datum WGS84		MSNM
		LONGITUD	LATITUD	
Inicio del tramo	1844567.9 m N; 782924.11 m E	90°20'50.86"O	16°40'0.23"N	132 m
Final del tramo	1858723.1 m N; 732311.27 m E	90°49'12.91"O	16°48'0.49"N	204 m

Tabla 2: Ubicación geográfica del proyecto

El área de influencia del proyecto, se define como la distribución espacial de los posibles impactos y efectos que generará el mismo. En el desarrollo de este instrumento ambiental se identificó y delimitó claramente el área de influencia. Esta delimitación se hace con base a una identificación previa de los probables impactos (positivos y negativos) y riesgos que pueda generar el proyecto en las etapas de construcción o implementación, operación y desmantelamiento o abandono.

El área de influencia se debe definir específicamente para cada caso, en función a las particularidades del proyecto.

Es importante tener en cuenta, de acuerdo con las dimensiones del proyecto, la localización político-administrativa (jurisdicciones territoriales, departamentos, municipios, veredas, caminos, localidades, comunidades, entre otros).

Al delimitar esta área, se analizó la intensidad de los efectos producidos y si su afectación es directa o indirecta. De ahí surgen dos términos importantes en la elaboración de los estudios ambientales que son: Área de Influencia Directa (AID) y Área de Influencia Indirecta (AII).

5.3 Área de influencia directa (AID).

El AID, es el área donde puntualmente sucederán los impactos. En el Proyecto en estudio se refiere al contexto local o puntual.

Los alrededores del proyecto son poco habitados, sin embargo se identificaron varias comunidades que podrían verse beneficiadas de manera positiva por la ejecución del proyecto siendo estas:

- Los Batres
- Los Josefinos
- Palestina
- Los Manueles
- Vista Hermosa
- El Cibal
- Bethania
- Bethel

Para un proyecto de esta naturaleza, está comprendida por todas las zonas de intervención de obras, los campamentos, centros de acopio e instalaciones temporales y zonas verdes adyacentes al frente de intervención.

Algunas de las consideraciones para la definición del AID fueron:

Descripción	Área en m2
Área donde se desarrolla el proyecto	660.00
Bancos de materiales	12,000.00
Áreas productivas agrícolas y forestales	120.00
Planta de trituración	10,000.00
Planta de asfalto	10,000.00
Campamentos temporales	150.00
Campamentos fijos	2,500.00
Área total AID	35,430.00

Tabla 3: Área de Influencia Directa

El área de estudio se analizó con un kilómetro a cada lado del tramo carretero, haciendo un polígono con las siguientes coordenadas:

PUNTO	COORDENADAS UTM	
	NORTE	ESTE
1	1849216.00	783335.00
2	1839863.00	782238.00
3	1863001.00	733650.00
4	1858610.00	731944.00

Tabla 4: Coordenadas UTM del Área de Estudio



Ilustración 16: Área de influencia directa

5.4 Área de influencia indirecta (AII).

El AII, es la zona hasta donde llegarán los efectos ambientales producidos por el impacto. Generalmente, se define en el contexto regional.

El Área de Influencia Indirecta está comprendida por las vías autorizadas y usadas como desvíos, vías usadas para el transporte de escombros y materiales y puntos en los que por exigencia del Plan de Manejo de tráfico se han instalado señales, ruidos, polvo, etc.

Para la definición del AII, se tienen en cuenta las siguientes consideraciones:

- Lugares donde ocurrirán impactos socioeconómicos, principalmente por ser una ruta hacia la frontera con México.
- Zona en la que se manifiestan los impactos ambientales indirectos, es decir aquellos que ocurren en un sitio diferente a donde se produjo la acción generadora del impacto ambiental.
- Red vial vinculada al proyecto en vista de constituir ejes de poblamiento y zonas productivas agrícolas, hortícola, pecuarias, etc.
- Cuenca Arroyo El Chorro
- Cuenca Río Bethel

Con base en las premisas anteriores se puede concluir que el Área de Influencia Indirecta serán las demás comunidades del Municipio Las Cruces y los Municipios aledaños: La Libertad, Sayaxché, San Francisco, San Benito, Santa Ana, debido a que estos Municipios también trasladan sus productos: maíz, frijol, ajonjolí, manía, hacia la frontera con México, siendo también el transporte otra fuente económica muy importante para los Municipios.

5.5 Ubicación político – administrativa

Las Cruces es un municipio del departamento de Petén, se encuentra ubicado en latitud 16° 38' 10" y longitud 90° 11' 02", aproximadamente a 150 msnm, el municipio Las Cruces, corresponde a la Región VIII, departamento de El Petén; la cabecera municipal dista 71 km de la cabecera departamental y a 558 km de la ciudad de Guatemala; está situado en la parte occidental del departamento, al Norte de Guatemala; colinda con México, en su parte Oeste con los el Estado de Chiapas; al Este y Norte con el municipio La Libertad, y al Sur con Sayaxché y San Francisco en una pequeña franja.

Desde el Departamento de Guatemala, una de las rutas para llegar al proyecto es tomando la carretera CA-9 norte hasta llegar al cruce de Morales, Izabal, tomar la carretera CA-13 hasta Santa Ana, Petén, siguiendo por la Ruta Departamental RD PET-11 llegando al cruce RD PET-12, a 6 kilómetros del Municipio Las Cruces, inicia el proyecto de mejoramiento de la carretera hasta el puesto Fronterizo Bethel.

La otra ruta es carretera a Cobán CA-14, al llegar a Cobán se toma la ruta hacia Sayaxché, llegando al Subín se cruza hacia Las Cruces.



Ilustración 17: Rutas hacia el proyecto (Hidraes)

5.6 Justificación técnica del Proyecto, Obra, industria o actividad y sus alternativas

Uno de los principales índices utilizados para el análisis de la economía de los países, a nivel mundial, es el nivel de accesos. En Guatemala, uno de los sectores más dinámicos de la economía en los últimos años ha sido el sector de comercio y agricultura.

En Guatemala existen más de 15,000 kilómetros correspondientes a la Red de caminos y carreteras pavimentadas. Cada año, varios de estos pavimentos requieren de rehabilitaciones mayores. El Ministerio de Comunicaciones, invierte gran cantidad de dinero anualmente, en un intento para mantener sus carreteras seguras y funcionales. Sin embargo, debido a inadecuados presupuestos de vialidad y transporte y al alto costo de los procesos de rehabilitaciones convencionales, han generado la acumulación de carreteras deterioradas alrededor de nuestro país y cuyo volumen es significativo. Los pavimentos deteriorados están caracterizados por viajes incómodos y por tener mal formaciones físicas como grietas, huecos, ahuellamientos, deformaciones y desmoronamientos.

Aunado a lo anterior existen tramos que fueron aperturadas para comunicar zonas lejanas, sin embargo dichos tramos no han sido asfaltados y carecen de un mantenimiento adecuado para garantizar una transporte adecuado. El proyecto en

estudio prevé asfaltar el tramo carretero conectado así poblaciones de alta importancia a la Red Nacional de carreteras.

5.7 Área estimada del proyecto

- Longitud de la carretera: 59,260.00 mts
- Ancho estimado: 11.00 mts.

TOTAL ÁREA ESTIMADA DEL PROYECTO = 651,860.00 mts².

5.8 Actividades a realizar en cada fase de desarrollo del Proyecto y tiempos de ejecución

5.8.1 Flujograma de actividades

Las actividades de construcción para el proyecto están contempladas para que se lleven a cabo en un periodo de 24 meses.

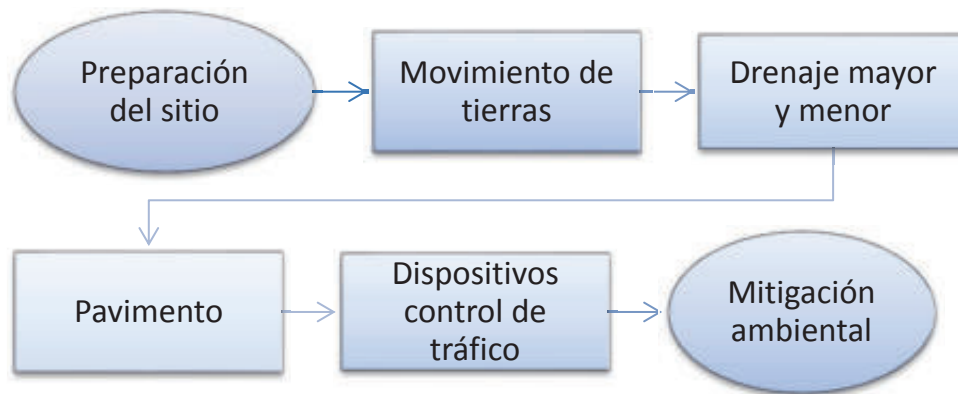


Ilustración 18: Flujograma de actividades

5.8.2 Fase de construcción

Esta fase se espera realizarla en un período de 24 meses, después de obtener todos los permisos y autorizaciones correspondientes.

5.8.2.1 Infraestructuras a desarrollar

Para la construcción del proyecto "Mejoramiento Carretera Tramo: Las Cruces-Puesto Fronterizo Bethel, Petén" será necesario realizar una serie de obras de infraestructura que se enumerarán a continuación.

1. Preliminares:

Para llevar a cabo los trabajos de infraestructura específicamente para la construcción de la carretera, será necesario la ubicación de campamentos fijos y temporales, la planta de trituración, plantas de asfalto, botaderos destinados para los desechos provenientes del movimiento de tierras, y la ubicación de los bancos de materiales que se describirán más adelante.

2. Movimiento de tierras:

Es un tramo con pendientes muy leves, se deberá realizar limpieza de chapeo, realizándose únicamente en tramos necesarios debido a que el ancho de la carretera es mayor al que se necesitará, excavaciones para nivelar, sub excavación y acarreo de material de desecho. Se estima un movimiento de tierras de la siguiente manera:

Descripción	Cantidad m3
<i>Excavación no clasificada</i>	12,488.15
<i>Excavación no clasificada de material de desperdicio</i>	5,328.90
<i>Excavación no clasificada para prestamo</i>	488,902.32
<i>Excavación estructural para cimentacion de cajas y cabezales</i>	1,436.84
<i>Excavación estructural para alcantarillas</i>	7,184.20
<i>Excavación estructural para sub-drenaje</i>	124.80
<i>Total de movimiento de tierras</i>	515,465.21

Tabla 5: Cantidad de movimiento de tierras (Hidraes)

3. Construcción de drenaje mayor y menor:

Para el drenaje longitudinal, el uso del suelo se asignará como pastizales para el terreno del talud y cuenca y como asfalto para la calzada.

El área a drenar por el talud vendrá incluido en el área a drenar por la cuenca, y se expresará en metros cuadrados (m²). El área de vía a drenar se calculará considerando el largo de la cuneta por la mitad del ancho de la vía.

La intensidad de lluvia se ha determinado utilizando la metodología descrita en el Estudio Hidrológico, para un periodo de retorno de 30 años y un tiempo de concentración de 5 minutos (según el apartado 5.2.1 del documento “Manual de consideraciones técnicas Hidrológicas e Hidráulicas para la Infraestructura Vial en Centroamerica, SIECA”).

La capacidad hidráulica de una cuneta depende de su forma, pendiente y rugosidad. Ya que se conocen las pendientes transversal y longitudinal de la calle, la cuneta puede representarse como un canal abierto de sección triangular y su capacidad hidráulica puede estimarse con la fórmula de Manning de flujo uniforme.

Al tratarse de la planicie Petenera, el área de la cuenca vertiente hacia la cuneta es mínima, siendo el caudal a desaguar igual al caudal que cae dentro de la propia calzada.

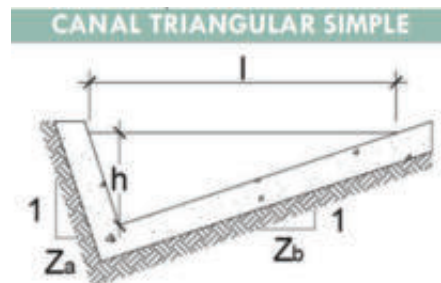


Ilustración 19: Sección típica para canal

DE ESTACION	A ESTACION	LADO	LONG. (m)	CAUDAL A DESAGUAR
447+160	447+200	IZQUIERDO	40	0.006
453+400	453+420	IZQUIERDO	20	0.003
453+420	453+460	AMBOS	40	0.006
457+440	457+480	AMBOS	40	0.006
460+520	460+600	AMBOS	80	0.012
461+080	461+140	AMBOS	60	0.009

463+200	463+300	AMBOS	100	0.015
464+920	465+140	AMBOS	220	0.034
477+460	477+540	IZQUIERDO	80	0.012
478+080	478+120	AMBOS	40	0.006
478+160	478+200	IZQUIERDO	40	0.006
478+900	478+920	IZQUIERDO	20	0.003
479+800	479+840	IZQUIERDO	40	0.006
480+620	480+660	IZQUIERDO	40	0.006
480+940	481+000	IZQUIERDO	60	0.009
481+080	481+140	IZQUIERDO	60	0.009
485+180	485+220	IZQUIERDO	40	0.006
485+280	485+300	DERECHO	20	0.003
486+180	486+200	IZQUIERDO	20	0.003
486+440	486+480	AMBOS	40	0.006
486+640	486+660	DERECHO	20	0.003
489+320	489+400	IZQUIERDO	80	0.012
493+820	493+960	AMBOS	140	0.021
494+380	494+540	AMBOS	160	0.024
494+740	494+780	AMBOS	40	0.006
496+660	496+680	AMBOS	20	0.003
496+840	496+860	AMBOS	20	0.003
498+400	498+460	IZQUIERDO	60	0.009
498+480	498+540	DERECHO	60	0.009
499+280	499+360	AMBOS	80	0.012
499+360	499+460	IZQUIERDO	100	0.015
499+460	499+540	AMBOS	80	0.012
499+540	499+560	IZQUIERDO	20	0.003
499+560	499+640	AMBOS	80	0.012
499+720	499+751	IZQUIERDO	31	0.005

Tabla 6: Listado de drenajes longitudinales menores

Los drenajes transversales menores: En el caso que nos ocupa, la mayor parte del tramo Cruces-Bethel, la rasante se encuentra a una altura mayor del terreno natural (en relleno). Cuando ocurra una tormenta, la propia carretera actuará como un dique, evitando el paso natural del agua. Para evitar que el agua se estanque y eventualmente entre dentro de la estructura de pavimento, se colocará un total de 146 tuberías transversales de 36” y 11m de longitud a lo largo del tramo Cruces-Bethel, ver detalle en Estudio Hidráulico.

4. Construcción de base y sub base

La sub-base es la capa de la estructura del pavimento destinada fundamentalmente a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad el efecto de

las cargas del tránsito proveniente de las capas superiores del pavimento, de tal manera que el suelo de sub-rasante las pueda soportar.

Para confirmar el valor de CBR de la subrasante también es considerado el análisis del diseño del alineamiento vertical de la carretera, que muestra un perfil longitudinal con un promedio de relleno de 1 m, por lo que la subrasante presenta un mejoramiento en su calidad de soporte, primeramente con el balasto existente en la capa de rodadura, y además del material de relleno de los bancos de préstamo ubicados en la zona, considerando utilizar los banco ubicados en la estación 444+515 y en la 495+471, por lo que se confirma la estimación para los calculos utilizar el promedio del $CBR = 10.66$ para la subrasante.

Para calcular el módulo de resiliencia de la subrasante se utiliza la correlación con el $CBR-M_r$, la gráfica de Kentucky que se muestra a continuación con un CBR de 10.66 resulta un $M_r = 10.000$ psi. Tomamos en cuenta el valor de daño relativo para obtener el M_r ponderado entre $M_{rseco} = 1.6M_{rhumedo}$ para 6 meses de época de lluvias y 6 meses de periodo seco.

5. Construcción de la superficie de pavimento y rodadura

La estructura de pavimento compuesta por la sub-base, base y capa de rodadura, apoyadas sobre la subrasante, tomando en cuenta los diferentes materiales para cada capa según las cargas a soportar en el período de diseño.

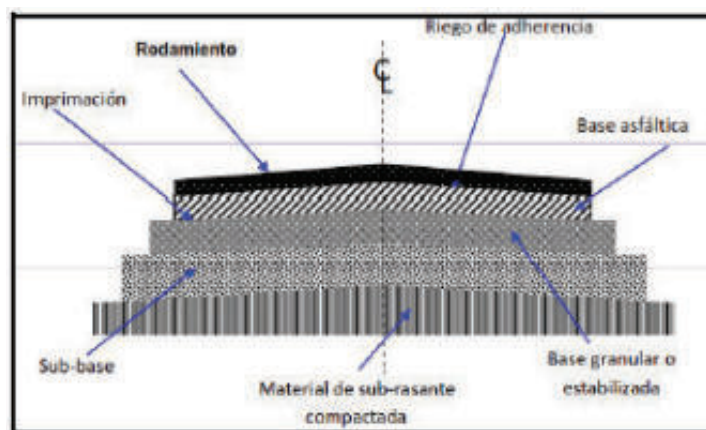


Ilustración 20: Estructura de pavimento

Se utiliza para el diseño el desarrollado por la AASHTO desde 1962, que ha tenido sus variantes en 1972 y 1981, posteriormente en 1993 se actualiza

introduciendo un factor de seguridad por las condiciones ambientales, el abuso del tráfico y el mal mantenimiento.

Diseño de espesores				ai Coeficientes estructurales		mi Coeficiente de drenaje	Espesor de Diseño (cm)	$SN(i) = e^i ai^m$	$SN(i) = e^i ai^m$	$SNi \geq SN_{AASHTO}$
Material	Estabilidad / Resistencia	Módulo (psi)	SN(capa) AASHTO	Tipo	Valor			SN de la capa "i"	SN de diseño sobre la capa "i"	
Carpeta Asfáltica (Rodamiento)	2,200	450,000	1	asfáltico	0.45		16.0	2.835	-	-
Base granular (MRbase=28000)	CBR=50%	28,000	2.73	base granular	0.125	1.0	20.0	0.984	2.835	2.835 \geq 2.73
Sub-base granular (MRsb=13,500)	CBR=30%	13,500	3.52	subbase granular	0.108	0.8		0.000	3.819	3.819 \geq 3.52
Sub-rasante (MRsr=11,899.2)	CBR=10.66	11899.2	3.67						3.819	3.819 \geq 3.67

Ilustración 21: Diseño de espesores

6. Estructuras y puentes

A lo largo del proyecto de terracería se observa poco drenaje transversal, sin embargo se hace la localización de 2 puentes existentes, uno ubicado a la altura de la Estación. 466+513 y el otro a la altura de la Estación 498+295, los dos puentes serán demolidos para construir nuevas estructuras, quedando con una luz del puente de 9.50 mts, el acero de refuerzo será de 36,000 psi, losa fundida de 18 cm, con un posible asfalto de rodadura de 4 cm, ver detalles de cálculo en el anexo 5 - Informe de Estructuras.

7. Señalización:

Este tipo de trabajos abarca lo referente a lo que es señalización vertical, señalización horizontal, monumentos de kilometraje y otro tipo de complementos como postes delineadores, indicadores del derecho de vía y defensas para carreteras y puentes. Se diseñó en función al MANUAL CENTROAMERICANO DE DISPOSITIVOS UNIFORMES PARA EL CONTROL DEL TRÁNSITO, de la Secretaria de Integración Económica Centroamericana (SIECA).

Serán colocadas señales informativas, señales preventivas, señal de kilometraje, delineador de concreto y monumento de derecho de vía de concreto. La información y todo lo referente a diseño de tableros, dimensiones, contenido, colores y tipos de señales se indica en planos, así como la estación de cada señalización, el tipo de señal que se colocará, el sentido y el lado.

5.8.2.2 Equipo y maquinaria utilizada

El equipo pesado a usar en la construcción de una carretera es de mucha importancia para realizar un presupuesto de una obra vial.

Entre la maquinaria contemplada están:

Tractores, compactadoras, vibrocompactadoras, trituradoras, regadoras de agua, regadoras de asfalto, recuperadoras de asfalto, equipo de laboratorio de suelos, equipo de topografía, motoniveladoras, camiones de volteo, cargadores frontales, retroexcavadoras, excavadoras, escoba mecánica para el barrido de la superficie a tratar, rodillo compactador mixto (llantas neumáticas y rodillo liso metálico).

Equipo de seguridad personal:

Cascos, guantes, mascarillas, anteojos, chalecos fluorescentes, tapones para oídos, señalización en carretera, banderines

5.8.2.3 Movilización de transporte y frecuencia de movilización

Durante la construcción de la obra, se espera una frecuencia de movilización de moderada a intensa, especialmente de maquinaria y equipo pesado, el cual se realizará por la calle principal que lleva a la zona de proyecto. Debido al poco o casi nulo tráfico actual existente, se espera que el tráfico originado por la ejecución del proyecto no provoque congestión vehicular, por lo cual se estima que tampoco habrá inconvenientes para movilizar los equipos y maquinaria.

La cantidad de volúmenes promedio por sentido y tipo de vehículo de Bethel hacia Las Cruces es la siguiente:

TRAMO:		"RD PET-12, LAS CRUCES - COMUNIDAD BETHEL"													
ESTACION:		LAS CRUCES													
SENTIDO		DE LA COMUNIDAD BETHEL HACIA LAS CRUCES										VEHICULOS PESADOS			
DIA	TIPO DE VEHICULO										VOLUMEN HORARIO	VEHICULOS PESADOS			
	AUTOS	PICK	C2	C3	C4	T3S2	T3S3	T3S2R4	MBUS	BUS		Total	%		
MIERCOLES 22MAR2017	19	200	71	8	2	18	5	0	42	1	366	105	29		
JUEVES 23MAR2017	10	201	79	12	3	21	3	0	41	1	371	119	32		
VIERNES 24MAR2017	23	200	64	13	0	15	7	0	43	2	368	101	27		
SABADO 25MAR2017	19	189	63	5	3	16	4	0	44	1	344	92	27		
DOMINGO 26MAR2017	31	150	33	9	3	7	2	0	41	3	279	57	20		
LUNES 27MAR2017	20	171	68	4	4	6	1	0	48	1	323	84	26		
MARTES 28MAR2017	20	188	63	9	5	10	2	0	44	1	342	90	26		
PROMEDIO	20	186	63	9	3	13	3	0	43	1	342	93	27		

Tabla 7: Volúmenes promedio diario anual de Bethel a Las Cruces (Hidraes)

SENTIDO		DE LAS CRUCES HACIA LA COMUNIDAD BETHEL										VEHICULOS PESADOS	
DIA	TIPO DE VEHICULO										VOLUMEN HORARIO	VEHICULOS PESADOS	
	AUTOS	PICK	C2	C3	C4	T3S2	T3S3	T3S2R4	MBUS	BUS		Total	%
MIERCOLES 22MAR2017	13	224	72	8	5	15	2	0	43	1	383	103	27
JUEVES 23MAR2017	9	219	96	20	0	17	9	0	42	3	415	145	35
VIERNES 24MAR2017	16	207	62	15	4	16	7	0	44	2	373	106	28
SABADO 25MAR2017	16	213	80	12	4	16	6	0	44	1	392	119	30
DOMINGO 26MAR2017	24	184	38	9	6	20	6	0	38	3	328	82	25
LUNES 27MAR2017	11	171	71	6	8	8	2	0	45	1	323	96	30
MARTES 28MAR2017	15	196	69	13	3	13	5	0	45	1	360	104	29
PROMEDIO	15	202	70	12	4	15	5	0	43	2	368	108	29

Tabla 8: Volúmenes promedio diario anual de Las Cruces a Bethel (Hidraes)

De los cuadros anteriores, se determina que el **Tránsito Promedio Diario Semanal** (TPDS) es de 404 vehículos, el porcentaje de vehículos pesados es de 28% y de livianos del 72%.

5.8.3 Fase de operación

5.8.3.1 Infraestructura a desarrollar

La infraestructura a desarrollar durante la fase de operación será la del mantenimiento del pavimento, así como mantenimiento de cunetas y señalización.

5.8.3.2 Equipo y maquinaria

Durante la operación se usará maquinaria pequeña para el mantenimiento de la carretera, herramientas y equipo de seguridad descrita en la sección anterior.

5.8.3.3 Flujo vehicular y frecuencia de movilización esperada

Para determinar el flujo vehicular en la operación, la empresa Hidraes Ingenieros Consultores ha determinado los volúmenes vehiculares colocando dos estaciones de medición vehicular la primera saliendo del municipio Las Cruces hacia Bethel y la segunda en la Aldea Bethania, antes de llegar a la Comunidad Bethel.

En este tramo, se detectaron tres caminos intermedios (trazos amarillos y verde) por donde salen y entran vehículos livianos y pesados, en esta zona hay sembradíos de papaya y sandia pero también es una zona ganadera y hay mucho intercambio comercial con México, aunque también se sabe que hay mucho contrabando de ganado y usan el camino de color verde.

Se supo de un personero de Bethel, que hay temporadas en las que se forman filas de casi 3 kilómetros de largo, de tráileres llevando ganado.

El contrabando es por temporadas y para el traslado usan tráileres, tipo T3S2 o T3S3.

5.9 Servicios básicos

5.9.1 Abastecimiento de Agua

Para las actividades de la construcción se obtendrá de fuentes cercanas como afluentes, usando medidamente los riachuelos, también contratando cisternas trasladadas desde el centro del Municipio Las Cruces, aprovechando igualmente las temporadas de lluvia para su recolección. Para el consumo humano de agua potable, será a través de camiones proveedores de bebidas.

Las cuencas que cruzan transversalmente la carretera Cruces – Bethel son las siguientes:

CUENCA	PROGRESIVA	COORDENADAS GTM			CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE CUENCA			MÉTODO
		X	Y	Z	ÁREA (m2)	LONG. CAUCE PRINCIPAL (m)	DESNIVEL CAUCE PRINCIPAL (m)	
Arroyo El Chorro	466+513	491,521	1,846,191	130	118,146,278	29,391	70	Regional
Río Bethel	498+295	466,552	1,858,670	105	82,221,166	14,836	225	Regional

Tabla 9: Cuecas en tramo Las Cruces-Bethel (Hidraes)

5.9.2 Drenaje de aguas servidas y pluviales

AGUAS NEGRAS

La generación de aguas negras serán provenientes de las necesidades fisiológicas de los trabajadores, por lo cual se utilizarán servicios sanitarios portátiles adecuados conforme vaya avanzando la construcción y cerca del campamento; la operación de la carretera no generará aguas negras.

AGUAS PLUVIALES:

Las aguas pluviales durante la construcción serán desfogadas de manera natural hacia los terrenos del proyecto ayudando con las cunetas que se construirán para que éstas se conduzcan a través de ellas para la operación, según descripción en planos.

5.9.3 Energía eléctrica

Debido a que el tramo carretero ya cuenta con alumbrado eléctrico, será necesario que para la construcción, los encargados acuerden la distribución de energía con Energuate.

5.9.4 Vías de acceso

El proyecto se ubica en el Municipio Las Cruces del departamento de Petén, a donde se puede llegar por dos rutas.

Desde el Departamento de Guatemala, una de las rutas para llegar al proyecto es tomando la carretera CA-9 norte hasta llegar al cruce de Morales, Izabal, tomar la carretera CA-13 hasta Santa Ana, Petén, siguiendo por la Ruta Departamental RD PET-11 llegando al cruce RD PET-12, a 6 kilómetros del Municipio Las Cruces, inicia el proyecto de mejoramiento de la carretera hasta el puesto Fronterizo Bethel.

La otra ruta es carretera a Cobán CA-14, al llegar a Cobán se toma la ruta hacia Sayaxché, llegando al Subín se cruza hacia Las Cruces.

5.9.5 Transporte público

Desde la ciudad de Guatemala, hay varias empresas que prestan el servicio de transporte hacia Petén, algunos solamente llegan a Santa Ana para luego transbordar hacia Las Cruces a través de buses extra urbanos, otras empresas prestan servicio hasta Las Cruces directamente las cuales regularmente viajan de noche.

Existe transporte público hacia el proyecto, circulando aproximadamente cada 30 a 45 minutos, algunos vehículos tipo pick up también movilizan a las personas.

5.9.6 Otros

No existen otros servicios básicos que sean susceptibles de figurar en el presente documento.

5.9.7 Mano de obra

5.9.7.1 Durante la construcción

Durante la fase de construcción se emplearán alrededor de 125 personas, la mano de obra no calificada se contratará de la zona y la calificada la trasladará el contratista, las jornadas laborales serán únicamente en horario diurno.

El equipo de trabajo se conformará con personal profesional de supervisión, personal profesional del contratista, topógrafos, personal técnico profesional administrativo, especialistas ambientales, encargado de maquinaria, jefe de talleres, personal de campo de supervisión, obreros locales y trasladados.

5.9.7.2 Durante la operación

La operación se basa en el mantenimiento de la carretera, el personal a cargo constará de 15 personas máximo, entre los cuales están el supervisor, obreros, especialista ambiental, la institución encargada del mantenimiento de la carretera es la Unidad de Conservación Vial –COVIAL-.

Si bien es cierto que todo debe estar a cargo de personal especializado, parte del mismo puede eventualmente ser instruido y cualificado dentro de los mismos obreros que participen durante la construcción del mismo.

5.9.8 Campamentos

Para la fase de construcción se habilitará un área de campamento temporal que será utilizado como área de bodega, taller y oficina. Los servicios sanitarios serán portátiles quedando a cargo del constructor.

5.10 Materias primas y materiales a utilizar

5.10.1 Etapa de construcción y operación

Los materiales a utilizar serán extraídos de tres Bancos de Materiales ubicados a lo largo del trayecto del proyecto, el material fue analizado previamente con toma de muestras y ensayos de laboratorio.



Ilustración 22: Toma de muestras Banco de Materiales (Hidraes)



Ilustración 23: Separación de muestras para análisis de laboratorio (Hidraes)



Ilustración 24: Segundo Banco de Materiales (Hidraes)

Las ubicaciones se demuestran a continuación:

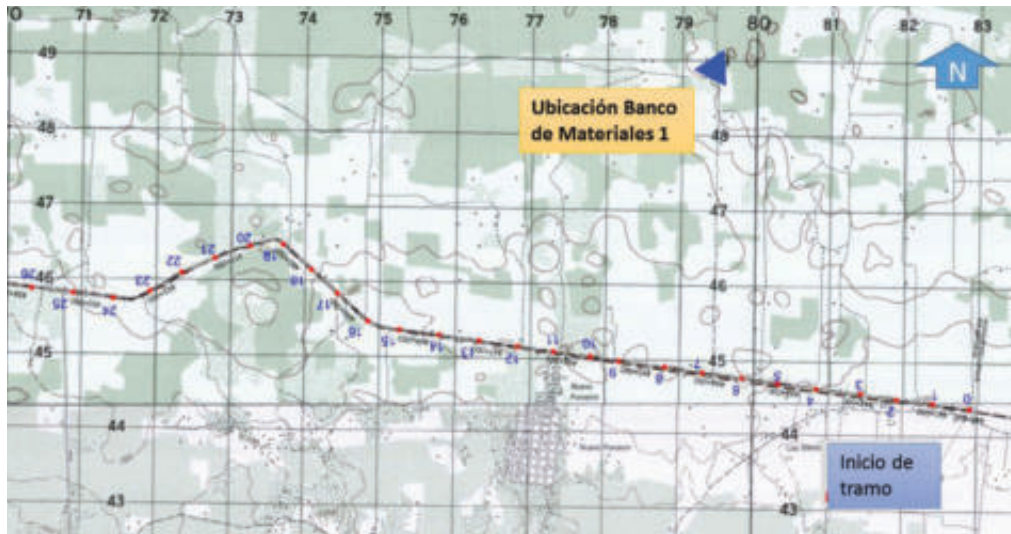


Ilustración 25: Ubicación primer Banco de Materiales (Hidraes)

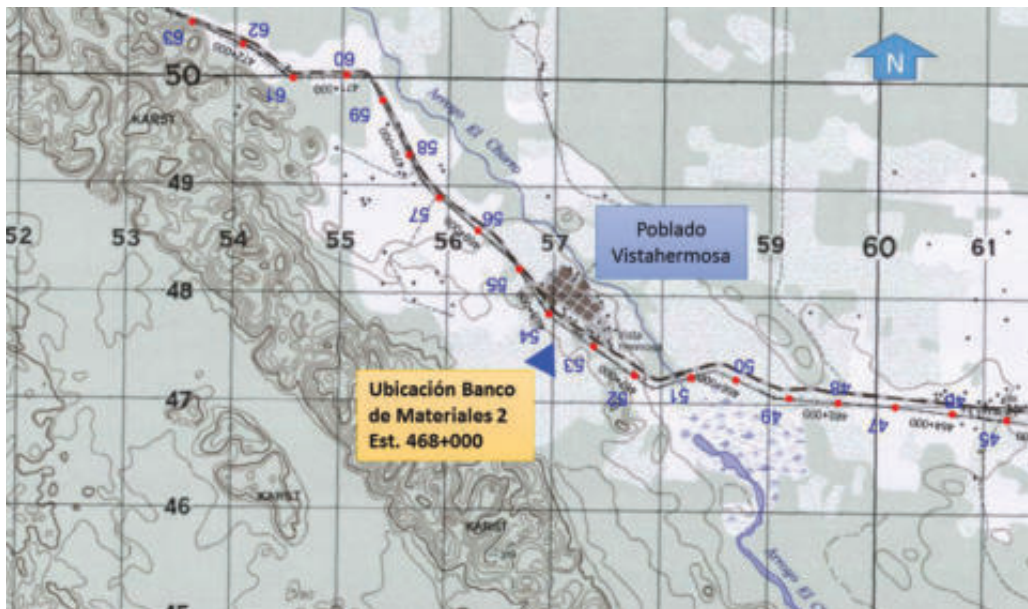


Ilustración 26: Ubicación segundo Banco de Materiales (Hidraes)



Ilustración 27: Ubicación tercer Banco de Materiales (Hidraes)

La maquinaria que se empleará durante la construcción requerirá de combustible, que será almacenado en obra, grasas y aceites para su mantenimiento y un pequeño parque o taller de repuestos y reparaciones.

Otro tipo de materiales que también serán de utilidad para la etapa de construcción y mantenimiento de la carretera: madera, concreto, pintura, elementos de seguridad personal, otros.

5.10.2 Inventario y manejo de sustancias químicas, tóxicas y peligrosas

En todas las fases de construcción se usarán combustibles almacenados en los correspondientes acopios situados en los espacios o parques de maquinaria especialmente diseñados para ello. Los aceites y grasas del mantenimiento de maquinaria y vehículos serán almacenados en la bodega de lubricante y manejados de acuerdo a las normas de seguridad para el almacenamiento de dichos productos.

En la operación del proyecto los productos para el mantenimiento de la carretera serán pinturas, aceites y grasas para la maquinaria en menor cantidad que para la operación.

5.11 Manejo y Disposición Final de desechos (sólidos, líquidos y gaseosos)

Todos los desechos generados se gestionarán conforme a la legislación vigente, en especial conforme a la Política Nacional para el Manejo Integral de los Residuos y Desechos Sólidos (Acuerdo Gubernativo No. 111-2005, Guatemala 4 de abril del 2005).

Los residuos se gestionarán en función de su naturaleza, primando la reutilización frente al vertido.

A continuación se presenta una relación de todos los residuos y desechos generados en una carretera como la actual, desglosados por unidad de obra de procedencia, exponiéndose el tratamiento o medidas a aplicar para evitar las afecciones sobre el medio tanto en la fase de construcción como en la de operación. Se indica también una aproximación a los volúmenes generados y un listado de posibles gestores para el tratamiento de los residuos.

5.11.1 Fase de construcción

5.11.1.1 Desechos sólidos, líquidos (incluyendo drenajes) y gaseosos

Durante la fase de construcción los residuos generados serán de tres tipos: por un lado: gases, residuos orgánicos y tierras, por otro los inertes: asimilables a urbanos o no peligrosos, como restos de hormigón, acero, madera, etc., y por último los residuos calificables como tóxicos y peligrosos, como pinturas, aceites, etc.

Derivados de la actividad general de la obra surgen:

- Emisiones de gases: procedentes de los motores de combustión de la maquinaria empleada.
- Residuos orgánicos: procedentes de la actividad humana.
- Tierra: procedentes de todos los lugares en los que se realiza movimiento de tierras y limpieza.

Una estimación de estos volúmenes generados es la siguiente:

Concepto	Total
Tierras y sobrantes (aproximado para toda la obra)	488,902.32 m ³

Residuos orgánicos (125 personas a 0,6 kg por persona y día)	75 kg (al día)
---	----------------

Tabla 10: Volúmenes de desechos generados durante la construcción

Otro tipo de residuos son:

- Leña por tala de árboles: en este caso no habrá tala de árboles, solamente limpieza de maleza.
- Madera aserrada: procedente de los recortes de la madera de encofrado y de los restos no reutilizables.
- Bolsas: generado del traslado de materiales y uso del personal.

5.11.1.2 Manejo de los desechos

- o Con respecto a las emisiones de gases, se deberá dar a la maquinaria empleada un mantenimiento preventivo y periódico, el cual consistirá en cambiar aceite y filtros de acuerdo con los requerimientos del fabricante de cada motor. Los equipos utilizados en el proyecto deberán ser preferentemente modelos recientes y contar con dispositivos especiales o filtros en los escapes para reducir la emanación de gases contaminantes hacia la atmósfera, para cumplir con las normas vigentes y aceptadas localmente para emisiones de gases.
- o La basura orgánica se acumulará en contenedores apropiados para ello, en una localización accesible y cercana a las casetas donde se realice la actividad humana, aunque separado de los lugares de comida. Se contratarán los servicios permanentes de una empresa de recolección, para evitar que ésta permanezca en el área del proyecto.
- o Los sobrantes de tierras y maleza generados en toda la obra, que no tengan un uso en la propia obra, se depositarán en zonas habilitadas como depósito de sobrantes de excavación dentro del área de proyecto.
- o La tierra vegetal se utilizará, en la medida de lo posible, como sustrato para la restauración vegetal de las superficies afectadas.
- o Los restos de materiales de construcción tendrán como destino final el botadero indentificado en el proyecto.
- o La madera en rollo y la leña se aprovechará del modo más conveniente y las ramas y restos no aprovechables, se llevarán al depósito de

sobrantes de excavación o bien se triturarán y esparcirán sobre el terreno.

- El resto de los desechos sólidos que no sean biodegradables como plásticos, aluminio, hierro y otros, se almacenarán hasta su transporte a los correspondientes centros de acopio, procesamiento y reciclaje, para lo cual se habilitará un contenedor en obra.

Los desechos líquidos serán los generados por necesidades fisiológicas de los trabajadores, por ello se contratarán servicios sanitarios portátiles de acuerdo a la cantidad de trabajadores.

5.11.1.3 Desechos tóxicos peligrosos

Durante la fase de construcción del aprovechamiento se generarán, además de los desechos no peligrosos mencionados, pequeñas cantidades de desechos peligrosos como:

- Pinturas: botes de pintura vacíos, brochas y trapos sucios, procedentes del pintado de la carretera y señalización.
- Disolventes: restos de disolventes, botes vacíos y trapos, procedentes de la limpieza de superficies.
- Aerosoles vacíos.
- Envases de plástico.
- Desechos líquidos: provenientes de las labores de mantenimiento de maquinaria y equipo.
- Tierras contaminadas.

Las cantidades estimadas de estos residuos son:

Concepto	Total (kg)
Botes de pintura vacíos, brochas y trapos sucios	15
Botes de disolventes vacíos y trapos sucios	8
Aerosoles vacíos	8
Envases de plástico	20
Desechos líquidos mantenimiento maquinaria	40
Tierras contaminadas	10

Tabla 11: Estimación mensual del volumen de pequeños residuos peligrosos generados en la fase de construcción.

5.11.1.4 Manejo de los desechos líquidos

- Los desechos líquidos provenientes de las labores de mantenimiento de maquinaria y equipo se recolectarán en bidones convenientemente cerrados y etiquetados, para facilitar su posterior traslado a los centros de reciclaje.
- Para el almacenamiento de restos de pinturas, disolventes, aerosoles o restos de tierra contaminada se dispondrá de varios bidones convenientemente cerrados y etiquetados, que se almacenarán en el interior de un contenedor de obra hasta su retirada por un gestor autorizado.
- El aceite usado de los dispositivos hidráulicos y las baterías serán gestionados según la normativa sobre desechos peligrosos. Se habilitará un área específica en el interior del campamento que consistirá en recipiente en el que se ubicarán los bidones con el aceite usado, otro bidón para los trapos sucios y otro para las baterías. Todos los bidones irán convenientemente tapados y etiquetados, y serán almacenados y trasladados a los centros urbanos de procesamiento y reciclaje.

5.11.1.5 Tratamiento y posibles gestores para los desechos generados

Aceites usados.

- *Tratamiento.* En el presente caso, tomando en consideración que los aceites que se producirán por sus características y naturaleza, podrán ser utilizados como combustible alternativo, se tiene contemplado contratar a una empresa autorizada por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales para la recepción, manejo, adecuada transformación y disposición final de aceites usados, o a través de las gasolineras del área.

Baterías o acumuladores.

- *Tratamiento.* El proceso de reciclado de acumuladores es uno de los más efectivos y eficientes, este proceso consiste en separar los componentes y procesarlos. De los acumuladores se obtiene el material componente para su reutilización en nuevas baterías o en la industria metalúrgica secundaria. La carcasa, fabricada en polipropileno, precisa ser limpiada, fundida y moldeada otra vez. Por último el ácido sulfúrico es recuperado y procesado para volverse a utilizar. De esto resulta que llega a aprovecharse el 90% de una batería usada. El manejo de baterías o acumuladores se implementará cuando sea necesario, en observancia de la normativa aplicable al tema, siguiendo las mejores prácticas que se encuentren a disposición al tiempo en que sea necesario implementarlas.

Plásticos diversos.

- *Tratamiento.* Se recolectarán los plásticos utilizados en la construcción, así como los usados por el personal de campo para que sean trasladados a una recicladora.

Solventes.

- *Tratamiento.* La opción preferida para el manejo de residuos de solvente es con frecuencia su regeneración y recuperación mediante, procesos tales como la destilación. Los solventes sucios pueden ser reciclados mediante variados procesos con el propósito de rehusar el producto como solvente o en mezclas de combustibles alternativos. Los que son reciclados para ser usados como combustible, son generalmente recolectados y mezclados para satisfacer especificaciones predeterminadas para dicho combustible. En el presente caso, se contempla contratar a una empresa para la adecuada recepción, manejo, tratamiento y disposición final de este tipo de sustancias.

5.11.2 Fase de operación

5.11.2.1 Desechos Sólidos, líquidos (incluyendo drenajes) y gaseosos

Los desechos sólidos durante el mantenimiento serán los generados por los residuos domésticos de los trabajadores, deberán de recolectar su basura y trasladarla a un botadero cercano a las poblaciones, esto será muy eventual.

Los desechos líquidos para esta fase serán los generados por las actividades laborales provenientes del mantenimiento de la carretera.

5.11.2.2 Desechos tóxicos peligrosos

Durante la fase de operación los desechos generados son muy escasos, reduciéndose básicamente a botes de pintura, aerosoles, material de soldadura, envases plásticos, éstos se utilizarán para el mantenimiento de la carretera y señalización, se almacenarán por separado siendo etiquetados y trasladados a centros urbanos de procesamiento.

5.12 Concordancia con el plan de uso del suelo

La planificación del mejoramiento del tramo carretero de Las Cruces hacia el Puesto Fronterizo Bethel es de planificación nacional a través del Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda para que el desarrollo económico sea beneficiado mayormente por ser paso fronterizo hacia México.

Por su parte, el municipio Las Cruces cuenta con un Plan de Desarrollo Municipal contemplado para un periodo del año 2012 al 2025 elaborado por el Consejo Municipal de Desarrollo y la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia en el año 2012. En los Ejes de Desarrollo se encuentra el promover la creación de infraestructura para apoyar la producción ayudando al incremento de producto local puesto en el mercado anualmente, a través de la infraestructura vial y productiva para el desarrollo local, contemplando la pavimentación del tramo carretero que conduce de Pucte a Bethel y de Palestina a Laureles.

6 DESCRIPCIÓN DEL "MARCO LEGAL (JURÍDICO)"

6.1 Constitución de la República de Guatemala

Derechos individuales, el referido cuerpo legal establece en su artículo número 43 que "*Se reconoce la libertad de industria, de comercio y de trabajo, salvo las limitaciones que por motivos sociales o de interés nacional impongan las leyes*".

Por lo tanto, la misma constitución establece que dicha libertad puede ser limitada por motivos sociales o de interés nacional; por lo que deberá entenderse que, cuando aquella libertad afecte la salud y calidad de vida de los habitantes, dicha libertad deberá restringirse.

En cuanto a salud, la seguridad y la asistencia social, el Artículo No. 95, se refiere a la salud como un bien público. " *Todas las personas e instituciones están obligadas a velar por su conservación y restablecimiento*".

Artículo 64. Patrimonio Natural. Se declara de interés nacional la conservación, protección y mejoramiento del patrimonio natural de la Nación. El estado fomentará la creación de parques nacionales, reservas y refugios naturales, los cuales son inalienables. Una ley garantizará su protección y la de la fauna y la flora que en ellos existe.

Artículo 97, MEDIO AMBIENTE Y EQUILIBRIO ECOLÓGICO. El estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional, están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico.

Se dictarán todas las normas necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y del agua, se realicen, evitando su depredación.

6.2 Decreto Ley 68-86. Congreso de la República de Guatemala.

Corresponde a la "Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente" en la cual se instituye el "Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental" como el instrumento para hacer compatibles el desarrollo del país y la protección al medio ambiente nacional.

Artículo 8: "Para todo proyecto, obra industria, o cualquier otra actividad que por sus características pueda producir deterioro a los recursos naturales renovables o no, el ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional, será necesario, previamente a su desarrollo, un Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental, realizado por los técnicos en la materia y aprobado por la Comisión Nacional del Medio Ambiente. El funcionario que omitiere exigir el Estudio de Impacto Ambiental de conformidad con este artículo será responsable personalmente por incumplimiento de deberes, así como el particular que omitiere cumplir con dicho Estudio de Impacto Ambiental será sancionado con una multa de Q. 5,000.00 a Q. 100,000.00. En caso de no cumplir con este requisito en el término de seis meses de haber sido multado, el negocio será clausurado en tanto no cumpla."

6.3 Decreto Ley 95-2000. Congreso de la República, Creación del Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales

En este decreto se crea el Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales, asignándole las facultades que anteriormente venía ejerciendo la CONAMA, así como ser el rector nacional en materia de medio ambiente.

6.3.1 Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental. Acuerdo Gubernativo No. 137-2016.

Equilibrio Ecológico: Es la condición en la cual un ecosistema se encuentra compensado porque las actividades del ser humano, no superan su capacidad para soportar cambios, de forma tal, que cualquier actividad logra insertarse de manera armónica, sin que la existencia de uno implique riesgo de alterar en forma adversa la condiciones que favorecen al otro.

Impacto Ambiental: Cualquier alteración significativa, positiva o negativa, de uno o más de los componentes ambientales, provocadas por acción del hombre o fenómenos naturales en un área de influencia definida.

Artículo 11. Instrumentos de gestión ambiental. Por su naturaleza y modo de aplicación, estos instrumentos se dividen en dos grupos, los denominados instrumentos ambientales (predictivos, correctivos y complementarios) y los denominados de control y seguimiento ambiental.

Artículo 12. Equivalencia y regularización de instrumentos ambientales.

Artículo 13. Instrumentos ambientales predictivos.

Artículo 14. Instrumento ambiental correctivo.

Artículo 15. Instrumentos ambientales complementarios.

6.3.2 Listado taxativo de proyectos, obras, industrias o actividades. Acuerdo ministerial no.199-2016

El Artículo 1 determina emitir el listado taxativo de proyectos, obras, industrias o actividades que se detalla en dicho Acuerdo.

6.4 Código de Salud. Decreto 90-97; Capítulo IV, Salud y Ambiente. Sección 1. Calidad Ambiental. Del Congreso de la República de Guatemala.

Corresponde al Código de Salud, el cual en su contenido se refiere a diferentes aspectos relacionados con: el saneamiento del medio ambiente, el abastecimiento del agua potable, la eliminación y disposición de excretas y aguas servidas, la disposición de basuras, afluentes residuales, molestias públicas, riesgos colectivos y de la higiene laboral.

Artículo No. 1. El referido Código, establece que: "todos los habitantes de la República tienen derecho a la conservación, protección y recuperación de su salud, pero están así mismos obligados a procurarse, mejorar y conservar las condiciones de salubridad del medio en que viven y desarrollen sus actividades y a contribuir a la conservación higiénica del medio ambiente en general".

Artículo No. 2. El estado en cumplimiento de sus obligaciones de velar por la salud de los habitantes, desarrollara a través de sus órganos centrales y descentralizados acciones de protección, promoción, recuperación, rehabilitación y las complementarias pertinentes, a fin de procurarles el más completo bienestar físico, mental y social.

Capítulo 11. Del Saneamiento del Medio Ambiente.

Artículo No. 19. Para el saneamiento del medio ambiente se desarrollarán acciones destinadas al abastecimiento de agua potable, disposición adecuadas de excretas y aguas servidas, eliminación de basura y otros desechos, eliminación y control de insectos, roedores y otros animales dañinos, higiene de alimentos, salubridad y calidad de la vivienda, construcción en general, y lugares de acceso público, higiene y seguridad en el trabajo, control de contaminación del agua, el suelo y el aire, y la eliminación o control de molestias públicas y otros riesgos ambientales.

Artículo 74: Evaluación de Impacto Ambiental y Salud. El Ministerio de Salud, la Comisión Nacional del Medio Ambiente y las Municipalidades, establecerán los criterios para la realización de estudios de evaluación de impacto ambiental, orientados a determinar las medidas de prevención y de mitigación necesarias, para reducir riesgos potenciales a la salud derivados de desequilibrios en la calidad ambiental, producto de la realización de obras o procesos de desarrollo industrial, urbanístico, agrícola, pecuario, turístico, forestal y pesquero.

6.5 Código Municipal y Reglamentaciones Municipales.

Este instrumento autoriza y faculta a las municipalidades a enfrentar los problemas derivados de la contaminación ambiental. El Alcalde Municipal tiene atribuciones para velar por la limpieza y salubridad general del municipio en lugares públicos; también menciona algunas situaciones específicas relacionadas con la promoción y protección de los recursos naturales renovables y no renovables del Municipio, así como con la gestión ambiental dentro de la jurisdicción municipal.

6.6 Código de Trabajo y su Reglamento.

El Artículo 197 determina que todo patrono está obligado a adoptar las precauciones necesarias para proteger eficazmente la vida y la salud de sus trabajadores, introduciendo por su cuenta todas las medidas de higiene y seguridad (industrial) en los lugares de trabajo.

6.7 Reglamento de las Descargas y reuso de aguas residuales y de la disposición de lodos

Este reglamento establece los criterios y requisitos que deben cumplirse para la descarga y re utilización de aguas residuales, así como para la disposición de lodos. Lo anterior para que, a través del mejoramiento de las características de dichas aguas, se logre establecer un proceso continuo que permita:

- Proteger los cuerpos receptores de agua de los impactos provenientes de la actividad humana.
- Recuperar los cuerpos receptores de agua en proceso de eutrofización.
- Promover el desarrollo del recurso hídrico con visión de gestión integrada.

También es objeto del presente Reglamento establecer los mecanismos de evaluación, control y seguimiento para que el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales promueva la conservación y mejoramiento del recurso hídrico.

6.8 Decreto Legislativo 26-97 (modificado por el Decreto 81-98) del Congreso de la República

Corresponde a la Ley de Protección del patrimonio cultural de la nación, la cual tiene el objetivo de garantizar la protección y la investigación de las zonas de interés natural y cultural del país.

6.9 Acuerdo 4-89, Ley de Áreas Protegidas

ARTICULO 20. Actividades dentro de las Áreas Protegidas. Las empresas públicas o privadas que tengan actualmente, o que en el futuro desarrollen instalaciones o actividades comerciales, industriales, turísticas, pesqueras, forestales, agropecuarias, experimentales o de transporte dentro del perímetro de las áreas protegidas, celebrarán de mutuo acuerdo con el CONAP, un contrato en el que se establecerán las condiciones y normas de operación, determinadas por un estudio de impacto ambiental, presentado por el interesado al Consejo Nacional de Áreas Protegidas, el cual con su opinión lo remitirá a la Comisión Nacional del Medio Ambiente para su evaluación, siempre y cuando su actividad sea compatible con los usos previstos en el plan maestro de la unidad de conservación de que se trate.

ARTICULO 21. Impacto ambiental de rutas. Cuando por cualquier razón las áreas protegidas tengan o deba construirse caminos, ya sea para el transporte interno del área protegida o para transporte de uso general, éstos deben ser construidos solamente si se logra un estudio de impacto ambiental favorable, presentado por el ente o empresa interesada en la construcción y aprobado por la Comisión Nacional del Medio Ambiente y por el CONAP. Cuando la construcción sea realizada por el concesionario, éste será el responsable de su construcción, modificaciones y mantenimiento, al menos por el tiempo que dure la concesión, salvo si en el contrato se especifica lo contrario. En el caso de las áreas públicas, las rutas serán construidas y mantenidas por el Ministerio de Comunicaciones, Transporte y Obras Públicas.

6.10 Manual Centroamericano de Normas Ambientales para el Diseño, Construcción y Mantenimiento de Carreteras

La demanda de la COMITRAN XXIV (Consejo de Ministros de Transporte de Centroamérica), para la Aplicación del Manual Centroamericano de Normas

Ambientales para el Diseño, Construcción y Mantenimiento de Carreteras”, para que sea de observancia obligatoria en los países de la región centroamericana.

Dicho instrumento indica que “el Contratista debe cumplir con todas las regulaciones, leyes, decretos o normas relativas a la Protección Ambiental tanto locales como nacionales que, de una forma u otra, involucren la Construcción Vial (reconstrucción, rehabilitación, mejoramiento, ampliación y otras)” esta etapa se ha dividido en las siguientes fases:

- Implementación; Supervisión ambiental;
- Construcción y operación de campamentos;
- Apertura y adecuación de accesos;
- Plantas trituradora, de asfalto y /o de concreto;
- Operación de maquinaria;
- Transporte y acarreos;
- Bancos de préstamo o canteras,
- Cortes y rellenos o terraplenes;
- Secciones típicas para excavación en roca;
- Secciones típicas para excavación en tierra;
- Secciones típicas para construcción de rellenos;
- Secciones típicas para rellenos sobre áreas húmedas;
- Depósito de desperdicios en botaderos;
- Medidas para protección de taludes;
- Construcción de obras de drenaje;
- Construcción de puentes y obras especiales;
- Construcción de túneles;
- Extendido y compactación de carpeta de rodadura;
- Demarcación y señalización temporal y definitiva;
- Limpieza final de la obra; y
- Finalización de los trabajos de construcción.

6.11 Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras y Puentes

Las especificaciones generales de construcción de carreteras y puentes, es el compendio que norma en forma general, las relaciones entre la Dirección General de Caminos y los Contratistas, para todas sus obras. La división 800 contempla los aspectos ambientales que se refieren a:

- Control de Erosión
- Capa Vegetal
- Siembra de Césped
- Plantas, Árboles, Arbustos y Enredaderas
- Césped
- Vástagos de Grama Esteras para el Control de la Erosión
- Tejido de Primera Torsión y
- Sistemas Celulares de Confinamiento.

7 MONTO GLOBAL DE LA INVERSIÓN

El contrato a suscribir por el Ministerio de Comunicaciones a través de la Dirección General de Caminos con El Contratista, tiene un valor de **Q.235.221,203.53**

Tabla 12: Monto global de la inversión

RESUMEN PRESUPUESTO LAS CRUCES - BETHEL			Cantidad en Q	Cantidad en US\$
Costos directos			158,291,523.24	\$ 21,536,261.67
Costos indirectos	30%		Q 47,487,456.97	\$ 6,460,878.50
Total Parcial			Q 205,778,980.21	\$ 27,997,140.16
IVA	12%		Q 24,693,477.63	\$ 3,359,656.82
Sub-Total			Q 230,472,457.84	\$ 31,356,796.99
Trabajos por Administracion	2.00%		Q 3,165,830.46	\$ 430,725.23
Trabajos Ambientales por Administracion	1.00%		Q 1,582,915.23	\$ 215,362.62
Total presupuesto	Global		Q 235,221,203.53	\$ 32,002,884.83

El contratista recibirá un anticipo del contrato en cumplimiento de la ley de contrataciones del estado y el resto del valor del contrato por medio de estimaciones mensuales de trabajo, misma que deberán ser autorizadas por la empresa supervisora y la DGC.

Las estimaciones de trabajo deberán ser acompañadas del reporte mensual ambiental elaborado por el Ejecutor Ambiental de la empresa constructora y por el reporte del Especialista Ambiental de la empresa supervisora.

8 DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE FÍSICO

8.1 Geología

Se presenta un extracto del estudio geológico realizado por la empresa Ingeotecnia, S. A. en abril 2017.

8.1.1 Aspectos geológicos regionales

El territorio nacional se ha dividido en cuatro provincias fisiográficas por las características de su relieve, en la figura (Fig. No. 3) se presenta el mapa de estas provincias fisiográficas de Guatemala. El proyecto de carretera de Las Cruces – Bethel, se ubica en la provincia de las Tierras Bajas de El Petén, que es una plataforma carbonatada asociada a la península de Yucatán, donde por precipitación

y sedimentación se depositó la formación Santa Amelia, en un ambiente de plataforma continental, de edad Paleoceno – Eoceno Inferior. Esta plataforma al emergió del ambiente marino, y quedando expuesta desde el Mioceno, donde ha sufrido procesos de disolución y abrasión originando una peniplanicie.

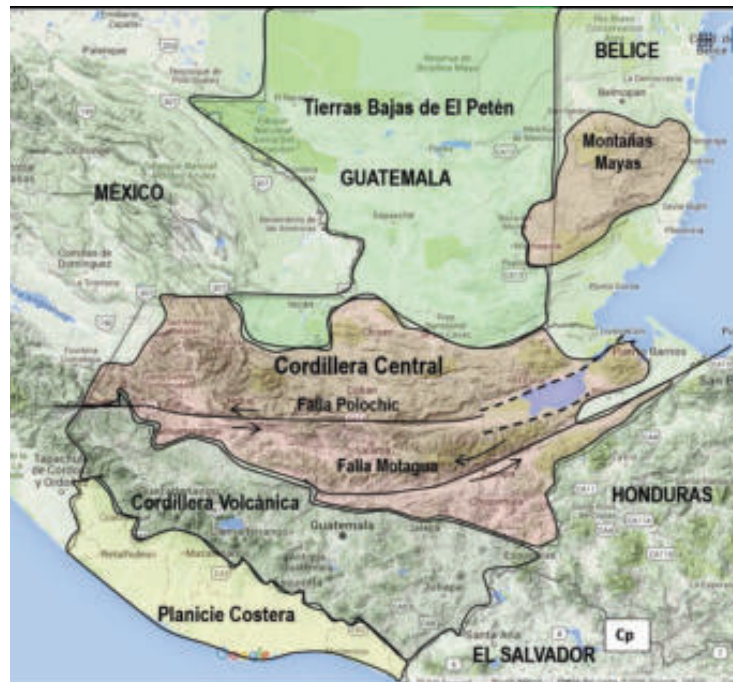


Ilustración 28: Mapa geomorfológico de Guatemala

8.1.2 Aspectos geológicos locales

8.1.2.1 Unidad de Suelo Residual.

Este es un suelo residual, producto de la meteorización y disolución de calizas y algunas capas evaporíticas con arcilla color rojo, que se encuentran intercaladas. Estas capas afloran en superficie son de espesor variable, que pueden ser de unos centímetros a varios metros dependiendo de la profundidad que haya alcanzado la meteorización, en las fotografías se presentan vistas donde se observa el suelo en superficie. De acuerdo a los resultados de los ensayos de laboratorio, el suelo es muy uniforme a lo largo del trazo del proyecto, el cual se clasifica como un limo arenoso, algo plástico (ML), a veces con un incremento de plasticidad (MH) o del contenido de arena (SM) [ASTM D- 2487]. Según AASHTO, se clasifica como A 7 6.

La unidad es una peniplanicie madura correspondiente a la antigua superficie de erosión.



Ilustración 29: Afloramientos

8.1.2.2 Unidad de Relieve Ondulado.

Esta unidad se encuentra en un proceso intermedio de abrasión, el cual se caracteriza por la presencia de montículos adyacentes o aislados, que tienen forma de campana de bajo relieve (poca altura) y con laderas redondas, que sobresalen de la planicie. La unidad aparece en varios sitios del trazo y algunas veces se reconoce debido a que en estos lugares los planificadores debieron de cambiar el trazo de la ruta para evitar cortar estas estructuras. Entre los montículos se encuentran en la planicie, presentan un suelo residual que tiene un horizonte B muy poco desarrollado, encontrándose inmediatamente el horizonte C y la Roca.



Ilustración 30: Panorámica del relieve ondulado

8.1.2.3 Unidad de rocas Plegadas.

Esta unidad es una sierra formada por el plegamiento de las capas de caliza de la formación Santa Amelia, la cual está formada por capas de caliza dolomíticas y calizas, de color crema grisáceo a blanco amarillento y de textura brechosa. El trazo de la ruta cruza el flanco Nor - Este, en donde las capas de caliza dolomítica presentan una dirección de inclinación de $038^{\circ} / 56^{\circ}$; en este sitio se puede observar también una falla de estratificación. En la fotografía se muestra una vista del flanco E del pliegue.



Ilustración 31: Afloramiento del flanco Norte de estructura de la unidad de rocas plegadas

El cuerpo de roca que se formado por el plegamiento de esta formación, se presenta intensamente fracturado, con fracturas que forman partículas aisladas, tamaño cantos y grava, y los planos de estratificación que tienen una orientación definida (038° / 56°).

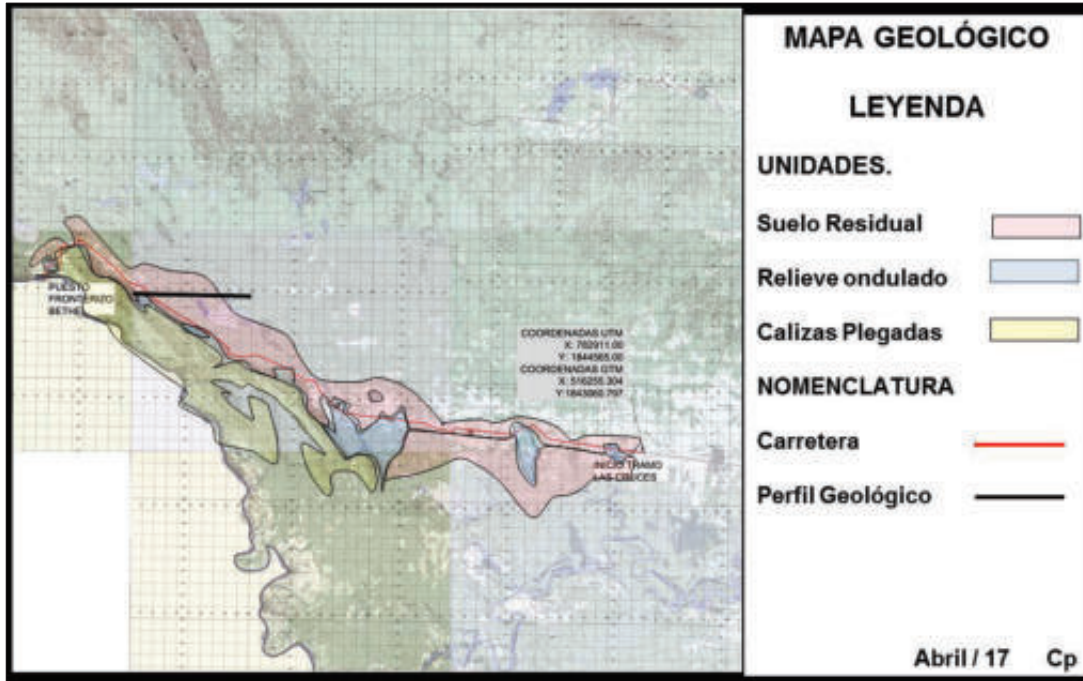


Ilustración 32: Mapa geológico del trazo Las Cruces-Bethel

8.1.3 Caracterización geotécnica

A continuación, se hace un análisis del comportamiento esperado de las unidades geológicas con relación a la intervención de la carretera mediante un enfoque geológico – geotécnico.

8.1.3.1 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE LABORATORIO.

Unidad de suelo residual.

Como se describió en el apartado correspondiente, la unidad está formada por un suelo residual; se estima que el 80 % del trazo corre sobre esta unidad. Este suelo suele tener un espesor mayor de 1 m, es de color rojizo, limo arenoso, de plasticidad media (SM) según norma ASTM (D – 2487), con algunas variantes en el contenido de arena y de plasticidad; El suelo representa el horizonte B de un perfil del desarrollo del suelo. Según la clasificación de suelos para carreteras de AASTHO

el suelo se clasifica como A – 7 – 6, esta categoría de la clasificación, identifica a los suelos considerados como sustrato de mala calidad para la ruta, debido a que es inestable en presencia de humedad.

Una de las características de este suelo es que en presencia de humedad cambia sus propiedades mecánicas, por lo que el diseño debe mejorar estas propiedades para desarrollar un diseño acorde a una condición mejorada y obtener un sustrato estable. Debido a esta característica con relación a la humedad es recomendable poner énfasis en las condiciones de drenaje del trazo para lograr una evacuación rápida de la escorrentía.

Rocas Plegadas.

Esta unidad está formada por cuerpos de roca que han sufrido deformaciones estructurales que provocaron el plegamiento de las capas. Como roca se considera que es competente, sin embargo, como cuerpo de roca presenta una elevada intensidad de fracturamiento por lo que si existen coretes de talud, se debe de hacer una revisión Geotécnica específica.

Para los cortes se considera que esta roca se encuentra en una condición límite para ser escarificada (Ripabilidad) con un tractor D – 10 (Bull Dozer), y está en el límite, pues pueden existir algunos núcleos de roca aislados, que se le dificulte extraerlos con este equipo.

8.1.4 Bancos de materiales

Mediante un análisis de las condiciones del pavimento se determinó que la grava utilizada en el pavimento al estar en contacto con humedad, liberaba algunas partículas de arcilla que reducían la fricción; para eliminar este fenómeno, se decidió colocar una capa de mayor rugosidad sobre el pavimento para mejorar la fricción, los materiales para esta sobre capa fueron acarreados desde Río Dulce.

Banco Los Amantes.

Este banco se ubica a 2.5 km antes de llegar a la población de Bethel, las coordenadas UTM 1, 861,128 N – 734,740 E. Este es un banco formado por un cuerpo de roca, que es una caliza dolomítica brechosa, intensamente fracturada. Este banco ha sido utilizado para el mantenimiento de la actual de la terracería de la carretera. Se determinó que con un proceso de trituración y clasificación, es factible utilizar el material de este banco, obteniéndose un buen producto para la

construcción de la sub base y base, sin embargo para uso en la capa de rodadura se requiere profundizar en el conocimiento de las propiedades de las rocas.

8.2 Geomorfología

Según la clasificación de provincias fisiográficas de Guatemala, el área del proyecto se encuentra dentro de lo que se denomina Cinturón Plegado de Lacandón, se extiende desde la Sierra del Lacandón al Oeste; desde las estribaciones de las Montañas Mayas, al Sureste. Está conformado por rocas sedimentarias carbonáticas marinas y areniscas gruesas del Cretácico Secundario.

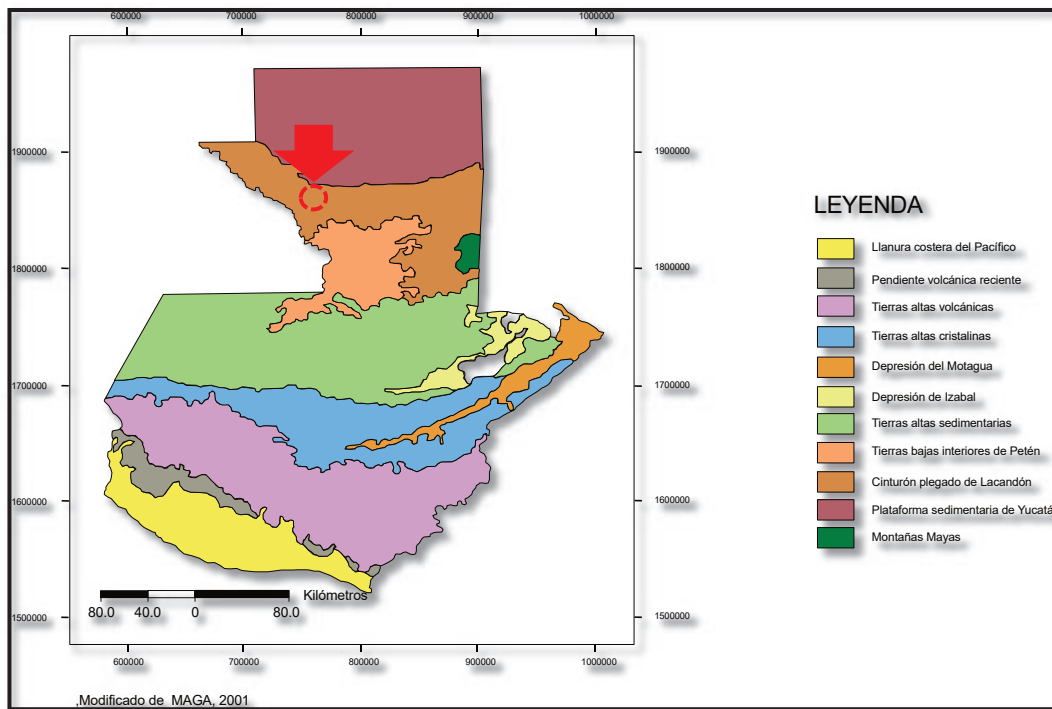


Ilustración 33: Mapa Fisiográfico de Guatemala

El proyecto se localiza en el noroccidente, el relieve del terreno tiene la particularidad de desarrollar valles y un terreno Kárstico dándole al área una geomorfología compleja.

Se denominan Lomas Kársticas: conformadas por Karts cónico sumamente quebrado, propios del Cinturón Plegado del Lacandón y de las estribaciones de las Montañas Maya. Se localiza la serie Cuxú que se desarrolló sobre rocas calizas

suaves y la serie Chacalté en zonas de Karts Cónico. Aproximadamente cubren 7000 Km. Cuadrados en conjunto.

8.3 Suelos

La mayoría de los suelos del municipio pertenecen a la serie Quinil, aunque posee otro tipo de serie de suelos en menor proporción, como: Chacalté, Usumacinta, Bolón, Sarstún; la serie Quinil según el mapa de suelos de Simmons, Tárano y Pinto, con características de profundos, bien drenados y de textura arcillosa; con estructura granular y moderado contenido de materia orgánica.

En general, son suelos con altas facilidades de mecanización agrícola por su profundidad y topografía, aunque es sabido que los suelos de El Petén son en su mayoría de aptitud forestal, lo cual es evidente por el sistema radicular de los árboles; la problemática de los suelos, se enmarca en su alto contenido de arcillas y porcentajes altos de fijación de fósforo, lo cual reduce la disponibilidad y aprovechamiento de los nutrientes.

Es importante mencionar que, debido al mal uso de los suelos, solo puede utilizarse por 2 ó 3 años, y después hay que dejarlo en descanso o barbecho, durante cinco o seis años, para que recobre su fertilidad natural; actualmente los suelos son utilizados para la siembra de cultivos tradicionales, como: maíz, frijol, pepitoria, pequeños huertos familiares, algunos cítricos y pastos, entre otros.

El municipio de Las Cruces, cuenta con una superficie de 1,751.28.28 km² de los cuales aproximadamente un 70%, corresponden al Sistema Integrado de Áreas Protegidas de Petén (SIAP), conformados principalmente, por el Refugio de Vida Silvestre El Pucté, y las zonas intangibles y de recuperación del Parque Nacional Sierra de Lacandón de la Reserva de Biosfera Maya.

8.4 Clima

El clima del municipio de Las Cruces, Petén, es de tipo tropical cálido y húmedo, típico de tierras bajas en estas latitudes; se caracteriza como tropical variable-húmedo con época larga de lluvia y con época seca desarrollada, pero de duración variable entre diciembre y mayo, (el inicio puede tardar hasta enero o febrero), dependiendo de la ubicación en el departamento, Según la clasificación de Thornthwaite se encuentran los climas BA¹.

Temperatura:	La temperatura media es de 25° C con una máxima de 32° C durante la época seca de marzo a mayo y la mínima de 20° C durante los meses de diciembre y enero.
Precipitación pluvial:	El municipio se considera lluvioso con un promedio anual de precipitación de 1,730mm, distribuidos en los meses de junio a diciembre.
Humedad relativa:	Por ubicación geográfica y la vegetación existente, la humedad relativa media que se registra es de 81.5% con el valor máximo de 89% durante el mes de diciembre y mínimo de 38% en el mes de mayo.
Evaporación:	La evaporación media anual es 104.55mm alcanzando la máxima evaporación de 153.5mm en el mes de mayo y una mínima de 58.8mm en el mes de diciembre.

8.5 Hidrología

El área donde se sitúa el proyecto de pavimentación se encuentra en la subcuenca de los ríos Salinas, La Pasión y El Subín, que a su vez tributan en la cuenca del Usumacinta, su topografía es mayormente plana, siendo ésta la característica más significativa; en la parte sur posee inmensas llanuras; en la parte norte, se encuentra la Sierra Lacandón, zona conocida como el Arco de La Libertad, como resultado de plegamiento, los cuales son de corto intervalo y gran frecuencia.

Lagunas y lagunetas: Yaxtunilá, El Pucté, Itzán, Yaxchilan, y otros de menor importancia.

Aguadas: son depósitos de aguas naturales y estancadas que se forman en las estribaciones de las montañas o puntos bajos de las sabanas, esta aguas durante el invierno se acumulan procedentes de las partes más altas del terreno y se depositan en grandes y pequeñas cantidades según el diámetro de la cuenca o depósito natural, en donde debido al piso o suelo barroso de su fondo, permite el estancamiento de esta agua por períodos más o menos largos; regularmente estos recursos, se encuentran establecidos mayoritariamente en fincas de mayor tamaño, donde se encuentran potreros para la producción de ganado bovino, que contribuyen a minimizar las necesidades de agua en época de verano.

Los trabajos de caracterización hidrológica de cada una de las cuencas que intersecta la alineación de carretera Cruces – Bethel se recopilan en el presente apartado de Hidrología, que ofrece como producto fundamental los caudales de punta para los periodos de retorno seleccionados. Como complemento a los trabajos

de hidrología, el apartado de Hidráulica dará la solución óptima para el drenaje en cada uno de los puntos.



Ilustración 34: Cuenca río Bethel

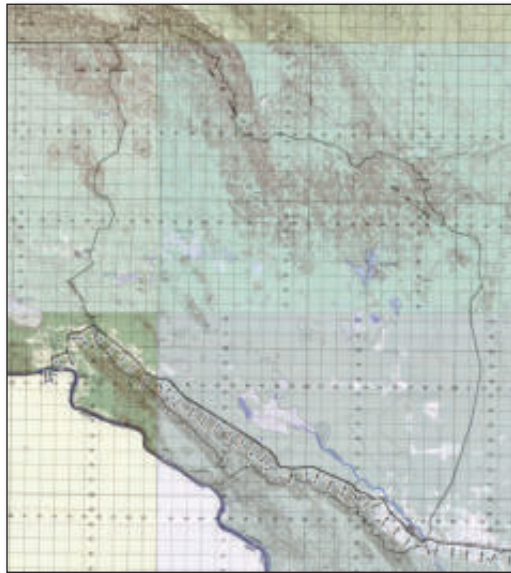


Ilustración 35: Arroyo El Chorro

Para cuencas pequeñas (menos de 1 km² de área o 100 Hectáreas) se ha empleado el método racional, de acuerdo a las recomendaciones del Manual de Consideraciones Técnicas Hidrológicas e Hidráulicas para la Infraestructura Vial en Centroamérica. Para cuencas mayores se ha empleado el método del hidrograma

unitario siguiendo las recomendaciones del INSIVUMEH, que son diferentes de acuerdo a la cuenca vertiente en que se encuentre la obra de drenaje.

Para los drenajes menores (tubería hasta 72 pulgadas de diámetro) se ha empleado un periodo de retorno de 30 años. Para los drenajes mayores (marcos y bóvedas) se ha empleado un periodo de retorno de 100 años. Estas recomendaciones parten también del Manual de Consideraciones Técnicas Hidrológicas e Hidráulicas para la Infraestructura Vial en Centroamérica. Ver estudio Hidrológico en el Anexo 4.

8.6 Calidad del aire

En el área donde se realizará el proyecto, el flujo vehicular es relativamente bajo, tampoco existe zona industrial ni otras actividades que puedan causar daño a la atmósfera. Debido a que el estatus actual de la carretera es de terracería, en época de verano suele levantar partículas afectando de cierta manera la salud de los peatones y ciclistas.

8.6.1 Ruido y vibraciones

Las vibraciones del área se deben al paso de transporte pesado, siendo el de que circula con frecuencia con ganado hacia la zona fronteriza Bethel.

Para analizar el ruido en el área del proyecto, se realizó un *screening* en los poblados ubicados a lo largo del tramo carretero, cada medición tuvo un tiempo promedio de 10 minutos con el fin de detectar áreas donde existen niveles por encima de los 80 dBA.



Ilustración 36: Equipo para toma de análisis de ruido

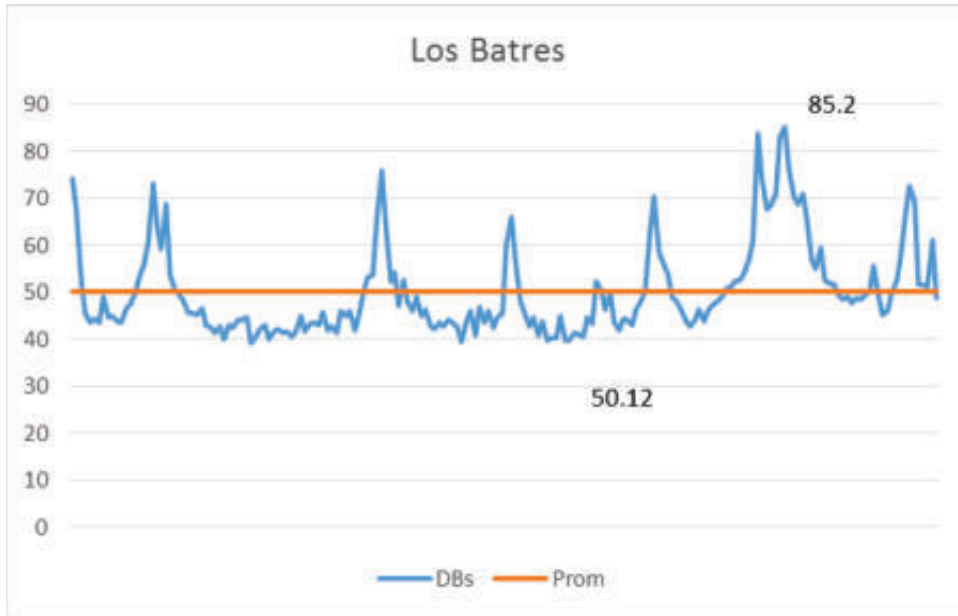


Ilustración 37: Diagrama de análisis de ruido en poblado Los Batres



Ilustración 38: Diagrama de análisis de ruido en poblado Los Josefinos

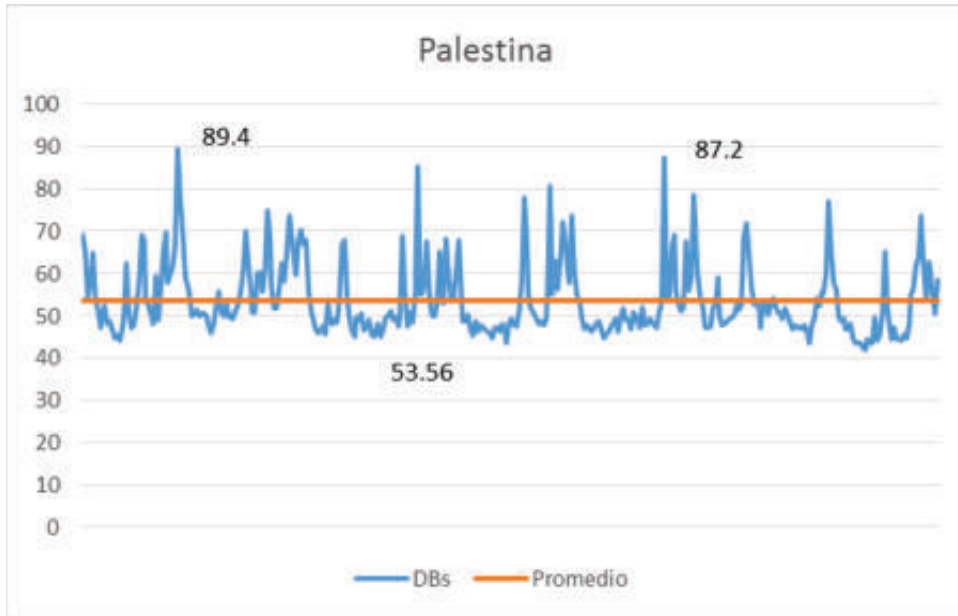


Ilustración 39: Diagrama de análisis de ruido en poblado Palestina

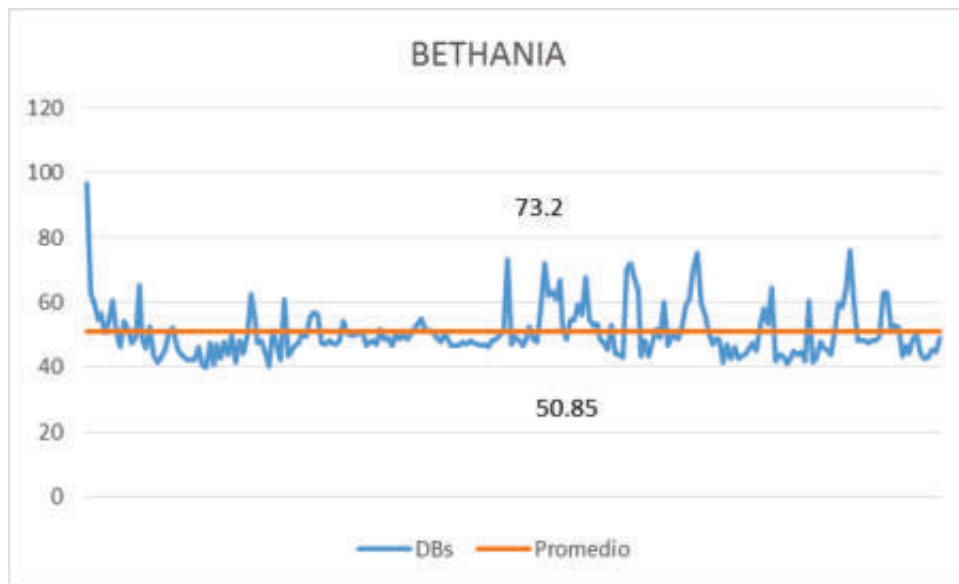


Ilustración 40: Diagrama de análisis de ruido en poblado Bethania

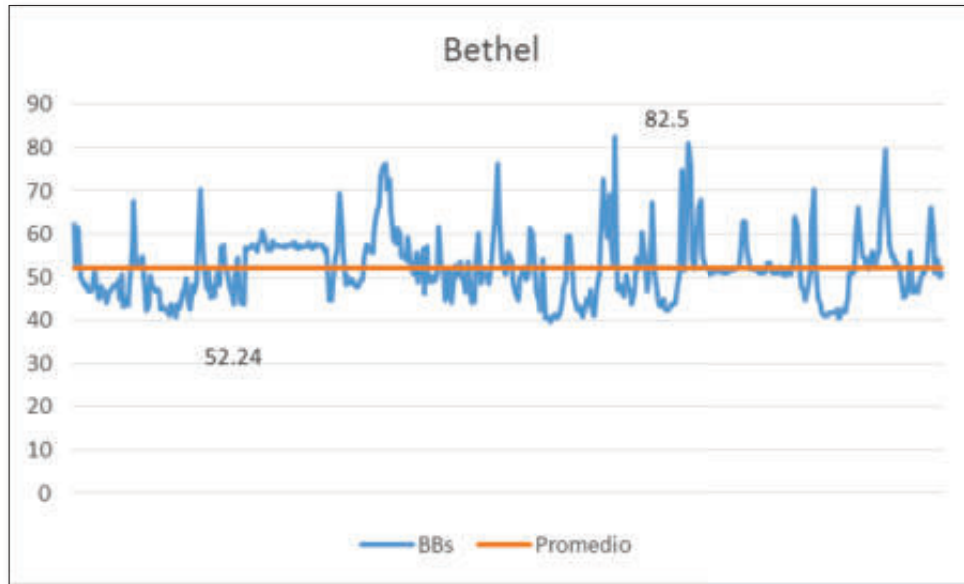


Ilustración 41: Diagrama de análisis de ruido en poblado Bethel

El poblado de Palestina tiene mayor fluidez vehicular y peatonal, es por esto que sobrepasa en algunos picos los 80 dBA, los demás poblados están en un promedio de 60 dBA. Se recomienda realizar monitoreos mensuales de ruido durante la construcción mayormente por el trabajo de la maquinaria.

8.6.2 Olores

En el área no existe ninguna fuente de emisión de olores en la actualidad, ni se espera que se produzcan malos olores en la fase de construcción y operación del proyecto.

8.6.3 Fuentes de radiación

En el área de ubicación del proyecto, no hay ninguna fuente de radiación que afecte a personas, animales y plantas, ni se espera que pueda existir en la fase de construcción.

8.7 Amenazas naturales

De acuerdo al análisis de riesgo realizado bajo la metodología de SEGEPLAN 2012, para la población del municipio de Las Cruces, se establecen con una mayor

amenaza, las amenazas: siconaturales, seguidas de las amenazas antrópicas, y en menor valoración, las amenazas naturales.

8.7.1 Amenaza sísmica

Directamente relacionado a cualquier ambiente tectónico existen dos factores de riesgo: Volcanes y Terremotos. A pesar de la presencia de actividad volcánica en Guatemala, en términos geológicos, en el área del Proyecto no existe ninguna amenaza previsible.

En cuanto a la amenaza sísmica, la Falla Polochic representa el rasgo geológico más evidente para ser considerado, sobre todo por su proximidad física, como la fuente más importante de amenaza sísmica para el Proyecto. Aunque la recurrencia de sismos mayores por esta falla parece ser largo (para fines de planificación), su capacidad generadora de sismos destructores no es despreciable. Existe documentación histórica de al menos dos sismos de notable magnitud que generaron destrucción entorno a la Falla Polochic: El sismo del 6 de Enero de 1785 cuya magnitud macrosísmica es alrededor de 7.5 grados (White, 1984) y ocurrió en las cercanías del Proyecto, y el sismo del 22 de Julio de 1816 con una magnitud estimada de 7.5 grados (White, 1985) cuyo epicentro estimado es hacia el Oeste de la Falla.

Según la información de catálogos sísmicos disponibles (e.g. Rojas *et al.*, 1993; Peraldo y Montero, 1999), la recurrencia de sismos destructores generados por la Falla Polochic es prolongada (mayor a los 250 años). Sin embargo, parece evidente que algunas reactivaciones de la falla generan varios sismos destructores en períodos más cortos (~ 100 años). No existe, sin embargo, suficiente documentación para argumentar un período activo actualmente.

La ocurrencia de sismos de mediana magnitud, es un fenómeno que seguramente ocurrirá durante la vida útil del Proyecto. Consideraciones posteriores, durante la construcción del Proyecto, respecto a la estabilidad de taludes, cimentaciones especiales, y reforzamientos estructurales deberán ser estudiadas en su momento.



Ilustración 42: Las fallas de Guatemala

Como se observa en la gráfica a continuación, el registro de los sismos han sido de baja magnitud y relativamente lejos del departamento de Petén y el área en estudio, por lo tanto, se considera una amenaza baja para el proyecto.

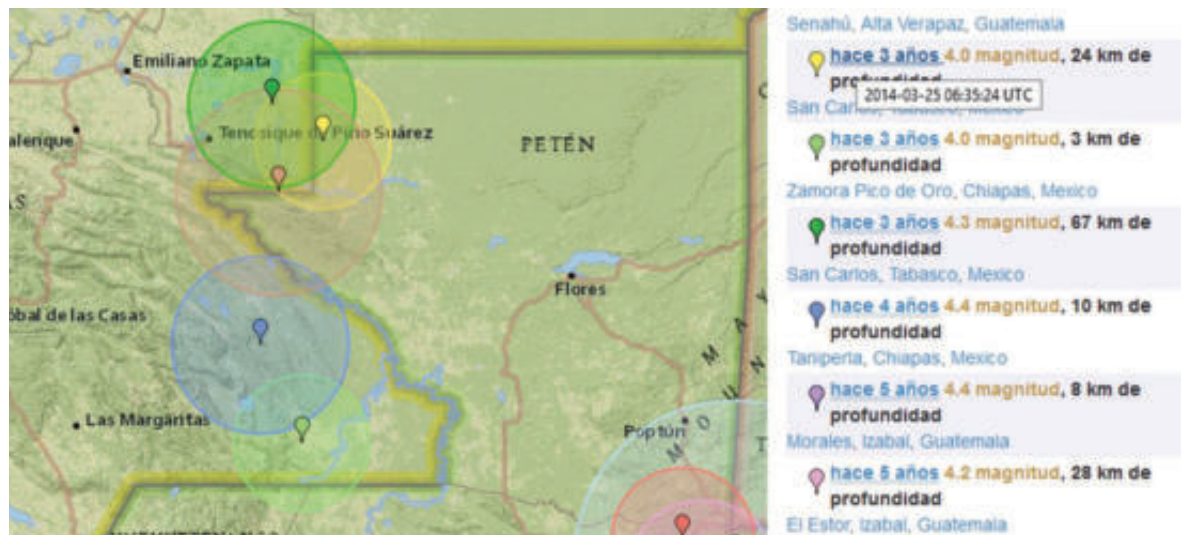


Ilustración 43: Registro de sismos cercanos al área

8.7.2 Amenaza volcánica

En el área no se muestran indicios de vulcanismo o actividad geotermal asociada a vulcanismo.

Los aparatos volcánicos activos más cercanos al área del Proyecto son el Complejo Pacaya y el Complejo Fuego-Acatenango.

La actividad de estos centros eruptivos se caracteriza por amenazas de un corto radio de influencia, como son flujos de lava, flujos piroclásticos y flujos de detritos. Como definen los mapas de amenaza, las posibles áreas de afectación se restringen a pocos kilómetros alrededor de los centros eruptivos, por lo que no afectan al presente proyecto por encontrarse a más de 200 Kilómetros.

8.7.3 Movimientos en masa

Como ya se mencionó anteriormente, las rocas carbonatadas dominantes en el área estudiada se presentan con una estratificación burda y moderadamente fracturadas. Se han detectado deslizamientos y derrumbes en las microrregiones de Bethel Usumacinta y Pasión Sacrificio, lugares que no afectan el tramo en estudio.

8.7.4 Erosión

Dada la naturaleza de los inceptisoles y mollisoles presentes en la zona del proyecto, y la cobertura vegetal existente, no se presenta excesiva erosión de suelos ni siquiera con las lluvias más torrenciales.

Esta posible erosión y arrastre de sedimentos, junto a la estabilidad de laderas y grandes movimientos en masa queda descartada para el área del proyecto por ser de muy baja probabilidad de ocurrencia.

La única erosión de relevancia presente es la asociada a los procesos kársticos, pero no se han detectado formaciones kársticas de importancia en el tramo del proyecto que pudieran afectar al mismo, o pudieran sugerir la aparición de nuevas dolinas o torcas.

8.7.5 Inundaciones

Las inundaciones suelen darse por crecidas de ríos mayormente en invierno a causa de huracanes, detectadas en las 9 microregiones del municipio, esta amenaza es de significancia alta para el proyecto por las crecidas registradas en el municipio, algunas más fuertes que otras como fue el caso en noviembre del 2014

donde 200 viviendas se inundaron llegando a una altura de 1.50 mts., otras fechas registradas: noviembre 2013 y octubre del 2015, afectando 38 viviendas. Estos últimos años el invierno ha afectado más el área central del departamento de El Petén: San Benito y Santa Elena, sin embargo no se descartan inundaciones en un futuro por lo cual se considera un riesgo alto para el área del proyecto.

8.7.6 Otros

Incendios forestales y/o agrícolas: a causa de la sequía en época de verano.

Plagas: por temas de agricultura se han detectado en todas las microrregiones del municipio, excepto en El Retalteco.

8.7.7 Susceptibilidad

Una vez analizados los apartados anteriores, se concluye que las amenazas naturales que podrían afectar mayormente el proyecto directamente, son las inundaciones de acuerdo al registro sobre esta ruta Las Cruces-Bethel y los incendios forestales registrados mayormente en el presente año 2017 en este departamento.

9 DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE BIÓTICO



Los estudios de biodiversidad de una zona específica nos ayudan a determinar las comunidades de flora y fauna que ahí habitan, así como comprobar la presencia de especies que se encuentren bajo algún tipo de amenaza, que posean distribuciones restringidas o que pertenezcan a la fauna endémica de nuestro país. En el caso de este tramo carretero en el que se planea la remoción y asfaltado y que conduce del poblado de Las Cruces a Bethel, ambos en el municipio de Las Cruces y situados en la parte Sur-Oeste del municipio de Petén. Aproximadamente se encuentra en la zona más húmeda del departamento; lastimosamente esta zona se ha ido transformando y mucho del bosque original se ha convertido en cultivos de origen extranjero como la palma africana y el palo de hule, entre otros. Esto ha generado que en ocasiones algunos poblados se encuentren en desacuerdo con estos proyectos agrícolas. Se han generado conflictos de distribución de la tierra y otros sinnúmeros de enfrentamientos entre civiles, esto sin mencionar que la zona fue severamente afectada por el conflicto armado que sufrió el país desde 1960 hasta 1996. De igual forma los ecosistemas en la zona, como se mencionó anteriormente, han sido fragmentados y reducidos drásticamente, haciendo

imperante su conservación y estudio científico. En un primer plano, la pavimentación del tramo carretero traerá muchos beneficios a los comunitarios de éstos poblados y las aldeas intermedias. Es por eso que se realiza el presente estudio con el fin de indicar las especies más relevantes de flora y fauna y proponer medidas de mitigación mientras dure la construcción del proyecto.

9.1 Descripción general del área

La zona donde se sitúa el proyecto de pavimentación de la carretera de los poblados de Las Cruces a Bethel, se encuentra dentro de la zona de vida de Bosque muy húmedo Subtropical (cálido) o bmh-S(c) según el sistema Holdridge (1967). Y consiste en un tipo de vegetación predominante de bosque latifoliado y humedad alta, mucho más que en la zona norte del departamento. Casi todo el terreno que involucra al proyecto carretero es generalmente plano con elevaciones que no exceden de los 350 m. sobre el nivel del mar. Mucho de la vegetación original ha sido sustituido por cultivos extensos de banano, sobre todo en los últimos años con la introducción de palma africana, cuyos campos de cultivo requieren deforestación extensiva y movimiento de tierra para iniciar la plantación. La zona ha sido altamente intervenida para cultivos artesanales como maíz y plantaciones de cítrico de los comunitarios regionales. También se ha evidenciado que se han transformado antiguos bosques primarios en zonas de potrero para la crianza de ganado vacuno, especialmente por hacendados de la zona.

	
Aldea Los Batres. Nótese las áreas de potrero predominante a los lados de la ruta.	Aldea Los Josefinos. Se aprecia vegetación secundaria (guamiles) que es removida con frecuencia para áreas de cultivos.

	
<p>Bethel. Este poblado es importante debido al área fronteriza a orillas del río Usumacinta y paso de turistas que acceden del lado de México a Guatemala.</p>	<p>Aldea Bethania. Esta zona también ha crecido en tamaño de población y desarrollo agrícola. La zona circunvecina ha sido fuertemente deforestada.</p>

9.2 Fauna

9.2.1 Mamíferos

Metodología para mamíferos.

La fauna de mamíferos se determinó en base a observaciones personales y estudios técnicos generados en el pasado por el investigador. Además de una breve visita a la zona para documentar fauna de Mamíferos menores principalmente roedores y murciélagos colocando trampas tipo Sherman y redes de niebla por las noches. Además de entrevistas con los lugareños. También se utilizaron en la recopilación de datos otros registros como pelo, heces y sobre todo huellas.

Toda la información obtenida se anotó en libreta de campo y posterior a su fotografía e identificación todos los especímenes colectados fueron liberados.

	
Colocación de trampas tipo Sherman para mamíferos menores.	Colocación y extracción de murciélagos en redes de niebla.

Resultados

La fauna de mamíferos documentada consiste en diez especies y pertenece a las tierras bajas del Petén Caribe, cuya distribución es por lo general amplia en Centroamérica. Estas especies se distribuyen en ambas vertientes y algunas de ellas se encuentran amenazadas por la deforestación y la cacería excesiva. Entre las especies más comunes de la zona en base a sus rastros se reporta al mapache *Procyon lotor*, familia Procyonidae, que es una especie adaptable a los cambios en el uso de la tierra. También se documentaron especies como los Tacuacines Género *Didelphis*, familia Didelphidae que son especies que conviven en compañía del ser humano. Otras especies presentes en la zona fueron el gato de monte o zorra gris *Urocyon cinereoargenteus*, y el coyote, *Canis latrans*, ambos de la familia Canidae y el armado o cuzuco *Dasyopus novemcintus*, familia Dasypodidae. Todas estas especies se encuentran en la lista de especies amenazadas del CONAP, sin embargo debido a su adaptabilidad y amplia distribución en Centroamérica, se consideran especies generalistas. Para los mamíferos menores se documentaron varias especies de murciélagos entre los que se encuentran *Artibeus jamaicensis*, *Sturnira liliium*, *Carollia perspicillata*, todos ellos de la familia Phyllostomidae; éstas especies de murciélagos son frugívoras y se consideran de suma importancia para la dispersión de semillas y contribuyen a la regeneración de los bosques. Mientras que entre los ratones se documentaron las especies *Peromyscus mexicanus* y *Sigmodon hirsutus* de la familia Cricetidae. Estas especies son de hábitos generalistas y en ocasiones son consideradas plagas de cultivos, especialmente *Sigmodon hirsutus*. Habitan zonas abiertas y se alimentan de granos y vegetación arbustiva. Las especies que se registraron en el trabajo de campo fueron incluidas en el cuadro de especies, mientras que las especies reportadas en base a

comentarios de los lugareños se obviaron por no tener pruebas tangibles de su presencia en la zona.

Entre la fauna mayor también las especies de felinos como el jaguar, *Panthera onca* y los tigrillos *Leopardus spp.*, de la familia Felidae han desaparecido de la región, aparte de que necesitan una cobertura boscosa significativa pues son cazadores de emboscada y mientras avanza la frontera agrícola y la deforestación abandonan las áreas en busca de bosques maduros. Anteriormente se observaba con frecuencia al venado de cola blanca *Odocoileus virginianus*, Familia Cervidae aunque según los pobladores es una especie que ha desaparecido casi por completo de región debido a la cacería de subsistencia y a la caza deportiva. Otras especies que han sido perseguidas en la zona son el tepezcuinte, *Cuniculus paca*, Familia Cuniculidae y la cotuza o sereque *Dasyprocta punctata*, familia Dasyproctidae, ya que su carne es considerada de las mejores de monte y su caza excesiva ha hecho que desaparezcan de muchas de las zonas donde habitaban originalmente.

Especie	Nombre común	LEA/CONAP	CITES	IUCN
Familia Procyonidae				
<i>Procyon lotor</i>	Mapache	3	--	LC
Familia Canidae				
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Gato de monte, zorro gris	--	--	LC
<i>Canis latrans</i>	Coyote	3	--	LC
Familia Didelphidae				
<i>Didelphis spp.</i>	Tacuacín	3	--	LC
Familia Dasypodidae				
<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armado, Cusuco	3	--	LC
Familia Cricetidae				
<i>Sigmodon hirsutus</i>	Ratón de monte	--	--	LC
<i>Peromyscus mexicanus</i>	Ratón de monte	--	--	LC
Familia Phyllostomidae				
<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago de la fruta	--	--	LC
<i>Sturnira lilium</i>	Murciélago de la fruta	--	--	LC

<i>Carollia perspicillata</i>	Murciélago de la fruta	--	--	LC
-------------------------------	------------------------	----	----	----

Criterios para IUCN: DD (Data Deficient): Sin datos suficientes; LC (Least Concern): Preocupación Menor; NT (Near Threatened): Casi Amenazado; VU (Vulnerable): Vulnerable; EN (Endangered): Amenazado; CR (Critically Endangered): Críticamente Amenazado; EX (Extinct): Extinto; NA (Not Assesed): Aún sin Evaluar.

Tabla 13. Cuadro de especies de mamíferos reportados en la zona de influencia del proyecto carretero Las Cruces-Bethel y su grado de amenaza según los apéndices de CITES, Lista de Especies Amenazadas de CONAP y Lista Roja de la IUCN

	
<p><i>Artibeus jamaicensis</i>, familia Phyllostomidae. Esta especie es quizás la más común en el área del proyecto carretero.</p>	<p><i>Carollia perspicillata</i>, familia Phyllostomidae. Otra especie que se encontró con frecuencia. Es de hábitos frugívoros.</p>
	
<p><i>Sturnira lilium</i>, familia Phyllostomidae. Especie que se encuentra con frecuencia en las tierras bajas de ambas vertientes. Aparte de frutas también se alimenta de néctar.</p>	<p><i>Canis latrans</i>, familia Canidae. El coyote es una especie de carnívoro grande que habita en la región, aunque sus poblaciones han sido considerablemente reducidas. Huella encontrada en la región de Bethel.</p>

	
<p><i>Urocyon cinereoargenteus</i>, familia Canidae. Esta especie es conocida en la zona como gato de monte, aunque se trata de un Cánido. Muy adaptable y se le observa frecuentemente en la carretera por las noches buscando animales muertos por los vehículos. Fotografía de sus heces.</p>	<p><i>Procyon lotor</i>, familia Procyonidae. Huella tomada en una quebrada cercana a la zona de Bethel. Es un animal muy común que se le encuentra siempre cerca de cuerpos de agua.</p>

	
<p><i>Sigmodon hirsutus</i>, familia Cricetidae. Esta especie de roedor es considerada como plaga de siembras, en especial en cultivos de palma africana.</p>	<p><i>Didelphis marsupialis</i>, familia Didelphidae. El Tacuacín es una especie nocturna que se observa generalmente en hábitats perturbados.</p>

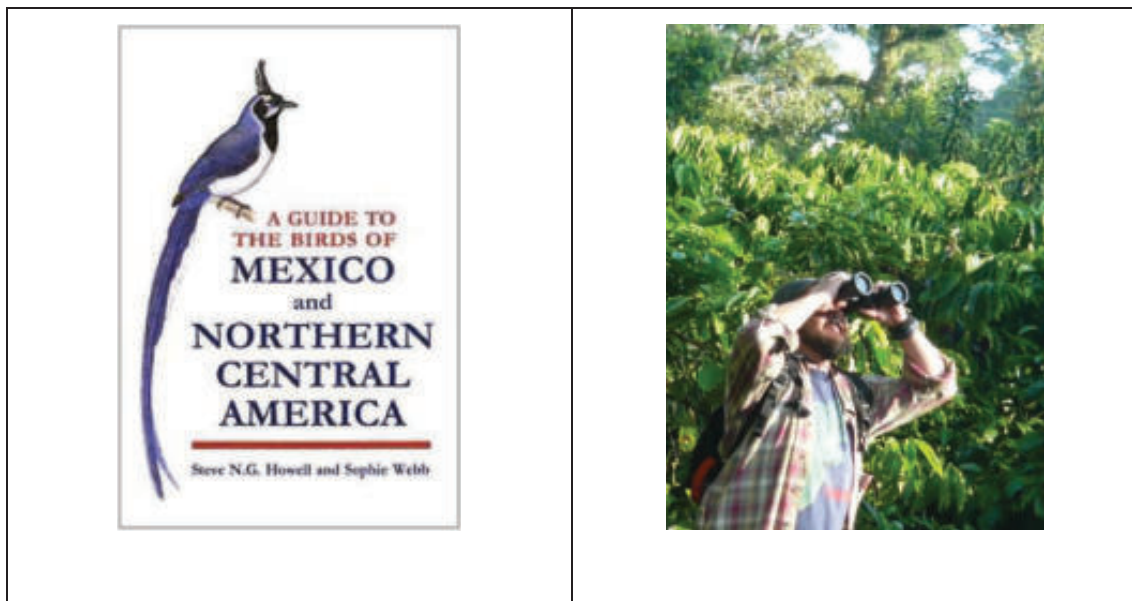
9.2.2 Aves

Metodología

Para la documentación de las aves de la zona de influencia del proyecto de pavimentación de Las Cruces-Bethel se realizaron consultas bibliográficas sobre la fauna de aves así como consultas a documentos técnicos donde se identifican las especies más abundantes y las migratorias. Al mismo tiempo se realizó un análisis de los estados de conservación de las especies reportadas y su distribución para determinar si existen especies endémicas o de distribución restringida. También se

compilo un inventario en base a las observaciones efectuadas por el autor de este estudio en viajes anteriores. Estos inventarios preliminares se realizaron sobre todo en la zona de Bethel y la aldea Bethania. La fauna de aves es homogénea en todo el tramo carretero debido a que la vegetación y las elevaciones sobre el nivel del mar no varían considerablemente; además se identificaron especies migratorias que utilizan estas rutas en sus viajes migratorios boreales o australes. En esos viajes se documentaron las especies en libreta de campo y se fotografiaron algunas. Para tal fin se utilizaron binoculares de 7x32 aumentos y la identificación se basó en guías de campo adecuadas para la zona geográfica. Se visitaron zonas de remanentes de bosque, orillas de carretera, bosques secundarios (guamiles) y cuerpos de agua. Estos recorridos se realizaron durante las primeras horas del día y antes de caer la noche. Los listados también se complementaron con observaciones e identificación de las vocalizaciones de aves nocturnas.

Metodología para el registro de aves.



Resultados

Un total de 58 especies de aves se han reportado en la zona donde se sitúa el proyecto del tramo carretero entre Las Cruces y Bethel. Estos datos se basan en observaciones anteriores y visitas de campo recientes a la zona. Estas especies pertenecen a 26 familias de las cuales las más abundantes fueron la familia Parulidae (chipes) con seis especies, la familia Icteridae (zanates, tordos y chorchas) y Tyrannidae (Chepilllos y mosqueros) con cinco especies, la familia Thraupidae

(tangaras) con cuatro especies; luego las familias Ardeidae (garzas), Psittacidae (loros y pericas), Columbidae (palomas y tortolitas) y Falconidae (Halcones) con tres especies. El resto de familias (18) fueron registradas en base a una o dos especies.

La abundancia de aves en la zona es evidente y las especies más abundantes fueron las pertenecientes a la familia Tyrannidae (mosqueros o chepilllos), la familia Columbidae (Tortolitas) y la familia Icteridae (zanates o clarineros). Los zanates o clarineros son particularmente abundantes debido a que son especies cuyas poblaciones crecen en relación directa a la población humana. Esto se observa especialmente debido a que los asentamientos humanos a lo largo del tramo carretero han dejado de ser pequeños caseríos para convertirse en pueblos densamente habitados. Otra especie oportunista y que fue registrada en abundancia fue el Cenzontle, *Turdus grayi* de la familia Turdidae.

Por otro lado, algunas especies de aves fueron observadas eventualmente ya que sus hábitos son sensiblemente más especializados. Tal es el caso de los Martin pescador *Chloroceryle amazona*, familia Alcedinidae, que se alimenta exclusivamente de peces que obtiene en cuerpos de agua con vegetación riparia y el alzacolita, *Actitis macularius*, familia Scolopacidae, que se encuentra casi exclusivamente en cuerpos de agua donde se alimenta de larvas de insectos acuáticos. Otro ejemplo es la chacha o chachalaca, *Ortalis vetula* de la familia Cracidae que necesita cierta cobertura boscosa para subsistir. Entre las aves rapaces se observaron varias especies de la familia Falconidae (halcones), Accipitridae (gavilanes) y Strigidae (Búhos y tecolotes).

A pesar de la degradación de la vegetación original en las zonas de influencia del proyecto del tramo carretero se observó que algunos remanentes de bosque, principalmente bosques a la orilla de cuerpos de agua constituyen lugares de suma importancia para la anidación de aves; en este caso los Psittácidos (loros y pericas) utilizan oquedades de los arboles altos para sitios de anidación. El mismo caso es el de los Tucanes (familia Ramphastidae) que utilizan los mismos nichos ecológicos para anidar.

No.	Nombre científico	Nombre común	Status*
	Familia Psittacidae		
1	<i>Amazona farinosa</i>	Loro cabeza azul, loro real	R
2	<i>Amazona autumnalis</i>	Loro de frente roja	R
3	<i>Aratinga nana</i>	Chocoyo, Perico verde	R
	Familia Ramphastidae		
4	<i>Ramphastos sulphuratus</i>	Tucán, Cucharón	R

	Familia Turdidae		
5	<i>Turdus grayi</i>	Cenzontle	R
	Familia Picidae		
6	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Cheje, Carpintero de cabeza roja	R
7	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero	R
	Familia Cracidae		
8	<i>Ortalis vetula</i>	Chacha	R
	Familia Icteridae		
9	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate, Clarinero	R
10	<i>Icterus gularis</i>	Chorcha, Oriol de Altamira	R
11	<i>Icterus galbula</i>	Chorcha, Oriol de Baltimore	M
12	<i>Molothrus aeneus</i>	Pájaro vaquero	R
13	<i>Dives dives</i>	Tordo	R
	Familia Momotidae		
14	<i>Momotus momota</i>	Tolobojo, Pájaro péndulo	R
	Familia Columbidae		
15	<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita de tierra	R
16	<i>Columbina inca</i>	Tortolita de cola larga	R
17	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita común	R
	Familia Falconidae		
18	<i>Falco ruficularis</i>	Halcón murcielaguero	R
19	<i>Caracara cheriway</i>	Quebranta huesos, Cara cara, Caquero	R
20	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Vaquero, Guaco, Gavilán culebrero	R
	Familia Alcedinidae		
21	<i>Chloroceryle amazona</i>	Martin pescador verde menor	R
	Familia Accipitridae		
22	<i>Rupornis magnirostris</i>	Gavilán del camino	R
23	<i>Buteo plagiatus</i>	Gavilán gris	R
	Familia Cuculidae		
24	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Pijuy	R
	Familia Cathartidae		
25	<i>Cathartes aura</i>	Viuda, Guzma	R
26	<i>Coragyps atratus</i>	Zope, Zopilote	R
	Familia Ardeidae		

27	<i>Egretta thula</i>	Garza blanca	R
28	<i>Bubulcus ibis</i>	Garcita bueyera	I
29	<i>Butorides striata</i>	Garcita verde	R
	Familia Thraupidae		
30	<i>Thraupis abbas</i>	Pájaro monje, Tangara de alas amarillas	R
31	<i>Thraupis episcopus</i>	Tangara azul-grisácea	R
32	<i>Ramphocelus passerinni</i>	Tangara de cola roja	R
33	<i>Ramphocelus sanguinolentus</i>	Tangara de collar	R
	Familia Emberizidae		
34	<i>Sporophila torqueola</i>	Semillerito de collar blanco	R
35	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillerito azul	R
	Familia Trochilidae		
36	<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí, Gorrión	R
37	<i>Amazilia tzacatl</i>	Colibrí de cola roja, Gorrión	R
	Familia Parulidae		
38	<i>Wilsonia pusila</i>	Chipe de Wilson	M
39	<i>Setophaga virens</i>	Chipe verde de cuello negro	M
40	<i>Dendroica petechia</i>	Chipe amarillo	M
41	<i>Geothlypis poliocephala</i>	Chipe de corona gris	R
42	<i>Basileuterus rufifrons</i>	Chipe de manto pardo	R
43	<i>Basileuterus culicivorus</i>	Chipe de corona dorada	R
	Familia Hirundinidae		
44	<i>Progne chalibea</i>	Golondrina de pecho gris	R-M
45	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina de alas aserradas	R-M
	Familia Strigidae		
46	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Aurora, Tecolotillo pardo	R
47	<i>Asio clamator</i>		
	Familia Scolopacidae		
48	<i>Actitis macularia</i>	Alzacolita, playerito	M
	Familia Troglodytidae		
49	<i>Troglodytes aedon</i>	Curruchiche, Saltapared común	R
50	<i>Thryothorus modestus</i>	Saltapared de planicie	R
	Familia Cardinalidae		
51	<i>Saltator coerulescens</i>	Saltador	R
	Familia Tyrannidae		

52	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Chepillo, Mosquero	R
53	<i>Tyrannus coucchii</i>	Chepillo, Mosquero	R
54	<i>Myiozetetes similis</i>	Chepillo, Mosquero	R
55	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Chepillo, Mosquero grande	R
56	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Chepillo, Mosquero de cabeza gris	R
	Familia Caprimulgidae		
57	<i>Caprimulgus carolinensis</i>	Tapacamino, pájaro caballero	M
	Familia Nyctibidae		
58	<i>Nyctibius grandis</i>	Pájaro león, pájaro estaca	R

R: Residente reproductor; V: Visitante no reproductor; M: Migratorio; T: Transeúnte; O: Ocasional; RV: Residente de Verano; I: Especie introducida

Tabla 14 Cuadro de especies registradas en la zona de influencia del tramo carretero de Las Cruces a Bethel.

No.	Nombre científico	LEA/CONAP	IUCN	CITES
	Familia Psittacidae			
1	<i>Amazona farinosa</i>	2	NT	II
2	<i>Amazona autumnalis</i>	3	LC	II
3	<i>Aratinga nana</i>	3	NA	II
	Familia Ramphastidae			
4	<i>Ramphastos sulphuratus</i>	3	LC	II
	Familia Turdidae			
5	<i>Turdus grayi</i>	--	LC	--
	Familia Picidae			
6	<i>Melanerpes aurifrons</i>	--	LC	--
7	<i>Dryocopus lineatus</i>	--	NA	--
	Familia Cracidae			
8	<i>Ortalis vetula</i>	3	LC	III(GT)
	Familia Icteridae			
9	<i>Quiscalus mexicanus</i>	--	LC	--
10	<i>Icterus gularis</i>		LC	
11	<i>Icterus galbula</i>		LC	
12	<i>Molothrus aeneus</i>		LC	
13	<i>Dives dives</i>		LC	

	Familia Momotidae			
14	<i>Momotus momota</i>	--	LC	--
	Familia Columbidae			
15	<i>Columbina talpacoti</i>	--	LC	--
16	<i>Columbina inca</i>	--	LC	--
17	<i>Columbina passerina</i>	--	LC	--
	Familia Falconidae			
18	<i>Falco ruficularis</i>	3	LC	II
19	<i>Caracara cheriway</i>	3	LC	II
20	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	3	LC	II
	Familia Alcedinidae			
21	<i>Chloroceryle amazona</i>	--	LC	--
	Familia Accipitridae			
22	<i>Rupornis magnirostris</i>	--	LC	--
23	<i>Buteo plagiatus</i>	--	LC	--
	Familia Cuculidae			
24	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	--	LC	--
	Familia Cathartidae			
25	<i>Cathartes aura</i>	--	LC	--
26	<i>Coragyps atratus</i>	--	LC	--
	Familia Ardeidae			
27	<i>Egretta thula</i>	--	LC	--
28	<i>Bubulcus ibis</i>	--	LC	--
29	<i>Butorides striata</i>	--	LC	--
	Familia Thraupidae			
30	<i>Thraupis abbas</i>	--	LC	--
31	<i>Thraupis episcopus</i>	--	LC	--
32	<i>Ramphocelus passerinni</i>	--	LC	--
33	<i>Ramphocelus sanguinolentus</i>	--	LC	--
	Familia Emberizidae			
34	<i>Sporophila torqueola</i>	--	LC	--
35	<i>Volatinia jacarina</i>	--	LC	--
	Familia Trochilidae			
36	<i>Amazilia rutila</i>	3	LC	II
37	<i>Amazilia tzacatl</i>	3	LC	II

	Familia Parulidae			
38	<i>Cardellina pusila</i>	--	LC	--
39	<i>Setophaga virens</i>	--	LC	--
40	<i>Setophaga petechia</i>	--	LC	--
41	<i>Geothlypis poliocephala</i>	--	LC	--
42	<i>Basileuterus rufifrons</i>	--	LC	--
43	<i>Basileuterus culicivorus</i>	--	LC	--
	Familia Hirundinidae			
44	<i>Progne chalibea</i>	--	LC	--
45	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	--	LC	--
	Familia Strigidae			
46	<i>Glaucidium brasilianum</i>	3	LC	II
47	<i>Asio clamator</i>	3	LC	II
	Familia Scolopacidae			
48	<i>Actitis macularia</i>	--	LC	--
	Familia Troglodytidae			
49	<i>Troglodytes aedon</i>	--	LC	--
50	<i>Thryothorus modestus</i>	--	NA	--
	Familia Cardinalidae			
51	<i>Saltator coerulescens</i>	--	LC	--
	Familia Tyrannidae			
52	<i>Tyrannus melancholicus</i>	--	LC	--
53	<i>Tyrannus couchii</i>	--	LC	--
54	<i>Myiozetetes similis</i>	--	LC	--
55	<i>Pitangus sulphuratus</i>	--	LC	--
56	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	--	LC	--
	Familia Caprimulgidae			
57	<i>Antrostomus carolinensis</i>	--	LC	--
	Familia Nyctibidae			
58	<i>Nyctibius grandis</i>	--	LC	--

Criterios para IUCN: DD (Data Deficient): Sin datos suficientes; LC (Least Concern): Preocupación Menor; NT (Near Threatened): Casi Amenazado; VU (Vulnerable): Vulnerable; EN (Endangered): Amenazado; CR (Critically Endangered): Críticamente Amenazado; EX (Extinct): Extinto; NA (Not Assesed): Aún sin Evaluar. (GT) criterios considerados únicamente para Guatemala.

Tabla 15 Cuadro de especies de aves reportados en la zona de influencia del tramo carretero Las Cruces-Bethel con sus categorizaciones según su grado de amenaza.

Rutas de migración

Existen varias rutas importantes en el norte de Centroamérica, una de ellas se encuentra en la plataforma continental de la península de Yucatán (la base de la península que corresponde a Peten), en la que se encuentra ubicada la zona de influencia del proyecto carretero Las Cruces-Bethel. Aparentemente esta ruta de migración a pesar de los cambios físicos en el uso de la tierra (deforestación y cultivos extensivos) aún es utilizada por las aves en sus migraciones anuales.

El verdadero problema de dichas especies es que los remanentes de bosque que aún quedan en la zona están desapareciendo alarmantemente año con año. Estos remanentes de bosque constituyen zonas importantes para perchas nocturnas de las especies migratorias y zonas de forrajeo y la conservación de estas áreas es imperante.

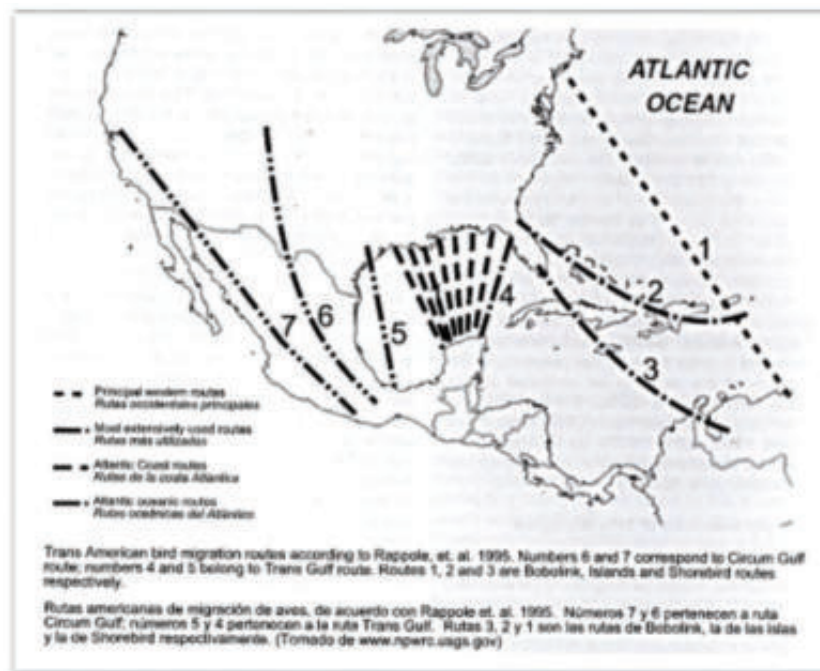










Ilustración 44. Rutas de migración Boreal de aves desde Norteamérica. Modificado de Mesa Nacional de Aviturismo© 2008.



	
Mosquero o Chepillo, <i>Myiozetetes similis</i> . Familia Tyrannidae.	Pijuy o garrapatero, <i>Crotophaga sulcirostris</i> . Familia Cuculidae.

	
Chochoyo verde, <i>Aratinga nana</i> . Familia Psittacidae.	Chorcha, <i>Icterus gularis</i> . Familia Icteridae.

	
Mosquerito, Chepillo, <i>Tyrannus melancholicus</i> . Familia Tyrannidae.	Gavilán del camino, <i>Rupornis magnirostris</i> . Familia Accipitridae.

	
Viuda o Guzma, <i>Cathartes aura</i> . Familia Cathartidae.	Garcita verde, <i>Butorides striata</i> . Familia Ardeidae.

	
Chepillo, <i>Pitnagus sulphuratus</i> . Familia Tyrannidae.	Zopilote, <i>Coragyps atratus</i> . Familia Cathartidae

	
Tordo, <i>Molothrus aeneus</i> . Familia Icteridae	Tortolita, <i>Columbina passerina</i> . Familia Columbidae.

9.2.3 Anfibios y reptiles

Metodología

Para el estudio de la herpetofauna en la zona del tramo carretero Las Cruces-Bethel se llevaron a cabo visitas para documentar la riqueza de especies de anfibios y reptiles, especialmente en la zona de Bethel, Bethania y el poblado del Retalteco. Estos viajes lograron la recopilación de información sobre herpetofauna utilizada en este estudio. La metodología se basó en los Relevamientos por Encuentros Visuales –REV- propuesta por Heyer (1994). Consiste en la búsqueda visual y colecta manual de especies de anfibios y reptiles para su documentación. Para tal fin se hicieron recorridos diurnos y nocturnos en senderos, remanentes de bosque, orillas de cuerpos de agua y zonas intervenidas incluyendo caminatas a lo largo de la actual carretera de terracería. Estas observaciones son ideales para el levantamiento de inventarios preliminares de fauna y estudios de línea base para monitoreos.

Todas las especies colectadas de herpetofauna fueron registradas en catálogo de campo y se llevó registro fotográfico. Posteriormente todos los especímenes se liberaron después de su identificación.



Búsqueda y colecta de anfibios y reptiles por el método de Relevamientos por encuentros visuales.

Resultados

Un total de 35 especies de anfibios y reptiles pertenecientes a 19 familias fueron reportadas durante los viajes de campo incluyendo una especie introducida desde el viejo mundo. Dentro de los anfibios se reportan 11 especies pertenecientes a cinco familias; entre las especies más abundantes se reportan los sapos *Rhinella*

horribilis e *Incilius valliceps* de la familia Bufonidae; la rana de cabeza verde *Lithobates vaillanti* de la familia Ranidae; las ranas arborícolas *Agalychnis callidryas*, *Smilisca baudinii*, *Dendropsophus microcephalus*, *Scinax staufferi*, *Tlalocohyla loquax* y *Tlalocohyla picta* de la familia Hylidae; la ranita espumera de charco *Leptodactylus fragilis* de la familia Leptodactylidae y la rana termitera *Hypopachus variolosus* de la familia Microhylidae. Entre los reptiles tenemos a las murishcas o polvorines *Holcosus undulatus*, *Holcosus festivus* y *Aspidoscelis deppeii* de la familia Teiidae; la salamanguetas *Marisora brachypoda* y *Mesoscincus sumichrasti* de las familias Mabuyidae y Scincidae respectivamente; la lagartija espinosa *Sceloporus teapensis* de la familia Phrynosomatidae; los cutetillos de abanico *Norops tropidonotus* y *Norops rodriguezii* de la familia Dactyloidae; el cutete o tenguereche *Basiliscus vittatus* de la familia Corytophanidae, las Iguanas de roca y verde *Ctenosaura similis* e *Iguana iguana* respectivamente, de la familia Iguanidae; el guekillo de casa *Sphaerodactylus glaucus* de la familia Sphaerodactylidae; la serpiente barba amarilla *Bothrops asper* de la familia Viperidae; la mazacuata *Boa imperator* de la familia Boidae; las serpientes nocturnas *Tropidodipsas sartorii*, *Imantodes cenchoa*, *Coniophanes imperialis*, *Coniophanes bipunctatus* y *Leptodeira septentrionalis* de la familia Dipsadidae; las serpientes ranera y zumbadora *Leptophis mexicanus* y *Drymarchon corais* de la familia Colubridae; la tortuga casquito o cululo *Kinosternon leucostomum* de la familia Kinosternidae y por último la cuija o bebeleche *Hemidactylus frenatus* de la familia Gekkonidae que es una especie introducida y ha colonizado casi todo el territorio nacional y otros países del mundo.

El registro de especies de herpetofauna para este estudio se basó únicamente en las especies colectadas durante los viajes de campo a la región. Sabemos que existen mucha más especies de anfibios y reptiles en la zona que las registradas en este documento ya que las tierras bajas de la vertiente Atlántica se caracterizan por poseer una biodiversidad muy alta; sin embargo, la actividad de los anfibios y reptiles se ve influenciada por las estaciones climáticas, disminuyendo sus actividades drásticamente durante las épocas secas y más calurosas del año, mientras que al comienzo de la temporada lluviosa se experimenta un aumento en sus actividades pues también aumenta la disponibilidad de alimento y de buscar parejas reproductivas. Entre las especies que destacan podemos mencionar a las más abundantes como los sapos *Incilius valliceps* y *Rhinella horribilis*, que fueron encontrados casi en todos los tipos de hábitats que se exploraron, incluso en la misma carretera. Algunas ranas arborícolas y las ranas espumeras son muy abundantes en los charcos y lagunetas estacionales que se forman a orilla de la

carretera, y se conglomeran junto con sus larvas en estos cuerpos de agua durante la época seca.

En la carretera entre Las Cruces y Bethel se pudo apreciar serpientes cruzando el camino o muertas por el tráfico de vehículos, siendo en esta ruta donde más especies de serpientes fueron registradas. Entre las serpientes que se documentaron se encuentran la famosa Barba amarilla, *Bothrops asper*, que es muy famosa por su gran tamaño y veneno toxico; también se registró la Mazacuata o *Boa imperator*, zumbadoras *Drymarchon melanurus* y otras especies más durante la noche como *Tropidodipsas sartorii* y las dos especies de *Coniophanes* mencionadas con anterioridad.

Estas serpientes se alimentan de presas variadas, entre los que destacan los anfibios de todas las índoles, por lo que es también frecuente hallar serpientes en las zonas reproductivas de anfibios como pantanos, lagunetas y charcos causados por la lluvia.

La composición de la herpetofauna de la región de este estudio es muy compleja y diversa, las especies de anfibios y reptiles de los clados costeros son muy abundantes, sin embargo se trata de un grupo de especies de amplia distribución geográfica cuyas especies en su mayoría poseen especies tanto en la costa sur de Mesoamérica y en la vertiente del Atlántico.

Algunas especies de reptiles se adaptan con cierta facilidad a la deforestación, los asentamientos humanos y el avance de la frontera agrícola; mientras que otras más pueden subsistir en los remanentes o parches de bosques.

En el caso más específico de los anfibios, las especies encontradas en esta zona pueden subsistir casi en cualquier área siempre que tengan disponibilidad de humedad y cuerpos de agua donde se puedan desarrollar sus larvas. Generalmente las especies de las tierras bajas con estaciones muy marcadas de lluvia y sequedad, sus larvas se desarrollan con mucha rapidez, contrario a las larvas de lugares montañosos y fríos, los cuales necesitan más tiempo y cuerpos de agua perennes para su desarrollo adecuado.

Nombre científico	LEA/CONAP	IUCN	CITES
ANFIBIOS			
Familia Bufonidae			
<i>Incilius vailiceps</i>	--	LC	--
<i>Rhinella horribilis</i>	--	LC	--

Familia Ranidae			
<i>Lithobates vaillanti</i>	--	LC	--
Familia Hylidae			
<i>Dendropsophus microcephalus</i>	--	LC	--
<i>Smilisca baudinii</i>	--	LC	--
<i>Scinax staufferi</i>	--	LC	--
<i>Tlalocohyla picta</i>	3	LC	--
<i>Tlalocohyla loquax</i>	--	LC	--
<i>Agalychnis callidryas</i>	--	LC	II
Familia Leptodactylidae			
<i>Leptodactylus fragilis</i>	--	LC	--
Familia Michohylidae			
<i>Hypopachus variolosus</i>	--	LC	--
REPTILES			
Familia Teiidae			
<i>Holcosus undulatus</i>	--	LC	--
<i>Holcosus festivus</i>	--	LC	--
<i>Aspidoscelis deppei</i>	--	LC	--
Familia Mabuyidae			
<i>Marisora brachypoda</i>	--	LC	--
Familia Phrynosomatidae			
<i>Sceloporus teapensis</i>	--	LC	--
Familia Dactyloidae			
<i>Norops rodriguezii</i>	3	NA	--
<i>Norops tropidonotus</i>	--	NA	--
Familia Scincidae			
<i>Mesoscincus schwartzei</i>	3	LC	--
Familia Corytophanidae			
<i>Basiliscus vittatus</i>	3	LC	--
Familia Iguanidae			
<i>Ctenosaura similis</i>	3	LC	--
<i>Iguana iguana</i>	3	LC	II
Familia Gekkonidae			
<i>Hemidactylus frenatus *</i>	--	LC	--

Familia Viperidae			
<i>Bothrops asper</i>	--	LC	--
Familia Dipsadidae			
<i>Imantodes cenchoa</i>	--	LC	--
<i>Leptodeira septentrionalis</i>	--	LC	--
<i>Tropidodipsas sartorii</i>	--	LC	--
<i>Coniophanes imperialis</i>	--	LC	--
<i>Coniophanes bicpunctatus</i>	3	LC	--
Familia Colubridae			
<i>Drymarchon melanurus</i>	--	LC	--
<i>Leptophis ahaetulla</i>	--	NA	--
Familia Boidae			
<i>Boa imperator</i>	3	NA	II
Familia Kinosternidae			
<i>Kinosternon leucostomum</i>	3	NA	--

Criterios para IUCN: DD (Data Deficient): Sin datos suficientes; LC (Least Concern): Preocupación Menor; NT (Near Threatened): Casi Amenazado; VU (Vulnerable): Vulnerable; EN (Endangered): Amenazado; CR (Critically Endangered): Críticamente Amenazado; EX (Extinct): Extinto; NA (Not Assesed): Aún sin Evaluar. (GT) criterios considerados únicamente para Guatemala.

Tabla 16. Tabla de las especies de herpetofauna registrada en la zona de influencia del proyecto carretero de Las Cruces-Bethel.

Fotografías de algunas especies de herpetofauna registradas en el área de influencia del proyecto carretero Las Cruces-Bethel.

