



Estudios de Factibilidad Técnica, Económico-Financiera, Ambiental, Social y de vulnerabilidad para la Construcción, Equipamiento, Puesta en marcha, Operación y Mantenimiento, bajo la modalidad de Concesión de Obra con Servicio Público, del Sistema de Tren Rápido de Pasajeros (TRP) de la Gran Área Metropolitana (GAM)

Segundo Informe: Estudio Ambiental Preliminar

Rev_03
Marzo de 2020

Gestión documental

Rev.	Fecha	Autor	Revisado	Detalles
1.0	Junio 2019	CDG	IDOM	Redacción Segundo Informe
2.0	Julio 2019	CDG	IDOM	Revisión 2 Segundo Informe
3.0	Marzo 2020	CDG	IDOM	Revisión 3 Segundo Informe

Tabla de contenidos

1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	ALCANCES	1
1.2	OBJETIVOS.....	2
1.3	METODOLOGÍA.....	3
2	INFORMACIÓN GENERAL	5
2.1	INFORMACIÓN SOBRE LA PERSONERÍA JURÍDICA.....	5
2.2	INFORMACIÓN EQUIPO PROFESIONAL QUE ELABORÓ EL ESTUDIO.....	5
2.3	TÉRMINOS REFERENCIA DEL TRABAJO REALIZADO.....	6
3	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	7
3.1	UBICACIÓN POLÍTICO-ADMINISTRATIVA.....	10
4	JUSTIFICACIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO.....	11
4.1	CONCORDANCIA CON EL PLAN DE USO DE LA TIERRA.....	11
4.2	ÁREA DEL PROYECTO Y ÁREAS DE INFLUENCIA.....	12
4.2.1	Área del Proyecto.....	12
4.2.2	Área de Influencia.....	12
4.3	FASES DEL DESARROLLO.....	13
5	DESCRIPCIÓN DE LA NORMATIVA LEGAL.....	15
5.1	MARCO JURÍDICO RELACIONADO AL PROCESO DEL EIA.....	15
5.2	DISPOSICIONES EN MATERIA DE PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE ESTABLECIDAS EN LA LEY DE CONTRATACIÓN ADMINISTRATIVA.....	17
6	DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE GEOFÍSICO.....	19
6.1	INTRODUCCIÓN.....	19
6.2	GEOLOGÍA	19
6.2.1	Marco tectónico regional.....	19
6.2.2	Geología Regional.....	24
6.2.3	Geología local (Estratigrafía).....	26
6.2.4	Geología Estructural	36
6.2.5	Fallas geológicas.....	38
6.2.6	IFA Geoptitud Litopetrofísica	42
6.3	GEOMORFOLOGÍA.....	43
6.3.1	Geomorfología regional.....	43

Estudios de Factibilidad Técnica, Económico-Financiera, Ambiental, Social y de vulnerabilidad para la Construcción, Equipamiento, Puesta en marcha, Operación y Mantenimiento, bajo la modalidad de Concesión de Obra con Servicio Público, del Sistema de Tren Rápido de Pasajeros (TRP) en la Gran Área Metropolitana (GAM)

6.3.2	<i>Geomorfología Local</i>	48
6.3.3	<i>IFA Geodinámica Externa</i>	51
6.4	HIDROGEOLOGÍA.....	53
6.4.1	<i>Introducción</i>	53
6.4.2	<i>Hidrogeología regional</i>	54
6.4.3	<i>Hidrogeología Local</i>	65
6.4.4	<i>Factor de Geoaptitud Hidrogeología</i>	69
6.5	ESTABILIDAD DE LADERA (DESLIZAMIENTOS).....	72
6.5.1	<i>Introducción</i>	72
6.5.2	<i>Resultados para el área de estudio</i>	77
6.6	OTRAS AMENAZAS NATURALES.....	79
6.6.1	<i>Introducción</i>	79
6.6.2	<i>Amenaza Sísmica</i>	80
6.6.3	<i>Factor de Amenaza por potencial de ruptura en superficie por fallas geológicas activas</i>	88
6.6.4	<i>Factor Amenaza por Actividad Volcánica</i>	90
6.6.5	<i>IFA Geoaptitud Amenazas naturales (Georiesgos)</i>	92
6.7	ELEMENTOS AMBIENTALES SENSIBLES POR FRAGILIDAD AMBIENTAL.....	92
6.7.1	<i>IFA Subclasificación y sitios ambientalmente sensibles</i>	92
7	DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE BIOLÓGICO	95
7.1	INTRODUCCIÓN.....	95
7.2	AMBIENTE TERRESTRE.....	95
7.2.1	<i>Estatus de Protección del AP</i>	95
7.2.2	<i>Zonas de vida</i>	96
7.2.3	<i>Asociaciones naturales presentes</i>	98
7.2.4	<i>Cobertura vegetal actual por asociación natural</i>	98
7.2.5	<i>Especies indicadoras por ecosistema natural</i>	103
7.2.6	<i>Especies Endémicas, Poblaciones Amenazadas y en Peligro Extinción</i>	109
7.2.7	<i>Fragilidad de Ecosistemas</i>	109
8	DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE SOCIOECONÓMICO	111
8.1	USO ACTUAL DE LA TIERRA EN SITIOS ALEDAÑOS.....	111
8.1.1	<i>Uso urbano</i>	111
8.1.2	<i>Industrial-comercial</i>	112
8.1.3	<i>Agropecuario</i>	113
8.1.4	<i>Entorno</i>	114

8.1.5	<i>Efectos del proyecto sobre el Uso del Suelo</i>	114
8.2	TENENCIA DE LA TIERRA EN SITIOS ALEDAÑOS.....	115
8.3	CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN.....	115
8.3.1	<i>Características Demográficas</i>	116
8.3.2	<i>Características Culturales y Sociales</i>	123
8.3.3	<i>Características Económicas</i>	126
8.4	SEGURIDAD VIAL, CONFLICTOS ACTUALES DE CIRCULACIÓN VEHICULAR.....	129
8.4.1	<i>Análisis de vialidad</i>	129
8.5	SERVICIOS DE EMERGENCIA DISPONIBLES.....	133
8.5.1	<i>Cruz Roja</i>	133
8.5.2	<i>Bomberos</i>	134
8.5.3	<i>Fuerza pública</i>	134
8.5.4	<i>Hospitales</i>	135
8.6	SERVICIOS BÁSICOS DISPONIBLES.....	135
8.7	PERCEPCIÓN LOCAL SOBRE EL PROYECTO.....	137
8.8	MECANISMOS DE NEGOCIACIÓN EMPLEADOS PARA LA EXPROPIACIÓN Y REUBICACIÓN DE LAS COMUNIDADES.....	139
8.9	INFRAESTRUCTURA COMUNAL.....	139
8.10	ÁREAS SOCIALMENTE SENSIBLES.....	140
8.10.1	<i>Asentamientos informales</i>	140
8.10.2	<i>Perspectiva de Género</i>	155
9	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	157
9.1	RESUMEN DEL PROYECTO.....	157
9.2	ELEMENTOS DEL PROYECTO GENERADORES DE IMPACTOS AMBIENTALES.....	158
9.2.1	<i>Fase Constructiva</i>	158
9.2.2	<i>Fase Operativa</i>	160
9.3	FACTORES MEDIO AMBIENTE SUSCEPTIBLES DE SER IMPACTADOS.....	161
9.4	IMPACTOS AMBIENTALES QUE PRODUCIRÁ EL PROYECTO Y SUS OPCIONES.....	163
9.5	IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS.....	165
9.6	SELECCIÓN DE LA OPCIÓN DEL PROYECTO.....	169
10	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	171
10.1	MEDIO FÍSICO.....	171
10.1.1	<i>Fase Constructiva</i>	171
10.1.2	<i>Etapa Operativa</i>	178
10.2	MEDIO BIÓTICO.....	180

10.2.1	<i>Fase Constructiva</i>	180
10.2.2	<i>Etapa Operativa</i>	183
10.3	MEDIO SOCIOECONÓMICO.....	184
10.3.1	<i>Fase Constructiva</i>	184
10.3.2	<i>Fase operativa</i>	187
11	PRONÓSTICO-PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL (P-PGA)	189
11.1	ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO Y EJECUTOR DE MEDIDAS.....	189
11.2	PRONÓSTICO-PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL	189
12	ANÁLISIS DE RIESGO Y PLANES DE CONTINGENCIA	217
12.1	TIPOS DE RIESGOS Y AMENAZAS.....	217
12.2	PLAN DE EMERGENCIAS	217
13	CALIDAD AMBIENTAL DEL AP, ÁREA INFLUENCIA BIOFÍSICA Y SOCIAL	219
13.1	PRONÓSTICO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL ÁREA INFLUENCIA BIOFÍSICA Y SOCIAL	219
13.2	COMPROMISOS AMBIENTALES Y CONCLUSIONES DEL PROYECTO.....	220
14	BIBLIOGRAFÍA	229
15	ANEXOS	249

Índice de figuras

Figura 3.1. Ubicación político-administrativo del proyecto del Tren Rápido de Pasajeros. 10	
Figura 6.1. Localización geotectónica regional de Costa Rica, como parte suroeste de la Placa Caribe. Como puede observarse, Costa Rica, se presenta en una zona afectada por una importante compresión tectónica. Tomado de Astorga (1997).	21
Figura 6.2. Mapa tectónico de parte del Orógeno del Sur de América Central, con indicación de los principales elementos tectónicos y neotectónicos relacionados con el área de estudio (flecha roja). Como puede observarse el área de estudio se presenta en una zona de doble umbral geológico, tanto en sentido norte – sur, como de orientación este – oeste. Esta situación geotectónica le da una característica de alta actividad neotectónica.....	22
Figura 6.3. Localización del área de estudio en el mapa geológico de Costa Rica (cf. MINAE, 1995).	25
Figura 6.4. Perfiles geológicos general a lo largo del Valle Central de Costa Rica (cf. Astorga et al., 2008).....	38
Figura 6.5. Mapa de la hoja San José, según el Atlas Tectónico de Costa Rica (cf. Denyer et al., 2003). Las fallas en rojo son fallas del Cuaternario. Las fallas en negro son fallas del Pre – Cuaternario.	41
Figura 6.6. Contexto geomorfológico regional del área de estudio (línea verde) en el Mapa del Modelo Digital de Costa Rica. Como puede verse, el área de estudio se presenta en la parte sur del Valle Central y, principalmente, en la denominada Pre cordillera de Talamanca (Bergoing, 2007).	44
Figura 6.7. Unidades geomorfológicas regionales según Bergoing (1998).	47
Figura 6.8. Modelo esquemático del valle de inundación inmediata de un curso de agua en función de la geometría de su primera terraza, para un terreno de relieve bajo a moderado.	52
Figura 6.9. Acuíferos regionales del sector norte y central del Valle Central occidental, dentro de la GAM. Tomado de Arredondo (1994).	57
Figura 6.10. Dibujo ilustrativo de los tipos de deslizamientos (en su acepción amplia) que se pueden presentar una región tropical como nuestro país.	74

Figura 6.11. Mapa de localización de epicentros sísmicos históricos del Valle Central y alrededores. Tomado de Schmidt (2005).	86
Figura 6.12. Mapa de amenaza volcánica del Valle Central, según Paniagua (1994).	91
Figura 7.1. Ubicación de la Zona Protectora Cerros la Carpintera y Corredor Biológico COBRI-SURAC con respecto al AP, Instituto Geográfico Nacional (IGN); Atlas de Costa Rica, 2014.	96
Figura 7.2. Zonas de vida presentes sobre el Proyecto TRP; Atlas de Costa Rica, 2014. 97	
Figura 7.3. Área de matorral en el derecho de vía, con predominancia de gramíneas y algunos arbustos, ambos márgenes tramo Paraíso-Atlántico. Abril, 2019.....	99
Figura 7.4. Área de matorral, ambos márgenes tramo Paraíso-Atlántico. Abril, 2019.	99
Figura 7.5. Área de matorral en el derecho de vía, con predominancia de gramíneas y algunos arbustos, ambos márgenes tramo Paraíso-Atlántico. Abril, 2019.....	100
Figura 7.6. Área de matorral arbolado, margen derecha tramo Atlántico-Ciruelas. Abril, 2019.	100
Figura 7.7. Área de protección de cauces con presencia de pastos, matorrales y algunos árboles de diferentes envergaduras, tramo Atlántico-Alajuela. Abril, 2019.....	101
Figura 7.8. Área de protección de cauces con presencia de pastos, matorrales y algunos árboles de diferentes envergaduras, tramo Paraíso-Atlántico. Abril, 2019.	101
Figura 7.9. Área residencial margen derecha, tramo Atlántico-Ciruelas. Abril, 2019.	102
Figura 7.10. Área urbana y comercial ambos márgenes, tramo Paraíso-Atlántico. Abril, 2019.	102
Figura 7.11. Área de plantación ornamental de Eucaliptos, margen izquierda, tramo Paraíso-Atlántico. Abril, 2019.....	103
Figura 7.12. Área con especies nativas y agrícolas, margen izquierda, tramo Paraíso-Atlántico. Abril, 2019.	104
Figura 8.1. Ubicación de la principal infraestructura industrial, comercial y servicios, Proyecto TRP; Atlas de Costa Rica, 2014.....	113
Figura 8.2. Área urbana, tramo Heredia-Atlántico a la derecha Hospital San Rafael, Alajuela-Pacífico Abril, 2019.	115

Figura 8.3. Distribución de la población económica activa de Costa Rica, según nivel educativo, Censo 2011.	125
Figura 8.4. Distribución de la población económica activa, por sector económico, país y provincias. Censo 2011.	128
Figura 8.5. Características operativas del servicio actual y el TRP, 2018.	132
Figura 8.6. Porcentaje de vivienda con acceso a tecnología y servicios básicos, según país y provincia, Censo 2011.	136
Figura 8.7. <i>Percepción social sobre el proyecto, trayecto San José – Cartago Abril, 2019.</i>	138
Figura 8.8. Ubicación de Asentamientos informales sobre la vía férrea, según provincia, cantón y distrito. Elaboración propia a partir de MIVAH 2011-2012.....	144
Figura 8.9. Ubicación de Asentamientos informales sobre la vía férrea, en la provincia de San José, Lámina 1. Elaboración propia a partir de MIVAH 2011-2012.	145
Figura 8.10. Ubicación de Asentamientos informales sobre la vía férrea, en la provincia de San José, Lámina 2. Elaboración propia a partir de MIVAH 2011-2012.	146
Figura 8.11. Ubicación de Asentamientos informales sobre la vía férrea, en la provincia de San José, Lámina 3. Elaboración propia a partir de MIVAH 2011-2012.	147
Figura 8.12. Ubicación de Asentamientos informales sobre la vía férrea, en la provincia de Cartago. Elaboración propia a partir de MIVAH 2011-2012.....	148
Figura 8.13. Asentamientos informales en Alajuela. A la derecha Pavas, abril, 2019. ...	151
Figura 8.14. Pasos peatonales informales en Alajuela. A la derecha Cartago, abril 2019.	152
Figura 8.15. Rutas informales, Trayecto Alajuela -Ciruelas, abril 2019.	153
Figura 8.16. Asentamientos Informales, Trayecto Alajuela - Ciruelas, abril 2019.....	153
Figura 8.17. Asentamientos Informales, Trayecto Alajuela -San Rafael, abril 2019.	154
Figura 8.18. Asentamientos Informales, Heredia, a la derecha Belén, abril 2019.....	154



Estudios de Factibilidad Técnica, Económico-Financiera, Ambiental, Social y de vulnerabilidad para la Construcción, Equipamiento, Puesta en marcha, Operación y Mantenimiento, bajo la modalidad de Concesión de Obra con Servicio Público, del Sistema de Tren Rápido de Pasajeros (TRP) en la Gran Área Metropolitana (GAM)

Índice de tablas

Tabla 2.1. Equipo Profesional a cargo del estudio ambiental y social, CDG Environmental Advisors.....	5
Tabla 5.1. Marco jurídico relacionado con el EIA.	15
Tabla 5.2. Disposiciones en materia de protección al medio ambiente establecidas en la ley de contratación administrativa.	17
Tabla 6.1. Clasificación usada por Arredondo (1994) para caracterizar regionalmente los acuíferos del Valle Central de Costa Rica.....	56
Tabla 6.2. Síntesis descriptiva general de los acuíferos regionales del Valle Central.....	58
Tabla 6.3. Clasificación de fenómenos de inestabilidad de laderas según Mora & Mora (1994) con ejemplos para el Valle Central, pero aplicable para todo el país.	73
Tabla 6.4. Resumen de limitantes y potencialidades técnicas de las zonas identificadas en el área de estudio como vulnerables a los deslizamientos.	78
Tabla 6.5. Sismos históricos de magnitudes significativas con epicentros en el Valle Central o sus alrededores. Fuente: Ajustado de Schmidt et al. (2005).	85
Tabla 6.6. Sitios ambientalmente sensibles para el área de estudio.	94
Tabla 7.1. Lista de especies vegetales observadas en el área de proyecto.	106
Tabla 7.2. Lista de especies de faunas visualizadas y reportadas en el área del proyecto y áreas de influencia del proyecto, CDG Environmental Advisors, mayo del 2019.....	108
Tabla 8.1. Núcleos urbanos en área de influencia directa, Tren Rápido de Pasajeros de la Gran Área Metropolitana.....	112
Tabla 8.2. Incidencia directa del proyecto población total, según provincia, cantón y distritos.	118
Tabla 8.3. Características demográficas y geográficas, Censo 2011.	120
Tabla 8.4. Características sociales, Censo 2011.	121
Tabla 8.5. Indicadores de población con discapacidad, según sexo y edad, Censo 2011.	123

Tabla 8.6. Indicadores de vivienda por ocupación, estado y hacinamiento, Censo 2011.	124
Tabla 8.7. Características educativas Censo 2011.	124
Tabla 8.8. Características económicas, Censo 2011.	127
Tabla 8.9. Comités de Emergencia de la Cruz Roja presentes en las cercanías del Área del Proyecto.....	133
Tabla 8.10. Estaciones de Bomberos regionales presentes en las cercanías del Área del Proyecto.	134
Tabla 8.11. Delegaciones de fuerza pública presentes en las cercanías del Área del Proyecto.	134
Tabla 8.12. Centros médicos regionales y locales presentes en las cercanías del Área del Proyecto.	135
Tabla 8.13. Estudio de percepción local y las medidas a implementar.....	138
Tabla 8.14. Infraestructura comunal presente en el área de influencia.	140
Tabla 8.15. Asentamientos informales sobre la vía férrea, según provincia, cantón y distrito, MIVAH 2011-2012.	143
Tabla 9.1. Lista de actividades potencial impacto ambiental en cada fase del Proyecto durante la fase constructiva.	159
Tabla 9.2. Lista de actividades potencial impacto ambiental en cada fase del Proyecto durante la fase operativa.	160
Tabla 9.3. Tabla resumen de la naturaleza de los impactos potenciales, fases de construcción y operación.	166
Tabla 9.4. Tabla resumen de la duración de los impactos potenciales, fases de construcción y operación.	167
Tabla 9.5. Tabla resumen de la importancia de los impactos potenciales, fases de construcción y operación.	168
Tabla 11.1. Previsión del Plan de Gestión Ambiental del Tren Rápido de Pasajeros.	216

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Procedimiento para el aprovechamiento y extracción de aguas	251
Anexo 2. Cauces de dominio público ubicados en el área del proyecto	269
Anexo 3. Elementos a considerar para permisos de obra en cauces	273
Anexo 4. Atlas de mapas geofísicos	279
Anexo 5. Atlas de mapas ambientales	329
Anexo 6. Atlas de mapas sociales	377
Anexo 7. Zonificación del IFA para la GAM	381
Anexo 8. Diagnóstico de perspectiva de género	403
Anexo 9. Protocolos de actividades complementarias	421
Anexo 10. Propuesta de plan de emergencias.	483
Anexo 11. Desglose Preliminar de Costos de la Gestión Ambiental	521



Estudios de Factibilidad Técnica, Económico-Financiera, Ambiental, Social y de vulnerabilidad para la Construcción, Equipamiento, Puesta en marcha, Operación y Mantenimiento, bajo la modalidad de Concesión de Obra con Servicio Público, del Sistema de Tren Rápido de Pasajeros (TRP) en la Gran Área Metropolitana (GAM)

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Alcances

El presente documento contiene los resultados del Estudio Ambiental Preliminar del Proyecto “Tren Rápido de Pasajeros” (TRP), elaborado con base en los términos de referencia dictados por el INCOFER en el Apartado 3 del Anexo 1 de la licitación para los Estudios de Factibilidad Técnica, Económica-Financiera, Ambiental, Social y de Vulnerabilidad para la Construcción, Equipamiento, Puesta en Marcha, Operación y Mantenimiento bajo la Modalidad de Concesión de Obra Pública con Servicio Público, del Sistema de Tren Rápido de Pasajeros de la Gran Área Metropolitana. Este trabajo se enfoca en analizar la factibilidad ambiental y social del TRP y, por lo tanto, no representa el Estudio de Impacto Ambiental (EslA) definitivo, el cual estará a cargo del futuro concesionario y deberá ser ejecutado para obtener la Viabilidad Ambiental de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA). Dicho lo anterior, en este estudio se siguen los lineamientos de la Resolución No 746-2018-SETENA, de tal manera que el Estudio Ambiental Preliminar sirva como insumo directo para la eventual elaboración del Estudio de Impacto Ambiental.

Es importante tener presente que el proyecto TRP consiste en la modernización y ampliación de un servicio de transporte ferroviario ya existente, por consiguiente, los trabajos que se van a realizar son sobre el mismo derecho de vía, el cual está previsto precisamente para que en un futuro pudiera ampliarse el servicio, de acuerdo con las necesidades de movimiento de carga y personas. Por lo tanto, se trabajará sobre una zona previamente impactada y que está expuesta día a día a los riesgos de impactos propios de un servicio de tren en funcionamiento. En ese contexto es que se analiza el proyecto TRP con respecto a su interacción e interrelación con el entorno físico, biológico y socioeconómico. Se hace, además, un análisis de las posibles amenazas de origen natural o antrópico en el área del proyecto. Este análisis, permite predecir los impactos potenciales que se podrían generar en cada uno de estos componentes, e identificar posibles acciones de prevención, mitigación y/o remediación.

El alcance espacial se define como el entorno físico, biológico y socioeconómico dentro del cual se desarrollará el Proyecto. Para efectos del presente estudio, se han delimitado tres espacios geográficos para la valoración de potenciales impactos: el Área de Proyecto (AP), que corresponde a la zona del derecho de vía actual a lo largo de los 84,85 kilómetros que abarcan los diferentes tramos del TRP y donde se llevarán a cabo las fases de construcción y operación; el Área de Influencia Directa (AID), que se define como el área que potencialmente recibirá los impactos biológicos, físicos, y sociales de forma directa; y el Área de Influencia Indirecta (AII), donde se percibirán los impactos generados indirectamente por el Proyecto. Como se ha indicado anteriormente, estas áreas ya han sido impactadas por la construcción y operación del ferrocarril actualmente existente. Esta evaluación ambiental se enfoca principalmente en lo que se conoce como impacto adicional o paralelo, ya que lo que se plantea es una ampliación, mejora y modernización de un servicio ya existente. Un proyecto de este tipo genera menos impactos que el que causaría un tren cuya ruta fuera totalmente nueva.

1.2 Objetivos

El objetivo principal del presente estudio de factibilidad ambiental y social es predecir los potenciales impactos adicionales que pueda generar el Proyecto TRP sobre su entorno biológico, físico y socioeconómico; además de proponer acciones de prevención, mitigación y remediación, con el fin de armonizar el Proyecto con su medio natural y social, tratando así, que promueva el desarrollo del país desde el concepto de sostenibilidad.

Se debe partir de la premisa de que cualquier cambio en el medio ambiente natural o social, causado por el desarrollo de un proyecto, constituye un impacto. Sin embargo, no todos los impactos son necesariamente negativos, ni todos los impactos negativos son necesariamente inaceptables. Pero deben tomarse en cuenta dos situaciones que son inaceptables:

- No intentar predecir, profesionalmente, las posibles interacciones negativas entre un proyecto planeado y el entorno físico, biológico y social en el área propuesta para el proyecto y sus zonas de influencia.
- No responder a los posibles efectos negativos significativos mediante el desarrollo e implementación de medidas de prevención, mitigación y/o compensación diseñadas para reducir dichos efectos a límites aceptables.

Por consiguiente, es responsabilidad del proponente, de los organismos reguladores gubernamentales y de la sociedad civil, comprometerse con el crecimiento económico sostenible y la necesidad de una protección ambiental como parte de ese desarrollo. Estos estudios permiten a los responsables emitir sus criterios y realizar los cambios necesarios en el proceso de planificación, antes de que ocurran los impactos. Adicionalmente, la finalidad de este análisis ambiental sirve de instrumento para que las partes responsables lo utilicen para formular las medidas y cambios necesarios para minimizar los impactos detectados.

El presente estudio de factibilidad ambiental y social sirve para identificar los resultados potenciales de las futuras interacciones entre el Proyecto TRP y el medio ambiente natural y social, así como proponer las medidas de prevención, mitigación, y/o remediación para aquellas interacciones que provoquen impactos negativos.

1.3 Metodología

El presente estudio se basa de forma general en los términos de referencia dictados por la SETENA en la resolución No 746-2018-SETENA, con el objetivo de que sirva como insumo para el Estudio de Impacto Ambiental que eventualmente será presentado ante SETENA. También se hizo en apego a las normas de buenas prácticas de protección ambiental y social de organismos internacionales como el Banco Mundial y el Fondo Verde del Clima. Para ello se conformó un equipo multidisciplinario de profesionales con el fin de poder efectuar un análisis integral de las interrelaciones entre el proyecto y su entorno natural y social.

De forma general, la metodología de realización del estudio consiste en las siguientes etapas:

- **Descripción del proyecto:** basado en la información proporcionada por el desarrollador y equipo técnico del proyecto, se identifican las obras y actividades a realizar, la demanda por servicios, recursos y mano de obra.
- **Diagnóstico ambiental:** evaluación del entorno físico, biológico y socioeconómico del proyecto, con énfasis en las áreas de mayor relevancia con respecto a las obras a desarrollar. El análisis se realiza principalmente mediante revisión de fuentes bibliográficas y bases de datos de acceso público, complementado por labores puntuales en campo.
- **Identificación de impactos ambientales potenciales:** basado en la caracterización del proyecto y la información recopilada sobre el entorno, se lleva a cabo la identificación de los principales impactos ambientales potencialmente generados por el proyecto.
- **Propuesta de medidas de prevención, mitigación, y/o remediación:** se plantean las acciones a implementar para evitar o minimizar los efectos negativos.

2 INFORMACIÓN GENERAL

2.1 Información sobre la personería jurídica.

El desarrollo del Proyecto TRP es responsabilidad del Instituto Costarricense de Ferrocarriles (INCOFER), cédula jurídica número 3-007-071577-37. La Lic. Elizabeth Briceño Jiménez, portadora de la cédula 1-0721-0134, funge como Presidenta Ejecutiva de dicha institución.

2.2 Información equipo profesional que elaboró el Estudio.

El Estudio Ambiental Preliminar fue realizado por CDG Environmental Advisors, empresa consultora con número de registro en SETENA 008-2006.

Los miembros del equipo multidisciplinario que participó en la elaboración del estudio se listan en la tabla 2.1.

Profesional	Disciplina
José R. Dengo Garrón	Evaluación de Impacto Ambiental, Coordinador
Carlos A. Dengo Garrón	Gestión de Recursos Naturales, Coordinador
Manuel B. Dengo Benavides	Recurso Hídrico y Cambio Climático, Coordinador
Marisol Hidalgo Prado	Ingeniería Forestal y Gestión Ambiental
Alejandro Jiménez Fonseca	Ingeniería Forestal
José Castro Solís	Sistemas de Información Geográfica
Allan Astorga Gattgens	Geología y Amenazas Naturales
Andreas Mende	Geología y Amenazas Naturales
Silvia Camacho Prado	Planificación Económica y Social
David Carvajal Rodríguez	Ingeniería Agrícola y Desarrollo Comunitario
Sara Cognuck González	Gestión de Recursos Naturales y Perspectiva de Género

Tabla 2.1. Equipo Profesional a cargo del estudio ambiental y social, CDG Environmental Advisors.

2.3 Términos referencia del trabajo realizado.

El presente estudio debe evaluar lo solicitado en el Apartado 3 del Anexo 1 de la licitación para los Estudios de Factibilidad Técnica, Económica-Financiera, Ambiental, Social y de Vulnerabilidad para la Construcción, Equipamiento, Puesta en Marcha, Operación y Mantenimiento bajo la Modalidad de Concesión de Obra Pública con Servicio Público, del Sistema de Tren Rápido de Pasajeros de la Gran Área Metropolitana.

Es importante mencionar que, desde finales de 2017, el INCOFER tramita ante la SETENA la Evaluación de Impacto Ambiental bajo el expediente No D1-21743-2017. Los Términos de Referencia dictados por dicha Secretaría en la resolución No 746-2018-SETENA, establecen los requisitos específicos para el Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) del Proyecto. Se acordó con INCOFER que este trabajo de factibilidad seguiría de manera general los términos de referencia dictados por SETENA, con el fin de proveer un insumo directo para la elaboración del EsIA, el cual estará a cargo del futuro concesionario cuando el proyecto TRP alcance esa fase de desarrollo.

3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

El Proyecto “Tren Rápido de Pasajeros” (TRP), pretende el desarrollo, construcción y operación de un sistema eléctrico de transporte ferroviario para pasajeros que conecte los principales centros urbanos de la Gran Área Metropolitana (GAM). El proyecto por desarrollar se realizará sobre el derecho de vía existente de la Red Ferroviaria Nacional, que actualmente conecta las ciudades de San José, Alajuela, Cartago y Heredia, en un corredor con una extensión de aproximadamente 84,85 km. El proyecto TRP pretende entonces transformar el actual servicio interurbano de trenes de diésel y a vía unidireccional, en un moderno sistema de transporte masivo electrificado, con la mayor parte de los tramos en vía doble bidireccional. La instalación de la doble vía se hará aprovechando el derecho de vía existente.

El desarrollo de un sistema moderno de tren de pasajeros en la GAM ha sido ampliamente estudiado durante los últimos años, con una serie de diagnósticos que han sido evaluados y mejorados con el tiempo. Para la propuesta actual, se cuenta con los siguientes estudios de referencia:

- Estudio de Factibilidad Técnico, Legal, Financiero y Ambiental para el Financiamiento y Gerenciamiento para la Concesión del Proyecto “Tren Eléctrico Metropolitano de Costa Rica”, elaborado por Engevix.
- Estudio de Factibilidad para la Implantación de un Sistema de Transporte Ferroviario en el Área Metropolitana de San José, elaborado por INECO.
- Estudio de Prefactibilidad del Sistema de Tren Rápido de Pasajeros de la GAM, elaborado por LCR Logística S.A.
- Estudio de Ingeniería de Valor del proyecto de Tren Rápido de Pasajeros de la GAM, elaborado por IDOM.

El análisis de la factibilidad ambiental y social toma como base de información técnica del proyecto lo determinado en el Estudio de Ingeniería de Valor de IDOM, en el cual se optimiza el mejor escenario de desarrollo identificado previamente en el estudio de prefactibilidad.

Características del Proyecto:

- De manera general, el TRP consiste en tres tramos principales:
 - Estación del Atlántico – Paraíso: 27,4 km
 - Estación del Atlántico – Alajuela: 21,6 km
 - Estación del Atlántico – Ciruelas: 25,4 km
 - Adicionalmente, se evalúa la posibilidad de dos tramos, conectando las terminales de Alajuela y Ciruelas con una distancia aproximada de 7,8 km y Ciruelas- El Coyol con una distancia cercana a los 2,7 km.
- Se estima entonces un trazado de 84,85 km de ferrocarril electrificado a doble vía y bidireccional, aprovechando el espacio de derecho de vía existente, distribuido de la siguiente manera:
 - Vía en placa: 38,4 km, donde se incluyen las estructuras.
 - Vía en balasto: 46,5 km.
 - El trazado se realizará en superficie, a excepción de cruces conflictivos y zonas en las que es preciso ir a desnivel.

De la anterior clasificación se excluyen los tramos de Alajuela-Ciruelas y Ciruelas-El Coyol, aunque se prevé que serán en balasto la mayor parte. La tramificación definitiva se incluirá en el Tercer Informe.

- El derecho de vía existente se rige según el Decreto No 22483-MOPT. Para efectos del TRP, los derechos de vía relevantes son:
 - Estación del Atlántico – Paraíso: 6,70 metros a ambos lados desde el centro de la vía; en terrenos con corte o relleno, 5 metros a ambos lados desde la cima de los cortes o desde el pie del talud. En el tramo Cartago – Paraíso, 10 metros a ambos lados desde el centro de la vía en condición plana; en terrenos con corte o relleno, 5 metros a ambos lados desde la cima de los cortes o desde el pie del talud .
 - Estación del Atlántico – Alajuela: 6,70 metros a ambos lados desde el centro de la vía; en terrenos con corte o relleno, 5 metros a ambos lados desde la cima de los cortes o desde el pie del talud.
 - Estación del Atlántico – Ciruelas: 7,62 metros a ambos lados desde el centro de la vía en terreno plano; en terrenos con corte o relleno, 5 metros a ambos lados desde la cima de los cortes o desde el pie del talud. En el tramo entre

la Estación del Atlántico y la Estación del Pacífico, 5 metros a ambos lados desde el centro de la vía.

- En algunos sectores, el derecho de vía ha sido invadido por obras de construcción, principalmente viviendas. El diseño y planificación del TRP se hará procurando el mínimo de afectación posible a estas residencias, ya sea con pasos elevados, vía a nivel en placa que permite uso compartido, o limitando el trazado a vía única para limitar interacciones. Sin embargo, en algunos sectores será necesario la reubicación de personas, lo cual se analiza en el capítulo Social.
- El trazado atraviesa más de 50 cauces de dominio público, lo que implica la rehabilitación y ampliación de puentes existentes para acomodar el servicio ampliado a dos vías.
- Se propone un total de 47 estaciones, aprovechando, según lo permitan los parámetros de diseño, la ubicación de estaciones actuales (cuando éstas existan). Del total de estaciones, 10 serán intermodales, lo que permitirá una mayor articulación del sistema de transporte.
- Se contemplan obras complementarias como un taller central, 4 patios/garajes, un edificio administrativo, se estiman 24 subestaciones, sistema de catenarias y alimentación eléctrica a paradas, reubicación de servicios públicos (cuando sea necesario), drenajes y obras de conectividad vial.
- Dado que la mayor parte de las obras son dentro del derecho de vía de existente, la necesidad de adquirir terrenos mediante expropiación se limita a casos puntuales, como algunos de los patios y estaciones, o sectores específicos en los que es necesario por elementos de ingeniería. Se implementarán medidas técnicas y de diseño para limitar expropiaciones de viviendas y otras estructuras sobre el trazado.

3.1 Ubicación político-administrativa.

El proyecto del Tren Rápido de Pasajeros de la Gran Área Metropolitana se ubica, como el nombre lo indica, a lo largo de 15 cantones en las 4 provincias que conforman la GAM:

- San José: San José, Goicoechea, Tibás, Montes de Oca, Curridabat
- Alajuela: Alajuela
- Cartago: Cartago, Paraíso, La Unión, Oreamuno
- Heredia: Heredia, Santo Domingo, Belén, Flores, San Pablo

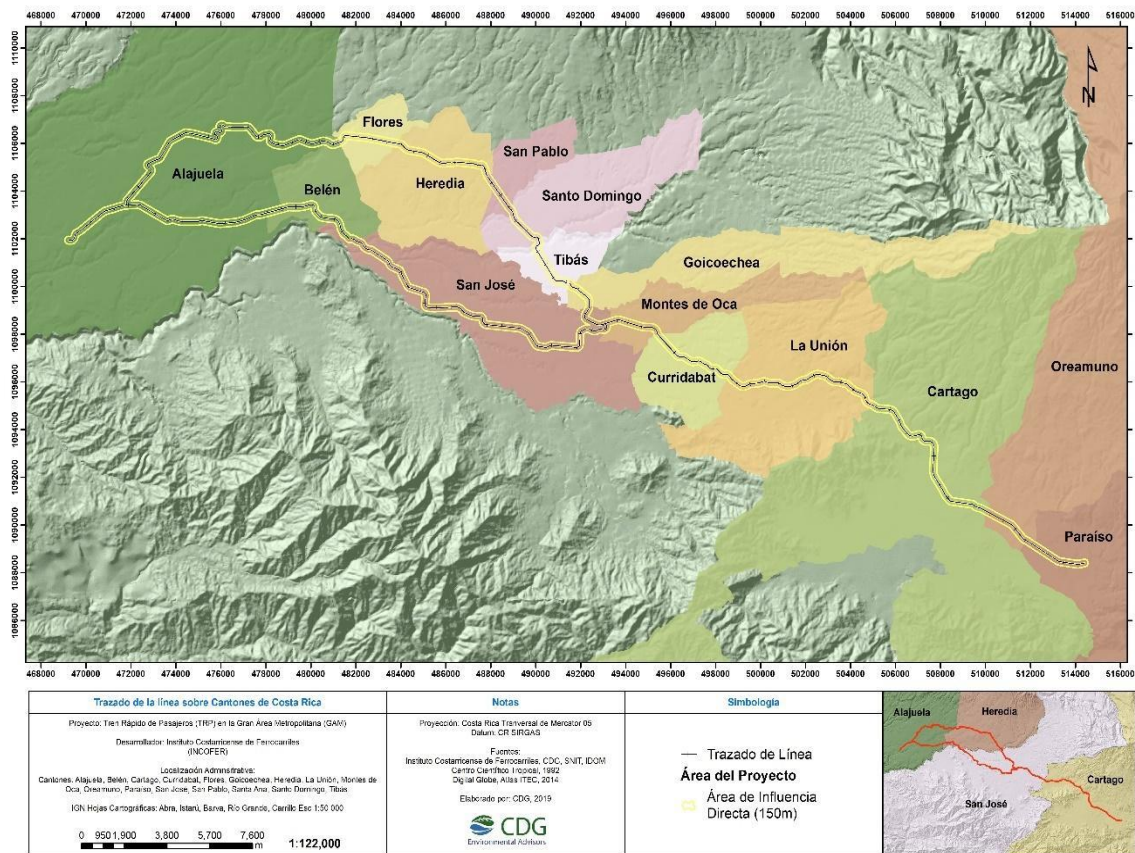


Figura 3.1. Ubicación político-administrativo del proyecto del Tren Rápido de Pasajeros.

4 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO.

El proyecto del Tren Rápido de Pasajeros consiste en la principal iniciativa de transporte público masivo actualmente en desarrollo en Costa Rica. Es un proyecto prioritario para el Gobierno de la República, como estrategia para aliviar el congestionamiento vial en las zonas más pobladas del país, lo cual implica también un incremento en la competitividad económica del entorno, mejoras en la calidad de vida de los habitantes y una disminución en la contaminación atmosférica.

Al pasar de un sistema de trenes y locomotoras de diésel, a un sistema eléctrico de última tecnología, también se estará logrando una importante reducción en la emisión de gases de efecto de invernadero. Es por esta razón que el TRP es uno de los proyectos centrales del Plan Nacional de Descarbonización 2018-2050.

El proyecto se plantea como la punta de lanza para la modernización del transporte en el país, pasando de un sistema ineficiente y contaminante, basado en vehículos particulares, a un sistema moderno, seguro y sostenible, enfocado en el transporte colectivo y en transición hacia la movilidad eléctrica. De las 47 paradas previstas para el TRP, 10 serán estaciones intermodales, permitiendo una mejor conexión con otros métodos de transporte público e incentivando a que las personas dependan menos de los vehículos particulares.

4.1 Concordancia con el plan de uso de la tierra.

El Proyecto al ubicarse principalmente sobre un derecho de vía ya existente (en algunos casos por más de 100 años), faculta al INCOFER a la ejecución de las obras una vez alcanzada la viabilidad ambiental. Las Municipalidades donde se encuentra el Proyecto no poseen jurisdicción sobre el derecho de vía y por ende no se requiere de permisos de construcción municipales, ni certificación del uso del suelo.

La justificación legal de no obligatoriedad de presentación de la nota de uso del suelo emitida por las municipalidades se fundamenta en el Artículo No 75 de la Ley de Construcciones No 833, donde se indica que ninguna institución del Estado está en la obligación de obtener la licencia municipal para la ejecución de obras de construcción, así como del pago de impuestos municipales respectivos sobre el valor de esas construcciones.

Se ubica en un sitio en el cual no es afectado por ningún Plan Regulador, por lo tanto, el proyecto de construcción se apegará a la Ley de Planificación Urbana y su Reglamento, Ley General de Salud, Ley Orgánica del Ambiente, Ley Forestal y sus Reglamentos, Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelo sus Reglamentos, Código de Minería y su Reglamento, así como la Resolución 2174-2010-SETENA y toda la legislación ambiental vigente.

Por otra parte, existen ciertas obras a complementarias a desarrollarse sobre calles públicas y áreas de dominio municipal que sí requieren los respectivos permisos de construcción. Los mismos permisos serán concretados una vez obtenidos los diseños definitivos y la Viabilidad Ambiental del proyecto.

4.2 Área del proyecto y áreas de influencia.

4.2.1 Área del Proyecto.

La superficie donde se desarrollará todo lo referente al proyecto lo constituye el derecho de vía actual, a lo largo de los 84,85 kilómetros del trazado previsto, en los tres tramos descritos anteriormente (Atlántico – Paraíso, Atlántico – Alajuela, Atlántico – Ciruelas y el posible entronque Ciruelas – Alajuela y Ciruelas-El Coyol).

4.2.2 Área de Influencia.

Según lo dispuesto en el Decreto Ejecutivo No 32966-MINAE y con base en las visitas de campo realizadas por los profesionales a cargo del Estudio de Impacto Ambiental, se identifican el Área de Influencia Directa (AID), y el Área de Influencia Indirecta (AII):

- **El área de Influencia Directa (AID);** corresponde a una zona inmediata a la periferia del proyecto (derecho de vía), en donde, por la naturaleza de las obras a desarrollar, potencialmente se sentirán los impactos físicos, biológicos y sociales. Para este Proyecto, se define como el área circundante al derecho de vía de la ruta a una distancia de 150 metros a ambos lados.
- **El área de influencia Indirecta (AII);** se define como el área que recibirá los impactos físicos, sociales y biológicos generados indirectamente por el proyecto. Dada la naturaleza del proyecto, considerando la naturaleza de los terrenos colindantes, y la permanencia y magnitud de la obra, se toma la decisión de no

establecer una All fija. Esto por tratarse de un proyecto de envergadura regional, cuyo desarrollo repercute en todo el Valle Central, entonces no tiene sentido circunscribir el All a un espacio específico.

4.3 Fases del desarrollo.

El proyecto TRP consta de varias fases de desarrollo, que se describen de la siguiente manera:

- **Prefactibilidad:** Ya completada.
- **Factibilidad:** En proceso.
- **Licitación para estudios de detalle, construcción y operación:** Mediante concurso público, se definirá qué empresa o consorcio será el encargado de la concesión para los estudios finales, obra civil, equipamiento y operación del TRP.
 - Estudios de detalle: en esta fase se harán todos los estudios técnicos de ingeniería para avanzar hacia un diseño detallado, que permita un cálculo fino de los costos de la obra a licitar. En esta fase también se completa el Estudio de Impacto Ambiental (EslA) para obtener la Viabilidad Ambiental, se tramitan otros permisos relacionados con el proyecto y se completan las expropiaciones.
 - Construcción: fase en la que se desarrollan las obras de infraestructura, incluyendo la remoción y demolición de estructuras existentes, rehabilitación y recuperación del derecho de vía, ampliación y mejora de puentes, instalación de nuevas vías y adquisición de equipo rodante, configuración del trazado en placa, balasto o viaducto, construcción de pasos a desnivel para vehículos, reubicación de viviendas y servicios públicos, construcción del sistema de alimentación eléctrica, configuración de patios y talleres.
 - Operación: consiste en la puesta en marcha del servicio en cada tramo, conforme vaya finalizando su etapa de construcción respectiva, por el plazo que se haya establecido en el contrato de la concesión. Incluye todas las labores de mantenimiento y renovación de vías y equipos, al igual que de las demás obras conexas del TRP.



5 DESCRIPCIÓN DE LA NORMATIVA LEGAL.

5.1 Marco jurídico relacionado al proceso del EIA.

Nuestro país tiene como política general de desarrollo la protección y conservación del medio ambiente. Dicha política se sustenta como primera instancia en la Constitución Política de Costa Rica y en la Ley Orgánica del Ambiente, que buscan la aplicabilidad de esta política en las actividades de desarrollo.

Marco jurídico	Artículo
Constitución política de Costa Rica	Artículo 50. El Estado procurará el mayor bienestar a todos los habitantes del país, organizando y estimulando la producción y el más adecuado reparto de la riqueza. Toda persona tiene derecho a un ambiente sano y ecológicamente equilibrado. Por ello, está legitimada para denunciar los actos que infrinjan ese derecho y para reclamar la reparación del daño causado. El Estado garantizará, defenderá y preservará ese derecho. La ley determinará las responsabilidades y las sanciones correspondientes. <i>(Así reformado por Ley N°. 7412 del 3 de junio de 1994)</i>
Ley Orgánica del Ambiente	La EIA es un estudio técnico que permite identificar y predecir los efectos sobre el ambiente que ejercerá una actividad, obra o proyecto determinado, cuantificándolo y ponderándolo para conducir a un dictamen que apruebe o rechace el proyecto, obra o actividad, así como las recomendaciones para que se enmienden las fallas en que se hubiere incurrido. Incluirá los efectos específicos, la evaluación global de los mismos, las alternativas de mayor beneficio ambiental, un programa de control y minimización de los efectos negativos y un programa de monitoreo.
	Artículo 17.- Evaluación de impacto ambiental Las actividades humanas que alteren o destruyan elementos del ambiente o generen residuos, materiales tóxicos o peligrosos, requerirán una evaluación de impacto ambiental por parte de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental creada en esta ley. Su aprobación previa, de parte de este organismo, será requisito indispensable para iniciar las actividades, obras o proyectos. Las leyes y los reglamentos indicarán cuáles actividades, obras o proyectos requerirán la evaluación de impacto ambiental

Tabla 5.1. Marco jurídico relacionado con el EIA.

La Ley Orgánica del Ambiente en su artículo 2, enumera también de manera explícita los principios del derecho ambiental. Es en base a ello que se interpretan y aplican las disposiciones jurídicas y legales destinadas a la protección ambiental y específicamente a las medidas ambientales que fuesen a ser recomendadas para el desarrollo de las obras.

- El ambiente es patrimonio común de todos los habitantes de la Nación, con las excepciones que establezcan la Constitución Política, los convenios internacionales y las leyes. El Estado y los particulares deben participar en su conservación y utilización sostenibles, que son de utilidad pública e interés social.
- Todos tienen derecho a disfrutar de un ambiente sano y ecológicamente sostenible para desarrollarse, así como el deber de conservarlo, según el artículo 50 de nuestra Constitución Política.
- El Estado velará por la utilización racional de los elementos ambientales, con el fin de proteger y mejorar la calidad de vida de los habitantes del territorio nacional. Asimismo, está obligado a propiciar un desarrollo económico y ambientalmente sostenible, entendido como el desarrollo que satisface las necesidades humanas básicas, sin comprometer las opciones de las generaciones futuras.
- Quien contamine el ambiente o le ocasione daño será responsable, conforme lo establezcan las leyes de la República y los convenios internacionales vigentes.
- El daño al ambiente constituye un delito de carácter social, pues afecta las bases de la existencia de la sociedad; económico, porque atenta contra las materias y los recursos indispensables para las actividades productivas; cultural, en tanto pone en peligro la forma de vida de las comunidades, y ético, porque atenta contra la existencia misma de las generaciones presentes y futuras.

La obligación legal de elaborar previamente la EIA en las actividades constructivas u operativas surge con la publicación en La Gaceta 215 del día 13 de noviembre del año 1995, de ley N°. 7554, conocida como Ley Orgánica del Ambiente. Con este trámite se refuerza el cumplimiento de todas las normas ambientales en materia de protección ambiental.

5.2 Disposiciones en materia de protección al medio ambiente establecidas en la ley de contratación administrativa.

La Ley N°. 7479, Ley de Contratación Administrativa, introduce la variable ambiental en los procesos de contratación de la Administración Pública al disponer en términos generales la exigencia de elaboración de EIA, como requisito previo a la ejecución de obras públicas.

Consecuentemente, además, de los requisitos previos al inicio del procedimiento de contratación administrativa que se menciona en la Ley, se requiere la elaboración de una EIA, que dimensione los efectos del proyecto sobre el ambiente. La EIA debe suministrar información necesaria para establecer cuáles son las medidas de mitigación de los impactos que debe ser seguidas por el responsable del proyecto y quienes lo ejecutarán. Así lo establece el **artículo 59** de la Ley de Contratación Administrativa:

Marco jurídico	Artículo
Ley de Contratación Administrativa	<p>Artículo 59.- Estudio de impacto ambiental: El inicio del procedimiento de contratación de una obra pública siempre estará precedido, además, de los requisitos establecidos en esta ley y sus reglamentos, por un estudio de impacto ambiental que defina los efectos de la obra.</p> <p>Los proyectos incluirán las previsiones necesarias para preservar o restaurar las condiciones ambientales, cuando puedan deteriorarse. Así mismo darán participación en los procedimientos a las entidades competentes en la materia.</p>
Reglamento General de Contratación Administrativa. Decreto ejecutivo N°. 25038-H	<p>67.4 Estudio de impacto ambiental.</p> <p>67.4.1. Todo procedimiento de contratación de una obra pública nueva estará precedido, tanto de los prerrequisitos que establecen la Ley de Contratación Administrativa y sus Reglamentos, como de un estudio de impacto ambiental que defina los efectos de la obra.</p> <p>67.4.2. Los proyectos respectivos incluirán las previsiones necesarias para preservar o restaurar las condiciones ambientales, cuando puedan verse deterioradas por la ejecución de la obra, todo de conformidad con el estudio mencionado.</p> <p>67.4.3. La Administración pondrá dicho estudio en conocimiento de los órganos competentes en la materia a efecto de que, dentro del término conferido al efecto se pronuncien sobre su calidad y su contenido. Cuando dicho pronunciamiento resultare negativo, la Administración deberá procurar un nuevo estudio con las correcciones pertinentes.</p> <p>67.4.4. Los órganos y entidades competentes en la materia deberán participar en resguardo del medio ambiente en general o del impacto ambiental de la obra en particular, en todos aquellos procedimientos que procuren preservar o restaurar las condiciones ambientales afectadas por dicha obra.</p>

Tabla 5.2. Disposiciones en materia de protección al medio ambiente establecidas en la ley de contratación administrativa.



6 DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE GEOFÍSICO.

6.1 Introducción

Como parte de los estudios de prefactibilidad del Proyecto del Tren Rápido de Pasajeros (TRP) de la Gran Área Metropolitana de Costa Rica se ha incluido la componente ambiental y de georriesgos. Esto a fin de tener información técnica que permita tener a un detalle apropiado las condiciones de Geopertitud del terreno del trazo del tren, así como su área de influencia directa, correspondiente a 150 metros a ambos lados de la línea férrea. Se presentan aquí los resultados de ese estudio cartográfico realizado a escala 1:10.000 (el cuál se adjunta en el Anexo 4 (MG 1.1.-MG 1.3., Atlas de Mapas Geofísicos).

Además de dar los datos principales del contexto de Geopertitud del Terreno del área del proyecto y el área de influencia directa del TRP que definiremos aquí como área de estudio, se establecen los sectores denominados de mayor sensibilidad y que corresponden con aquellas áreas donde el trazo del TRP atraviesa una zona de alta y muy alta fragilidad ambiental. Ello, con el fin de que, en las componentes de factibilidad técnica y diseño final, estos sectores de mayor sensibilidad ambiental (SEMSA) sean considerados con mayor detalle a fin de garantizar la Resiliencia apropiada de la infraestructura ferroviaria a desarrollar.

Por un asunto de extensión del área de estudio, y la escala de trabajo realizada, la información cartográfica se presenta en tres sectores de oeste a este. Se usa la escala CRTM 05 y los SEMSA se identifican por sus coordenadas del punto central y el ancho o extensión del área frágil, a fin de facilitar mejor su identificación.

6.2 Geología

6.2.1 Marco tectónico regional

Costa Rica se ubica en el margen occidental de la Placa Caribe, formando parte de la provincia tectónica denominada "Orógeno de Sur de América Central" que, a su vez, forma parte de la Placa Caribe.

El Orógeno del Sur de América Central, cubre el Istmo de Costa Rica y Panamá y consiste en un arco magmático insular interoceánico originado durante el período Cretáceo Medio/Superior (Dengo, 1985; Astorga, 1997). En este margen convergente, las placas

oceánicas de Cocos y Nazca están subducidas debajo de la placa Caribe con velocidades de 5 - 9 cm/año (DeMets et al, 1990). Es importante resaltar el hecho de que la parte norte del Orógeno, donde precisamente se localiza Costa Rica, es un sitio de alta actividad tectónica. Como puede verse en el mapa tectónico global de la Figura 6.1 y el regional de la Figura 6.2, debido al movimiento diferencial de placas y bloques tectónicos en esta regional del planeta, Costa Rica presenta en el sector del Pacífico una zona de subducción (Fosa Mesoamericana) donde se subduce la Placa de Cocos bajo la Placa Caribe.

Se presenta la particularidad de que, en la parte sur de la fosa, frente a las costas de Pacífico Central y parcialmente del Sur de Costa Rica, se subduce la Dorsal Asísmica de Cocos, desde hace varios millones de años, lo cual tiene serias repercusiones en la tectónica y neotectónica del istmo de Costa Rica.

Por su parte, en el sector del Caribe, el Istmo de Costa Rica, también presenta actividad tectónica importante, ya que desde la parte central, desde el Promontorio de Limón, hacia el sur, se presenta una Cinturón Deformado (del Norte del Panamá) que se extiende hacia ese país y que representa una zona de fuerte compresión tectónica intraplaca, simulando una Subducción tipo A, es decir, sin que se dé el hundimiento de una placa bajo la otra, sino solamente el acortamiento cortical, puesto de manifiesto por medio de una serie de fallas inversas de tipo sobrecorrimiento y microcuencas tectónicas.

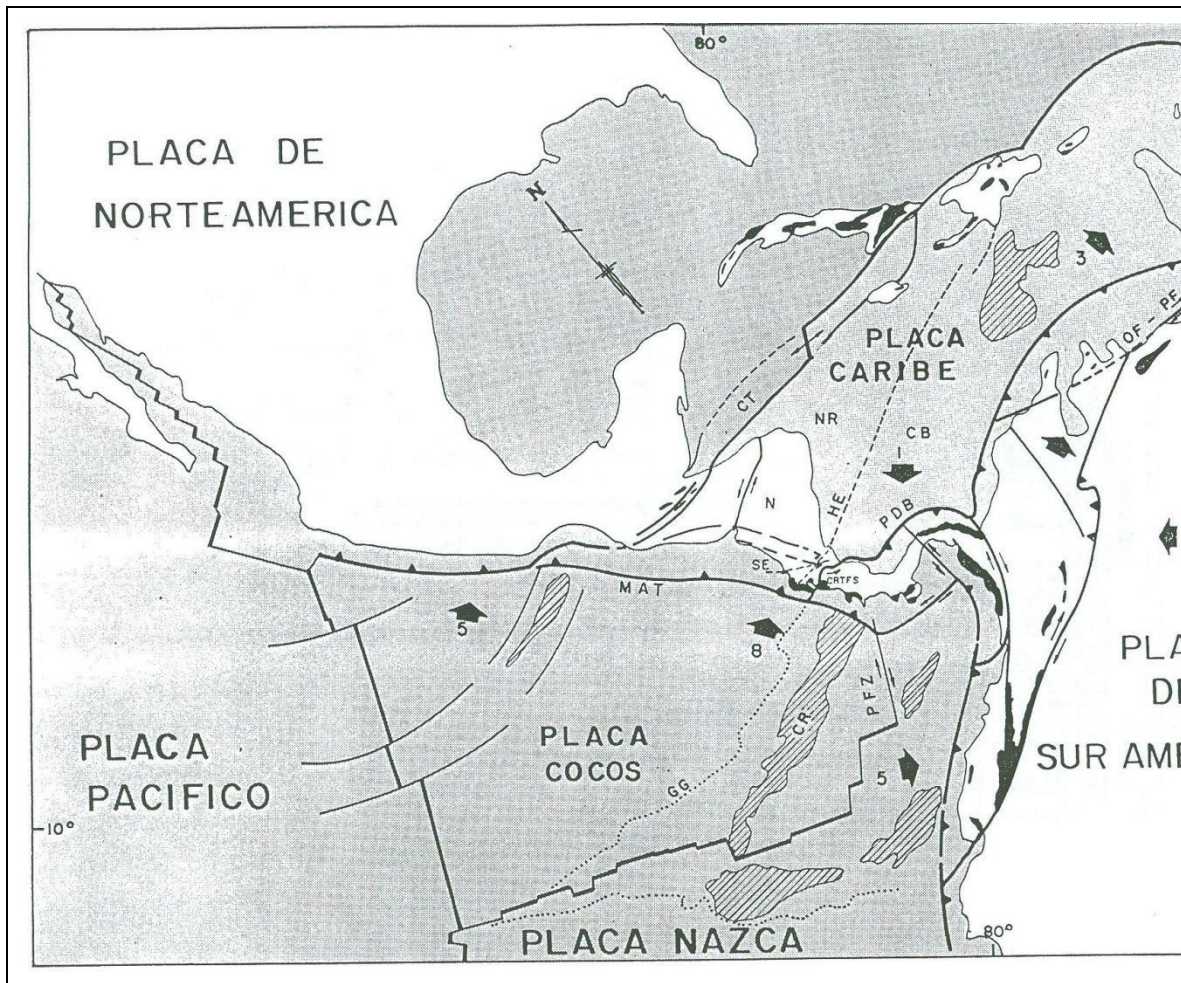


Figura 6.1. Localización geotectónica regional de Costa Rica, como parte suroeste de la Placa Caribe. Como puede observarse, Costa Rica, se presenta en una zona afectada por una importante compresión tectónica. Tomado de Astorga (1997).

La parte norte del Caribe de Costa Rica, no presenta deformación tectónica (ver Astorga et al., 1989, 1991, 1995, y Brandes et al., 2008), simulando así un contexto tectónico de un margen continental pasivo. Esto debido a que el Cinturón Deformado del Norte de Panamá, en la latitud de 10 ° Norte, se adentra hacia el continente transformándose en un sistema de falla transistmica designado por Astorga et al. (1989) como Sistema de Falla Transcurrente de Costa Rica (ver figuras 6.2 y 6.3).

Este sistema de falla transistmica separa el istmo de Costa Rica en dos bloques tectónicos con particulares diferencias geológicas y tectónicas.

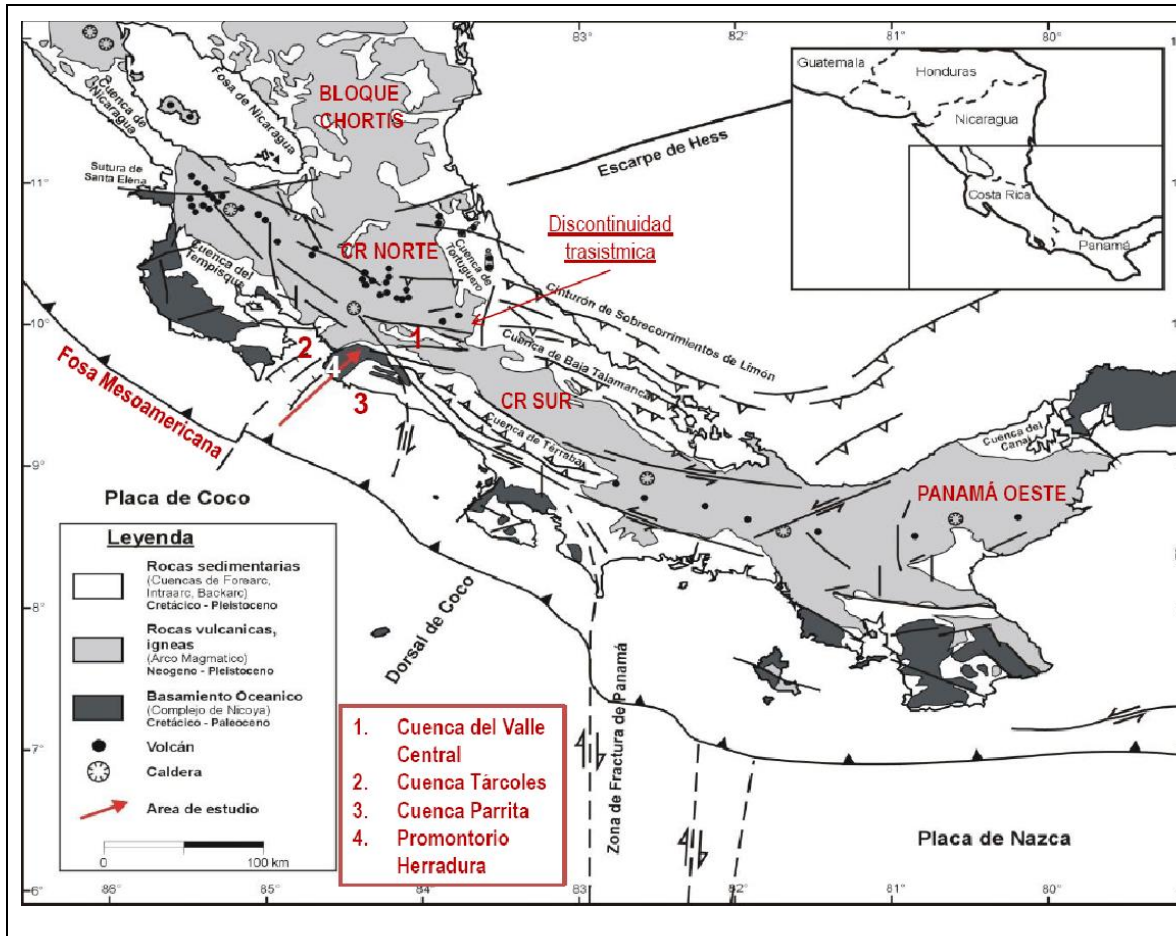


Figura 6.2. Mapa tectónico de parte del Orógeno del Sur de América Central, con indicación de los principales elementos tectónicos y neotectónicos relacionados con el área de estudio (flecha roja). Como puede observarse el área de estudio se presenta en una zona de doble umbral geológico, tanto en sentido norte – sur, como de orientación este – oeste. Esta situación geotectónica le da una característica de alta actividad neotectónica.

El Bloque Costa Rica Norte, presenta un relieve menos pronunciado representando por las cordilleras volcánicas de Guanacaste y Central, donde se presentan importantes estratovolcanes activos y otras estructuras volcánicas no activas. El resto del territorio son llanuras caracterizadas por relieves planos y rellenos de material volcanogénico y depósitos aluviales.

El Bloque Costa Rica Sur, presenta por el contrario un relieve muy conspicuo en casi la totalidad de su territorio. Las zonas montañosas, presentan alturas de hasta 3.800 msnm, y son de origen tectónico y neotectónico, sin que se presente volcanismo activo. Las zonas

de llanura son también de origen tectónico, siendo de limitada extensión a diferencia de las del Bloque Costa Rica Norte.

No se presenta un límite neto entre ambos bloques tectónicos, sino una zona de umbral que tiene un ancho que varía de kilómetros a decenas de kilómetros.

El Valle Central, donde se presenta la Gran Área Metropolitana de Costa Rica, forma parte de este umbral técnico entre ambos bloques. Astorga et al. (1991) la define como una cuenca de segunda generación originada en el Terciario Medio como producto del desarrollo y actividad de la falla transísmica.

Además del Valle Central, hacia el Pacífico se presentan otras cuencas de segunda generación que forman parte de esta zona de umbral tectónico, como son la Cuenca de Torcales y la Cuenca de Parrita, separadas ambas por el denominado Promontorio de Herradura (ver Figura 6.3).

Campos (2002) ha completado el modelo de la evolución geológica de esa zona de umbral tectónico, analizando los rellenos sedimentarios y la evolución tectónica de las tres cuencas señaladas.

Según ese trabajo, se verifica que el Valle Central, junto con el Valle del Río Reventazón y del Río Tárcoles, conforma la discontinuidad geográfica que representa dicho accidente geológico y tectónico.

Como puede verse el área de estudio objeto del presente trabajo, se localiza parcialmente dentro de esa zona de umbral tectónico que separa el istmo de Costa Rica en dos bloques o segmentos.

Este aspecto es importante, en la medida de que explica, como se verá más adelante, el conspicuo relieve que se presenta, así como la notable presencia de fallamiento geológico activo y potencialmente activo, lo cual, como es de esperar tiene consecuencias importantes en el desarrollo de fuentes de amenazas naturales.

Los detalles sobre la tectónica local del área de estudio, se describen más adelante en este mismo documento.

6.2.2 Geología Regional

En la Figura 6.3 se presenta la localización del área de estudio en el mapa geológico de Costa Rica (cf. MINAE, 1995). Como puede observarse, desde el punto de vista geológico, el área de estudio se ubica en una zona de umbral geológico.

La totalidad del área de estudio se presenta en la denominada Cuenca del Valle Central, una cuenca de segunda generación abierta a finales del Eoceno (Astorga et al., 1989, 1991, 1995), con un relleno sedimentario y volcánico que cubre un periodo aproximado de 40 millones de años.

Como se mencionó en la sección previa, desde el punto de vista estructural, el área de estudio presenta una sobreposición de estructuras tectónicas.

Por un lado, presenta la estructuración típica de un arco de islas, con ejes de estructuras orientados de forma paralela a la fosa mesoamericana, es decir, en el sentido noroeste – sureste. Por otro lado, se sobrepone una estructuración más moderna, asociada a la apertura de la Cuenca del Valle Central, que presenta estructuras en orientación principal, este – oeste.

Desde el punto de vista estratigráfico, las unidades de roca presentes en el área de estudio se ordenan en cuatro grupos:

1. Rocas Volcánicas
2. Rocas Sedimentarias, y
3. Formaciones superficiales cuaternarias y recientes.

En lo que se sigue se presentan las unidades geológicas principales del área de estudio según su orden estratigráfico.

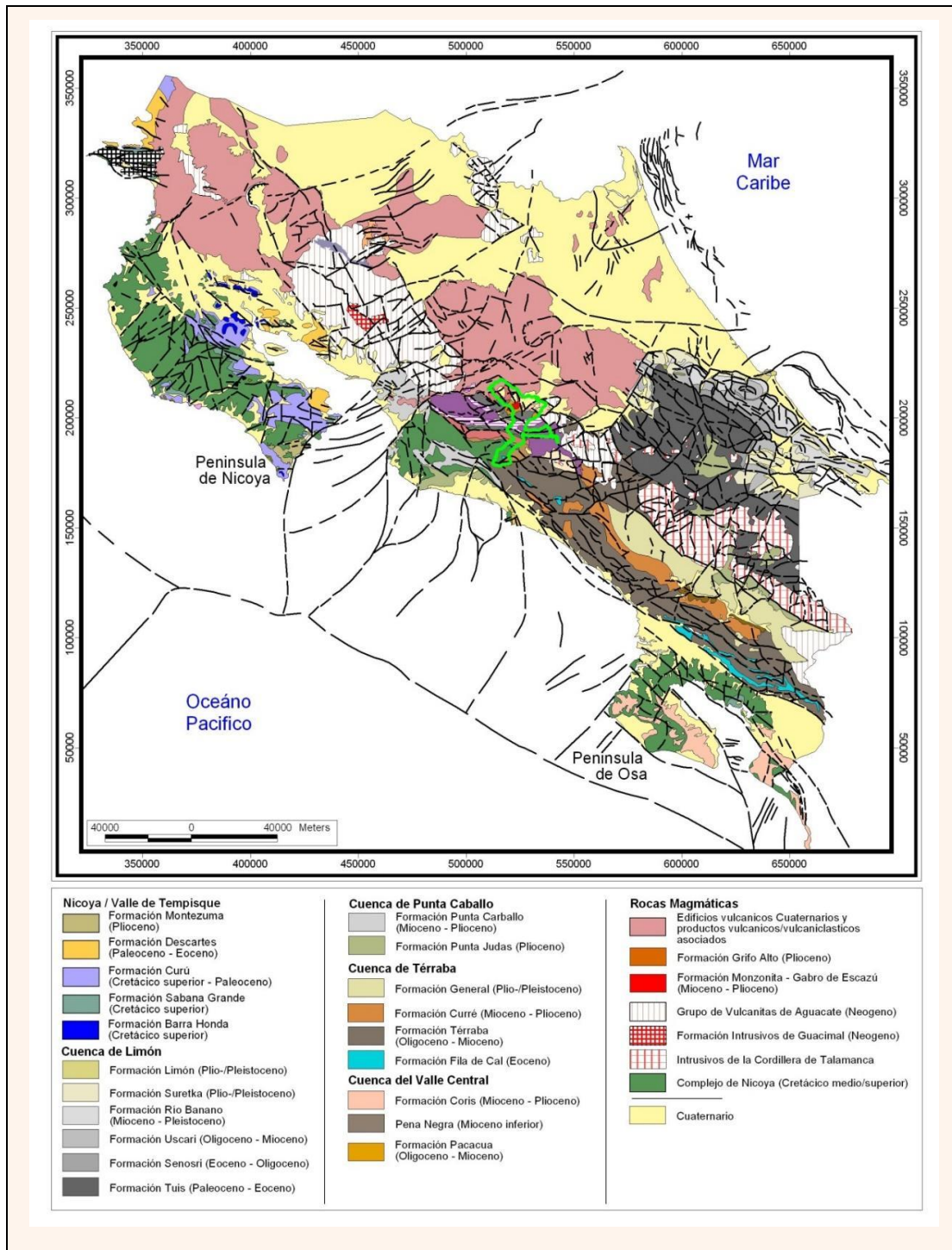


Figura 6.3. Localización del área de estudio en el mapa geológico de Costa Rica (cf. MINAE, 1995).

6.2.3 Geología local (Estratigrafía)

En el anexo 4 (MG 2.1- MG 2.3 del Atlas de Mapas) que acompaña a este informe se presentan los mapas geológicos del área de estudio. En lo que sigue se presenta, una breve descripción geológica de las unidades geológicas presentes en el área de estudio.

Grupo Aguacate (Mioceno – Plioceno)

Esta unidad estratigráfica también ha sido conocida con el nombre de “Complejo del Aguacate” (ver Sprechmann, 1984). Se incluyen dentro de esta unidad, basaltos y andesitas, aglomerados y tobas, con un espesor de 800 metros y que afloran en los Montes del Aguacate, así como la Cordillera de Tilarán, y la parte frontal de la Cordillera de Guanacaste (Cerros El Hacha, Cerros de Cañas Dulces) y también al sur del Valle Central. En general dentro de esta unidad estratigráfica se han incluido diversas formaciones o bien unidades estratigráficas no formales de origen volcánico y de edad Mioceno – Plioceno, es decir, previo al volcanismo del Cuaternario.

Diversos autores que han trabajado con el Complejo del Aguacate, han podido dividir el mismo en unidades estratigráficas o en su defecto han separado formaciones geológicas formales del mismo. Esto ha sucedido tanto en la región de Guanacaste, particularmente en la Cordillera de Tilarán, como también en el Valle Central.

En el caso del Valle Central, los autores Denyer & Arias (1991), realizaron esta tarea y definieron nuevas formaciones anteriormente adscritas al Complejo de Aguacate. No obstante, es importante señalar que este reordenamiento es aplicable, principalmente al área que fue cubierta por el trabajo cartográfico que desarrollaron los autores citados.

Denyer et al. (1994) retoma el tema y señala claramente a la Formación La Cruz como un unidad estratigráfica separada de lo que denominan “Grupo Aguacate”. Estos autores definen dicho Grupo, para el Valle Central, como conformados:

- En el sector Oeste del Valle Central, por basaltos alcalinos y augíticos, andesitas hornbléndicas, rocas piroclásticas y lahares adscritos a la Formación Grifo Alto (Denyer & Arias, 1991).
- En el sector Este del Valle Central, por una secuencia de varios cientos de metros de espesor de aglomerados masivos, tobas e ignimbritas con intercalaciones

delgadas de lavas andesíticas, designadas como Formación Doán (Escalante, 1966).

Estos autores señalan, además, que esa serie volcánica corresponde con un vulcanismo más explosivo que La Cruz, y que se depositaron después del basculamiento y antes de la instauración del arco magmático en la posición que actualmente ocupa. Sobreyacen discordantemente a las formaciones La Cruz, Coris y la secuencia sedimentaria de la cuenca Limón, y son sobreyacidas por las Lavas Intracañón y los Depósitos de Avalancha Ardiente. Los autores citados indican que hay dataciones radiométricas que indican edades de entre 4,4 y 1,9 millones de años (Plioceno).

En el caso del trabajo de cartografiado realizado para el PRUGAM en este estudio, se ha seguido los lineamientos estratigráficos señalados por Denyer et al. (1994) y por Denyer & Arias (1991). No obstante se ha introducido una pequeña variante, en el sentido de diferenciar según la definición de los autores citados la Formación Grifo Alto como un elemento separado del Grupo Aguacate del Valle Central y restringir éste a dos unidades a seis unidades cartográficas que corresponde con:

- Grupo Aguacate sin diferenciación,
- Lahares y volcanitas con textura caótica,
- Intercalaciones de lavas, escóreas y lahares,
- Depósitos volcanoclásticos,
- Volcanitas masivas y
- Flujos de lava.

En el caso de las últimas 5 unidades informales se adscriben a la Formación Doan.

Formación Avalancha Ardiente (Pleistoceno)

Su base está conformada por una capa de pómez de caída de hasta 3 metros de espesor, seguida por flujos de ceniza ricos en bombas escoriáceas, lapilli y clastos líticos. Localmente se presenta una facies bien soldada (ignimbrita s.s.) de color gris con fiames negros muy aplastadas y una colada de lava andesítica vesicular. Depósitos de caída coronan la secuencia.

Los flujos piroclásticos tienen un espesor promedio de 45 m (máximo de 150 m), cubren un área de 500 Km² y tiene un volumen de 25 Km³. El espesor de los flujos piroclásticos, el diámetro de las bombas escoriáceas y la frecuencia de las facies soldadas aumenta hacia el oeste, lo cual indica que no pueden provenir de los volcanes de la Cordillera Central.

Esta Formación sobreyace de forma discordante las Lavas Intracañón, Pacacua, Peña Negra, Grifo Alto y La Cruz. Es sobreyacida por lahares y cenizas procedentes de la Cordillera Central y por aluviones. Su edad es Pleistoceno, aproximadamente 0,7 m.a.

Tiene una geometría tabular acuñaándose hacia el Este. Aflora principalmente en el sector NW de la parte central del área de estudio. Sus principales afloramientos se encuentran en las cercanías de la Planta de Electriona. Las rocas de esta Formación también han sido designadas por otros autores como Formación Tiribí (Echandi, 1981). Por sus características, sus rocas son utilizadas como fuente de agregados para la construcción en diversos sitios del Valle Central.

Las rocas de tipo piroclástico de esta formación presentan alta porosidad y moderada permeabilidad, mientras que las ignimbritas presentan más baja permeabilidad y porosidad, de forma tal que actúan como un acuitardo regional. Mayores detalles sobre esta formación se pueden obtener en Denyer & Arias (1991) y Campos (2001).

Formación Lavas Intracañón (Pleistoceno)

Comprenden aproximadamente 7 coladas de lavas andesíticas de 10 a 30 metros de espesor, que afloran solamente en la parte baja de los valles de los ríos Virilla y Tiribí, pero que han sido encontradas en muchas de las perforaciones que se realizaron en el Valle Central.

Localmente presenta una intercalación de una toba de flujo brechosa (Miembro Puente de Mulas), con una espesor máximo de 35 metros. El espesor total de la Formación es de cerca de 100 metros. Se han interpretado como el producto de efusiones o erupciones de tipo fisural, a lo largo de fracturas con dirección NE-SW.

Sobreyace de forma discordante a las formaciones La Cruz, Pacacua, Grifo Alto y Peña Negra, y está sobreyacida concordantemente por los Depósitos de Avalancha Ardiente. Su edad es de Pleistoceno Inferior (la colada más superior fue datada radiométricamente en 1 millón de años).

Desde el punto de vista hidrogeológico las lavas de esta unidad estratigráfica conforman un acuífero confinado debido al desarrollo de porosidad y permeabilidad alta, por fracturación (generada durante el enfriamiento rápido de las lavas) o bien por brechificación.

La capa de tobas que las divide funciona como un acuitardo.

La capa de lava superior, conforma el acuífero colgado (discontinuo) La Libertad, mientras que las capas de lava que se encuentran por debajo de las tobas conforman el Acuífero Colima Superior.

Pese a que afloran únicamente en el fondo de los cañones de los ríos más profundos del Valle Central, como el Virilla y el Tiribí, es muy probable que su extensión en el subsuelo sea mucho mayor. Esto se deduce a partir de los datos de pozos de extracción de aguas subterráneas asociados al referido acuífero Colima Superior. Dentro del área de estudio se considera que su extensión cubre una gran parte de la zona central sur.

Mayores detalles sobre esta formación geológica pueden obtenerse en Echandi (1981), Denyer & Arias (1991) y Campos (2001).

Miembro Bermúdez de la Formación Barva (Cuaternario)

La base aflorante de la formación Barva está constituida por una serie de coladas de lava andesítica a basáltica cuyo espesor máximo alcanza los 85 metros. El espesor de esta unidad muestra variaciones considerables debidas principalmente a estructuras de relleno.

En general las lavas del miembro Bermúdez muestran una textura afanítica con escasos fenocristales principalmente feldespáticos, y son más bien raras las texturas porfiríticas. Se observa en estas lavas abundantes estructuras de flujo que indican poca viscosidad durante su emplazamiento.

Esta unidad se encuentra emplazada sobre las tobas e ignimbritas de la Formación Tiribí (Depósitos de Avalancha Ardiente), en donde es posible observar frentes de coladas principalmente en el río Bermúdez entre las cotas 1170 y 1190 msnm, en las inmediaciones del balneario Ojo de agua, y en el río Segundo entre las cotas 860 y 900 msnm. El frente sur de las lavas del miembro Bermúdez se encuentra cubierto casi en su totalidad por depósitos piroclásticos, sin embargo, en el mapa geológico se indica su posible delimitación determinada mediante los datos estratigráficos de perforaciones contenidos en los archivos del SENARA.

Como se observa en el mapa geológico, las lavas de miembro Bermúdez afloran en los cauces de los ríos Porrosatí, Segundo, Mancarrón, Bermúdez y Turales debido a la erosión diferencial de los piroclastos sobreyacentes. Los ríos mencionados han excavado sus cauces a través de los piroclastos no consolidados hasta alcanzar los niveles superiores de lavas.

Se clasifican como duras a muy duras con una posible resistencia a la compresión inconfinada de fuerte a muy fuerte. Se encuentran fisuradas, por lo que presentan una porosidad secundaria de moderada a alta, lo cual le confiere características hidrogeológicas importantes en la formación de acuíferos abiertos y fisurados. Estos materiales conforman suelos residuales de tipo limo-arcilloso que varían entre blando a firme, cuyo espesor es muy variable desde 0 hasta 2 metros.

Dentro de este miembro se incluyen las unidades Tajo Mayo y Guararí identificadas por Brenes (2003) para el sector del flanco suroeste del Volcán Barva.

Miembro Carbonal de la Formación Barva

Esta unidad está constituida por tobas líticas y tobas de ceniza poco consolidadas cuyo espesor máximo alcanza los 20 metros.

Los piroclastos del miembro Carbonal cubren una gran extensión tal como se muestra en el mapa geológico del área de estudio, y se encuentran muy meteorizados formando suelos de alta fertilidad.

En algunos sitios se observa, sin embargo, la naturaleza tobácea de esta unidad, particularmente en la margen izquierda del río Segundo entre las cotas 1.200 y 1.240 msnm, y en las inmediaciones de la localidad de Carbonal al norte de Heredia. En estos sitios aflora una toba lítica compuesta por fragmentos lávicos de hasta 5 cm., de composición heterogénea, englobados en un matriz de ceniza pumítica poco soldada.

Los piroclastos de Carbonal permiten diferenciar las lavas del miembro Bermúdez de las unidades lávicas superiores, y se consideran como un horizonte guía estratigráfico cuya característica más distintiva es precisamente, su alto grado de meteorización.

Se califican como rocas de tipo blando a firme. Por su grado de alteración y relativa alta abundancia de arcilla, presentan bajas permeabilidades, conformando acuitardo y por tanto de poco interés hidrogeológico.

Miembro Los Ángeles de la Formación Barva

El miembro Los Ángeles está constituido por una colada de lava andesítico-basáltico que se extiende desde el Cerro Redondo o Monte de la Cruz (antiguo foco de emisión volcánica) hasta la parte oeste de la ciudad de Barva.

Esta colada fue cartografiada por primera vez por SAENZ (1958). Sus lavas muestran textura afanítica, muy rara vez porfirítica en el interior de la colada, y una textura vesicular escoriacea en el exterior.

Son comunes las estructuras de flujo tales como tubos de lava, topografía de canoa (túneles colapsados) y líneas de flujo, las cuales indican poca viscosidad al momento del emplazamiento.

El espesor de esta colada no parece sobrepasar los 15 metros. En la superficie del terreno muestra una textura blocosa aunque en el núcleo de la colada se presenta como una lava densa y masiva.

Buenos afloramientos de esta colada se localizan en las canteras de Santa Lucía a 2 km al norte de Heredia, y en la carretera San Rafael - Los Ángeles a la cota 1.480 msnm en donde aflora un contacto quemado entre esta unidad y los piroclastos infrayacentes de la unidad Carbonal.

Aproximadamente sobre la cota 1.600 msnm la colada de Los Ángeles sobreyace a los piroclastos de Porrosatí, mientras que a elevaciones inferiores sobreyace a la unidad Carbonal. Se ha calculado que el volumen total de lavas en la colada de los Ángeles oscila entre 0.2 y 0.3 Km cúbicos.

Este volumen de lavas fue expulsado por el cono parásito del volcán Barva denominado Cerro Redondo o Monte de la Cruz, y se considera que esa fue la última emisión de lava asociada a la actividad volcánica del Barva.

Se clasifica como una roca dura a moderadamente dura. Presenta una alta porosidad y permeabilidad por lo cual tiene gran importancia hidrogeológica. Presenta suelos residuales delgados de tipo arenoso y permeable. Por su alta permeabilidad se valora, desde el punto de vista de potencial hidrogeológico como de tipo alto. Forma acuíferos discontinuos, colgados y de poca extensión (SENARA – BGS, 1985). Por lo general originan manantiales en la base de la unidad.

Formación Reventado (Pleistoceno)

MIEMBRO SUPERIOR

Aflora en los cañones de los ríos Reventado, Tiribí, Birrís, Chiquito, Durazno, y Birrisito entre otros.

Según Krushensky (1972) este miembro alcanza unos 600 m de espesor y consta de unos 4 flujos de principales con desarrollo local de algunos más.

Puede presentar diaclasado columnar. Al sur de Quebrada Norberta presenta desarrollo de lahares, que también se presentan en los valles de los ríos Birrisito y parrúas.

Los flujos son del orden de los 30 m de espesor intercalados con horizontes de lahares de entre 2 y 8m de espesor. Las capas de ceniza asociadas muestran un espesor muy variable. Las superficies inferiores de los flujos de lava son irregulares, entre 10 y 40 m de diferencia-reflejando la superficie erosionada subyacente, generalmente un lahar. Las lavas son andesitas basálticas, muestran fábrica fluidal y son de color gris claro a oscuro y de textura traquítica.

Son rocas de dureza generalmente alta, con buena capacidad soportante. Presentan porosidad y permeabilidad más bien altas, debido a las fracturas. Lo que les confiere un buen potencial hidrogeológico. Debido a la presencia de esas fracturas en taludes expuestos pueden ser susceptibles a generar desprendimientos locales de rocas.

MIEMBRO “CAPA DE CENIZA”

Consiste de una delgada capa de ceniza muy meteorizada color café –naranja café rojizo, sin estratificación aparente que se extiende entre Caballo Blanco y Paraíso, sur de Birrisito, Cervantes sur de Birrís y Naranjo. Sobreyace al Miembro Paraíso y es sobreyacida por el Miembro Superior ambos de la Formación Reventado. Su espesor máximo es de 15 m.

Desde el punto de vista geomecánico son rocas de baja dureza (blandas), con limitada capacidad soportante, de baja cohesión y susceptibles a los procesos de erosión. Tienen alta porosidad, pero baja permeabilidad, lo que les confiere un limitado potencial acuífero.

Cenizas Sub-Recientes

Así se denomina a una extensa unidad cartográfica que cubre una importante extensión de la parte central del área de estudio. Comprende un paquete de variable espesor (metros a varias decenas de metros) de cenizas volcánicas que comúnmente se presentan meteorizadas, formando espesos suelos cineríticos, y que representan la parte final del relleno volcánico – sedimentario de la cuenca del Valle Central.

Denyer & Arias (1991) y Denyer et al. (1994), incluyen las cenizas junto con las facies de lahares que también forma parte del relleno final de la cuenca, dentro de una formación geológica que designan como una “Lahares y Cenizas”.

Desde el punto de vista del estudio que aquí se documenta, y dada la diferencia de morfología local que genera el afloramiento de los lahares respecto al de los paquetes de cenizas, se ha realizado un esfuerzo para diferenciarlas cartográficamente.

Tal y como señalan Denyer et al. (1994) las cenizas volcánicas representan evidencia de la existencia de erupciones volcánicas persistentes en los estratovolcanes de la Cordillera Central, como lo fue la erupción del volcán Irazú entre los años 1963 – 1965. El hecho de que representan la parte final del relleno evidencias que muchas de esas erupciones deben tener un registro histórico y haber ocurrido durante los últimos miles de años.

Desde el punto de vista geomecánico califican como rocas semiduras a blandas, arcillificadas y de baja permeabilidad. Producen suelos arcillo-limosos con plasticidad, cierta porosidad y baja permeabilidad (potencial hidrogeológico bajo a moderado). Además, de baja a regular resistencia. Dada su gran extensión y el hecho de que gran parte del desarrollo urbano de la GAM se localiza sobre esta unidad, se aporta un ejemplo de sus parámetros geotécnicos básicos:

- límites de consistencia: límite líquido en 50 %, límite plástico del 15 % y una clasificación de limos de baja – alta plasticidad (ML-MH);
- permeabilidad: 1.4×10^{-4} m/s;
- resistencia al corte: ángulos de fricción interna efectivos de 20 grados.

La resistencia cohesiva es muy baja. Este hecho hace que tengan una sensibilidad a la erosión en superficies expuestas, no protegidas por vegetación. En taludes de corte natural, o artificiales, mayores de 20 grados, son susceptibles a los derrumbes locales. Por lo general, los estudios geotécnicos y de estabilidad de taludes en esta unidad geológicas no

recomienda el desarrollo de taludes mayores a 2:1 (H:V), y para sitios con rellenos compactados, se recomiendan taludes que cumplan con la relación 2.5:1.0 (H:V). Pueden producir fenómenos de amplificación sísmica (ver Moya et al, 1994).

Depósitos recientes de flujos de gravedad recientes

Corresponde con los depósitos recientes de material proveniente del talud volcánico del estratovolcán Irazú a la altura de la Ciudad de Cartago, particularmente en el sector entre Taras y Cartago, por donde desciende el Río Reventado. Ha sido objeto de estudio por varios autores, entre ellos Krushensky (1972), Paniagua (1994) y Bergoing (1998).

Corresponde con depósito de flujos de lodo (lahares) recientes, que se componen de fragmentos de rocas, ceniza y sedimentos que contienen suficiente agua para fluir rápidamente pendiente abajo. Se pueden producir por fuertes lluvias o desbordamientos de lagunas cuspidales en terrenos volcánicos.

También pueden ocurrir repentinamente durante erupciones volcánicas, viajan a velocidades de entre 30 y 100 Km / h y pueden alcanzar temporalmente espesores de más de 10 metros mientras fluyen dentro de cauces estrechos (Paniagua, 1994).

En 1963 se identificó un Flujo de Gravedad del Río Reventado que se desarrolló a la altura de Taras durante la erupción del Irazú. Este flujo produjo la muerte de 20 personas y la destrucción de 300 casas, según el autor citado.

Depósitos de abanicos de talud volcánico

Para el área de estudio, corresponde principalmente con el abanico de talud volcánico que se presenta en el sector de Cartago.

Este tipo de abanico se ha depositado donde el río Reventado entra al valle de Cartago. Está compuesto por una amalgama de lóbulos o flujos, del cual el del Río Reventado de 1963 es el más reciente (ver atrás). El más viejo es el de Quircot (definido por Krushensky, 1972) al norte de Cartago, se extiende desde Quircot hasta San Rafael.

La erosión ha removido la mayor parte del ápice del abanico que se extendía al sureste de Banderilla. El abanico ha sido profundamente disectado, por lo que en él se forman cauces encañonados de hasta 35 m de profundidad, ya que es fácilmente erosionable. Consta de detrito meteorizado de la erosión de las formaciones Reventado y Sapper.

El detrito más grueso se compone de bloques métricos del orden máximo de los 3-4 m de diámetro de andesitas basálticas porfiríticas que aguas abajo grada hasta areniscas guijarrosas e incluso arcillas. Tanto la selección como la estratificación del depósito son pobres. Algunos horizontes se corresponden con depósitos de corrientes de lodo.

El abanico de Cartago (definido por Krushensky, 1972) se ubica en el margen sur del abanico de Quircot y se extiende hacia el sur bajo la ciudad de Cartago, hasta el poblado de Guadalupe. Su borde oeste es limitado por el río Taras. Contiene bloque métricos de hasta 4 m de diámetro de lavas de la Formación Reventado desde el ápice hasta Campo Ayala. La estratificación y selección son pobres.

Composicionalmente ambos abanicos son similares a los lahares de las formaciones Sapper y Reventado, excepto en el contenido de arcilla de la matriz, ambos se originaron a partir de corrientes de lodo. El canal del río Reventado ha cortado (incisionado) como 10 m en el abanico de Cartago.

Lahares

Consisten de bloques lávicos, de diversos tamaños y proporciones, gravas y arenas volcánicas distribuidas en una matriz arcillosa de color pardo oscura a pardo-amarillenta y alcanzan grandes espesores (Castillo, 1993).

Corresponden con los depósitos más distantes provenientes de la actividad volcánica de los centros de emisión de la Cordillera Volcánica Central (Póas, Barva e Irazú, principalmente).

Los depósitos son de dos tipos principalmente: las facies proximales y las facies distales, diferenciados principalmente por el tamaño de los bloques.

Localmente también se pueden encontrar pequeños depósitos lacustrinos depositados en los lagos temporales que se formaron como consecuencia del represamiento producido por los lahares y las cenizas.

Los lahares tienen aproximadamente 60 metros de espesor, son heterogéneos, con fragmentos andesíticos sub-angulares con tamaños que alcanzan más del metro. La matriz es arcillo-arenosa y muy mal cementada.

Estos materiales afloran en diversas áreas del Valle Central, entre ellos, en el valle del Río María Aguilar desde el cruce de la carretera Curridabat-San Pedro hasta su confluencia con

el río Tiribí. También afloran en las laderas medias de los volcanes Póas (ver Campos et al, 2004) y Barva (ver Brenes, 2003).

Posiblemente interestratificados se encuentran aluviones y avalanchas volcánicas (Denyer & Arias, 1990). Madrigal (1966) le llamó lavina y le asignó un espesor de 53 metros.

En muchos lugares los lahares son sobreyacidos de forma concordante por la capa de cenizas subrecientes.

Su edad es de Pleistoceno – Holoceno, posiblemente originada durante los últimos 50 mil años.

Desde el punto de vista hidrogeológico los lahares, por su presencia de granulometrías finas lodos y arenas, presentan un comportamiento de tipo acuitardo, es decir, que almacenan cierta cantidad de agua pero tienen dificultada para transmitirla. Localmente dentro de los lahares pueden encontrarse lentes arenosos que conforman pequeños acuíferos caudales promedio de menos de 1l/s, y eventualmente de hasta 3l/s.

Mayores detalles sobre esta formación se pueden obtener en Denyer & Arias (1991) y Campos (2001).

Depósitos aluviales

Comprende depósitos de gravas y arenas acumuladas como producto del transporte fluvial dentro de los cauces activos e inactivos. Tienen pocos metros de espesor y anchos de metros hasta decenas de metros. Son altamente móviles en función del flujo del río.

6.2.4 Geología Estructural

La geología estructural del área de estudio está caracterizada por una estructura relativamente sencilla: el subsuelo más profundo está formado por rocas sedimentarias más antiguas del Oligoceno - Mioceno, que sobreyacen, posiblemente, rocas del Eoceno, y estas a su vez un basamento de corteza oceánica del Cretácico designado regionalmente como Complejo de Nicoya Superior (Astorga, 1997, Denyer et al, 1994).

Estas rocas sedimentarias se presentan deformadas estructuralmente formando pliegues y homoclinales, con una tendencia de inclinación (buzamiento) de las capas en dirección N-NE (ver Figura 6.4.).

A su vez estas rocas sedimentarias se encuentran intruidas por rocas ígneas de composición intermedia a ácidas en cuyos contactos se presentan rocas metamórficas del tipo cornubianita.

De forma coalescente con la sedimentación que fue rellenando la cuenca del Valle Central, como es natural en una cuenca de intraarco volcánico, se dieron diversos eventos volcánicos, que influenciaron notablemente, hasta llegar a dominar por completo las fases finales del relleno sedimentario (ver Astorga et al, 1989, 1991, 1995, Denyer & Arias, 1991, Denyer et al., 1994, Campos, 2001).

En la fase final del relleno volcánico y como consecuencia de la presencia de relieve pronunciado en el territorio en estudio, se desarrollaron procesos de erosión intensos que se traducen en el desarrollo de abanicos aluviales y otros tipos de depósitos asociados.

Las evidencias recientes de que esta actividad erosiva aún prevalece lo representan los depósitos de deslizamientos holocenos, así como los eventuales depósitos de capas de cenizas provenientes de la actividad volcánica, como fue el caso del ciclo de erupciones del Volcán Irazú entre los años 1963 y 1965.

Es importante señalar que todo el sector del Valle Central, al cual se adscribe geológicamente, el área de estudio tiene una condición emergida de tipo tectónico, dado que se trata de un sistema bajo levantamiento geológico. Este hecho explica la situación geológica de alta actividad de procesos de erosión y sedimentación presentes en la zona.

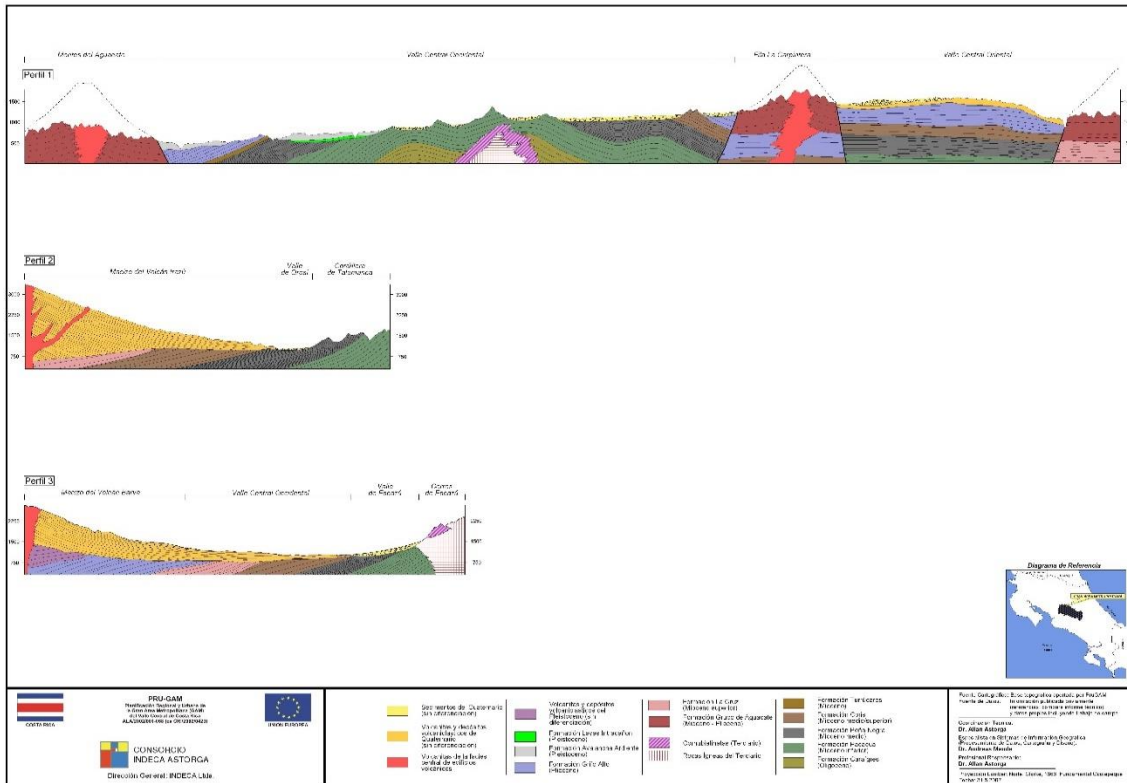


Figura 6.4. Perfiles geológicos general a lo largo del Valle Central de Costa Rica (cf. Astorga et al., 2008).

6.2.5 Fallas geológicas

Procedimiento para su identificación

El análisis sobre la existencia o no de fallas geológicas en el área de estudio y su área de influencia, sigue un procedimiento de dos pasos.

En primer lugar, se realiza una verificación de la información técnica geológica disponible para la zona, en particular los mapas geológicos publicados previamente, por diversos autores (ver referencias) y entre ellos se destaca el mapa de Montero (1994) y más recientemente por datos del Atlas Neotectónico de Costa Rica (Denyer et al., 2003), así

como de los mapas de amenazas que emite la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y la Atención de Desastres (CNE).

En segundo lugar, se analiza la información geológica y geomorfológica procesada por los autores durante el trabajo de campo y de fotointerpretación efectuada como parte del estudio de fragilidad ambiental, en particular, en el componente de Geoaptitud.

Los resultados de ambas líneas de trabajo son comparados y finalmente se deriva un mapa geológico que sintetiza dicho procesado e integración de información (ver Figura 6.5). Es importante señalar que debido a que algunos de los mapas generados como producto de trabajos previos, se han realizado a escala mayores a la 1:10.000, no en pocos casos, la ubicación de las fallas que en ellos se presenta, tiene un alto grado de error e impresión, a veces del orden de cientos de metros o de más de un kilómetro. Ante esto, y como parte del trabajo que abarca este estudio, se ha procedido a realizar el ajuste correspondiente según los datos de geología de campo y de fotointerpretación, así como del análisis del modelo digital del terreno.

Desde el punto de vista geológico regional, el Atlas Tectónico de Costa Rica (Denyer et al., 2003) indica la existencia de una serie de fallas geológicas, la mayoría de ellas calificadas como fallas del cuaternario, es decir, para las cuales existen evidencias de que han estado activas durante los últimos dos millones de años. Los autores del atlas referido advierten que en el mismo no se hace diferencia entre las fallas activas y las cuaternarias, por lo que no debe ser utilizado para estudios de amenaza sísmica. También señalan que la escala del atlas no permite que sea utilizado para determinar la ubicación de obras civiles con respecto a las fallas presentadas.

En virtud de lo anterior, y debido a la escala en que se presenta el mapa de dicho Atlas (1:200.000) esta información se considera como de referencia a tomar en cuenta como parte de la geología más detallada realizada en este trabajo.

Procedimiento para su clasificación práctica para ordenamiento territorial

El procedimiento técnico establecido por el Decreto Ejecutivo No. 32967 – MINAE incluye en su Anexo 2, el denominado “**Protocolo para la zonificación de uso del suelo sobre y en las cercanías de fallas geológicas activas**”. Como parte de los considerandos de ese documento, se indica:

“Costa Rica es un país geológicamente joven, caracterizado por presentar numerosas fallas geológicas a lo largo de su territorio continental y marino. Muchas de esas fallas geológicas son fuente de actividad sísmica y neotectónica, y fuentes de un tipo de amenaza geológica denominado “potencial de ruptura en superficie” que, ha significado y puede seguir representando la generación de daños significativos a obras de infraestructura y de ocupación humana que se localicen sobre o en las áreas inmediatamente adyacentes a las trazas de falla o bien zonas de deformación que pueden presentarse en el terreno”.

“No todas las fallas geológicas que pueden identificarse en un espacio geográfico dado, califican como fallas geológicas activas, es decir, capaces de producir, con cierto grado de probabilidad, y según evidencias geológicas concretas, potencial de ruptura en superficie y por tanto conformarse como una amenaza natural a las obras de ocupación humana”

Como parte del Protocolo, se definen tres conceptos que resultan claves para el trabajo de cartografiado geológico para ordenamiento territorial, que son:

Falla: *Se define como una fractura o una zona de fracturas cercanamente espaciadas a lo largo de las cuales las rocas de un lado han sido sometidas a un desplazamiento respecto de las rocas del otro lado.*

Falla Potencialmente Activa: *Fallas que muestran evidencias de desplazamiento superficial durante el Cuaternario (últimos 1.6 millones de años), también denominada como Falla Neotectónica.*

Falla activa: *Falla (geológica) que ha tenido desplazamientos superficiales durante el Holoceno (últimos 11.000 años) y que tiene potencial de desplazamientos futuros a lo largo de uno o más de sus segmentos, constituyendo una amenaza potencial a estructuras localizadas sobre su traza. Los desplazamientos pueden ser observados directamente o inferidos a lo largo de la traza de falla o en parte de ella.*

De acuerdo a lo anterior, las fallas cuaternarias identificadas en el Atlas Tectónico de Costa Rica, calificarían como Fallas Geológicas Potencialmente Activas. No obstante, con la salvedad indicada previamente sobre su escala.

En este aspecto, dada la complementariedad de la información y el hecho de que el mapa de Montero (1994) presenta mayor detalle que el Atlas, el mismo ha sido utilizado como una fuente de información básica de apoyo para el trabajo que sobre este tema aquí se documenta.

El procedimiento del Protocolo antes citado indica que la tarea del equipo consultor en lo referente a las fallas geológicas, consiste en separar aquellas que son fallas pre-cuaternarias o sea fallas inactivas de las fallas potencialmente activas.



Figura 6.5. Mapa de la hoja San José, según el Atlas Tectónico de Costa Rica (cf. Denyer et al., 2003). Las fallas en rojo son fallas del Cuaternario. Las fallas en negro son fallas del Pre – Cuaternario.

Según el procedimiento, las fallas geológicas calificadas como “potencialmente activas” deben contar con una zona de seguridad preliminar de 50 metros de ancho a ambos lados de la traza. Un estudio neotectónico posterior, que involucra la realización de estudios de paleosismicidad debe confirmar, eliminar o reducir esa zona de seguridad.

En el caso del presente estudio, dado su carácter general no contempla la realización de los estudios neotectónicos para cada falla. Esto en razón de que se trata de un estudio de factibilidad y dado que el costo de ese trabajo superaría, por el número de fallas identificadas, y el valor individual del trabajo del total de la consultoría.

Esa labor se recomienda que se realice como parte de los análisis de los estudios de detalle.

Cabe destacar que dado algunas de las fallas geológicas identificadas para el área de estudio, estos análisis neotectónicos implican una importante inversión, tanto en tiempo como en costo.

6.2.6 IFA Geoaptitud Litopetrofísica

El factor Litopetrofísico del IFA Geoaptitud representa la estabilidad del terreno para construcciones como edificios o infraestructura basado en la distribución espacial de las formaciones geológicas, las propiedades de la cobertura de suelo y las características geotécnicas relacionadas.

La base más importante para evaluación del factor Litopetrofísico del IFA Geoaptitud es un estudio detallado de la geología del área en cuestión.

La información Litopetrofísica, por su escala, no sustituye los informes geotécnicos específicos que se puedan dar en fincas o espacios geográficos específicos a una menor escala que la utilizada en el estudio de IFA.

No obstante, el estudio de IFA puede orientar, dada una visión más integradora y general que contiene, acerca de los espacios geográficos en que dichos estudios requieren de un enfoque más profundo y detallado, de previo al desarrollo de proyectos, obras o actividades.

El Factor de Geoaptitud Litopetrofísica representa la estabilidad del terreno para construcciones como edificios o infraestructura basado en la distribución espacial de las formaciones geológicas, las propiedades de la cobertura de suelo y las características geotécnicas relacionadas.

Como se ha mencionado previamente, la metodología de Geoaptitud de Terrenos está basada en una categorización de 5 niveles I-V con un creciente valor para el uso humano.

Según las características de las unidades geológicas del área de estudio, tal y como se ha mencionado antes en este documento, el resultado de la aplicación de los parámetros del Decreto Ejecutivo No. 32967 – MINAE, se presenta en el Mapa del Factor de Geoaptitud Litopetrofísico (ver anexo 4, MG 3.1. a MG 3.3).

Como se puede observar, gran parte del recorrido del trazo del TRP se localiza en zonas de Alta IFA Geoaptitud Litopetrofísica, lo cual implica que existen ciertas limitaciones geomecánicas en las unidades de roca, particularmente en el tema de capacidad soportante, razón por la cual se hace necesario realizar estudios geotécnicos de detalle para establecer condiciones de soporte apropiadas en particular para aquellos tramos del TRP que se no se disponga a nivel de la superficie.

6.3 Geomorfología

6.3.1 Geomorfología regional

En la Figura 6.6 se presenta la localización regional del área de estudio en el mapa del modelo digital de Costa Rica. Como puede observarse, el área de estudio se presenta en la parte sur del Valle Central y, mayoritariamente, en la denominada Pre – Cordillera de Talamanca.

Desde un punto de vista regional la región de estudio presenta varias unidades geomorfológicas regionales. A continuación, un breve resumen de sobre las mismas:

Astorga et al. (1989, 1991, 1995) define el Valle Central como una cuenca de “segunda generación”, de origen tectónico asociado a un sistema de falla geológica regional de tipo transcurrente denominado Sistema de Falla Transcurrente de Costa Rica.

De acuerdo a esos autores, este sistema de falla geológico, activo desde el Terciario Superior (Eoceno Medio – Superior, hace aproximadamente 40 millones de años), separó el arco de islas de Costa Rica, en dos segmentos designados como Costa Rica Norte y Costa Rica Sur.

El movimiento del sistema transcurrente de tipo transtensivo desarrolló un fenómeno de depresión tectónica de orientación predominante Este – Oeste que originó la Cuenca Sedimentaria del Valle Central.

De acuerdo con los autores citados, la cuenca sedimentaria funcionó como una zona de depresión con un canal natural que unía el mar Caribe con el Océano Pacífico.

Esta cuenca sedimentaria fue rellenada paulatinamente (ver Campos, 2001) hasta que se cerró el canal natural durante el Plioceno Superior (hace cerca de 2 a 3 millones de años).

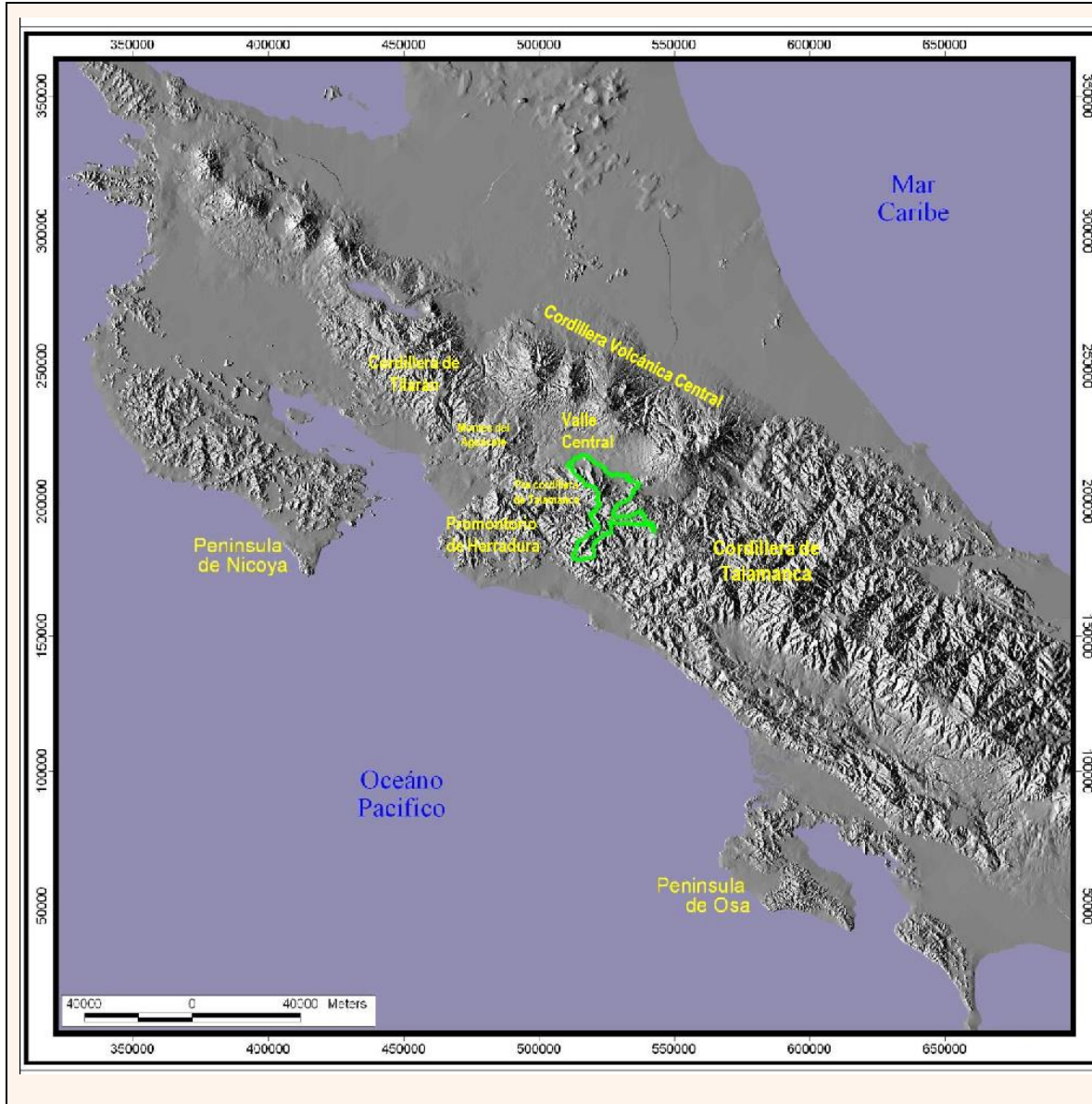


Figura 6.6. Contexto geomorfológico regional del área de estudio (línea verde) en el Mapa del Modelo Digital de Costa Rica. Como puede verse, el área de estudio se presenta en la parte sur del Valle Central y, principalmente, en la denominada Pre cordillera de Talamanca (Bergoing, 2007).

A partir de ese tiempo, la cuenca fue rellenada y colmatada por productos volcánicos provenientes de los volcanes que precedieron a los actuales volcanes de la Cordillera Volcánica Central y más tarde por éstos. De esta manera, el Valle Central tomó la configuración que actualmente tiene.

Jean Pierre Bergoing (1998), señala que el Valle Central tiene una superficie total de 3.246 Km², y se presenta como una depresión Este – Oeste que separa la cordillera Volcánica Central (al norte) de la Cordillera de Talamanca (al sur), convirtiéndose así, en el límite septentrional natural de ésta última.

El Valle Central se divide en dos vertientes distintas, separada por la pequeña cordillera volcánica – sedimentaria de los Cerros de la Carpintera de orientación noreste – suroeste. El Valle Central Oriental, donde se inscribe el Río Reventazón que drena sus aguas hacia el Caribe y el Valle Central Occidental recorrido por el Río Virilla – Tárcoles, cuyas aguas van a dar al Océano Pacífico.

De acuerdo con Bergoing (1998) el Valle Central Occidental se divide en tres unidades morfológicas principales: la vertiente norte compuesta por la Cordillera Volcánica Central, la meseta volcánica que conforma la zona de topografía plana en la que se presenta principalmente la Gran Área Metropolitana (San José, Alajuela y Heredia), y la vertiente sur comprendido por la serranía de la pre-cordillera de Talamanca y los depósitos de pie de monte que se asocian al mismo.

La Precordillera de Talamanca, desde el punto de vista geológico, como se explicó en el capítulo precedente tiene un vínculo genético con el Valle Central, en razón de que en conjunto forman parte de la misma cuenca sedimentaria. La diferencia entre ambas unidades, es que el sector sur de la cuenca, que hoy corresponde con la Precordillera de Talamanca, ha sido afectado por un fuerte levantamiento tectónico desde finales del Mioceno (aproximadamente hace unos 10 millones de años).

Levantamiento tectónico que todavía no ha cesado y que es responsable principal de las condiciones de relieve pronunciado que se presentan en el área de estudio.

En la Figura 6.7 se presenta el Mapa Geomorfológico de la Gran Área Metropolitana. En total se distinguen 110 unidades geomorfológicas locales.

Al igual que para el mapa geológico, la elaboración del mapa geomorfológico del área de estudio partió de una evaluación de la información previamente publicada sobre el tema (Bergoeing & Malavassi, 1981), la fotointerpretación de las imágenes de CARTA 2005, la

posibilidad de trabajar con una base topográfica de alto detalle y la observación directa en el campo.

Debido a la imposibilidad práctica de describir cada una de las 110 unidades geomorfológicas diferenciadas, las mismas se han agrupado en una serie de dominios geomorfológicos, a saber:

- Dominio del Talud Volcánico
- Dominio de la Meseta Volcánica, y
- Dominio de Montaña.

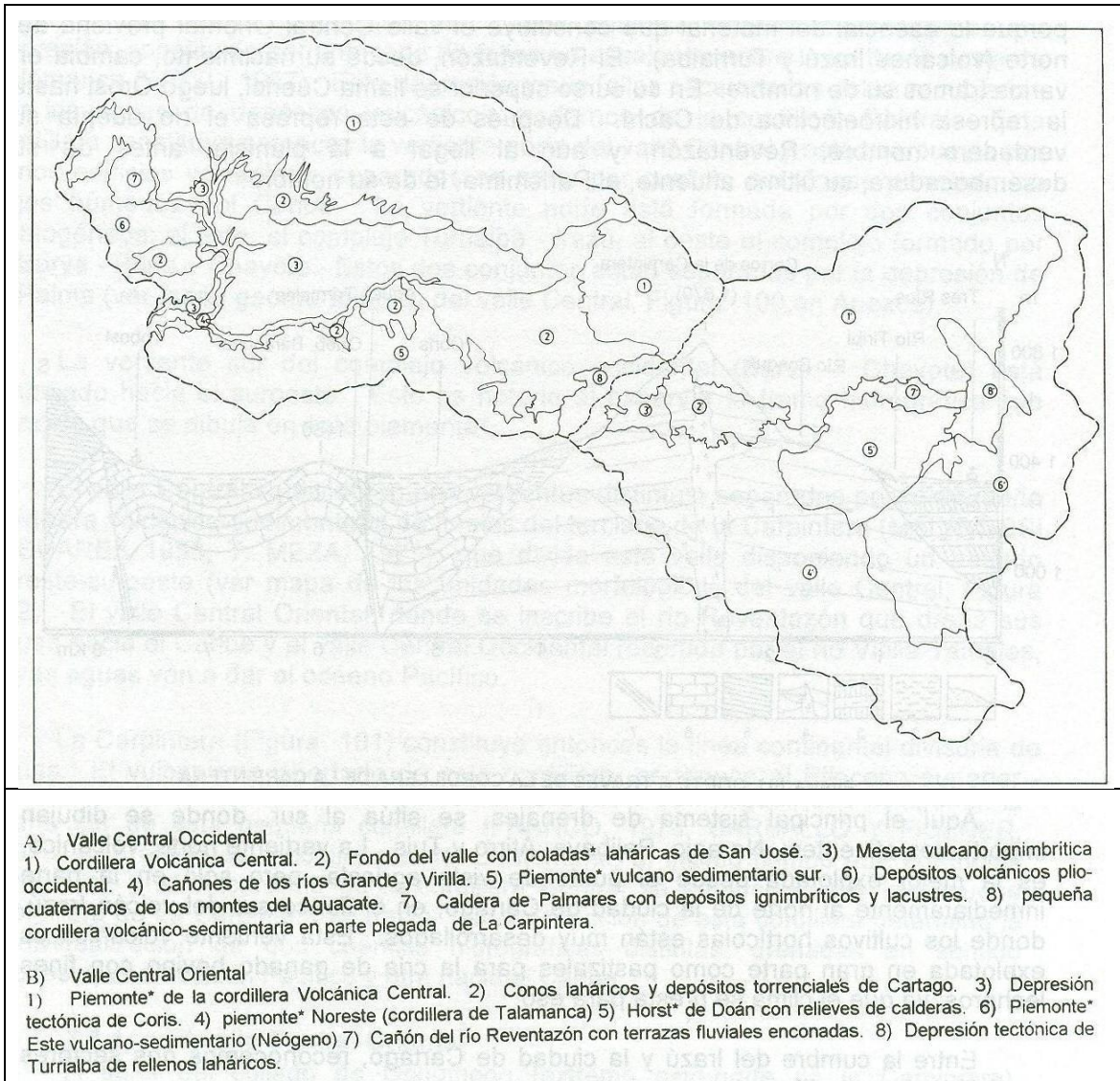


Figura 6.7. Unidades geomorfológicas regionales según Bergoeing (1998).

Como parte del **Talud Volcánico** se incluyen todas las unidades geomorfológicas identificadas y relacionadas directamente, con la ladera sur de los volcanes Póas, Barva, Irazú y Turrialba. Para las diversas unidades geológicas cartografiadas en este dominio se han distinguido unidades geomorfológicas locales, en función del grado de pendiente y de los procesos geodinámicos vigentes en los mismos.

El Dominio de la **Meseta Volcánica**, corresponde con la parte de pendiente plana a moderada y disectada por diversos cauces de agua, que se presenta entre el Talud Volcánico y la Precordillera. Tiene una dirección NW – SE y está interrumpida por la pequeña sierra de La Carpintera. También aquí las unidades morfológicas identificadas se relacionan con las unidades geológicas y se separan en función de la pendiente, o en su defecto de los procesos de erosión o sedimentación que imperan. El área de estudio aquí analizada se localiza dentro de esta unidad.

El Dominio de **Montaña**, corresponde con toda la extensión de relieve pronunciado que se extiende desde los Montes del Aguacate al Oeste hasta la Pre Cordillera en la parte central y la Cordillera de Talamanca en la parte este de todo el sector meridional del Valle Central. Dentro de esta zona se presenta el sistema de **Cerros Denudados**. También aquí las diferentes unidades geológicas cartografiadas, son separadas según su relieve, incluyendo la presencia de barrancas y su grado de disección.

6.3.2 Geomorfología Local

En el anexo 4 (MG 4.1 a MG 4.3 del Atlas de Mapas), se presenta los mapas geomorfológicos del área de estudio. Como se puede observar se identificaron 26 unidades geomorfológicas locales.

En lo que sigue se realiza una descripción de algunos de elementos morfológicos claves considerados para diferenciar las diversas unidades geomorfológicas, según las unidades geológicas.

En el caso de que algunas de ellas hayan sido objeto de descripción en la Sección de Geología de este documento, su caracterización no se repite en esta sección.

Relieve alto

En el caso de las unidades de **“relieve alto”**, los procesos de erosión y denudación se consideran como de alta a muy alta importancia. Aspecto que representa una limitante significativa el uso de estos terrenos en el desarrollo de actividades que impliquen el desarrollo de infraestructura de ocupación humana. Es importante hacer notar que, en la actualidad, algunos de estos terrenos se presentan en una condición de equilibrio ambiental debido a que presentan un suelo residual recubierto de cobertura boscosa.

No obstante, también un importante porcentaje de estos terrenos presentan ausencia de cobertura boscosa. El inicio de un proceso de desequilibrio en estas unidades, debido al desarrollo de actividades de infraestructura antrópicas, muy probablemente iniciaría un proceso de erosión cuyo freno, una vez iniciado, es sumamente difícil. De ahí la importancia de que se mantenga lo más inalterada posible esta unidad geomorfológica y se fortalezca la situación de equilibrio existente, donde todavía ya cobertura boscosa.

Relieve moderado

En el caso de la subunidad **“relieve moderado”**, los procesos de erosión y denudación son de una importancia significativa, un hecho que se debe tomar en cuenta en el marco del diseño técnico proyectos de construcción. En estas subunidades las pendientes son relativamente pronunciadas, pudiéndose incrementar los procesos erosivos en caso de presencia de fracturación de las rocas o bien de buzamientos o fracturas en la misma sentido de la pendiente.

Relieve bajo

Los terrenos de la subunidad **“relieve bajo”** están afectados de forma más limitada por los procesos de erosión y denudación. Desde este punto de vista, tienen un mejor potencial para el desarrollo de actividades de infraestructura urbana, siempre y cuando se respeten las condicionantes geológicas y geotécnicas que se deriven de los estudios locales.

Barrancas

La subunidad de **“barrancas”** corresponde con terrenos de relieve pronunciado asociados a un rápido proceso de erosión fluvial y la profundización del relieve para formar un desfiladero, por lo general de paredes muy inclinadas, a veces verticales en cuyo fondo discurre un río. Por lo general, de forma como consecuencia de un intenso proceso erosivo de la corriente fluvial.

Llanuras de inundación recientes

Corresponde con áreas de valle de inundación fluvial asociados a cauces de ríos. La inundación se da cuando el caudal del río crece significativamente como consecuencia de procesos de lluvias intensas o en su defecto una combinación de altos caudales y mucha carga sedimentaria provocada por deslizamientos en la parte alta de la cuenca o en su defecto material volcánico proveniente de la actividad de un volcán. Estas zonas presentan significativas limitaciones para el desarrollo de actividades humanas y para el desarrollo de infraestructura estratégica.

Flujos de gravedad recientes

En el caso del área de estudio corresponde con zonas donde han ocurrido eventos de paso de un flujo de gravedad de origen volcánico (lahar) relacionado con la actividad del Volcán Irazú en el año 1963. Se trata de un flujo de gran energía y alta carga sedimentaria, con un enorme poder destructivo.

Planicies aluviales

Son zonas de topografía plana originadas como producto de la sedimentación fluvial.

6.3.3 IFA Geodinámica Externa

El factor Geodinámica Externa del IFA Geoaptitud representa la aptitud de terrenos para el uso humano en función de las características de la superficie y los procesos geodinámicos relacionados.

Un estudio detallado de geomorfología forma la base para la evaluación de este factor incluyendo la interpretación digital de fotografías aéreas, la interpretación de datos digitales topográficos como por ejemplo el modelo digital de terreno, así como trabajo de campo.

Aplicando la misma metodología que en Geología, el siguiente mapa de IFA Geoaptitud es el de la Geomorfología, del cual se deriva el mapa de IFA Geoaptitud por dinámica externa.

La disposición de fotografías aéreas de alta resolución, modelo digital del terreno y verificación de campo, permite reconocer y caracterizar diversas unidades geomorfológicas en el área de estudio, e incluso, confirmar estructuras geológicas como fallas ya identificadas en el mapa geológico.

Como se mencionó previamente, uno de los subproductos de mayor utilidad del mapa geomorfológico es el reconocimiento e individualización de los valles de inundación inmediata de los cauces de ríos y quebradas (ver Figura 6.8).

Su reconocimiento es muy útil, porque se basa en un criterio simple, la individualización de la primera terraza de río. Con este criterio geométrico, es posible separar la zona más propensa a ser inundada durante una crecida del río o quebrada. Luego con la verificación de campo, esta zona queda comprobada.

Desafortunadamente, por lo general, es más ancha que la zona de protección que establece la Ley Forestal, por lo que es una zona en la que se otorgan permisos de construcción, con lo cual pasa a ser una zona de riesgo de inundación (ver más adelante).

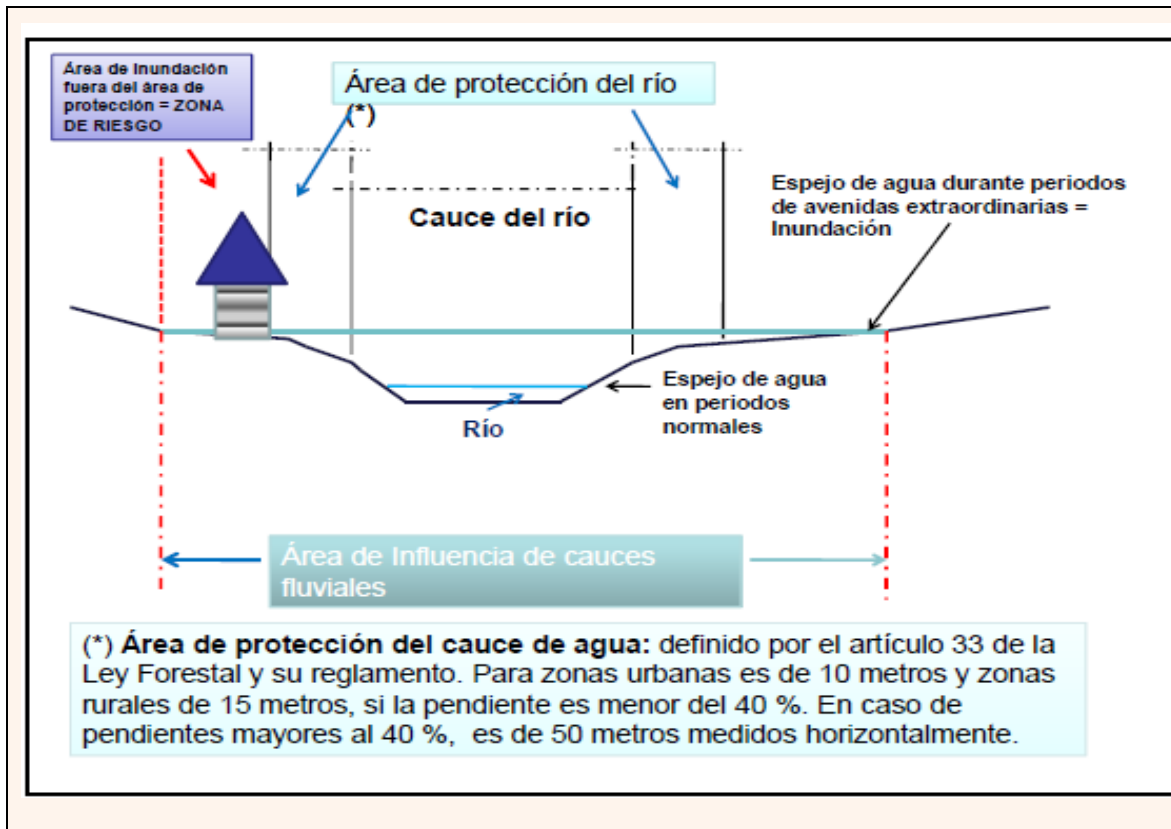


Figura 6.8. Modelo esquemático del valle de inundación inmediata de un curso de agua en función de la geometría de su primera terraza, para un terreno de relieve bajo a moderado.

Los datos del mapa geomorfológico se combinan con las variables ya medidas para geología en el SIG. Además se agregan calificaciones para otras nuevas variables como son, la pendiente, que utiliza los mismos rangos de pendiente establecidos para estudios de capacidad de uso de la tierra, el relieve relativo, la densidad de drenaje, la importancia de procesos de erosión y la importancia de procesos de sedimentación.

Con todo eso es posible generar el Mapa de IFA – Geoaptitud de Geodinámica Externa que, en cinco colores, establece las zonas más frágiles porque predominan procesos de erosión o sedimentación activos, o las zonas menos frágiles, porque existe un buen equilibrio entre ambos procesos. Aunque dicho mapa no es producto solicitado en este estudio, el mismo juega un papel clave para el desarrollo del mapa de vulnerabilidad a deslizamientos, en obediencia a la aplicación de la metodología del Decreto Ejecutivo No. 32967 – MINAE.

En el anexo 4 (MG 5.1 a MG 5.3 del atlas de mapas) se presentan los mapas de IFA Geodinámica Externa para el área de estudio. Como se puede observar la mayoría de las zonas son de moderada fragilidad, no obstante, se presentan algunas zonas de alta y muy alta geodinámica externa, en relación con zonas de alta pendiente susceptibles a procesos de erosión, así como zonas de cauces fluviales susceptibles a inundación y al abanico volcánico activo de Cartago.

6.4 Hidrogeología

6.4.1 Introducción

El factor de Geoaptitud Hidrogeología representa la aptitud de terrenos para el uso humano en función del potencial para la contaminación de acuíferos subterráneos o en su defecto la afectación de áreas de recarga acuífera. En este sentido, zonas donde afloran rocas acuíferas en la superficie coinciden con las áreas más vulnerables.

Por otro lado, estos mismos terrenos ofrecen la posibilidad de la extracción de aguas subterráneas para el uso humano con bajas inversiones financieras. En conclusión, bajos valores del factor de Geoaptitud Hidrogeología tienen dos sentidos ambiguos: por un lado, es una buena base para el desarrollo en el futuro tener acuíferos subterráneos fácilmente accesibles, por otro lado la alta vulnerabilidad a contaminación implica ciertas limitaciones para el desarrollo con la finalidad de proteger este recurso importante.

La categorización de 5 niveles I-V con un creciente valor para el uso humano es definido como sigue: "I - muy alto (alto peligro de contaminación de acuíferos)" hacia "V - muy bajo (ningún peligro de contaminación de acuíferos)".

Es importante señalar que la información sobre Geoaptitud hidrogeológica no sustituye las evaluaciones hidrogeológicas que puedan darse en espacios geográficos específicos y a menor escala, para determinar la existencia o no de aguas subterráneas con potencial para su explotación o bien para determinar su vulnerabilidad a la contaminación. El estudio de IFA puede orientar, dada la visión más integradora y general que tiene, acerca de los espacios geográficos en que dichos estudios requieren ser realizados, de previo al desarrollo de proyectos, obras o actividades.

El análisis de la hidrogeología del área de estudio que aquí se presenta, constituye una integración de la información obtenida por las dos vías antes indicadas. Por un lado, está

basado en la interpretación de los datos geológicos y geomorfológicos al respecto del potencial hidrogeológico. Y la otra fuente importante para estudios hidrogeológicos son los datos de pozos de agua como por ejemplo el nivel freático estático/dinámico, el caudal o la permeabilidad de acuíferos subterráneos.

6.4.2 Hidrogeología regional

Arredondo (1994) resume los datos generales de la hidrogeología del Valle Central. Por su parte, Arredondo y Suarez (1994) publican un mapa hidrogeológico para el Gran Área Metropolitana a una escala regional.

Como base para el trabajo, los autores mencionados utilizan diversas publicaciones y estudios hidrogeológicos regionales y parciales realizados en la zona. Particularmente relevante es el Mapa Hidrogeológico del Valle Central de Costa Rica (BGS & SENARA, 1985), entre otras publicaciones.

Arredondo (1994) establece una clasificación petrofísica de acuíferos, a fin de utilizarla como base técnica para caracterizar, de forma regional, los acuíferos del Valle Central. Dicha clasificación se presenta en la Tabla 6.1.

De acuerdo con Arredondo (1994) en la zona norte y central del Valle Central, los acuíferos más importantes se desarrollan en lavas, mientras que los flujos piroclásticos (tobas e ignimbritas) forman acuitardos y ocasionalmente acuíclados. En la Figura 6.9 se presentan los principales acuíferos presentes en el sector norte y este del Valle Central. Por su parte, según dicha autora, en el sector oriental del Valle Central, reporta la existencia de dos acuíferos: uno profundo en lavas y otro superficial en material coluvio – aluvial y lahares. En la Tabla 6.2 se presenta una síntesis descriptiva general de los acuíferos regionales del Valle Central, según Arredondo (1994) y otros autores. Arredondo (1994) concluye señalando que en el sector sur del Valle Central está constituido principalmente por rocas ígneas y sedimentarias que se caracterizan por su baja porosidad y permeabilidad por lo que carecen en general de importancia hidrogeológica.

Dominios hidrogeológicos del sector central del Gran Área Metropolitana

Dada la importancia que tiene el sector central del área de estudio como asentamiento poblacional, se ha seleccionado para realizar una profundización del análisis de su situación hidrogeológica. Esto a fin de tener una mejor visión de su situación y para tener una base más precisa de planificación de uso del suelo que también es útil para promover un manejo integral del recurso hídrico.

Del análisis de las formaciones y unidades geológicas identificadas para este sector, es posible separar tres dominios geológicos principales, a saber:

1. Sector sur (Serranía Montañosa)
2. Sector norte (ladera sur de la Cordillera Volcánica)
3. Sector central (Meseta Central)

Estos dominios geológicos tienen relación con orígenes diferentes para las formaciones que los conforman, en particular para el sector norte y sur, mientras que el sector central representa una zona de límite o de transición entre ambos dominios.

Ref.	Nombre	Definición	Caudales potenciales
1.	Acuíferos porosos	Desarrollados en sedimentos no consolidados , como aluviones, en los que predominan secciones arenosas, limosas y arcillosas.	En general, son capaces de producir caudales aproximados de 5 a 10 litros por segundo.
2.	Acuíferos fisurados	Se presentan en ignimbritas y tobas (entre otras rocas). Tienen poca porosidad primaria, pero debido a su porosidad secundaria (fracturas) permiten el tránsito y almacenamiento de aguas subterráneas. Generalmente actúan como acuitardo.	Los caudales promedio que presentan son aproximadamente entre 2 y 8 litros por segundo.
		Las lavas y depósito piroclásticos que, además de la porosidad secundaria en fracturas, presentan también características de porosidad primaria importante, como vacuolas y brechas, constituyen en algunas regiones acuíferos importantes.	Pueden rendir caudales mayores a los 80 litros por segundo.
3.	Rocas no acuíferas	Diferentes depósitos de origen continental, como lahares, terrazas fluviales de naturaleza clástica con poca permeabilidad. En general pueden considerarse como acuitardos.	Rinden caudales pequeños, del orden de 2 litros por segundo.
		Rocas ígneas y sedimentarias que tienen baja porosidad primaria y fenómenos de arcillificación no presentan generalmente porosidad secundaria efectiva. La circulación y el almacenamiento del agua sucede en casos especiales en zonas meteorizadas y fracturadas.	Pozos individuales rinden caudales pequeños, generalmente menores a 1 litro por segundo.

Tabla 6.1. Clasificación usada por Arredondo (1994) para caracterizar regionalmente los acuíferos del Valle Central de Costa Rica.

Tomado de Arredondo (1994).

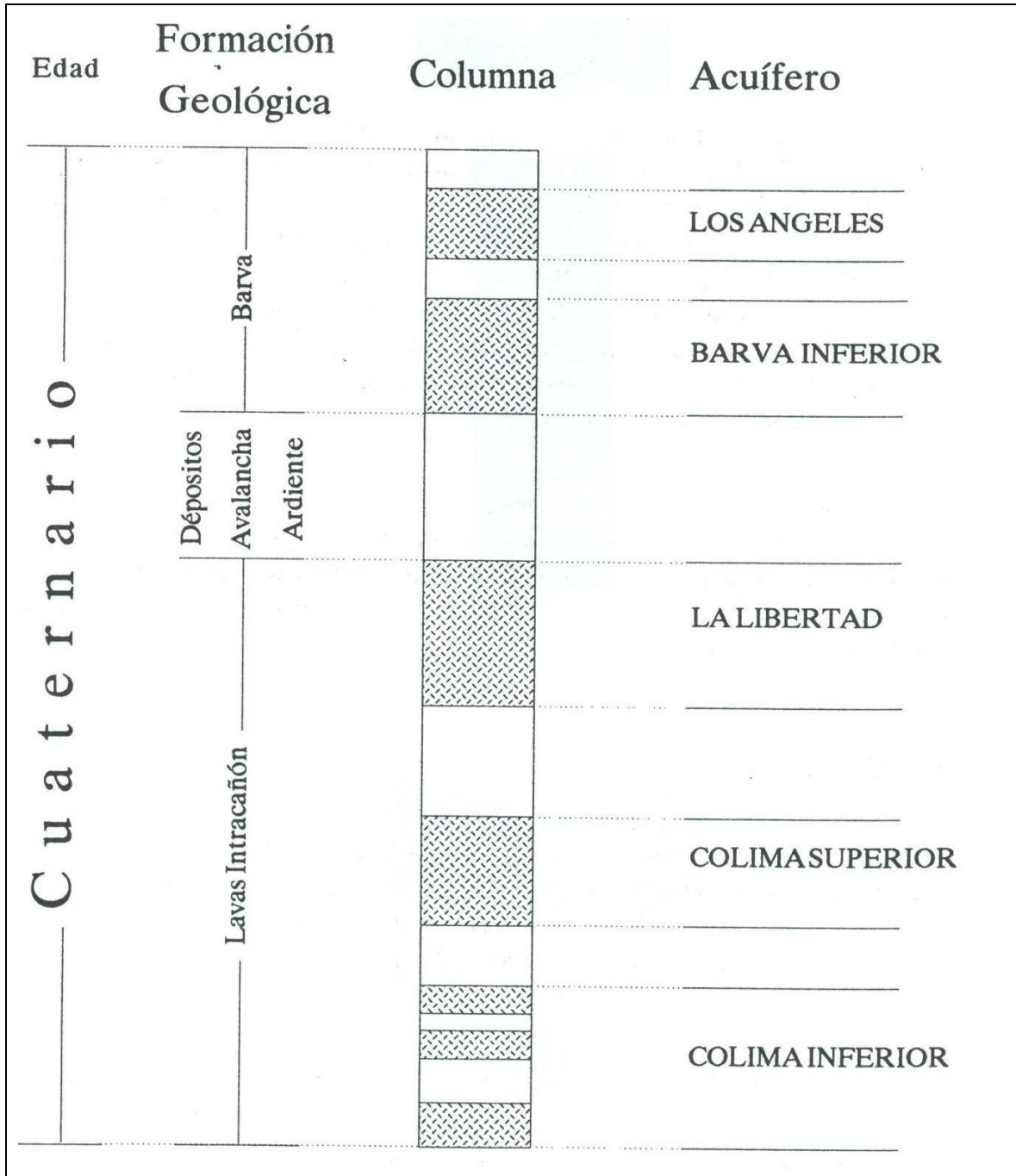


Figura 6.9. Acuíferos regionales del sector norte y central del Valle Central occidental, dentro de la GAM. Tomado de Arredondo (1994).

No.	NOMBRE	ROCA	ESPESOR	EXTENSIÓN	PRODUCCIÓN	RECARGA	OBSERVACIONES
1	Los Ángeles	Lavas	Decenas de metros	Partes altas del Volcán Barva	No cuantificado	Infiltración directa de agua de lluvia y lechos de los ríos	Presenta manantiales
2.	Barva Inferior	Lavas andesíticas fracturadas con alta permeabilidad	Varias decenas de metros	Ladera sur del Volcán Barva hasta el cantón de Belén	Caudales de hasta 20 l / s en pozos	Infiltración directa de agua de lluvia y lechos de los ríos	Numerosos manantiales. Alimenta el manantial de Ojo de Agua.
3	La Libertad	Lavas	110 m	Ladera sur del Volcán Barva	No cuantificado	Infiltración desde los ríos del área	Presenta manantiales.
4	Colima Superior	Lavas de alta permeabilidad por textura brechosa	55 m	Ladera sur del Volcán Barva y Meseta volcánica	Alto rendimiento	Percolación vertical desde los acuíferos sobreyacentes	Presenta manantiales en el cañón del Río Virilla
5.	Colima Inferior	Lava y tobos	Varias decenas de metros	Ladera sur del Volcán Barva y Meseta volcánica	Alto rendimiento	Percolación a través del acuitardo que lo sobreyace	Nivel de agua a profundidades de 100 m bajo la superficie.
6.	Sector oeste del Valle Central	Piroclastos y lavas indiferenciadas más profundas	Varias decenas de metros	Sector oeste del Valle	Del orden de 5 l / s	Infiltración directa desde el suelo	Las rocas del Grupo Aguacate presentan alteración hidrotermal y fracturas, son impermeables y se clasifican como una barrera regional.
7.	Acuífero superior del sector este del Valle Central	Depósitos coluvio – aluviales y lahares de tipo semiconfinado.	Decenas de metros	Según distribución de unidades geológicas	1 – 2 l / s	Infiltración directa desde el suelo	
8.	Acuífero lávico del sector este del Valle Central	Lavas con porosidades secundarias de tipo fisural	Decenas de metros	Según distribución de unidades geológicas	Mediana producción, del orden de 10 l / s	Infiltración directa desde el suelo y recarga del acuífero superior	

Tabla 6.2. Síntesis descriptiva general de los acuíferos regionales del Valle Central.

Fuente: BSG – SENARA (1985, 1988) y Arredondo (1994)

Como es de esperar, la naturaleza geológica de cada dominio influye también en su comportamiento hidrogeológico, de forma tal que puede afirmarse que cada dominio geológico identificado también representa un dominio hidrogeológico diferente. A continuación, se presenta una breve contextualización de cada uno de dichos dominios junto con un resumen de sus datos hidrogeológicos fundamentales.

DOMINIO 1 – SECTOR SUR (SERRANÍA MONTAÑOSA)

Para el área de estudio se extiende a todo lo largo del sector sur, cubriendo la totalidad de la Precordillera de Talamanca que se presenta en el mismo. Cubre desde los cerros de la Carpintera al este hasta cerros de Tarbaca al oeste. Hacia el norte se extiende hasta Desamparados o bien hasta la estribación septentrional del Alto de Las Palomas, cerca de la margen sur del Río Virilla.

Desde el punto de vista morfológico cubre la porción montañosa de la margen izquierda de la cuenca del Río Virilla.

Gran parte de la sucesión sedimentaria presente en este dominio, corresponde con rocas sedimentarias y volcanogénico del Mioceno y Plioceno. Cubriendo estas rocas, hacia la parte noreste del sector en cuestión se presenta un relleno volcanogénico del Cuaternario, compuesto por la parte superior de la Formación Grifo Alto, la Formación Lavas Intracañón, la Formación Depósitos de Avalancha Ardiente (Tiribí), la Formación de Lahares y Cenizas y finalmente los suelos y depósitos coluviales recientes (ver atrás).

Desde el punto de vista hidrogeológico los acuíferos más importantes que se presentan en este sector corresponden con los acuíferos Colima Inferior y Colima Superior. Ambos acuíferos están separados por una capa de tobas e ignimbritas de cerca de 40 metros de espesor, identificada por el mapa del SENARA – BGS (1985) como el Miembro Puente de Mulas. El Acuífero Colima Inferior se aloja en coladas de lavas fracturadas y brechosas, que pueden hacer que este acuífero presente producciones de hasta 60 l/s por pozo (in ibid, 1985). Por su parte, el Acuífero Colima Superior se aloja en las capas de lavas que están por encima de las tobas del Miembro Puente de Mulas.

Debido a la naturaleza geológica del sector sur es posible afirmar que ninguno de los dos acuíferos tiene extensión por debajo de la serranía montañosa. Por el contrario, dicha serranía representa un muro o barrera hidrogeológica. Lo anterior quiere decir que los

acuíferos Colima (Inferior y Superior) solo se presentarán en la parte llana al norte de la serranía montañosa.

En lo que respecta a la serranía montañosa su potencial de Geoaptitud hidrogeológica se califica como de bajo a muy bajo, debido la condición de baja a muy baja porosidad que presentan sus formaciones geológicas. Es importante señalar que este hecho no implica que en dichas formaciones no se pueda alojar agua subterránea y formar acuíferos de bajo potencial. Vargas & Mora (1999) realizaron un análisis de esta situación para las formaciones Pacacua y Peña Negra y señalan una producción de agua subterránea en los manantiales de esos acuíferos que varía entre 0,4 y 24,4 l/min, es decir del orden de 0,25 a 0,50 l/s, de ahí su calificación como de bajo potencial acuífero. Los datos de estos autores sugieren que dichos acuíferos son de bajo volumen y de carácter local.

DOMINIO 2 – SECTOR NORTE (LADERA SUR DE LA CORDILLERA VOLCÁNICA)

Este otro dominio geológico – hidrogeológico cubre la casi totalidad de la ladera sur del Volcán Barba, parte de las laderas sureste del Volcán Póas y del suroeste del Volcán Irazú.

Su límite sur se extiende hasta una latitud aproximada que une las ciudades de Alajuela, sur de Santa Bárbara, Barba y Heredia.

Desde el punto de vista geomorfológico cubre todas las zonas de pendientes moderadas a altas que conforman la ladera sur de la Cordillera Volcánica Central y en particular la zona montañosa localizada en la margen derecha del Río Virilla.

Tal y como se describió previamente, la gran mayoría de las unidades geológicas presentes en este dominio son relativamente recientes, originadas durante el Cuaternario, en particular durante el último millón de años (Pleistoceno Tardío). La explicación de esto es que esas unidades geológicas representan parte del edificio que conforma el mismo Volcán Barba, cuya edad máxima es de 1 millón de años.

Desde el punto de vista estratigráfico en este dominio, a diferencia del Dominio 1, aparece la denominada Formación Barva, la cual está conformada por 6 miembros o unidades estratigráficas (del techo a la base: Cráter, Bambinos, Los Ángeles, Porrosatí, Carbonal y Bermúdez).

Infrayaciendo a la Formación Barva, particularmente en las áreas topográficamente más bajas de este dominio, se presentan rocas volcánicas que se correlacionan con las rocas

volcánicas que culminan la columna estratigráfica del Dominio 1. Como parte de estas unidades se identifican la formación Avalancha Ardiente y Lavas Intracañón, los miembros Puente Mulas y Belén, y las unidades Zurquí y de “Lavias Viejas”.

Por las características litopetrofísicas (porosidad y permeabilidad) que presentan los niveles de rocas volcánicas dispuestos en el subsuelo del Dominio 2, en el territorio del mismo se desarrollan una serie estratificada y escalonada de acuíferos muy importantes.

Esos acuíferos que corresponden con (de arriba hacia abajo): Barva Superior, Acuíferos locales (Porrosatí y Carbonal), Barva Inferior, La Libertad, Colima Superior, Colima Inferior.

Por la dimensión que tienen esos acuíferos se pueden dividir entre acuíferos locales y acuíferos regionales. Los acuíferos Colima y Barva, entran en esta última categoría, mientras que los restantes forman acuíferos de carácter más local.

Los acuíferos locales (o colgados) se presentan en la parte media y alta de la ladera del Volcán Barva, mientras que los acuíferos regionales se presentan en su parte baja, traslapándose con la zona de meseta.

Es importante recalcar que esos acuíferos locales y colgados, no por ser de menor dimensión que los regionales, dejar de tener un gran valor como fuente de agua subterránea.

De acuerdo a los datos del SENARA – BGS (1985) el Acuífero Bermúdez puede producir agua en pozos con caudales de hasta 20 l/s, mientras tanto el acuífero colgado La Libertad puede originar manantiales de hasta 100 l/s.

Los acuíferos regionales, dado que se presentan fundamentalmente en la zona de meseta y que, es allí donde más se explotan se analizan en el siguiente apartado.

Respecto al Dominio 2 es importante señalar que dado que algunas de las formaciones rocosas que albergan acuíferos colgados o bien que sirven de recarga para los acuíferos regionales, se presentan aflorando o expuestos en la superficie, y tomando en cuenta su capacidad para retener y transmitir agua hacia el subsuelo, queda claro que esos sitios de exposición se convierten en áreas de recarga acuífera de gran valor estratégico, que requieren de una administración especial para evitar que se deterioren o bien sirvan de fuente de contaminación de los diversos niveles de aguas subterráneas presentes en esta zona del Valle Central.

DOMINIO 3 – SECTOR CENTRAL (MESETA DEL VALLE CENTRAL)

Este Dominio se diferencia con facilidad dado que cubre toda la parte llana del área de estudio que divide la zona montañosa de la cordillera volcánica al norte de la zona montañosa de la precordillera del sector sur de San José. Además, sobre esta meseta volcánica, se asienta el Gran Área Metropolitana del Valle Central, en las que sobresalen las ciudades de San José, Heredia y Alajuela.

Las mesetas en cuestión, para el área de estudio tiene una orientación noroeste – sureste y su eje principal (dirección este – oeste) lo representa el Río Virilla.

A fin de tener una mejor claridad sobre la condición geológica e hidrogeológica de esta área, se subdivide la misma en dos sectores. El primero corresponde con la porción noroeste del dominio, es decir, en el sector del cantón de Belén, en la margen derecha del Río Virilla. El segundo sector corresponde con la margen izquierda del área de estudio del Río Virilla, y particularmente bajo la ciudad de San José.

Sector noroeste de la Meseta en la margen derecha del Río Virilla

En el caso de la porción noroeste de la Meseta la parte más superior de la geología del sector, presenta además de los lahares y/o cenizas de la parte más superior, la parte “distal” de la Formación Barva, que a su vez sobreyace los depósitos piroclásticos de la Formación Avalancha Ardiente y estas a su vez a la rocas volcánicas de la Formación Lavas Intracañón. Por debajo de esa última formación es muy posible que se presente una estratigrafía como la representada para el Dominio 1, al menos de forma parcial.

Desde el punto de vista hidrogeológico, en este sector se presentan al menos dos acuíferos de forma conspicua, el Acuífero Barva Inferior y el Acuífero Colima Superior. Cabe aclarar que también es posible que por debajo de este último, se presente también el Acuífero Colima Inferior, no obstante dada la importancia del primero de ellos como fuente de agua, la mayoría de los pozos en esta zona solo se han limitado a perforar hasta esa profundidad. De ahí que, al menos por ahora, y por cuestiones prácticas no se profundiza sobre el tema en este documento.

El **Acuífero Barva Inferior** tiene una extensión relativamente amplia y viene desde el Dominio 2 hasta la parte norte del Dominio 3, es decir desde las laderas de Volcán Barva hasta la porción norte de la Meseta, coincidiendo con la extensión de las rocas de la Formación Barva. De acuerdo con el SENARA – BGS (1985) la permeabilidad en este

acuífero se da por fisuras y por la brechificación de las lavas. Algunos pozos pueden producir hasta 20 l/s en este acuífero.

Es importante señalar que para la porción norte del Sector de Meseta y dado que se trata de las partes bajas de la Formación Barva, el acuífero en este sector se presenta en una zona de descarga acuífera, donde las manantiales son comunes. El ejemplo más conspicuo de este tipo de manantiales es el de “Ojo de Agua” en San Rafael de Alajuela.

Las zonas de descarga acuífera con el desarrollo de manantiales o bien con la extracción de agua por medio de pozos es un tema que, desde el punto de vista de administración de los recursos hídricos subterráneos requiere de un análisis algo más profundo.

El **Acuífero Colima Superior** se desarrolla en las rocas de la sección superior de la Formación Lavas Intracañón. De acuerdo a los datos disponibles y emanados por el SENARA, este acuífero es de gran extensión y presenta alta producción por pozo (hasta 100 l/s con poco abatimiento). Su permeabilidad se presenta en fisuras y partes brechosas. Es un acuífero de gran valor estratégico para la población del Valle Central ya que es utilizado como una de las fuentes de agua más importantes, en particular por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA).

Es importante mencionar que hacia el este de la zona de Meseta, ya en el Dominio 2 (zona de Santo Domingo, San Juan y San Vicente) por encima del Acuífero Colima Superior, y separada por una capa de material tobáceo de más o menos 10 metros de espesor, se presenta un nivel de lavas andesíticas brechosas y fracturadas, de casi 110 metros de espesor, con conforman el denominado Acuífero colgado La Libertad, el cual también origina manantiales con caudales de hasta 100 l/s en la zona. Las rocas de este acuífero afloran en la base del Río Virilla y el Río Tibás en toda su porción alta, y dada su naturaleza porosa y permeable hacen que los mismos tengan un comportamiento influente y por tanto con alta vulnerabilidad a la contaminación.

Sector sureste de la meseta en la margen izquierda del Río Virilla

La capa más superior de la columna geológica para este sector, está conformada por una espesa capa de cenizas volcánicas, que se hace más gruesa en dirección hacia el noroeste, alcanzando espesores de hasta 30 a 35 metros en el sector de Santo Domingo y Moravia (ver Moya et al., 2000).

Por debajo de la capa de cenizas y también de forma lateral se presenta una capa de lahares de variable espesor (varios metros hasta 15 metros), que eventualmente pueden contener lentes arenosos que conforman pequeños acuíferos locales que pueden producir hasta 3 l/s en pozos, pero generalmente menos de 1 l/s de agua con variable calidad química.

Debido a la topografía plana de la zona, el resto de la información geológica de la misma se obtiene de dos formas complementarias. Por un lado, de forma directa por la observación de relativamente pocos afloramientos de difícil acceso. Por otro lado, del análisis de los datos litológicos que aportan los relativamente numerosos pozos de aguas subterráneas que hay esta zona (véase Schosinsky & Vargas, 2001, y Campos, 2002).

Por debajo de la capa de lahares se presentan depósitos piroclásticos adscritos a la Formación Tiribí (Schosinsky & Vargas, 2001), o bien la Formación Depósitos de Avalancha Ardiente (Denyer & Arias, 1991). Está conformada por tobas e ignimbritas, cuyo espesor para esta zona es cercano a 30 metros.

Infrayaciendo los piroclastos, se presenta un nivel de lavas andesíticas de aproximadamente 45 metros de espesor adscritos estratigráficamente a la unidad Colima Superior (Schosinsky & Vargas, 2001). Estos autores las describen como lavas densas, eventualmente vacuolares, que pueden presentar fracturación secundaria y brechificación, lo cual les da potencial para la conformación de un acuífero (Colima Superior).

Por debajo de este nivel de lavas andesíticas y separado por un nivel de tobas e ignimbritas de baja permeabilidad y de bajo potencial acuífero se presenta una lava de textura porfírica muy vesicular y fracturada de color negro con una permeabilidad aparente muy alta y que, según los autores citados, conforma el Acuífero Colima Inferior¹.

¹ Es importante notar que existe la posibilidad de que Schosinsky & Vargas (2001) estén interpretando estos dos acuíferos como el Colima Superior e Inferior, pero que en realidad se trate del equivalente de los acuíferos La Libertad y Colima Superior. No obstante, a falta de mayores estudios se asume aquí el modelo estratigráfico sugerido por esos autores.

El basamento hidrogeológico de la zona se interpreta como las rocas sedimentarias que infrayacen la cobertura volcánica y que los autores citados adscriben a la Formación Pacacua.

En síntesis, desde el punto de vista hidrogeológico, por debajo de esta zona suroeste de la Meseta Central, se presentan al menos dos acuíferos de importancia significativa, el Colima Superior y el Colima Inferior. El techo del Colima Superior se presenta a profundidades promedio de 20 – 25 metros bajo el suelo y algunos afloramientos de las lavas que lo contienen se presentan expuestos a lo largo de los cauces de los ríos de la zona (Tiribí, Torres y María Aguilar), lo cual puede significar que los ríos pudiesen estar contaminando el acuífero por un comportamiento influente (Schosinsky et al., 2001; Schosinsky & Vargas, 2001).

6.4.3 Hidrogeología Local

El análisis de la hidrogeología del área de estudio está basado en tres fuentes principales:

- Datos regionales y locales conocidos y publicados previamente (ver secciones previas),
- La interpretación de los datos geológicos y geomorfológicos al respecto del potencial hidrogeológico, obtenidos a partir de las mapas geológicos y geomorfológicos realizados en este estudio, y
- Los datos generales obtenidos por procesamiento de información técnica de pozos de extracción de aguas subterráneas, disponibles en el Archivo Nacional de Pozos que tiene el SENARA.

En el anexo 4 (MG 6.1 a MG 6.3 del Atlas de mapas) se presentan los mapas hidrogeológicos del área de estudio.

De acuerdo con los datos procesados y sintetizados, se identifican las siguientes unidades hidrogeológicas en el área de estudio:

- Acuíferos en Rocas Volcánicas (potencial alto a muy alto)
- Acuíferos en Rocas Volcánicas (potencial moderado a bajo)
- Acuíferos Aluviales Abiertos (potencial: moderado a alto)
- Acuíferos Aluviales Abiertos (potencial moderado a bajo)

En lo que sigue se realiza una descripción general de estas unidades acuíferas reconocidas en el área de estudio. Esta descripción se complementa con la información regional descrita previamente para toda el área de estudio y los dominios hidrogeológicos del sector central del Valle Central.

Acuíferos en rocas volcánicas

ACUÍFEROS DE BAJO POTENCIAL

Se presenta en las unidades geológicas de origen volcánico que muestran muy limitadas condiciones de porosidad efectiva y de porosidad, en consideración de lo cual, su capacidad para almacenar y transmitir aguas es limitada. Por lo general, funcionan como acuitardos.

Se incluyen como parte de esta unidad acuífera de bajo potencial las unidades de rocas volcánicas del denominado Miembro Zurquí que aflora al norte de los cantones de San Rafael, San Isidro y Moravia. También se incluye como parte de esta unidad, los depósitos volcanoclásticos del Grupo Aguacate que se presentan en el sector este del cantón de Paraíso. Finalmente, como parte de este grupo de bajo potencial acuífero también se incluyen las rocas magmáticas y metamórficas adscritas al Intrusivo Escazú y a la Unidad de Cornubianitas.

En las cercanías de zonas de fallas, donde la fractura de las rocas se puede incrementar las rocas de esta unidad acuífera pueden mejorar su capacidad de almacenamiento y desarrollar acuíferos locales. No obstante, debido a la dureza de las rocas y las posibles profundidades de los mantos de agua subterránea el costo y riesgo de la perforación en esta unidad serían significativamente altos.

Eventualmente pueden presentar manantiales de bajo caudal, por lo general intermitentes.

ACUÍFEROS DE MODERADO POTENCIAL

Las unidades de roca que presentan esta condición se presentan ampliamente en el área de estudio. Corresponde con rocas que presentan una condición intermedia o moderada de porosidad efectiva y de permeabilidad.

Son capaces de almacenar y transmitir agua, en una mejor condición que los acuitardos, pero no tan buenas como las rocas de alto potencial acuífero presentes en el área de

estudio. Forma acuíferos de condición intermedia con caudales de producción del orden del orden de 1 a 10 litros por segundo.

Se adscriben a esta unidad acuífera las rocas piroclásticas del Miembro Porrosatí de la Formación Barva que se presenta al norte de los cantones de Póas, Alajuela, San Rafael, Barva y Santa Bárbara de Heredia). También se incluyen dentro de esta unidad las Cenizas Sub – Recientes que culminan el relleno de la Meseta Central.

Las rocas volcánicas del Grupo Aguacate, en su mayoría se adscriben a esta unidad, incluyendo el sector de la Serranía de La Carpintera y los depósitos volcanoclásticos presentes el este de Paraíso.

Por lo general, numerosos pozos extraen aguas subterráneas de estas unidades para el abastecimiento local de casas, fincas e industrias. El abastecimiento público desde los pozos de esta unidad es limitado.

Dentro de esta unidad acuífera pueden presentarse manantiales de moderado caudal. Estos manantiales afloran principalmente en las áreas de accidentes topográficos negativos, como valles de ríos o barrancas.

ACUÍFEROS DE MODERADO A ALTO POTENCIAL

Corresponde con rocas volcánicas que presentan buena porosidad efectiva, ya sea primaria o secundaria (por facturas), y alta permeabilidad, lo que les da un gran potencial para almacenar aguas subterráneas. Factor que se combina con el hecho de que en la región se presentan precipitaciones promedio altas, lo cual favorece una alta recarga de los acuíferos que conforman.

Se incluyen como parte de esta unidad acuífera, las rocas del Miembro Los Bambinos de la Formación Barva que afloran al norte de Santa Bárbara, Barva y San Rafael. Como se analizó anteriormente, las aguas subterráneas dentro de esta unidad se han designado como Acuífero Los Bambinos.

También forman parte de esta unidad las rocas del Miembro Los Ángeles de la Formación Barva que se presentan en el cantón de San Rafael y Barva de Heredia. Al igual que en el caso previo, conforman un acuífero de altos caudales designado como Acuífero Los Ángeles.

Aunque no afloran ampliamente en el área de estudio, las rocas volcánicas adscritas a la Formación Lavas Intracañón, si presentan en el subsuelo de una gran extensión de la Meseta Volcánica del Gran Área Metropolitana (ver sección previa).

Estas rocas, como se ha discutido anteriormente, presentan un alto potencial acuífero y han desarrollado tres acuíferos importantes a saber: La Libertad (local) y los acuíferos regionales de Colima Superior y Colima Inferior.

La gran mayoría de los pozos que se observan en la región de la Meseta Volcánica están extrayendo agua de esta unidad acuífera.

Al igual que en el sector del Volcán Barva, en las laderas sur del Volcán Irazú y parcialmente del Volcán Turrialba, también se presentan importantes acuíferos adscritos a esta unidad. Las rocas de las formaciones Sapper, Birris, Ujarrás, Cervantes y Reventado, descritas para esta región, dentro de los cantones de Cartago, Oreamuno, Alvarado y Paraíso presentan un alto potencial acuífero, muy similar a que presentan las rocas del Volcán Barva (ver Ramírez, 2006).

Los acuíferos presentes en esta unidad presentan un alto potencial de producción de aguas subterráneas, principalmente por el desarrollo de abundantes manantiales de caudales moderados a altos, sino también por la extracción de aguas subterráneas a partir de pozos, particularmente en las zonas bajas.

En consideración de este hecho y de estos acuíferos, representan la principal fuente de abastecimiento de agua para consumo humano de las poblaciones de la GAM, no solo presentes, sino también del futuro, estos acuíferos se consideran de importancia estratégica.

Acuíferos Aluviales Abiertos

ACUÍFEROS DE POTENCIAL BAJO A MODERADO

Comprende los acuíferos desarrollados en depósitos de conglomerados arcillosos originados como lahares y depositados como abanicos distales o bien como rellenos de valles fluviales. Debido a la presencia de arcilla en la matriz de los conglomerados, la formación se comporta más bien como un acuitardo, es decir que acumula agua, pero que la libera o transmite muy lentamente.

En el área de estudio se presentan en la zona en las zonas llanas, al sur del cantón de San José, al norte de Desamparados, en Curridabat, en La Unión, Cartago, al sur de Oreamuno y al noroeste de Paraíso.

Las aguas de este acuífero tienen una calidad limitada debido al desarrollo de actividades humanas de diversas índoles (urbanas y agrícolas) sobre la superficie de infiltración. Por lo general, producen pequeños afloramientos de agua subsuperficial de tipo intermitente.

6.4.4 Factor de Geoaptitud Hidrogeología

Consideraciones importantes

Es importante señalar que la información sobre Geoaptitud hidrogeológica no sustituye las evaluaciones hidrogeológicas que puedan darse en espacios geográficos específicos y a menor escala, para determinar la existencia o no de aguas subterráneas con potencial para su explotación o bien para determinar su vulnerabilidad a la contaminación.

El estudio de IFA puede orientar, dada la visión más integradora y general que tiene, acerca de los espacios geográficos en que dichos estudios requieren ser realizados, de previo al desarrollo de proyectos, obras o actividades.

Como parte del análisis hidrogeológico de un territorio para ordenamiento territorial, no se incluye la localización de manantiales o de pozos y sus respectivas áreas de protección debido a las siguientes razones:

1. No se dispone de un inventario sistemático de todos los manantiales intermitentes y permanentes dentro de ese territorio.

2. Dependiendo de la naturaleza del manantial, el área de protección del mismo puede variar (ver documento técnico del Anexo 7).
3. La colocación de solo algunos manantiales y otros no en un mapa de ordenamiento territorial que posteriormente puede convertirse en un mapa oficial, puede inducir a error al usuario, haciéndolo suponer que no existen otros manantiales que los indicados en el mapa oficial.
4. Los estudios técnicos para determinar la condición intermitente o no de un manantial, así como su situación hidrogeológica ambiental, su naturaleza, y si requiere o no de la definición de un área de protección, se deben realizar a escalas de plano catastrado, es decir, del orden de 1:500 o 1:1000, es decir, son de tipo local y por tanto, deben ser objeto de estudio técnico individualizado para cada proyecto de desarrollo.

En consideración de lo anterior, los manantiales y pozos, ni sus áreas de protección, cuando apliquen, se han incluido en los mapas de fragilidad ambiental. La consideración de los mismos se realiza por medio de una salvaguarda técnica que forma parte del conjunto de informes técnicos al cual se suscribe este documento.

Resultados Técnicos

El factor de Geoaptitud Hidrogeología representa la aptitud de terrenos para el uso humano en función del potencial para la contaminación de acuíferos subterráneos.

En este sentido, zonas donde afloran rocas acuíferas en la superficie coinciden con las áreas más vulnerables. Por otro lado, estos mismos terrenos ofrecen la posibilidad de la extracción de aguas subterráneas para el uso humano con bajas inversiones financieras.

En conclusión, bajos valores del factor de Geoaptitud Hidrogeología tienen dos sentidos ambiguos: por un lado, es una buena base para el desarrollo en el futuro tener acuíferos subterráneos fácilmente accesibles, por otro lado la alta vulnerabilidad a contaminación implica ciertas limitaciones para el desarrollo con la finalidad de proteger este recurso importante.

La categorización de 5 niveles I-V con un creciente valor para el uso humano es definido como lo siguiente: "I - muy alto (alto peligro de contaminación de acuíferos)" hacia "V - muy bajo (ningún peligro de contaminación de acuíferos)". Conforme con las características de las unidades hidrogeológicas que se ha presentado previamente se ha establecido la

clasificación del factor de Geoaptitud Hidrogeología, como se dispone en el anexo 4 (MG 7.1. a MG 7.3 del atlas de mapas).

Como se puede observar casi toda la extensión del trazo del TRP pasa por áreas con presencia de acuíferos en el subsuelo. Este aspecto es importante de tomar en cuenta dado que implica que las acciones constructivas de la obra deben tomar en cuenta las medidas ambientales preventivas para evitar la contaminación del suelo y del agua subterránea.

Conclusiones de Geoaptitud hidrogeológica

El anexo 4 (MG 7.1 a MG 7.3 del atlas de mapas) resume el Índice de Fragilidad Ambiental por Geoaptitud Hidrogeológica de la GAM, y puede tener un uso diverso.

En primer lugar, puede utilizarse para reconocer áreas donde se pueden presentar acuíferos importantes en su subsuelo superior, y consecuentemente afloramiento de manantiales en los accidentes topográficos. En este caso las áreas de colores rojos y naranjas representan zonas donde existe potencial acuífero dentro de la GAM. Estas zonas abarcan un gran porcentaje del territorio del área de estudio, lo cual es un claro indicador del gran potencial de aguas subterráneas que tiene el Valle Central y el país en general (ver Astorga & Arias, 2007).

En segundo lugar, permite identificar las áreas de recarga de VALOR ESTRATÉGICO dentro de la GAM. Estas áreas se definen el sentido de que se presentan en zonas altas, sobre formaciones geológicas de gran aptitud hidrogeológica, es decir, de gran capacidad de acumulación y transmisión de aguas subterráneas y que presentan fuentes alimentadoras de acuíferos de gran valor estratégica, ya sea porque sirven de fuente de abastecimiento actual de la población o como reservas estratégicas a usar en el futuro. Estas áreas de recarga estratégicas requieren de un plan de acción claro para prevenir su afectación y posible contaminación de los recursos hídricos.

En tercer lugar, el Mapa de IFA Geoaptitud Hidrogeológica permite visualizarlo como un mapa de vulnerabilidad a la contaminación acuífera. Por ejemplo, las zonas grises, definidas como de IFA – Geoaptitud Hidrogeológica BAJA, representan zonas de baja vulnerabilidad a la contaminación debido a que presentan muy limitado potencial acuífero. Como se ha indicado ya, estas zonas son aptas para el desarrollo de actividades que generan una carga ambiental importante al medio ambiente físico.

6.5 Estabilidad de ladera (deslizamientos)

6.5.1 Introducción

Marco teórico básico

El factor Amenaza por Deslizamientos del IFA Geoaptitud (cf. a la metodología del Decreto Ejecutivo No. 32967 – MINAE) representa la aptitud de terrenos para el uso humano en función de la amenaza relacionada con fenómenos de deslizamientos y desprendimientos gravitacionales de masas.

En este sentido las zonas montañosas o de relieve representan fuentes potenciales de deslizamientos por lo cual en este caso el factor Amenaza por Deslizamientos del IFA Geoaptitud refleja el grado de estabilidad de las laderas y evalúa el riesgo para la formación de deslizamientos en zonas de pendiente.

Por otro lado, en el caso de las zonas llanas el mismo factor se refiere al riesgo que flujos caóticos de gravedad, incluyendo avalanchas y flujos de lodo entre otros, que pasen por los terrenos dejando como resultado serias pérdidas con respecto a construcciones e infraestructura, así como vida humana y de otros seres vivientes.

Cabe destacar que el uso del término “deslizamiento” se da aquí en un sentido amplio y más bien como sinónimo del concepto de “fenómenos de estabilidad de ladera” tal y fue planteado por Mora & Mora (1994).

Los autores citados, hacen una adaptación de la clasificación de Varnes (1978) y establecen una clasificación de tipos de fenómenos de inestabilidad de laderas aplicable para el país y en particular para el área de estudio (ver Tabla 6.3.).

En la Figura 6.10 se presenta un dibujo ilustrativo que muestra los diferentes tipos de movimientos gravitacionales en masa (deslizamientos en sentido amplio) en una región tropical, como lo es el área de estudio aquí analizada.

TIPO	CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	EJEMPLOS EN LA GAM:	TIPOS DE ROCAS
1. Deslizamientos en rocas	a. Basculamiento de columnas de roca	Rotación hacia delante de una o varias unidades sobre un punto pivote en la unidad más baja, por la acción de la gravedad.	Cañones de ríos Alajuela, Virilla y Uruca	Lavas e ignimbritas intensamente fracturadas. También en rocas sedimentarias con alta inclinación.
	b. Caída de bloques de roca	Desprendimiento súbito de una masa de roca de cualquier tamaño desde una ladera empinada.	Valle de Ujarrás, Cañón del Río Virilla.	Taludes de rocas de diverso origen, expuestas y fracturadas.
	c. Deslizamientos de losas de roca	La masa de roca avanza hacia abajo a lo largo de una superficie más o menos planar, definida por planos de debilidad (fallas, diaclasas)	Carretera San José - Ciudad Colón (Alto Las Palomas).	Rocas de la Formación Avalancha Ardiente.
2. Deslizamientos rotacionales y traslacionales	a. De pequeño volumen	< 1 millón de m ³ .	Rotacionales: el movimiento ocurre a lo largo de la superficie de ruptura cóncava hacia arriba, es influenciado por fallas, diaclasas, planos de estratificación y otras discontinuidades. Ejemplos: en Tres Ríos, Aserrí, Fraijanes, Itiquís, Alto Tapezco en Santa Ana.	
	b. De volumen considerable	> 1 millón de m ³	Traslacionales: el movimiento de la masa se realiza a lo largo de una superficie más o menos planar y por lo general es controlado por superficies de debilidad como lo son fallas, planos de estratificación, variaciones en la resistencia de los estratos. Ejemplos: Valle de Ujarrás, Cuenca del Río Reventado.	
3. Flujos de detritos (avalanchas)	a. De volumen considerable	> 15 mil m ³	Ocurre por un movimiento rápido de materiales no consolidados, que presentan una gran movilidad y se desplazan a lo largo de cauces de corrientes superficiales (ríos y quebradas). Son producto de eventos aislados de volumen considerable. Ejemplos: Cerro Doán, Orosi, Parque Nacional Volcán Irazú. Son comunes en la Formación Doán.	
	b. Numerosos de volumen pequeño	< 15 mil m ³		
4. Reptación de suelos	Se desarrolla en laderas con suelos de granulometría fina, parcial o totalmente saturados (de agua), que se movilizan sobre pendientes relativamente moderadas (5 a 30 °). Involucra espesores superiores a los 10 m, y es un caso bastante común que se presente en áreas desprovistas de vegetación o sometidas a prácticas agropecuarias inadecuadas. Es bastante común en el Valle Central.			

Tabla 6.3. Clasificación de fenómenos de inestabilidad de laderas según Mora & Mora (1994) con ejemplos para el Valle Central, pero aplicable para todo el país.

Fuente: Mora & Mora (1994).

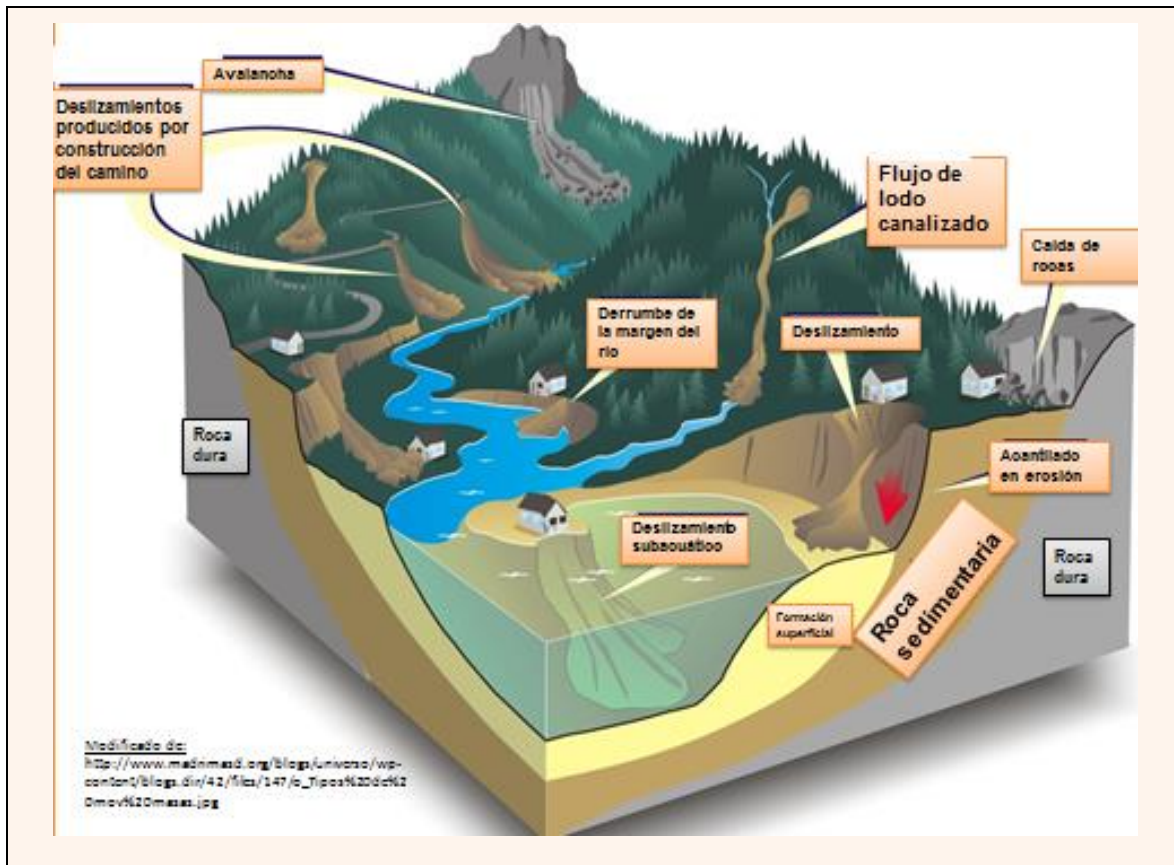


Figura 6.10. Dibujo ilustrativo de los tipos de deslizamientos (en su acepción amplia) que se pueden presentar una región tropical como nuestro país.

Se requieren una serie de factores para que ocurra un deslizamiento. Entre ellos destaca, el hecho de que exista una pendiente, así como una cobertura de material no litificada o compactada como un suelo espeso y además, condiciones de precipitaciones que favorezcan la infiltración de agua a ese material. El deslizamiento puede ocurrir por un simple efecto de peso, es decir de sobrecarga, o en su defecto, puede darse un evento detonador, como puede ser una vibración producida por un sismo. Las dimensiones del deslizamiento van a variar en función del espesor y la pendiente del material involucrado, así como de la carga de agua almacenada.

En otros tipos deslizamientos como la caída de rocas o desprendimientos, pueden intervenir otros factores, como la presencia de fracturación en las rocas.

Importancia práctica del tema

El tema de la estabilidad de ladera, o lo que es lo mismo, la vulnerabilidad de los terrenos con pendiente a ser afectados por procesos de desprendimientos gravitacionales en masa (resumidos como deslizamientos), es un tema de gran importancia para un país tropical como Costa Rica.

Las razones son muchas, más del 60 % del país presenta relieve, es decir, pendientes o laderas, algunas de ellas muy empinadas, los suelos, por lo general, son espesos, típicos de país tropical, además de que hay formaciones geológicas en el subsuelo superior, que por fracturación o por abundancia de arcilla, son también muy vulnerables y además, el territorio del país es una de la regiones más lluviosas del mundo (con precipitaciones promedio de 2500 mm anuales).

A esto se suma el hecho de que Costa Rica también es un país altamente sísmico y con amenaza volcánica.

Todo lo anterior lleva a que los deslizamientos sean, junto con las inundaciones, las principales y más frecuentes fuentes de desastres todos los años, con una característica, que van en incremento año con año.

Por todo esto, son un elemento que debe tomarse en cuenta para determinar la fragilidad ambiental de un terreno y establecer su Geoaptitud y con ello, la vulnerabilidad de un espacio geográfico dado que ocurra este tipo de fenómeno.

Combinando los mapas de geología, geomorfología y pendientes, y sus respectivas variables, junto con dos variables adicionales, como son el promedio de precipitaciones lluviosas de una zona dada y el paralelismo entre la inclinación de la ladera y el factor de lineación (buzamiento o inclinación de capas, fracturación) de la formación geológica del subsuelo superior, es posible generar los mapas de IFA – Geoaptitud por Estabilidad de Ladera (o Deslizamientos). Debe recordarse que en los mapas previos se toman en cuenta variables clave, como las condiciones geológicas básicas de las formaciones rocosas, el espesor de suelos, su potencial para almacenar agua, entre otros.

En el caso de los mapas de fragilidad ambiental, conforme a lo que establece la metodología establecida en el Decreto Ejecutivo No. 32967 - MINAE, generan 5 categorías de IFA, desde muy alta a muy baja. Un terreno con una muy alta fragilidad a los deslizamientos, por lo general va a estar caracterizado por suelos espesos y pendientes pronunciadas. Por el

contrario terrenos de muy baja fragilidad, van a ser áreas con baja pendiente, principalmente.

En el caso de la metodología de los IFA, el hecho de que un terreno dado califique como de alta o muy alta fragilidad, NO SIGNIFICA que tenga prohibido el uso del suelo para el desarrollo de actividades humanas. Desde el punto de vista del IFA Geoaptitud, de lo que se trata es de identificar la limitante técnica en cuestión y de que antes de tomar una decisión sobre una actividad humana (cultivos, ganadería, construcción de edificios o infraestructura) el tema sea tomado en cuenta y que se cumplan condicionantes técnicas para el uso del suelo.

La adaptación de la metodología de los IFA, para el objetivo del área de estudio, ha llevado a realizar lo siguiente:

- Identificación y cartografiado de los deslizamientos activos o histórico recientes y su categorización según un grado de actividad alta a moderada, así como la identificación de zonas con mayor potencial para el desarrollo de nuevos deslizamientos, separada en al menos dos categorías.
- Identificación factorial, según la metodología de los IFA, de las zonas de alta y muy alta fragilidad por IFA Geoaptitud y su traslado al mapa del área de estudio, como zonas de ALTO y MODERADO riesgo del desarrollo de deslizamientos.

En los apartados siguientes se hace una explicación más detallada de los resultados obtenidos para el área de estudio.

6.5.2 Resultados para el área de estudio

Amenaza por deslizamientos y flujos de gravedad

En el anexo 4 (MG 8.1 a MG 8.3 del atlas de mapas) se presentan los mapas de IFA Geoaptitud por Estabilidad de Laderas para el área de estudio.

Como parte del análisis de susceptibilidad a los deslizamientos, también se analiza el uso del suelo que se da al terreno.

Así, por ejemplo, la eliminación de cobertura boscosa natural en zonas de alta pendiente, el manejo inadecuado de drenajes superficiales, el desarrollo de rellenos de escombros no estabilizados o la falta de medidas de ingeniería para la estabilización de taludes, podría conducir a que se incrementen los efectos de susceptibilidad y daños por este tipo de eventos geológicos.

En la Tabla 6.4 se resumen las características de las principales unidades de susceptibilidad al fenómeno de deslizamientos, identificadas y se señalan las limitantes y potencialidades técnicas de cada una de ellas, según la condición de fragilidad ambiental por el factor IFA Geoaptitud Amenaza por Deslizamientos.

UNIDAD	LIMITANTES	POTENCIALIDADES
Zonas de Muy Alto Riesgo (flujos de gravedad activos y potencialmente activos)	Terrenos de alta a muy alta pendiente que presentan condiciones de inestabilidad evidente, puesta de manifiesto por la presencia de movimientos gravitacionales de masas de roca y suelo que ya han sucedido o en su defecto que se encuentran en movimiento o que tiene una condición de alta probabilidad de ocurrencia.	Dadas las condiciones de inestabilidad evidente estos terrenos tienen limitaciones muy altas para el desarrollo de actividades humanas de cualquier tipo, en particular aquellas que representen la instalación de obras de infraestructura. Estos terrenos requieren un proceso de estabilización a fin de minimizar los efectos del proceso de deslizamiento. Resulta de alta importancia el manejo de las aguas de escorrentía y el desarrollo de coberturas vegetales, así como la delimitación del

		área afectada para evitar su ocupación.
Zonas Riesgo Alto (Muy Alta Fragilidad)	<p>Terrenos de muy alta pendiente (mayores al 60 %)</p> <p>Condiciones geológicas limitadas debido a la presencia de suelos arcillosos espesos y formaciones geológicas fracturadas en el subsuelo superior.</p> <p>En muchos casos sin presencia de cobertura boscosa natural.</p> <p>En muchos casos, drenajes de aguas superficiales deficientes que favorecen la acumulación de aguas superficiales y el desarrollo de “acuíferos colgados” que aumentan la susceptibilidad a los deslizamientos.</p>	<p>Terrenos de aptitud forestal, con potencial para el desarrollo de bosques naturales y la protección de flora y fauna silvestre.</p> <p>La posibilidad del desarrollo de construcciones debe ser determinada por estudios geológicos y geotécnicos de detalle que definan lineamientos concretos de diseño que superen las limitantes señaladas.</p>
Zonas de Alta Fragilidad	<p>Terrenos de alta pendiente (mayores al 45 %)</p> <p>Condiciones geológicas limitadas debido a la presencia de suelos arcillosos espesos y formaciones geológicas fracturadas en el subsuelo superior.</p> <p>En muchos casos sin presencia de cobertura boscosa natural o solo cobertura boscosa secundaria.</p> <p>En muchos casos, drenajes de aguas superficiales deficientes que favorecen la acumulación de aguas superficiales y el desarrollo de “acuíferos colgados” que aumentan la susceptibilidad a los deslizamientos.</p>	<p>La posibilidad del desarrollo de construcciones debe ser determinada por estudios geológicos y geotécnicos de detalle que definan lineamientos concretos de diseño que superen las limitantes señaladas.</p> <p>Las actividades agrícolas y agropecuarias son posibles, pero requieren de la implementación de medidas ambientales concretas para disminuir la vulnerabilidad, tales como buenas prácticas agrícolas, manejo de drenajes y desarrollo local de sistemas de terrazas.</p>

Tabla 6.4. Resumen de limitantes y potencialidades técnicas de las zonas identificadas en el área de estudio como vulnerables a los deslizamientos.

Como puede deducirse de la observación del anexo 4 (MG 8.1 a MG 8.3 de atlas de mapas) un porcentaje significativo del territorio que abarca el área de estudio califica con un grado de susceptibilidad importante a los procesos de deslizamiento. Esta situación no es casual, en razón de que, como ya se ha explicado, se presentan importantes limitaciones desde el punto de vista geológico y geomorfológico, lo cual se suma al hecho de que, en muchos sectores del área de estudio, pese a las altas pendientes presentes y sus condiciones

climáticas (ver más adelante), desde hace mucho tiempo se han eliminado las coberturas boscosas naturales y se han sustituido por usos del suelo no compatibles que esas condiciones de Geoaptitud.

Todo lo anterior, desemboca en el resultado de que un porcentaje importante del territorio es vulnerable a fenómenos de deslizamientos. Aspecto que deberá ser tomado en cuenta en el diseño del TRP tanto a nivel de superficie como en pasos a desnivel.

6.6 Otras amenazas naturales

6.6.1 Introducción

El factor Otras Amenazas Naturales del IFA Geoaptitud representa la aptitud de terrenos para el uso humano en función de la probabilidad de amenazas naturales.

En el caso del área de estudio, las amenazas naturales relevantes incluyen inundaciones de cauces fluviales, actividad sísmica de origen tectónico regional o asociados a fallas geológicas locales y activas, así como amenazas por actividad volcánica.

Con la finalidad de presentar el mapa de este factor del IFA Geoaptitud con más claridad, cada una de las amenazas naturales indicadas está representada en mapas temáticos separados.

La evaluación la susceptibilidad a las amenazas naturales está basada en la interpretación de los datos geológicos, geomorfológicos e hidrogeológicos complementados con los datos disponibles sobre eventos dañinos ocurridos en el pasado (según información del Mapa de Amenazas de la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Desastres – CNE-). También ha sido muy valiosa la información publicada sobre el tema (ver Denyer & Kussmaul, 1994).

La información de Geoaptitud amenazas naturales no sustituye los estudios específicos, a menor escala, que sobre temas tales como deslizamientos o avalanchas, sismicidad, neotectónica de fallas, licuefacción, inundaciones o amenaza volcánica se puedan realizar para espacios geográficos específicos, una vez que se ha considerado existe potencial de que esos fenómenos puedan ocurrir en los mismos.

No obstante, el estudio de IFA puede orientar, dada la visión más integradora y general que tiene, acerca de los espacios geográficos en que dichos estudios requieren ser realizados, de previo al desarrollo de proyectos, obras o actividades.

6.6.2 Amenaza Sísmica

De acuerdo con Morales & Aguilar, la amenaza sísmica corresponde con la potencial ocurrencia de un sismo destructivo, que pueda presentarse en una zona y un tiempo determinado. Por su parte, la sismicidad es la distribución espacial y temporal de los sismos, esto es: lugar, profundidad, magnitud, hora y fecha de ocurrencia de los temblores o sismos.

Es importante señalar que, al igual que el resto de esta área del Valle Central, el área de estudio, está sujeta a dos tipos de fuente sísmica principal, la primera de ellas corresponde con los sismos de originados por subducción y la segunda fuente por sismicidad intraplaca (fallamiento local). Ambas se explican de seguido.

Sismos por subducción

Los sismos originados por el primer mecanismo se relacionan genéticamente con la zona de subducción de placas que acontece frente a la costa pacífica de Costa Rica. Esta zona se subdivide (de acuerdo a los autores citados) en dos secciones principales:

a) La zona que se extiende desde la denominada Fosa Mesoamericana, lugar donde se inicia la subducción de la Placa del Coco bajo la Placa Caribe, hasta la costa o litoral. Esta zona tiene profundidades de fuentes sísmicas que aumentan en dirección hacia la tierra, desde 5 Km. hasta los 50 Km., y con magnitudes (escala Richter) máximas esperables de hasta 7,5 grados, y que tienden a originar intensidades (escala de Mercalli) máximas de VIII al lado de la costa (excepcionalmente IX para ciertos lugares del litoral).

b) La zona que, penetrando hacia el interior del país, con profundidades entre los 50 - 100 Km., con eventos máximos esperables de magnitud (Richter) de 7,0 grados. El cantón de San Pablo aquí analizado se localiza sobre esta zona.

Para el área del Pacífico de Costa Rica, se han definido dos zonas sísmicas principales, denominadas por Morales como las zonas de Papagayo y Nicoya. Debido a que en estas zonas se espera la ocurrencia de un sismo importante en el futuro, es importante presentar algunos detalles sobre su naturaleza.

La zona de Papagayo, abarca el área de la Península de Santa Elena, la Golfo de Papagayo y el Norte de la Península de Nicoya, cuyo límite meridional se correlaciona, groseramente, con la Discontinuidad de Bahía Tamarindo.

Según Morales², el último terremoto importante que se dio en esta zona fue el acaecido en febrero de 1916 y que tuvo una magnitud aproximada de $M_s \geq 7,0$. Estudios de amenaza sísmica realizados para esta zona indican que existe probabilidad de que un evento similar se repita en los próximos años.

Por su parte, la zona de Nicoya, se extiende desde la Discontinuidad de Bahía Tamarindo hasta el sur de la Península de Nicoya, específicamente frente al Promontorio de Herradura. MORALES³ delinea esta zona en función de las áreas de ruptura de los fuertes temblores de 1939 ($M_s = 7,3$) y en particular el temblor de 1959 ($M_s = 7,7$).

Según este autor, esta zona no muestra un período de recurrencia estable, sino que éste oscila entre 8 y 28 años. Otros estudios de amenaza sísmica realizados en la zona, en particular por el Observatorio Vulcanológico y Sismológico Nacional de la Universidad Nacional, han señalado que existe también una importante probabilidad de que ocurra un sismo importante en esta zona en un futuro cercano.

Desde este evento sísmico en el año 1950, la energía sísmica está acumulándose por más de 50 años en razón de la continuación del proceso de subducción de la placa de Coco abajo de la placa Caribe (9,1 cm/a), por lo cual la probabilidad de un nuevo evento sísmico de alta energía está creciendo cada año.

Además de los sismos por subducción que pueden originarse en el Pacífico Central, el Valle Central y el territorio del Cantón de San Pablo, también puede ser afectada por sismos de subducción ocurridos en el Pacífico Central, el Pacífico Sur y también en la región del Caribe. En el caso del Pacífico Central, se presentan las fuentes sísmicas detectadas para el Promontorio de Herradura, la región de Parrita y en particular el sector de Quepos.

Respecto al Pacífico Sur, destacan dos fuentes sísmicas importantes, la del sector de Golfito y el de la Zona de Fractura de Panamá. Finalmente, en la región Caribe, particularmente en el sector costero al sur de Puerto Limón, se presenta un tipo de subducción intraplaca dentro de la Placa Caribe, que ha originado un cinturón tectónico deformado que es fuente de sismicidad importante que eventualmente impacta al Valle Central. El ejemplo más reciente de esta actividad, corresponde con el denominado Terremoto de Limón ocurrido en abril de 1991 (Magnitud 7.2).

² Morales L.D., 1985: Las zonas sísmicas de Costa Rica y Alrededores. Revista Geológica América Central, No 3, páginas 69-101.

³ Íbidem.

En este sentido, es importante considerar que el riesgo para construcciones, relacionado con sismos de alta energía, es una función directa de las características litopetrofísicas del subsuelo⁴.

Generalmente, unidades de suelos no litificados significan un riesgo aumentado porque pueden amplificar la aceleración provocado por un sismo de alta energía. Igualmente, la capa superficial de arenas fluviales no litificadas, que forma la parte somera del subsuelo del área del proyecto, demuestra esta característica. Por la misma razón, las recomendaciones del Código Sísmico de Costa Rica deben ser respetadas EXTRICTAMENTE para todas las construcciones, especialmente al respecto del diseño de los cimientos y de la calidad de los materiales usados para la construcción.

En la Tabla 6.5 se resumen los sismos históricos más importantes originados en el Valle Central o sus cercanías, y que han generado efectos significativos. Por su parte, en la Figura 6.11 se muestran la ubicación de los epicentros de esos sismos históricos⁵.

⁴ Schmidt, V., Moya, A., Climent, A., Rojas, W., Boschini, I. 2005. Microzonificación Sísmica de San José, Costa Rica. Universidad de Costa Rica.

⁵ Los parámetros de seguridad de la imagen impiden mejorar su resolución, no obstante se ha incluido en función de su valor histórico como referencia bibliográfica.

Sismos de fuentes intraplaca regionales

Por su parte, los mecanismos de tipo intraplaca corresponden con las fallas geológicas activas que se pueden encontrar en los alrededores del área de estudio. Desde una perspectiva regional, la principal fuente de sismicidad intraplaca corresponde con el Sistema de Falla Transcurrente de Costa Rica que atraviesa y origina el Valle Central⁶.

Posiblemente, el evento sísmico más importante que se ha dado históricamente en las cercanías del área de estudio corresponde con el denominado Terremoto del Golfo de Nicoya (Red Sismológica Nacional, 1991).

Este evento, cuyo epicentro se localizó 17 Km al este de Cabuya (Península de Nicoya), originado en el año 1990, tuvo una Magnitud de 7,0 (escala de Richter) y una profundidad de 17 Km.

Número en Fig. 6.11	Nombre	Año	Magnitud Ms	Daños
1	Sismo de Barva	1772	5.5	El sismo daño iglesia de Barva.
2	Sismo de Cartago	1834	5.2	No se reportaron daños.
3	Sismo de Alajuela	1835	5.4	Pocos daños en Alajuela.
4	Sismo de Cartago	1841	5.8	Primera destrucción de Cartago; 38 personas murieron.

⁶ Astorga, A., Fernández, A., Barboza, G., Campos, L., Obando, J., Aguilar, A. & Obando, L. (1989): Cuencas Sedimentarias de Costa Rica: Evolución Cretácico Superior-Cenozoica y Potencial de Hidrocarburos. Symposium on the Energy and Mineral Potential of the Central American-Caribbean Region, San José, Costa Rica, March 6-9, 1989, Circumpacific Council. Ver También Astorga, A., Fernández, A., Barboza, G., Campos, L., Obando, J., Aguilar, A. & Obando, L. (1991): Cuencas sedimentarias de Costa Rica: evolución geodinámica y potencial de hidrocarburos. – Revista Geológica de América Central, 13: 25 -59; y ASTORGA, A.; FERNANDEZ, J.A.; BARBOZA, G.; CAMPOS, L.; OBANDO, J.; AGUILAR, A. & OBANDO, L.G.; 1995: Sedimentary basins of Costa Rica: Late Mesozoic-Cenozoic evolution and hydrocarbon potential. -Circum-Pacific Council for Energy and Mineral Resources, Earth Science Series, 16. MILLER, R.L.; ESCALANTE, G., REINEMUND, J.A. & BERGIN, M.J. (EDS.): Energy and Mineral Potential of the Central American-Caribbean Region. Springer-Verlag, Berlin.

5	Sismo de Alajuelita	1842	5.4	Daños en Alajuelita.
6	Sismo de Fraijanes	1851	5.5	Daños importantes en Alajuela, San José y Cartago.
7	Sismo de Fraijanes	1888	5.8	Afectó fuertemente las ciudades de Alajuela, Heredia y San José.
8	Sismo del Tablazo	1910	5.0	Daños en San José.
9	Sismo del Tablazo	1910	5.2	Daños en Desamparados y San José.
16	Sismo de Cartago	1910	6.4	Severa destrucción de Cartago, 600 personas murieron.
Fuera del mapa	Sismo de Toro Amarillo	1911	6.1	Deslizamientos, fracturamiento del suelo, destrucción en Toro Amarillo.
Fuera del mapa	Sismo de Sarchí	1912	6.2	Sarchí fue severamente destruido, 15 personas murieron.
10	Sismo de Tres Ríos	1912	5.2	Daños en Tres Ríos.
11	Sismo de Paraíso	1951	5.2	Paraíso fue grandemente afectado por este evento.
12	Sismo de Patillos	1952	5.8	Grandes daños en el flanco oeste del volcán Irazú; 21 personas murieron.
Fuera del mapa	Sismo de Toro Amarillo	1955	5.5	Gran destrucción en Bajos del Toro, evacuación del pueblo; 10 personas murieron.

13	Sismo de Piedras Negras	1990	6.0	Piedras Negras de Mora, tres muertos y muchos daños.
14	Sismo de Piedras Negras (réplica)	1990	5.1	Daños en la Guácima de Alajuela.
Fuera del mapa	Terremoto de Limón	1991	7,6	Daños en 8.000 Km ² en Costa Rica y Panamá, levantamiento cortical de costa sur de Limón: 138 muertos y 4.900 heridos.
Fuera del mapa	Terremoto de Cinchona	2009	6.2	Daños severos en Chinchona y Vara Blanca, 42 muertes por efectos directos e indirectos (deslizamientos)
Fuera del mapa	Terremoto de Nicoya	2012	7,6	Daños en la zona de la Península de Nicoya, 2 muertos y 78 heridos

Tabla 6.5. Sismos históricos de magnitudes significativas con epicentros en el Valle Central o sus alrededores.
Fuente: Ajustado de Schmidt et al. (2005).

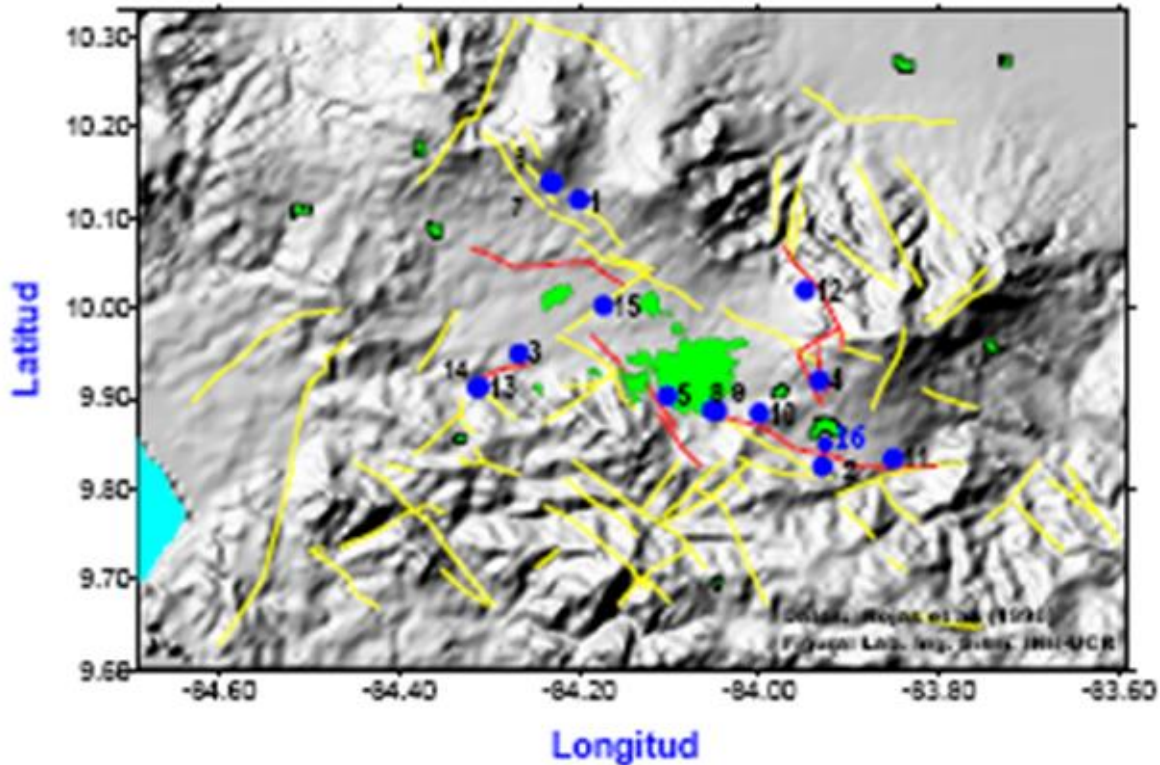


Figura 6.11. Mapa de localización de epicentros sísmicos históricos del Valle Central y alrededores. Tomado de Schmidt (2005).

Posiblemente, el evento sísmico más importante que se ha dado históricamente en las cercanías del área de estudio corresponde con el denominado Terremoto del Golfo de Nicoya (Red Sismológica Nacional, 1991). Este evento, cuyo epicentro se localizó 17 Km al este de Cabuya (Península de Nicoya), originado en el año 1990, tuvo una Magnitud de 7,0 (escala de Richter) y una profundidad de 17 Km.

La Amenaza sísmica para el área de estudio

Con respecto a la amenaza sísmica se deben tomar en cuenta dos aspectos diferentes:

- Por un lado, como ya se mencionó, la ubicación del área del proyecto dentro de la unidad morfoestructural del Arco Volcánico con un alto grado de actividad sísmica, relacionado con la subducción de la placa oceánica de Cocos debajo de la placa Caribe. Esto implica un aumento del riesgo con respecto a la amenaza por eventos sísmicos de alta energía provocados por el mismo proceso de subducción.

En este sentido, es importante considerar que el riesgo para construcciones, relacionado con sismos de alta energía, es una función directa de las características litopetrofísicas del suelo y el subsuelo superior⁷. Generalmente las unidades de suelos no litificados, como en el caso de los depósitos del abanico aluvial que se presentan en las áreas centrales del área de estudio, significan un aumento del riesgo porque pueden amplificar la aceleración provocada por un sismo de alta energía, razón por la cual recibe un factor de amenazas naturales de 3.

- Por otro lado, la presencia de fallas geológicas activas dentro del área de estudio que, como ya se ha mencionado, se presentan dentro de la misma, representan una fuente de riesgo sísmico o de ruptura en superficie (ver adelante), para la cual se ha establecido un factor de amenaza natural de 4.

En consideración de todo lo anterior, es recomendable establecer un concepto antisísmico bien elaborado para cualquier tipo de proyecto de construcción que se desee ejecutar en la zona, con el fin de garantizar la estabilidad de las construcciones a largo plazo. Como una condición mínima se debe cumplir de forma estricta todas las recomendaciones del Código Sísmico de Costa Rica, especialmente con respecto al diseño de los cimientos y de la calidad de los materiales utilizados para la construcción.

A partir de todo lo anterior y de los datos previos y de los resultados de los mapas de IFA Geoaptitud Litopetrófica y del IFA Geoaptitud por Geodinámica Externa, en el anexo 4 (MG 9.1 a MG 9.3 del atlas de mapas) se presentan los mapas de amenaza sísmica para el área de estudio.

Como se puede observar la casi totalidad el área de estudio se ubica sobre una zona de amenaza sísmica moderada, salvo en la sección 3 (Anexo 4, MG 9.3 del atlas de mapas), donde presentan áreas de fallas geológicas activas.

⁷ Schmidt, V., Moya, A., Climent, A., Rojas, W., Boschini, I. 2005. Microzonificación Sísmica de San José, Costa Rica. Universidad de Costa Rica.

6.6.3 Factor de Amenaza por potencial de ruptura en superficie por fallas geológicas activas

Las fallas geológicas locales que se presentan en el área de estudio, en caso de estar activas, no solo son una posible fuente de ondas sísmicas, sino que, si están cerca de la superficie, pueden producir un fenómeno de ruptura en ésta, provocando daños a las obras que puedan localizarse sobre su traza o en sus inmediaciones. Montero⁸ por su parte, presenta en el Mapa Sismológico y Neotectónico de la Gran Área Metropolitana las principales fallas geológicas identificadas para este sector del Valle Central.

En el anexo 4 (MG 10.1 a MG 10.3 del atlas de mapas) se presentan los mapas neotectónicos del áreas de estudio, donde se identifican las principales fallas geológicas que lo afectan. En este mapa se han integrado los datos sobre fallas geológicas generados por otros autores previamente, así como las fallas geológicas identificadas como producto del estudio geológico y geomorfológico realizado.

A la información de las fallas geológicas incluidas en los mapas indicados se han sobrepuesto los datos sísmicos de sismicidad instrumental registrados por la Red Sismológica Nacional de Costa Rica y de la Red Sismológica de América Central.

Se han incluido los sismos de diversas magnitudes desarrollados a profundidades someras, es decir, a menor de 20 kilómetros bajo la superficie.

Los principales criterios utilizados para las fallas geológicas incluidas en el área de estudio, son los siguientes:

- Alineamiento geomorfotectónico: clara existencia de un alineamiento morfológico que muestra la presencia de un notable elemento estructural que delimita los cambios de relieve de la zona. Este elemento indica la existencia de una posible falla geológica.
- Alineamiento geomorfotectónico local: se presentan alineamientos de serranías, así como de valles aluviales y eventualmente, de cauces de cursos de agua de diferente dimensión.
- Escarpe tectónico local: en algunos tramos, donde el trazo de la falla controla una serranía, se desarrollan, laderas de alta pendiente (hasta 80°) alineadas que representan escarpes tectónicos asociados a la falla.

⁸ MONTERO, W., 1994: Sismicidad y neotectónica. - En: DENYER, P. & KUSSMAUL, S. (eds.): Atlas Geológico Gran Área Metropolitana. - Ed. Tecnológica de Costa Rica: 147-160.

- Criterio geológico: basado en el hecho de que la falla representa cambios en los tipos de rocas aflorantes o en su defecto en la estructura de las mismas.

Las fallas geológicas incluidas, se circunscriben dentro de 4 grupos principales:

- Fallas geológicas regionales (longitudes mayores de 20 Km).
- Fallas geológicas locales (longitudes menores de 20 Km).
- Fallas regionales establecidas por Montero (1994) y Denyer et al. (2003).
- Fallas asociadas a zonas de rift volcánico.

Para todas las fallas geológicas incluidas en el mapa neotectónico, los resultados de los estudios geológicos y geomorfológicos realizados en este estudio, así como los datos aportados por otros autores citados previamente se concluye que las mismas califican como fallas POTENCIALMENTE ACTIVAS.

Como consecuencia de lo anterior, y de conformidad con los datos del Decreto Ejecutivo No. 32967 – MINAE, estas fallas son susceptibles de establecer una zona de seguridad de 50 metros a ambos lados de la traza de falla hasta tanto se realice un estudio neotectónico para cada falla.

Sin embargo, debido a que el presente documento se refiere a un estudio de IFA regional, se ha optado por señalar la situación anterior a fin de que sea tomado en cuenta al momento de realizar la planificación de uso del suelo a nivel de cada cantón.

En el caso de los mapas de IFA, en lo referente a las fallas geológicas, se ha seguido el criterio de establecer la zona de seguridad únicamente para aquellas fallas geológicas en las que los datos geomorfológicos, geológicos y de sismicidad instrumental determinaban que la falla califica como una falla potencialmente activa. Para las otras fallas, se hace la recomendación técnica de que se realicen los estudios neotectónicos correspondientes para determinar su situación y además, y de que no se planifiquen obras sobre la traza de falla o en sus cercanías inmediatas.

6.6.4 Factor Amenaza por Actividad Volcánica

Introducción

La amenaza volcánica se refiere a los posibles efectos negativos que pueda acarrear la entrada en actividad de un centro de emisión volcánico. Para la mayoría de las personas, es conocido que los volcanes, durante su erupción liberan materiales con diversas manifestaciones de energía y afectando un área de influencia que es proporcional a esa energía de erupción volcánica.

Los efectos que puede producir una erupción volcánica pueden corresponder con caída de piroclastos, explosiones dirigidas y emisión de flujos piroclásticos, avalanchas volcánicas, emisión de coladas de lava, corrientes de lodo, apertura de nuevos conos, dispersión de gases volcánicos y lluvia ácida (Paniagua, 1994).

En la Figura 6.12 se presenta el mapa de amenaza volcánica de Paniagua (1994). Dentro de este mapa se distinguen una serie de zonas potencialmente afectadas por actividad volcánica en caso de que algunos de los estratos volcanes de la Cordillera Volcánica Central (Póas, Barva, Irazú y Turrialba) hiciera una erupción, similar a las que ha realizado en la historia reciente.

Las zonas que se distinguen son las siguientes:

- **Zona 1.** Máxima amenaza por caída de piroclastos (> 30 cm de diámetro), que corresponde la zona más cercana al centro de emisión o cráter volcánico.
- **Zona 2.** Máxima amenaza por caída de piroclastos (6,4 a 30 cm de diámetro), que representa una zona externa a la zona 1.
- **Zona 3.** Área de influencia por caída de ceniza volcánica, establecida según los patrones de viento predominante, según tendencias históricas.
- **Zona 4.** Zona de “rift” volcánico, que corresponde con una zona de debilidad por distensión tectónica asociada a la actividad volcánica y que por tanto, es propensa al surgimiento y formación de nuevos conos volcánicos.

Además de estas zonas se distinguen las áreas de paso de flujos de barro (lahares) que puedan descender desde el aparato volcánico, así como las áreas donde se formarían los abanicos aluviales y de lahares correspondientes.

Mapa de IFA Geoaptitud – Amenaza Volcánica

En el anexo 4 (MG 11.1 a MG 11.3 del atlas de mapas) se presenta el Mapa de IFA Geoaptitud – Amenaza Volcánica, en la que se han transformado los datos de amenaza volcánica de Paniagua (1994), presentado en la Figura 6.12.

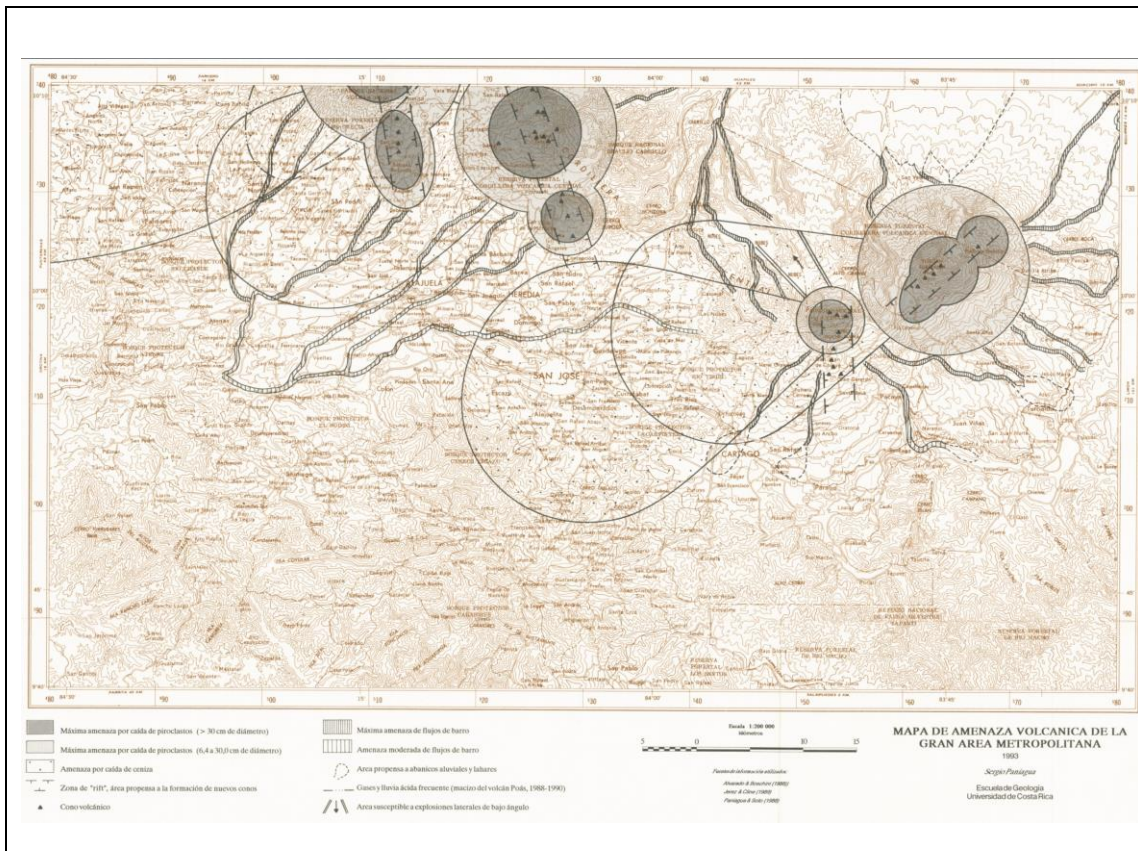


Figura 6.12. Mapa de amenaza volcánica del Valle Central, según Paniagua (1994).

Las zonas 1 y 2, descritas en la sección anterior, han sido calificadas, según la metodología establecida, como zonas de Muy Alta Fragilidad.

Por su parte, la zona 3 califica como de Alta Fragilidad por amenaza volcánica.

La zona 3, por su lado, califica como de Muy Alta y Alta Fragilidad.

6.6.5 IFA Geoaptitud Amenazas naturales (Georiesgos)

A modo de síntesis, en el anexo 4 (MG 12.1 a MG 12.3 del atlas de mapas) se presentan los mapas de amenazas naturales más importante que afectan el área de estudio. Se identifican las zonas de amenaza alta y muy alta a deslizamientos. También las amenazas altas a la actividad volcánica y a las amenazas sísmicas, a las fallas geológicas y a los fenómenos de inundación.

Dado que la infraestructura del tren ya existe esas zonas corresponden con áreas de alto y muy alto riesgo que deben ser tomadas en cuenta en el diseño de las obras del TRP.

6.7 Elementos ambientales sensibles por fragilidad ambiental

6.7.1 IFA Subclasificación y sitios ambientalmente sensibles

En el anexo 4 (MG 13.1 a MG 13.3 del atlas de mapas) se presenta el mapa del IFA Subclasificación generado por Astorga et al. (2008) para el PRUGAM y que están oficializados por la aprobación dada por la SETENA en el año 2009.

Las categorías de fragilidad ambiental son las mismas establecidas por el PRUGAM (ver Astorga et al., 2008). En la Tabla 6.6 se presenta la ubicación y extensión de esas áreas ambientalmente sensibles.

Por su parte, los mapas de uso actual del suelo para el área de estudio se presentan en el anexo 4 (MG 14.1 a MG 14.3).

MAPA 1 (Figura 13.1)			
Línea SUR	NORTE	ESTE	ZONA
1.	11038000	472000	1A 100MTS
2.	1102800	475000	1B 200MTS
3.	1103000	478000	1A 1B 300MT
4.	1103200	481000	1A 100MTS
5.	1102000	482000	1A 1B 200M
6.	1101000	483000	1A 1B 700MT
7.	1100500	484000	1A 100MTS
LINEA NORTE	NORTE	ESTE	ZONA
1.	1106500	477800	1A 1B 50 MT
2.	1106000	478200	1A 50MTS
MAPA 2 (Figura 13.2)			
Línea Norte	NORTE	ESTE	ZONA
1.	1105000	487900	1A 1B 25MTS
2.	1103900	484000	1A 1B 50MTS
3.	1103000	488500	1A 1B 50MTS
4.	1102000	49000	1A 1B 300MT
5.	1101000	491000	1A 1B 50MTS
6.	1099000	492500	1A 1B 25MTS
Línea sur sin restricción			
Línea única	NORTE	ESTE	ZONA
1.	1096000	500000	1A 1B 500MT
2.	1096000	5002000	1A 1B 500MT

MAPA 3 (Figura 13.3)			
Línea única	NORTE	ESTE	ZONA
1.	1096000	50000	1A 1B 200MT
2.	1096000	501000	1A 1B 300MT
3.	1095800	504000	1A 700MTS

Tabla 6.6. Sitios ambientalmente sensibles para el área de estudio.

7 DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE BIOLÓGICO

7.1 Introducción.

A continuación, se realiza la descripción del ambiente biológico del área de Proyecto (AP) y área de Influencia Directa (AID) del Proyecto Tren Rápido de Pasajeros. En los mismos se describen los diferentes ecosistemas presentes, corredores biológicos, así como la flora y fauna que caracteriza cada tipo de ecosistemas.

La flora y fauna se muestran en dos cuadros, en los cuales se indican los aspectos relevantes en cuanto a la categoría de riesgo ecológico por parte de la UICN y la base de datos de CITES, así como lo establecido por la legislación nacional referente a vida silvestre.

7.2 Ambiente terrestre.

7.2.1 Estatus de Protección del AP.

El área del Proyecto no se encuentra afectada directamente por ninguna área silvestre protegida establecida por decreto ejecutivo. El área protegida más cercana es la Zona Protectora Cerros la Carpintera, sin embargo, no se encuentra en el A. P.

Con respecto a los corredores biológicos, el proyecto pasa en dos tramos el “Corredor Biológico Ribereño Interurbano Subcuenca Reventado Aguacaliente COBRI-SURAC” (ACCVC). En la Figura 7.1, se muestra la ubicación de dichas zonas con respecto al AP.

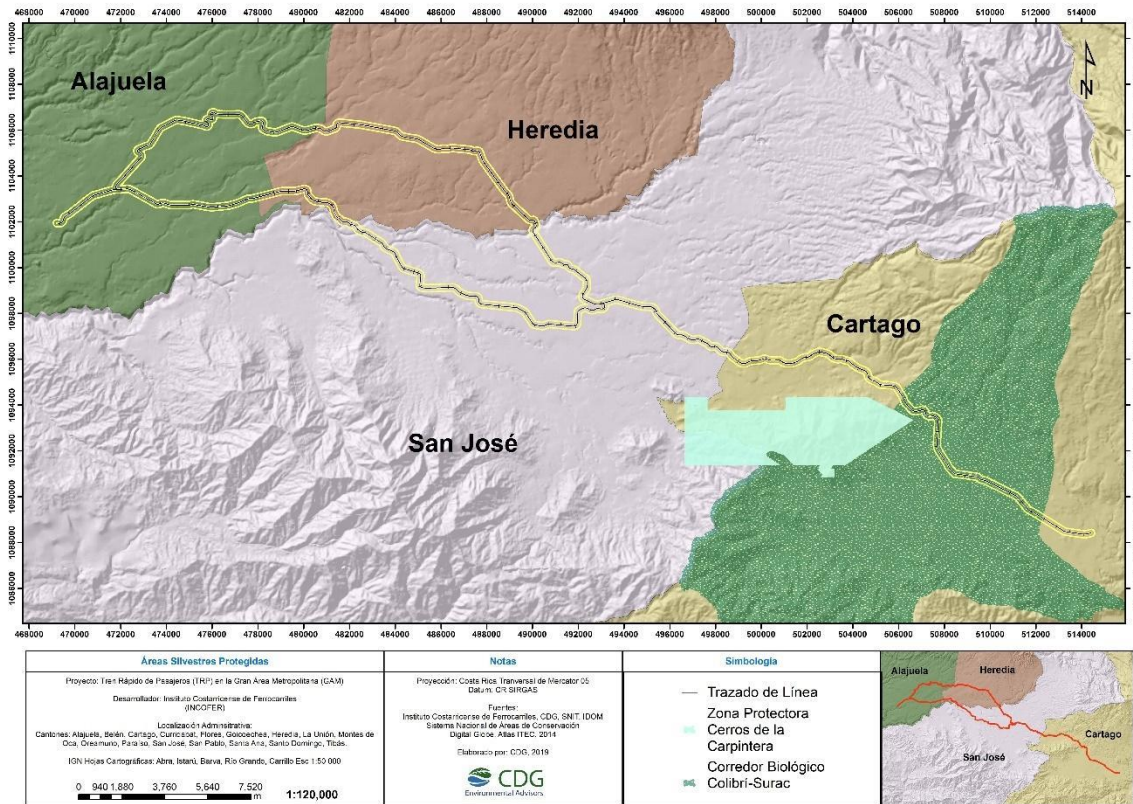


Figura 7.1. Ubicación de la Zona Protectora Cerros la Carpintera y Corredor Biológico COBRI-SURAC con respecto al AP, Instituto Geográfico Nacional (IGN); Atlas de Costa Rica, 2014.

7.2.2 Zonas de vida.

De manera general, se puede decir que el proyecto se encuentra en las zonas de vida llamadas Bosque Húmedo Premontano (bh-P), Bosque Muy Húmedo Premontano (bmb-P), Bosque Muy Húmedo Montano Bajo (bh-MB) y Bosque Húmedo Montano Bajo (bmh-MB) (figura 7.2.). La precipitación promedio anual varía entre los 1200 y 4000 mm.

El bh-P comprende gran área de Valle Central, es una zona de extensas áreas de suelos volcánicos y fértiles. El bmb-P presenta gran variedad de condiciones edáficas, el bh-MB se encuentra ubicado entre las cercanías de Zarcero y Ochomogo, en su condición natural el bosque de esta zona de vida es de baja altura, con dos estratos, poco denso, con abundancia de epifitas, siempre verde. En el bmh-MB es muy característica la presencia de neblina durante largos periodos durante el día y en transcurso del año, los terrenos de esta

zona de vida son en su mayoría de topografía accidentada, con ladera expuesta vientos (que traen mucha humedad). Esta formación se ubica en la Cordillera de Talamanca, donde domina el género *Quercus* (Con más de 10 especies), *Alnus acuminata* (jaúl), *Cornus disciflora* (lloró), *Magnolia poasana* (magnolia). Un buen ejemplo son los bosques del Cerro de la Muerte.

En el valle del Guarco las precipitaciones son menores y las neblinas frecuentes, especialmente en la ciudad de Cartago y alrededores. Las lluvias anuales son cercanas a los 1400mm, en tanto que en las faldas de las montañas que rodean el valle la precipitación es de 2500 a 3000mm. La temperatura oscila entre los 12 y 24 °C.

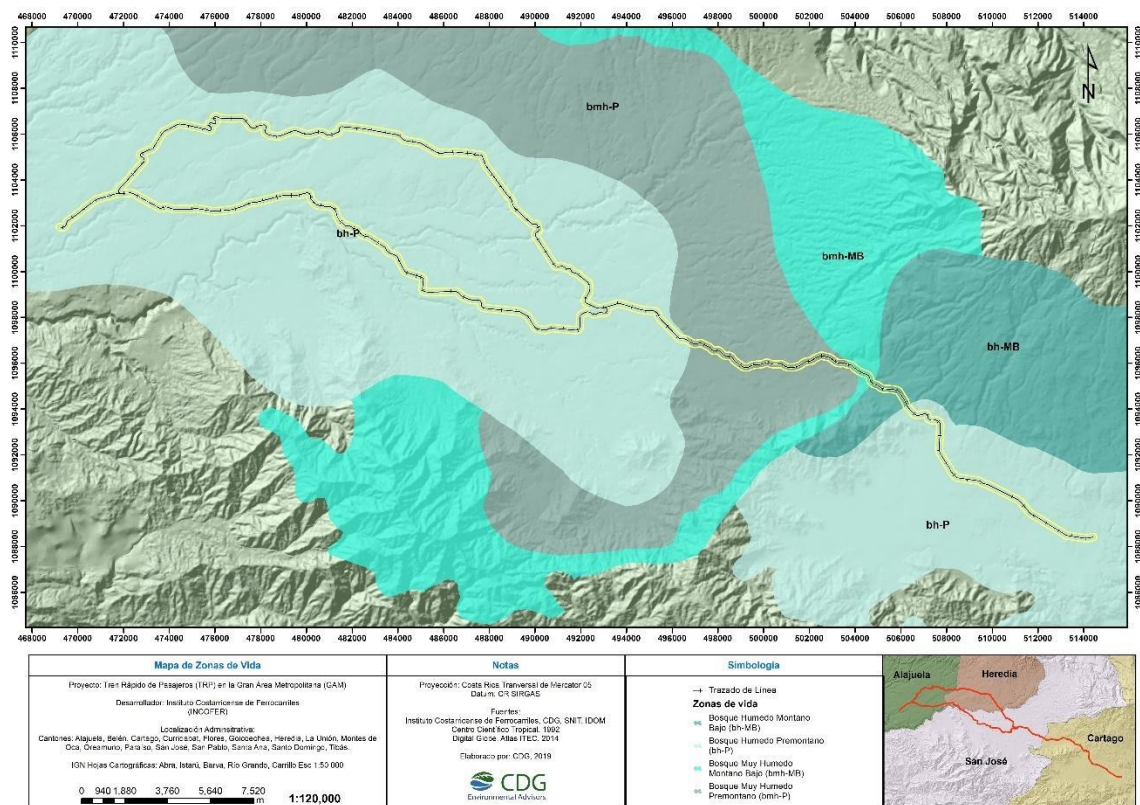


Figura 7.2. Zonas de vida presentes sobre el Proyecto TRP; Atlas de Costa Rica, 2014.

7.2.3 Asociaciones naturales presentes.

A lo largo de la vía ferroviaria existente, en lo que respecta al derecho de vía, lo que se puede observar son áreas alteradas como producto del uso y mantenimiento actual de las vías y, además, áreas impactadas por la misma actividad urbana principalmente y agrícola. La mayoría de la superficie de derecho de vía atraviesa zonas urbanas, algunos tramos con matorrales, matorrales arbolados, áreas de pastos, pastos arbolados, árboles ornamentales de especies exóticas y otras con especies nativas; áreas de protección de quebradas y ríos; áreas dedicada a la agricultura, principalmente plantaciones de café y muy escasos tramos de la vía presentan una cobertura arbolada importante muy aislada y fragmentada.

Un aspecto importante del proyecto lo constituye el hecho que al ejecutarse las diferentes obras no se estará afectando o alterando áreas aledañas o cercanas al A.P., ya que se trabajará sólo sobre el actual derecho de vía que ha sido modificado desde hace muchos años y en terrenos acordes al uso del suelo, estipulado por las Municipalidades, para la instalación de las diferentes estructuras temporales; por lo que se prevé que las diferentes asociaciones vegetales o las escasas coberturas boscosas que se encuentran próximas no sufran cambios o alteraciones por la influencia del proyecto.

7.2.4 Cobertura vegetal actual por asociación natural.

La línea férrea por intervenir dentro del proyecto Tren Rápido de Pasajeros, que comprende desde Paraíso de Cartago hasta Ciruelas de Alajuela, y con una longitud de 84,85 kilómetros lineales, actualmente se pueden encontrar los siguientes usos:

- **Zonas de matorrales:** representa un porcentaje bajo de la superficie del proyecto y se observa principalmente en la sección Paraíso – Atlántico. Las secciones Atlántico – Alajuela y Atlántico – Ciruelas, solo presentan estos ambientes en zonas de protección de quebradas y ríos. Se caracteriza por ser franjas estrechas con arbustos, así como de gramíneas o pastos por algunos tramos. Estos pueden ser prolongación de reductos de la misma cobertura fuera del área del proyecto o por ser franjas únicas de la zona de derecho de vía actual por falta de mantenimiento, y donde no hay conexión con otras áreas principalmente en algunas zonas de protección de quebradas y ríos. Se pueden apreciar especies como el Guarumo (*Cecropia* sp), Heliconesacea, musaceae (Yute), algunas poaceae (Bambú) y gramíneas, entre otros.



Figura 7.3. Área de matorral en el derecho de vía, con predominancia de gramíneas y algunos arbustos, ambos márgenes tramo Paraíso-Atlántico. Abril, 2019.



Figura 7.4. Área de matorral, ambos márgenes tramo Paraíso-Atlántico. Abril, 2019.

- **Zonas de matorrales arbolados:** este tipo de cobertura representa un porcentaje bajo de la superficie del derecho de vía, se observa principalmente en la sección Paraíso–Atlántico. Las secciones Atlántico–Alajuela y Atlántico–Ciruelas, solo presentan estos ambientes en zonas de protección de quebradas y ríos, esto se debe a que la vía férrea atraviesa los principales centros urbanos del Valle Central. Se puede observar en áreas de taludes o en depresiones (áreas de relleno de la vía).

También es común en zonas continuas a fincas productivas donde se ha dejado de darle el mantenimiento correspondiente pero principalmente en zonas de protección de quebradas y ríos. Las especies que se identifican en esta categoría se caracterizan por ser especies pioneras, indicadores de áreas alteradas y en recuperación. Algunas de ellas son: Laurel (*Cordia alliodora*), Balsa (*Ochroma pyramidale*), Poro gigante (*Erythrina poeppigiana*), entre otras más, en diferentes estados de sucesión propios de áreas alteradas.



Figura 7.5. Área de matorral en el derecho de vía, con predominancia de gramíneas y algunos arbustos, ambos márgenes tramo Paraíso-Atlántico. Abril, 2019.



Figura 7.6. Área de matorral arbolado, margen derecha tramo Atlántico-Ciruelas. Abril, 2019.

- **Zonas de Protección de cauces:** estas zonas lo constituyen 50 sitios entre quebradas y ríos que son influenciadas por la actual vía férrea. En todas se ha presentado una modificación del cauce, debido a la actual estructura del puente durante sus respectivos procesos constructivos en años anteriores; y a procesos posteriores para su mantenimiento.

Se puede observar áreas de protección con especies arbustivas y con pastos, áreas con únicamente pastos, en otros casos superficies con especies arbóreas de diferente porte y otras totalmente descubiertas de vegetación.



Figura 7.7. Área de protección de cauces con presencia de pastos, matorrales y algunos árboles de diferentes envergaduras, tramo Atlántico-Alajuela. Abril, 2019.



Figura 7.8. Área de protección de cauces con presencia de pastos, matorrales y algunos árboles de diferentes envergaduras, tramo Paraíso-Atlántico. Abril, 2019.

- Zona urbana, comercial y residencial: estas zonas representan el mayor porcentaje en el AP. Presentan superficies cubiertas, en algunos casos, de árboles frutales, árboles y palmas de tipo ornamental, superficies con gramíneas recortadas de manera de zona verde, y predominan áreas de parqueadero de restaurantes, comercio en general, autopistas, centros urbanos y casas de habitación. Incluso hay edificaciones en derecho de vía.



Figura 7.9. Área residencial margen derecha, tramo Atlántico-Ciruelas. Abril, 2019.



Figura 7.10. Área urbana y comercial ambos márgenes, tramo Paraíso-Atlántico. Abril, 2019.

7.2.5 Especies indicadoras por ecosistema natural

En las zonas aledañas y próximas al Proyecto se pueden encontrar especies forestales exóticas como el eucalipto (*Eucalyptus* sp) y ciprés (*Cupressus lusitanica*). También existen pequeños y fragmentados bloques de especies nativas como el Roble Sabana (*Tabebuia rosea*), Gavilán.

(*Pentaclethra maculosa*), Laurel (*Cordia alliodora*) Balsa (*Ochroma pyramidale*), Espavel (*Anacardium excelsum*), entre otras. Muchas de las especies presentes en el área del proyecto corresponden a especies frutales, entre exóticas y nativas, como Naranjos (*Citrus sinensis*), Limón (*Citrus* sp), Fruta de pan (*Artocarpus altilis*), Guayaba (*Psidium guajaba*), y Cocotero (*Cocos nucifera*); especies ornamentales como por ejemplo Orgullo de la India (*Lagerstroemia speciosa*), Laurel de la India (*Ficus benjamina*), Llama del Bosque (*Spathodea campanulata*), entre otras. En las zonas agrícolas aledañas se pueden observar cultivos de café principalmente y en menor medida hortalizas.



Figura 7.11. Área de plantación ornamental de Eucaliptos, margen izquierda, tramo Paraíso-Atlántico. Abril, 2019.



Figura 7.12. Área con especies nativas y agrícolas, margen izquierda, tramo Paraíso-Atlántico. Abril, 2019.

- **Composición florística**

Basado en un estudio preliminar realizado en las últimas semanas, en las áreas con presencia de bosque secundario y áreas en regeneración, se logra determinar que las especies presentes en general son típicas del Bosque Húmedo Premontano (bh-P), Bosque Muy Húmedo Premontano (bmb-P, Bosque Muy Húmedo Montano Bajo (bh-MB) y Bosque Húmedo Montano Bajo (bmh-MB) de Costa Rica, donde se da una dominancia de las especies colonizadoras de rápido crecimiento y de las especies remanentes en sitios de difícil acceso o por condiciones climáticas.

- **Flora**

En la siguiente tabla se muestran las especies de flora encontradas dentro del AP.

Espece	Nombre vernáculo	Familia botánica	Hábito	Estatus
<i>Bambusa vulgaris</i>	Bambú	Poaceae	Leñosa	A
<i>Cocos nucifera</i>	Coco	Areaceae	Palma	A

Especie	Nombre vernáculo	Familia botánica	Hábito	Estatus
<i>Cupressus</i> https://www.google.com/search?q=Cupressus+lusitanica&spell=1&sa=X&ved=0ahUKEwj8soCcm87iAhUktlkKHfRbDnYQkeECCKkoAA <i>lusitanica</i>	Ciprés	Cupressaceae	Árbol	I
<i>Anacardium excelsum</i>	Espavel	Anacardiaceae	Árbol	ES
<i>Eucalyptus deglupta</i>	Eucalipto arco iris	Myrtaceae	Árbol	I
<i>Pentaclethra maculosa</i>	Gavilán	Fabaceae	Árbol	ES
<i>Cecropia obtusifolia</i>	Guarumo	Urticaceae	Árbol	A
<i>Ficus sp</i>	Higuerón	Moraceae	Árbol	ES
<i>Cordia alliodora</i>	Laurel	Boraginaceae	Árbol	A
<i>Ficus benjamina</i>	Laurel de la india	Moraceae	Árbol	I
<i>Citrus sp</i>	Limón	Rutaceae	Árbol	I
<i>Spathodea campanulata</i>	Llama del bosque	Bignonaceae	Árbol	I
<i>Cojoba arborea</i>	Lorito	Fabaceae	Árbol	A
<i>Gliricidia sepium</i>	Madero negro	Fabaceae	Árbol	MA
<i>Citrus sp</i>	Naranja	Rutaceae	Árbol	I
<i>Lagerstroemia speciosa</i>	Orgullo de la india	Lythraceae	Árbol	I
<i>Erythrina poeppigiana</i>	Poro	Fabaceae	Árbol	I
<i>Tabebuia rosea</i>	Roble sabana	Bignonaceae	Árbol	ES
<i>Zygia longifolia</i>	Zota caballo	Fabaceae	Árbol	A

Especie	Nombre vernáculo	Familia botánica	Hábito	Estatus
<i>Ochroma pyramidale</i>	Balsa	Malvaceae	Árbol	ES
<i>Heliconia wagneriana</i>	Platanilla	Heliconiaceae	Hierba	A
<i>Coffea sp.</i>	Café	Rubiaceae	Árbusto	I

Tabla 7.1. Lista de especies vegetales observadas en el área de proyecto.

Fuente: Elaboración propia con observación de campo, 2019. A: Abundante; MA: muy abundante; ES: Escaso; I: introducido.

- **Fauna**

Al tratarse de una vía férrea y siendo que la mayor parte del AP es zona urbana, en donde la mayoría de la vegetación a lo largo de la ruta son pastos y matorrales árboles aislados, la fauna que se ha identificado en la zona, es principalmente de paso. La fauna voladora es relativamente común en cualquier área con y sin proyecto y con respecto a las especies de mamíferos, muchos están relacionados con los parches de vegetación aledaños a la AID. Durante la visita se encontró una variedad de especies animales las cuales se encuentran en la siguiente tabla.

Clase	Familia	Nombre científico	Nombre común	Hábitat	IUCN / CITES	Estado	Lugar Obs.	Notas de ambientes característicos
Amphibia	Hylidae	<i>Agalychnis callidryas</i>	Rana ojos rojos	BHP, BMHP	IUCN-CITES	LC	AID	Cuneta con agua
	Bufonidae	<i>Rhinella horribilis</i>	Sapo gigante	BHP, BMHP	IUCN	LC	AID	Urbano, pastizal
	Centrolenidae	<i>Hyalinobatrachium fleischmanni</i>	Rana de vidrio de Fleischmann	BHP, BMHP	IUCN	LC	AID	Cuenca de ríos
	Eleutherodactylidae	<i>Diasporus diastema</i>	Rana campanita	BHP, BMHP	IUCN	LC	AID	Matorral arbolado
Mammalia	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	BHP, BMHMB, BMHP	IUCN	LC	AID	Cuenca de ríos, urbano
	Muridae	<i>Rattus</i>	Rata de casa	BHP	IUCN	LC	AID	Urbano
	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Zorro pelón	BHP, BMHP	IUCN	LC	AID	Matorral arbolado
	Bradypodidae	<i>Bradypus variegatus</i>	Perezoso 3 dedos	BHP	IUCN	LC	AID	Matorral arbolado
	Sciuridae	<i>Sciurus variegatoides</i>	Ardilla chiza	BHP	IUCN	LC	AID	Matorral arbolado
Reptilia	Boidae	<i>Boa imperator</i>	Serpiente boa	BHP	IUCN	LC	AID	Matorral arbolado
	Teiidae	<i>Ameiva festiva</i>	Chisbala	BHP, BMHP	IUCN	LC	AID	Matorral arbolado
	Viperidae	<i>Bothrops asper</i>	Terciopelo	BHP	IUCN	LC	AID	Matorral

Clase	Familia	Nombre científico	Nombre común	Hábitat	IUCN / CITES	Estado	Lugar Obs.	Notas de ambientes característicos
Aves	Cathartiformes	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote negro	BHP	IUCN	LC	AID	Urbano, pastizal
	Thraupidae	<i>Thraupis episcopus</i>	Viudita	BHP, BMH MB, BMHP, BHMB	IUCN	LC	AID	Urbano
	Psittacidae	<i>Psittacara finschi</i>	Perico frentirojo	BHP	IUCN	LC	AID	Matorral arbolado, urbano
	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bienteveo grande	BHP, BMH MB, BMHP, BHMB	IUCN	LC	AID	Matorral arbolado, urbano
	Turdidae	<i>Turdus grayi</i>	Yigüirro	BHP				Urbano
	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate grande	BHP, BMH MB, BMHP, BHMB	IUCN	LC	AID	Urbano

Tabla 7.2. Lista de especies de faunas visualizadas y reportadas en el área del proyecto y áreas de influencia del proyecto, CDG Environmental Advisors, mayo del 2019.

AP: Área del Proyecto; AID: Área de Influencia Directa; LC: preocupación menor; NT: casi amenazado; LR/LC: Bajo riesgo/preocupación menor; LR/NT: Bajo riesgo-preocupación menor; A-I: Apéndice I CITES; A-II: Apéndice II CITES.

7.2.6 Especies Endémicas, Poblaciones Amenazadas y en Peligro Extinción.

Flora

Ninguna de las especies arbóreas observadas se encuentra en la lista de especies catalogadas en peligro de extinción según el Decreto 25700-MINAE para Costa Rica. Con respecto a la lista de especies de la UICN y CITES, tampoco se incluye ninguna de las especies anteriormente citadas. Existen más bien, especies introducidas como el Eucalipto, Ciprés, Laurel de la India, Orgullo de la India, Llama del Bosque, cítricos diversos, entre otros.

Fauna

De las especies observadas y con registro sobre el AID se puede concluir que ninguna se encuentra bajo amenaza o peligro de extinción, con respecto a la lista de especies de la IUCN y CITES. Solamente la rana de ojos rojos (*Agalychnis callidryas*), está dentro del Apéndice II, según CITES. Sin embargo, existe una serie de especies que frecuentan el paso sobre la actual vía o AP que pueden verse afectadas, por lo que se deben proponer las correspondientes medidas de mitigación, como por ejemplo pasos de fauna.

7.2.7 Fragilidad de Ecosistemas.

El área del proyecto se caracteriza, en su gran mayoría, por poseer poca cobertura vegetal, la cual está compuesta principalmente de pastos arbolados, matorrales y áreas arboladas de diverso porte solamente en zonas de protección de ríos y quebradas. Siendo estas zonas de protección de cauces los ecosistemas frágiles identificados. Sin embargo, debe recordarse que las áreas de protección de quebradas y ríos ya se encuentran intervenidas por la existencia de los actuales puentes.



8 DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE SOCIOECONÓMICO.

8.1 Uso actual de la tierra en sitios aledaños.

8.1.1 Uso urbano

El Tren Rápido de Pasajeros del (TRP) se ubica en la Gran Área Metropolitana (GAM), la principal área metropolitana de Costa Rica que envuelve cuatro de las siete provincias del país: San José, Alajuela, Cartago y Heredia, y cuenta con aproximadamente 3.7 millones de habitantes, según proyecciones del INEC 2019, alrededor del 73.5% de la población del país.

La GAM es la región más urbanizada, poblada y económicamente activa de Costa Rica, concentra los principales servicios e infraestructura del país como: hospitales, centros educativos, centros comerciales, zonas francas, empresas, sedes centrales de las instituciones de gobierno, aeropuertos, hoteles y centros poblacionales, en la siguiente tabla se muestra los sitios de incidencia directa donde el Tren Rápido de Pasajeros tiene trazada su ruta.

Cabecera provincial	Cantón	Influencia directa por distrito
San José	San José	Carmen, Hospital, Catedral, Uruca, Mata Redonda, Pavas.
	Tibás	San Juan, Cinco Esquinas, Colima.
	Montes de Oca	San Pedro.
	Curridabat	Curridabat, Granadilla, Sánchez.
	Goicoechea	San Francisco, Calle Blancos.
Alajuela	Alajuela	Alajuela, San José, San Antonio, Guácima, San Rafael, Río Segundo, Desamparados, Turrúcares.
Cartago	Cartago	Oriental, Occidental, Carmen, San Nicolás.
	Paraíso	Paraíso, Llanos de Santa Lucía.
	La Unión	Tres Ríos, San Juan, San Rafael, Concepción, Dulce Nombre.
	Oreamuno	San Rafael.
Heredia	Heredia	Heredia, Mercedes, San Francisco.
	Santo Domingo	Santa Rosa.
	Belén	San Antonio, Rivera, Asunción.
	Flores	San Joaquín, Llorente.
	San Pablo	Rincón de Sabanilla.
4	15	45
TOTAL		

Tabla 8.1. Núcleos urbanos en área de influencia directa, Tren Rápido de Pasajeros de la Gran Área Metropolitana

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC), junio 2019.

8.1.2 Industrial-comercial.

Se encuentran construcciones de tipo comercial, sectores de la industria en zonas francas, venta de servicios, venta de vehículos, bodegas, establecimientos para el procesamiento de madera, tajos de extracción de piedras, talleres para mantenimiento de maquinaria pesada, industria alimenticia, venta de productos agropecuarios, parqueos, entre otros. Los terrenos a ambos lados de la ruta constituyen una franja de importante valor comercial e industrial, lo cual ha generado a través de los años la zona del país de mayor valor comercial y servicios, como se señala en la Figura 8.1 sobre la principal infraestructura industrial, comercial y servicios sobre la ruta del Tren Rápido de Pasajeros.

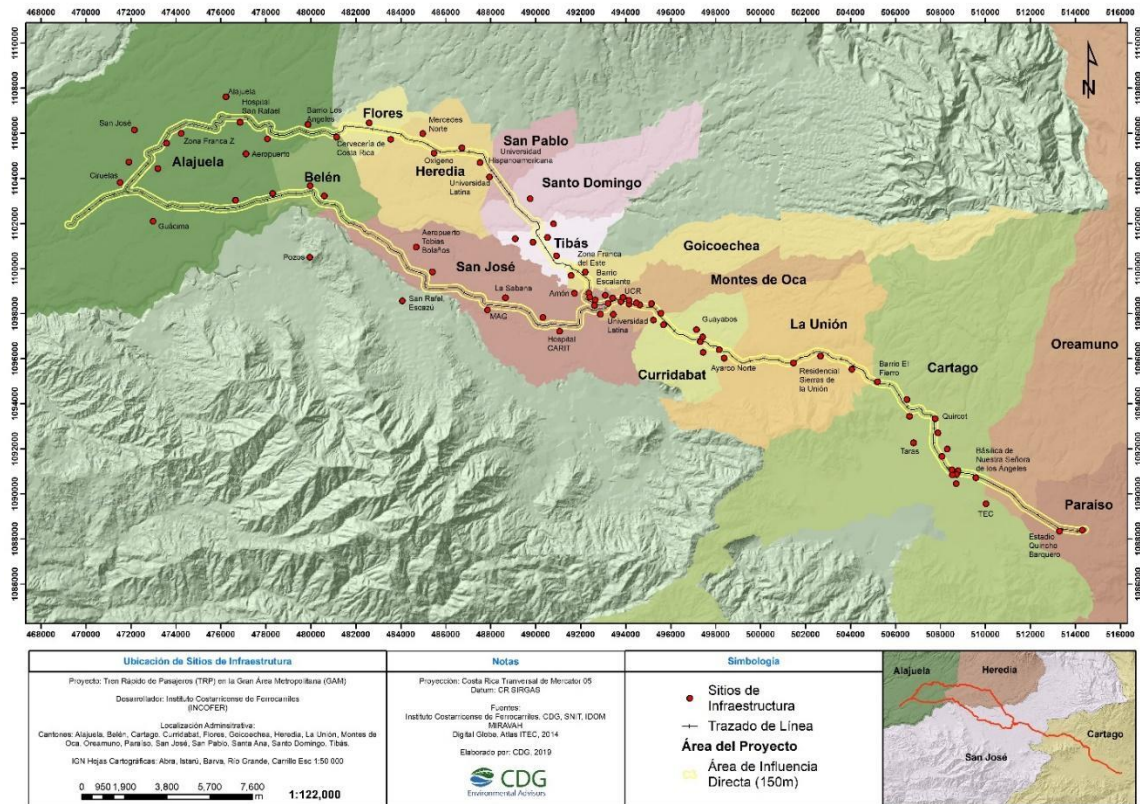


Figura 8.1. Ubicación de la principal infraestructura industrial, comercial y servicios, Proyecto TRP; Atlas de Costa Rica, 2014.

8.1.3 Agropecuario.

El trayecto del tren incluye el traslado por terrenos planos con pendientes ligeras, en el pasado por sus características edafológicas físicas y químicas se aprovechó el potencial productivo agrícola pero actualmente el uso es urbanístico, servicios o industrial, con algunas excepciones agropecuarias como es el caso del cantón de Paraiso, en un sector de Alajuela encuentran sembradíos de tomate y pasturas en Belén de Heredia perteneciente al Centro de Eventos Pedregal.

El suelo se verá afectado principalmente por el movimiento de tierras, compactación de las bases y subbases de puentes, carriles ferroviarios nuevos y por rehabilitar, la apertura de drenajes, la circulación de maquinaria pesada y desechos sólidos ordinarios.

8.1.4 Entorno

El Proyecto impondrá una alteración del actual paisaje durante la construcción, ya que implica una obra de gran escala y movimientos de tierra sobre el actual derecho de vía. En la fase operativa, el proyecto podría convertirse en un elemento positivo y moderno del paisaje urbano.

Habrá mayor afectación de ruido durante la fase constructiva debido al uso de maquinaria pesada para la nivelación del terreno, rehabilitación de puentes, pasos a desnivel, estaciones y demás estructuras; luego para el transporte de material y equipo al sitio de trabajo. Durante la fase operativa, se prevén los ruidos típicos de actividades como estas.

La generación de emisiones y material particulado que podría afectar la calidad del aire sería puntual y temporal durante la etapa de construcción del Proyecto. Adicionalmente se puede ver afectado por el tránsito de vehículos en el traslado de materiales y del personal.

8.1.5 Efectos del proyecto sobre el Uso del Suelo.

El proyecto durante la etapa constructiva existe un potencial efecto adverso de carácter temporal, desde el punto de vista de la alteración de la dinámica comercial, servicios y residencial, debido a que se afectará la situación actual de ingreso de personas a los comercios y residencias, como resultado de las obras de mejoramiento vial. Toda esta situación puede ocasionar el traslado temporal accesos, generando un impacto socioeconómico negativo de carácter temporal.

En cuanto a los efectos del proyecto durante la etapa de operación; se espera que se reactive la dinámica de los servicios, comercio, áreas residenciales y productivas; al existir mejores condiciones de acceso y de mayor tránsito que permita mayor visitación y frecuencia de clientes. Se prevé, además, que los terrenos aumenten su valor económico y una mayor proliferación de proyectos urbanísticos, residenciales y comerciales sobre los terrenos designados para tales fines y cambios en el uso del suelo en propiedades dedicadas a las actividades agrícolas y pecuarias.

Corresponde al nivel de bienestar social y calidad de vida de las personas que habitan las comunidades de la mayoría de los cantones de la GAM, no solo aquellos ubicados en el AID. El proyecto puede tener un impacto positivo en la competitividad económica y la calidad de vida de las personas, al lograr reducir el congestionamiento vehicular. Para

efectos de empleo, puede ser una fuente importante de trabajo para mano de obra de diferentes niveles de capacitación.

8.2 Tenencia de la tierra en sitios aledaños.

En los cantones y distritos implicados en el trayecto del Tren Rápido de Pasajeros, el proyecto se desarrollará en el derecho de vía ya existente, las expropiaciones se darían principalmente para sitios específicos como terminales o talleres de mantenimientos. El diseño final se enfocará en limitar expropiaciones y realizar el máximo posible de la obra dentro del derecho de vía, salvo cuando sea necesario por consideraciones de ingeniería. Sin embargo, tras años de inactividad del ferrocarril y reducidos espacios urbanos, tanto personas como comercios e instituciones gubernamentales, han invadido el derecho de vía. La posibilidad de demolición parcial o total de edificaciones comerciales y residenciales, tendría mayor potencial de conflicto social en los asentamientos humanos informales.



Figura 8.2. Área urbana, tramo Heredia-Atlántico a la derecha Hospital San Rafael, Alajuela- Pacifico Abril, 2019.

8.3 Características de la población.

Las poblaciones afectadas por el Proyecto del Tren Rápido de Pasajeros del (TRP), se identifican a partir de su lugar de residencia y sitios de trabajo en los cantones y distritos que serán directamente intervenidos. Desde el punto de vista político-administrativo estas se agrupan en 4 provincias, 15 cantones y 45 distritos de incidencia directa.

En la provincia de San José, se consideraron los siguientes cantones: San José (Carmen, Hospital, Catedral, Uruca, Mata Redonda, Pavas), Goicochea (San Francisco, Calle Blancos), Tibás (San Juan, Cinco Esquinas, Colima), Montes de Oca (San Pedro) y Curridabat (Curridabat, Granadilla y Sánchez). En la provincia de Alajuela, fue considerado el cantón que lleva ese mismo nombre y que contempla los distritos de: Alajuela, San José, San Antonio, Guácima, San Rafael, Río Segundo, Desamparados y Turrúcares. Mientras que la provincia de Cartago involucra los cantones de: Cartago (Oriental, Occidental, Carmen, San Nicolás), Paraíso (Paraíso, Llanos de Santa Lucía), La Unión (Tres Ríos, San Juan, San Rafael, Concepción, Dulce Nombre) y Oreamuno (San Rafael). Por último, la provincia de Heredia que comprende los cantones de Heredia (Heredia, Mercedes, San Francisco), Santo Domingo (Santa Rosa), Belén (San Antonio, Rivera, Asunción), Flores (San Joaquín, Llorente) y San Pablo (Rincón de Sabanilla).

8.3.1 Características Demográficas.

Según las proyecciones del INEC para el año 2019, Costa Rica cuenta con una población total de 5.057.999 de habitantes; del total de esta población 3 721 758 personas, residen en el Gran Área Metropolitana, zona de impacto directo (TRP), las cuales distribuidas por provincia y orden descendente se ubican de la siguiente manera: San José 1 648 561 habitantes, Alajuela 1 016 421 habitantes, Cartago 537 606 habitantes y Heredia 519 170 habitantes.

Continuando con las proyecciones establecidas por el INEC, se muestra el siguiente cuadro que cuantifica el total de habitantes según provincia, cantón y distrito (Tabla 8.2). Destacándose de estos datos que Pavas en la provincia de San José es el distrito que concentra mayor cantidad de población (86 968 personas), en contraste con San Francisco de Goicochea que suma la cantidad de población más baja (2 375 personas) de los cantones y distritos que forman parte de este estudio.

Provincia	Población Total por provincia	Cantón	Población Total por cantón	Población de incidencia directa	
				Distrito	Población total por distrito
San José	1 648 561	San José	344 851	Carmen	3 023
				Hospital	23 490
				Catedral	15 517
				Uruca	41 169
				Mata Redonda	10 025
				Pavas	86 968
		Goicoechea	137 328	San Francisco	2 375
				Calle Blancos	22 904
		Tibás	84 215	San Juan	25 955
				Cinco Esquinas	8 308
				Colima	17 656
		Montes de Oca	62 310	San Pedro	29 064
		Curridabat	78 961	Curridabat	32 567
				Granadilla	18 604
Sánchez	6 673				
Alajuela	1 016 421	Alajuela	310 248	Alajuela	47 885
				San José	50 654
				San Antonio	30 356
				Guácima	25 425
				San Rafael	32 808
				Río Segundo	13 055
				Desamparados	32 241
				Turrúcares	9 134

Cartago	537 606	Cartago	162 944	Oriental	12 402
				Occidental	10 394
				Carmen	19 062
				San Nicolás	29 130
		Paraíso	62 480	Paraíso	21 369
				Llanos de Santa Lucía	18 943
		La Unión	111 369	Tres Ríos	9 331
				San Juan	15 366
				San Rafael	15 787
				Concepción	18 667
				Dulce Nombre	8 947
		Oreamuno	49 604	San Rafael	28 942
Heredia	519 170	Heredia	141 683	Heredia	19 143
				Mercedes	29 383
				San Francisco	57 879
		Santo Domingo	48 581	Santa Rosa	8 968
		Belén	26 237	San Antonio	11 479
				Rivera	7 488
				Asunción	7 270
		Flores	24 603	San Joaquín	8 248
		San Pablo	31 000	Llorente	11 201
				Rincón de Sabanilla	9 731
TOTAL	3 721 758	TOTAL	1 676 414	TOTAL	964 986

Tabla 8.2. Incidencia directa del proyecto población total, según provincia, cantón y distritos.

Fuente: INEC - Proyecciones de población al 30 de junio del 2019.

Continuando con los datos que registra el INEC, en último Censo de población realizado en el año 2011, se obtuvo, que el total de la superficie en kilómetros cuadrados, que comprenden las cuatro provincias incluidas en el trayecto del Tren Rápido de Pasajeros suma un total de 20,506 km², siendo la provincia de Alajuela la que posee mayor superficie con 9,758 km², seguida de San José con 4,966 km², Cartago 3,125 km² y Heredia con 3,657 km².

Las preferencias de los individuos en la elección de su lugar de residencia se relacionan con sus características y las de su entorno. Los individuos siempre muestran una clara propensión en localizarse en lugares cerca de sus centros de intereses laboral, profesionales o de ocio. En esta perspectiva, la calidad de las infraestructuras de transporte es un factor importante para garantizar la movilidad y favorecer la dispersión homogénea de los individuos en un territorio. Es así como la densidad de población, denominada población relativa, se refiere al número promedio de habitantes de un área urbana o rural en relación a una unidad de superficie dada. Es decir, mide el número de habitantes que viven por kilómetro. En cuanto a la densidad de población del GAM, San José tiene una concentración de población relativamente alta para un total de 283 habitantes por km², le sigue Heredia con 163 habitantes por km² y por último se encuentran las provincias de Cartago y Alajuela con 157 y 87 habitantes por km² respectivamente.

Por cada cien personas, 86.4 de ellas, residen en zonas urbanas en la provincia de San José, en similar dato se encuentra la provincia de Heredia (86.0), seguido de Cartago (82.5) y Alajuela (60.7). Destacándose esta última provincia con la menor cantidad de personas moradoras en zonas urbanas.

En cuanto a la relación de hombres y mujeres, en estas provincias, se resalta que por cada cien mujeres en San José hay 91.6 hombres, Alajuela conserva un dato más cercano en relación a las mujeres suma 98.5, Cartago 96.3 hombres y finalmente Heredia suma 95% de hombres.

Para calcular la dependencia demográfica de los habitantes por provincia, se toma en cuenta a todas aquellas personas menores de 15 años y de 65 años y más, por cada cien personas en edad productiva (entendiéndose este último grupo como las personas entre a 64 años de edad). En el caso de las provincias en estudio se obtuvo (según INEC-2011) que la provincia de Alajuela es la que concentra mayor cantidad de personas dependiente con un total de 48.1, en segundo lugar, se encuentra Cartago con 45.2, seguido de las provincias de San José y Heredia con 44.4 y 42.9 personas respectivamente (tabla 8.3).

Características demográficas y geográficas	País	Provincia			
	Costa Rica	San José	Alajuela	Cartago	Heredia
Población total	4,301,712	1,404,242	848,146	490,903	433,677
Superficie (km²)	51,100	4,966	9,758	3,125	2,657
Densidad de población <i>Personas por km²</i>	84	283	87	157	163
Porcentaje de población urbana <i>Personas que viven en zona urbana por cada 100</i>	72.8	86.4	60.7	82.5	86.0
Relación hombres-mujeres <i>Hombres por cada 100 mujeres</i>	95.9	91.6	98.5	96.3	95.0
Relación de dependencia demográfica <i>Personas dependientes (menores de 15 años o de 65 y más) por cada 100 personas en edad productiva (15 a 64 años)</i>	47.2	44.4	48.1	45.2	42.9

Tabla 8.3. Características demográficas y geográficas, Censo 2011.

Fuente: INEC-Censo 2011.

El cambio cultural, la mayor esperanza de vida de las mujeres y la incorporación de ellas en la vida laboral hacen que los hogares con jefatura femenina sigan ganando terreno en el país. Uno de los temas controversiales en las últimas décadas, en el estudio de la familia contemporánea es el de las unidades domésticas encabezadas por mujeres. De las cuatro provincias en estudio, San José y Heredia son las que cuentan con el porcentaje más alto de hogares con jefatura femenina (34.6% y 30%), mientras que Cartago y Alajuela se ubican en tercer y cuarta posición con 27.7% y 26.1% de hogares en los que figura una mujer como jefa de hogar.

Muchos hogares encabezados por mujeres como se indicó, surgen debido al mayor aumento en la esperanza de vida femenina, así como a la menor incidencia de uniones posteriores entre las viudas. Sin embargo, son motivo de interés especial aquellas unidades domésticas con hijos dependientes que responden al incremento de las separaciones, los divorcios, los abandonos masculinos y los embarazos en mujeres jóvenes que luego permanecen solteras o en uniones esporádicas, especialmente cuando el hombre se desvincula de las responsabilidades que resultan de estos diferentes eventos. Esto ocurre debido a factores económicos, culturales y subjetivos, entre los cuales se destaca la fortaleza del vínculo social entre la madre y los hijos, la ausencia de sanciones efectivas

contra los padres que no aportan a la manutención familiar y las dificultades crecientes que enfrentan los hombres para obtener empleos satisfactorios y ser proveedores económicos. Además, hay que tener en cuenta el incremento en la escolaridad y la participación laboral de las mujeres, lo cual puede facilitar hoy más que antes la ruptura de uniones conyugales no satisfactorias o violentas, y la constitución posterior de hogares encabezados por mujeres (Oliveira et al., 1999; García y Rojas, 2002).

Por otro lado, y siempre en esta misma línea de conformación de hogares, el porcentaje de éstos con jefatura compartida en orden ascendente es el siguiente: Cartago (7.3%), San José (7.6%), Alajuela (7.7%) y Heredia (9.3%).

En cuanto al porcentaje de población nacida en el extranjero, considerando que este indicador refleja la migración en las poblaciones (Provincia, cantones y distritos), es relevante recalcar que el porcentaje de migrantes establecidos en Costa Rica, como promedio nacional es de 9% y de acuerdo a datos del INEC la provincia de San José tiene un 10.6% de habitantes nacidos fuera del territorio nacional, seguido de las provincias de Alajuela, Heredia y Cartago con un 10.4%, 10% y 4.2%, respectivamente.

En cuanto al tema de salud y condición de aseguramiento, la provincia de Heredia es la que cuenta con el porcentaje de población más bajo de personas no aseguradas (11.6%), seguido de la población de San José (13.2%), en tercera posición se ubica Cartago con un 13.7% y finalmente Alajuela es la provincia que cuenta con mayor número de personas que no cuentan con la cobertura de algún tipo de seguro de salud (tabla 8.4).

Características sociales	País	Provincia			
	Costa Rica	San José	Alajuela	Cartago	Heredia
Porcentaje de población nacida en el extranjero	9.0	10.6	10.4	4.2	10.0
Porcentaje de población con discapacidad	10.5	11.1	9.9	9.1	10.0
Porcentaje de población no asegurada	14.5	13.2	16.6	13.7	11.6
Porcentaje de hogares con jefatura femenina	30.0	34.6	26.1	27.7	30.0
Porcentaje de hogares con jefatura compartida	7.4	7.6	7.7	7.3	9.3

Tabla 8.4. Características sociales, Censo 2011.

Fuente: INEC-Censo 2011.

Otro indicador importante de destacar en este estudio es el de la población con discapacidad; ya que con el devenir del tiempo y de los conocimientos, el enfoque sobre la

discapacidad se ha venido transformando, de una asistencialista, hacia una más integral, cimentada en la promoción de los derechos humanos y la participación ciudadana de las personas con discapacidad.

En este sentido, es claro que la discapacidad, siendo una condición humana que puede ser de origen multicausal ya sea por condición genética, pobreza, desnutrición e inadecuados hábitos de salud e higiene, enfermedad o accidente laboral, deportivo, recreativo y de tránsito, contaminación ambiental, violencia política, social y estructural etc. En Costa Rica resulta discriminatorio que históricamente el estado circunscribe las acciones dedicadas a esta población a los ámbitos de salud y educación especial, en la actualidad hay un cambio de paradigma que conlleva a la inclusión social de esta población en todos los ámbitos y áreas de la vida (incluidos el acceso a los medios de transporte). Continuando con las provincias sujetas de estudio, según el INEC para el año 2011 la provincia de San José tenía un total de 11.1% de su población con algún tipo de discapacidad, Heredia sumaba 10%, seguido de Alajuela con 9.9% y Cartago 9.1% de personas con discapacidad (tabla 8.5).

Canton	Indicadores de discapacidad según cantón, Censo 2011.					
	Porcentaje de población con al menos una discapacidad	Porcentaje de hombres con al menos una discapacidad	Porcentaje de mujeres con al menos una discapacidad	Población de 0 a 17 años con al menos una discapacidad	Población de 18 a 64 años con al menos una discapacidad	Población de 65 años y más con al menos una discapacidad
Costa Rica	10.5					
San José - Provincia	11.1					
San José	12.3	11.2	13.3	4.5	11.4	39.6
Goicoechea	11.7	10.8	12.5	4.4	11.0	39.0
Tibás - Canton	11.5	10.4	12.4	3.8	10.1	36.9
Montes de Oca	11.1	10.5	11.6	3.7	9.6	34.6
Curridabat	9.5	9.0	9.9	3.4	8.8	33.2
Alajuela - Provincia	9.9					
Alajuela	9.6	9.5	9.8	3.3	9.2	38.8
Cartago - Provincia	9.1					
Cartago	8.6	8.5	8.7	3.4	7.9	34.3
Paraíso	8.0	7.9	8.2	3.5	7.7	32.9
La Unión	9.4	8.9	9.9	3.9	9.6	35.6
Oreamuno	8.3	8.2	8.4	3.6	7.9	35.5

Heredia-Provincia	10.0					
Heredia	10.5	10.0	11.0	3.7	10.1	38.5
Santo Domingo	9.8	9.2	10.4	3.0	8.9	34.4
Belén	8.8	9.0	8.7	2.5	8.0	32.6
Flores	9.4	9.2	9.6	3.7	8.9	34.4
San Pablo	11.0	10.2	11.7	4.2	10.6	39.2

Tabla 8.5. Indicadores de población con discapacidad, según sexo y edad, Censo 2011.

Fuente: INEC-Censo 2011.

8.3.2 Características Culturales y Sociales

Para un proyecto de esta magnitud (TRP) es importante abrigar todas las áreas sociales en las que implica la intervención del mismo, así como contar con indicadores relacionados al tema de la vivienda y nivel educativo de las personas que residen, laboran y se movilizan en los diferentes distritos que componen las cuatro provincias involucradas en este proyecto.

Así las cosas, se tiene que, en el tema de vivienda, para el año 2011 Costa Rica sumaba un total de 1,211,964 de casas ocupadas, de las cuales 890.762 se encuentran ubicadas en las provincias de San José, Alajuela, Cartago y Heredia (ver tabla 8.6). El promedio de ocupantes por vivienda para las provincias de San José y Heredia es de 3.5 personas por residencia; mientras que para Cartago es de 3.7 y Alajuela 3.6 habitantes. Referente a las condiciones de la infraestructura de dichas viviendas, se constató que en la provincia de Heredia se ubica el mayor porcentaje de viviendas en buen estado (73.9%), seguido de la provincia de Cartago con 70.9%.

El hacinamiento, es un indicador importante de destacar en un estudio como este, ya que nos permite calcular el porcentaje real de habitantes por vivienda y el impacto que un proyecto como el Tren Rápido de Personas, pueda generar en las familias. Se entiende por hacinamiento, las viviendas en las que más de tres personas deben compartir un mismo dormitorio, según el INEC por cada 100 viviendas 4.9%,4.6%,3.9% y 3.5%, corresponde al porcentaje de hacinamiento que existe en las provincias respectivamente de Alajuela, San José, Heredia y Cartago. Destacándose Alajuela con el mayor porcentaje de hacinamiento.

Vivienda	País	Provincia			
	Costa Rica	San José	Alajuela	Cartago	Heredia
Viviendas individuales ocupadas	1,211,964	400,961	236,927	130,464	122,410
Promedio de ocupantes <i>Promedio de personas por vivienda individual ocupada</i>	3.5	3.5	3.6	3.7	3.5
Porcentaje de viviendas en buen estado	63.7	67.4	64.1	70.9	73.9
Porcentaje de viviendas hacinadas Viviendas con más de 3 personas por dormitorio por cada cien viviendas ocupadas	5.2	4.6	4.9	3.5	3.9

Tabla 8.6. Indicadores de vivienda por ocupación, estado y hacinamiento, Censo 2011.

Fuente: INEC-Censo 2011.

En el tema de la educación y alfabetización, afortunadamente el país conserva un porcentaje bastante favorable a nivel nacional (97.6%), lo positivo de este porcentaje nacional se traslada a las cuatro provincias en estudio las cuales suman altos porcentajes de población alfabetizada (sabe leer y escribir). Se tiene que San José suma un 98.5%, Heredia 98.4%, Cartago 97.9 % y Alajuela 97%. De población alfabetizada. Obteniendo una escolaridad promedio (número de años aprobados en educación regular) de 9.8 años en Heredia, 9.4 años en San José, 8.4 años en Cartago y 7.9 años en Alajuela.

El porcentaje de población que asiste a la educación regular se resume en la siguiente tabla, descrito por grupo etario según provincia.

CARACTERÍSTICAS EDUCATIVAS	Costa Rica	San José	Alajuela	Cartago	Heredia
Porcentaje de asistencia a la educación regular	32.9%				
Menor de 5 años	13.7%	16.4%	12.2%	18.3%	18.2%
5 a 17 años	87.6%	89.0%	87.4%	88.7%	89.7%
18 a 24 años	44.1%	47.9%	41.9%	47.8%	49.9%
25 y más años	8.2%	9.2%	7.2%	8.6%	9.3%

Tabla 8.7. Características educativas Censo 2011.

Fuente: INEC-Censo 2011.

Lo que se refleja en el nivel educativo promedio de la población mayor de 18 años del país, donde según el Censo del 2011, la mayor parte de la población un 26.1% posee primaria

completas, seguida de un 23.0 % de la población con educación superior y tan solo un el 3.8% de la población no posee ningún grado educativo, como se muestra en la siguiente figura:

Costa Rica: Distribución de la población de 18 y más años por nivel educativo

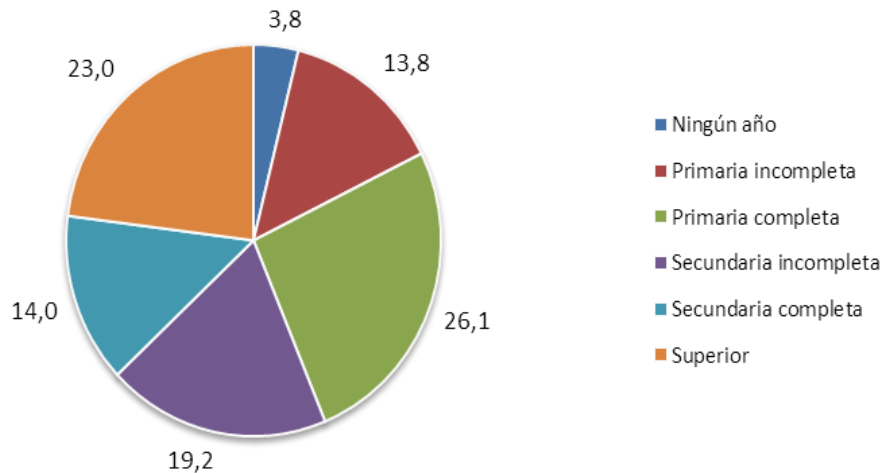


Figura 8.3. Distribución de la población económica activa de Costa Rica, según nivel educativo, Censo 2011.

Fuente: INEC, Censo 2011.

La educación es uno de los factores que más influye en el avance y progreso de personas y sociedades. Además de proveer conocimientos, la educación enriquece la cultura, el espíritu, los valores y todo aquello que nos caracteriza como seres humanos.

La educación es necesaria en todos los sentidos. Para alcanzar mejores niveles de bienestar social y de crecimiento económico; para nivelar las desigualdades económicas y sociales; para propiciar la movilidad social de las personas; para acceder a mejores niveles de empleo; para elevar las condiciones culturales de la población; para ampliar las oportunidades de los jóvenes; para vigorizar los valores cívicos y laicos que fortalecen las relaciones de las sociedades; para el avance democrático y el fortalecimiento del Estado de derecho; para el impulso de la ciencia, la tecnología y la innovación.

La educación siempre ha sido importante para el desarrollo, pero ha adquirido mayor relevancia en el mundo de hoy que vive profundas transformaciones, motivadas en parte por el vertiginoso avance de la ciencia y sus aplicaciones, así como por el no menos acelerado desarrollo de los medios y las tecnologías de la información.

En las economías modernas el conocimiento se ha convertido en uno de los factores más importantes de la producción. Las sociedades que más han avanzado en lo económico y en lo social son las que han logrado cimentar su progreso en el conocimiento, tanto el que se transmite con la escolarización, como el que se genera a través de la investigación. De la educación, la ciencia y la innovación tecnológica dependen, cada vez más, la productividad y la competitividad económicas, así como buena parte del desarrollo social y cultural de las naciones.

La experiencia mundial muestra la existencia de una estrecha correlación entre el nivel de desarrollo de los países, en su sentido amplio, con la fortaleza de sus sistemas educativos y de investigación científica y tecnológica. Según estudios de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), un año adicional de escolaridad incrementa el pib per cápita de un país entre 4 y 7%. (OCDE, Perspectivas económicas para América Latina, 2009).

8.3.3 Características Económicas.

Los indicadores seleccionados para identificar las características de las poblaciones intervenidas en el proyecto del Tren Rápido de Pasajeros, desde la perspectiva económica de las poblaciones identificadas son las personas que conforman la fuerza de trabajo del país entre 15 años y más, la tasa promedio para Costa Rica es el 46. de la población, mientras que, para las provincias, Alajuela es la que presenta la tasa más alta con 47.1, Cartago con 46.6, seguido de San José 44.0 y finalmente Heredia con una tasa de 46.6.

La tasa neta de participación, corresponde a las personas de la fuerza laboral ocupadas y desocupadas por cada 100 personas entre 15 años y más, en el país existe una tasa neta de participación de 72.1 hombres por cada 100 habitantes en edad económicamente activos mientras que la tasa de promedio de mujeres se reduce considerablemente a tan solo 36. Este comportamiento es similar para cada una de las provincias, como se muestra en la tabla 8.8, la provincia de San José se presenta la mayor tasa neta de participación de mujeres con 41.3 mientras que la provincia de Alajuela presenta la menor tasa con 33.1.

Con respecto a porcentaje de población ocupada que no se encuentra asegurada el promedio del país oscila en un 14,5%

Características económicas	País	Provincia			
	Costa Rica	San José	Alajuela	Cartago	Heredia
Personas fuera de la fuerza de trabajo (15 años y más)	46.5	44.0	47.1	46.6	42.7
Tasa neta de participación	53.5	56.0	52.9	53.4	57.3
<i>Personas en la fuerza de trabajo (ocupadas y desocupadas) por cada 100 personas de 15 años y más</i>					
Hombres	72.1	72.7	73.4	73.2	73.7
Mujeres	36.1	41.3	33.1	34.8	42.1
Porcentaje de población ocupada no asegurada	14.5	13.2	17.2	14.1	10.8

Tabla 8.8. Características económicas, Censo 2011.

Fuente: INEC-Censo 2011.

Con relación al porcentaje de la población ocupada por sector económico: primario (agropecuario), secundario (industrial) y terciario (servicios), en Costa Rica los servicios representan el 68.2% de la población ocupada, es decir aquella que reúne las ramas de actividad cuyas empresas generan bienes inmateriales, como comercio, transporte, comunicaciones, educación, servicios sociales, públicos, comunales, personales, entre otros, A esta ocupación le sigue aquel sector que se caracteriza porque sus actividades se realizan próximas a las fuentes de recursos naturales, transforman las materias primas en otros bienes, en general son actividades de tipo industrial, incluyendo manufactura y construcción, el sector secundario agrupa un 18.0% de ocupación, mientras que el sector agropecuario contempla un 13.7% de la población.

Este panorama a nivel de provincias refleja la dinámica de la Gran Área Metropolitana y su dinámica urbana, donde el sector primario es menor que el promedio del país, en San José prácticamente el sector agropecuario desapareció con tan solo 0.6% de ocupación, seguido por Heredia con 1.2% de ocupación en el sector agropecuario como se muestra en la siguiente figura (figura 8.4).

Costa Rica: Distribución de la población ocupada por sector económico

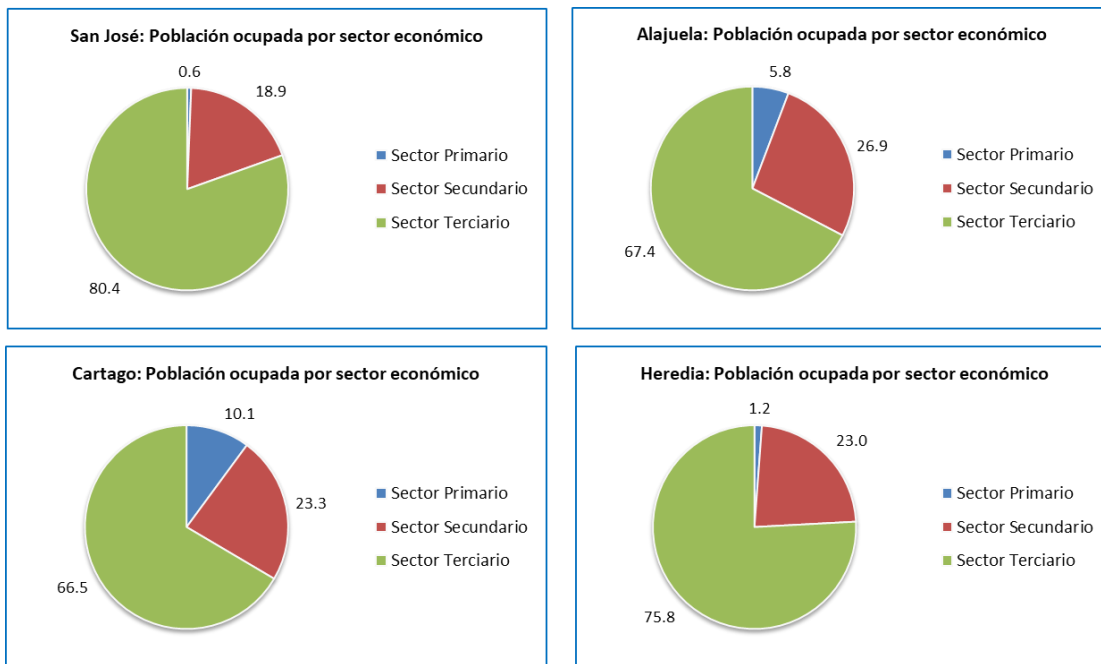
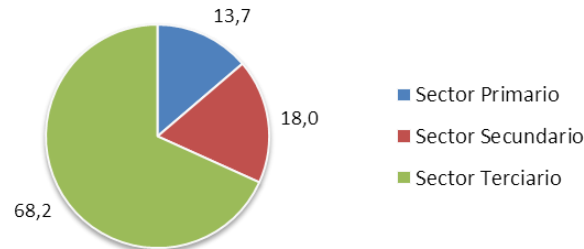


Figura 8.4. Distribución de la población económica activa, por sector económico, país y provincias. Censo 2011.

Fuente: INEC, Censo 2011.

Las características económicas del país han variado en los últimos años y así lo evidencia el estudio más reciente del Estado de la Nación, 2018, donde manifiesta que el 2017 la economía costarricense creció un 3,2%, cifra menor a la de 2016 y al promedio de los últimos diez años. Todos los componentes de la demanda, con excepción del gasto del Gobierno, redujeron su dinamismo.

En 2017 se registró la mayor pérdida de empleo de los últimos veinte años: 30.645 puestos de trabajo, esta reducción se concentró en los grupos más vulnerables: personas no calificadas, microempresas, jóvenes de entre 15 y 35 años y mujeres. Los jóvenes deberán sostener las pensiones de una de las generaciones de adultos mayores más grandes de la historia nacional, enfrentan condiciones adversas, ya que el mercado no les ofrece suficientes oportunidades laborales, a pesar de su mejor perfil educativo y al hecho de que son ellos quienes pese a la pérdida de puestos de trabajo, la tasa de desempleo se mantuvo estable, debido a una reducción en la participación laboral y en el crecimiento de la población.

El ingreso real de los ocupados tuvo un aumento mínimo, de 1%, insuficiente para acortar las brechas sociales. El 55% de la desigualdad de ingresos entre los ocupados se explica por las diferencias salariales existentes entre y dentro de las ramas de actividad. En 2017 se observaron leves aumentos en la inflación, el tipo de cambio y las tasas de interés (conocidos como macroprecios). En un contexto de desaceleración, esto limita aún más el consumo, la inversión y la generación de oportunidades.

Los ingresos tributarios aumentaron un 5,4% en 2017, la cifra más baja desde la recesión económica de 2009. El ajuste requerido para sanear las finanzas públicas se estima en 5,1% del PIB cifra muy superior a la calculada en 2016.

En 2017 se incrementaron los riesgos internos, como la mayor emisión de deuda a tasa variable, en moneda extranjera.

En general para el año 2018 la economía costarricense mostró una evolución adversa y, a corto plazo, las perspectivas en materia de oportunidades, solvencia y estabilidad económicas son negativas.

8.4 Seguridad vial, conflictos actuales de circulación vehicular.

8.4.1 Análisis de vialidad.

Antecedentes

“El proyecto consiste en brindar a los usuarios del transporte público del Gran Área Metropolitana de Costa Rica, un tren eléctrico que conecte un eje principal de este a oeste, entre las ciudades de Cartago, San José, Heredia y Alajuela; que permita la movilidad, entre los distintos puntos, de una forma segura, limpia, rápida y eficiente, favoreciendo la

reducción en los tiempos de viaje de los usuarios y al descongestionamiento vial; que contribuya con la disminución en la emisión de hidrocarburos por concepto de la porción diaria de vehículos de la flota vehicular que dejaría de circular por la GAM, aportando a la meta de carbono neutral propuesta por el país.” (Perfil Proyecto TRP INCOFER)

El proyecto a desarrollar se realizará en el derecho de vía existente de la Red Ferroviaria Nacional (84,85 km aproximadamente) entre las ciudades de San José, Cartago, Alajuela y Heredia de la GAM. En general, con la implementación de este proyecto se pretende convertir el derecho de vía férrea actual del GAM, en un corredor de transporte masivo de personas.

Identificación del Problema

La identificación del problema fue realizada por la Oficina de Planificación del INCOFER, en el año 2013, sin embargo es importante mencionar que sigue vigente, dado que a pesar de contar hoy con rutas de transporte ferroviario de pasajeros, las mismas no satisfacen la demanda actual de movilización, por el contrario ha ido en aumento debido al aumento de la flota vehicular que transita por la GAM, causando congestión vial, definiendo así el problema como “Congestionamiento vial creciente en el Gran Área Metropolitana”.

Identificación de la Población Objetivo

La población objetivo es aquella de la GAM que ya utiliza transporte público y que contará, además de los medios tradicionales como los autobuses y taxis, con un sistema complementario e integrado con esos otros medios de transporte para completar adecuadamente su viaje desde el origen hasta el destino final. Esta población pertenece a todos los estratos socioeconómicos incluidos aquellos más vulnerables y personas con discapacidades.

Otra población potencial de usuarios, aunque seguramente inferior a la demanda anteriormente mencionada, corresponde a las personas que actualmente usan el transporte privado, que vean en el ferrocarril y medios de transporte público adicionales, una opción para evitar la congestión, los altos tiempos de viaje y los altos costos de operación en los que incurren actualmente por moverse en vehículo.

Caracterización de la situación actual

El país tiene una alta concentración de la población y empleo (66%) en la Región Central (INEC 2017), en esta zona, en promedio, alrededor de 1,5 millones de personas se desplazan a trabajar de un cantón a otro diariamente. De igual forma, por motivos laborales cerca de 37.000 personas se trasladan a la GAM desde cantones periféricos de la Región Central.

Según el Estado de la Nación publicado en el año 2018, se identificaron 28 distritos de alto nivel de congestión vial en la GAM, Costa Rica es uno de los países latinoamericanos con más vehículos, por mil habitantes (231 unidades), solo superado por Argentina (315) y México (278), y aunado a esto diariamente, por los principales corredores viales de la GAM circula un promedio de hasta cinco mil vehículos pesados.

Entre las principales razones se menciona que en la GAM el 50% de los trabajadores labora en un cantón diferente al de su lugar de residencia, por lo que recurren como principales medios para trasladarse el autobús el 34% de los trabajadores y en vehículo privado otro 33% de la población.

Para la población trabajadora, los costos económicos derivados del congestionamiento en la GAM representan alrededor de un 3,8% del PIB. Una consecuencia directa de la estructura de ciudad dispersa y poco densa son los tiempos de viaje, tanto de personas como de mercancías, que hacen perder competitividad y calidad de vida a la población.

El sector transporte es responsable del 66% del consumo de hidrocarburos y del 54% de las emisiones de carbono en el país. Un 30% de los fallecidos en sitio en accidentes de tránsito son ciclistas y peatones.

El 90% de la Red de Alta Capacidad no cumple con los parámetros del Plan Nacional de Transporte en cuanto al número de carriles. En ausencia de cambios, el porcentaje de rutas con mayores problemas de tránsito pasaría de 48% en 2017 a 86% en 2025.

El ferrocarril urbano que funciona actualmente en Costa Rica es una alternativa bien recibida por el público. Sin embargo, a pesar de que ofrece una velocidad de servicio superior a la de los autobuses y vehículos privados, pierde ventaja competitiva por limitaciones de horario y de disponibilidad del equipo rodante. Con la implementación del proyecto TRP, los tiempos de viaje se van a reducir pero la principal mejora se dará en la disponibilidad del servicio, pasando de una capacidad diaria de traslado de 16.000 a

250.000 personas. A continuación, se muestra en la figura 8.5 las características operativas del servicio actual del tren y la propuesta del Tren Rápido de Pasajeros (TRP).

Características operativas del servicio actual y de la propuesta del tren rápido de pasajeros (TRP)		
Características	Servicio actual	TRP^{a/}
Capacidad máxima (pasajeros por tren)	480	600
Velocidad (km/h)	25	35
Intervalo mínimo (minutos)	30	3
Frecuencia máxima (trenes/hora)	2	20
Factor de ocupación máxima en tramo crítico (porcentaje)	100	95
Horario	05:30-10:00/15:00-20:00	0:05-21:00

a/ Los datos del tren rápido de pasajeros corresponden a un estudio de ingeniería de valor que efectuó el Incofer en octubre de 2018.

Figura 8.5. Características operativas del servicio actual y el TRP, 2018.

Fuente: Estado de la Nación, Costa Rica 2018.

Beneficiarios del proyecto

Habitantes de los cantones y distritos del GAM, por los cuales se encuentra el trazado del proyecto ferroviario, entre las ciudades de San José, Cartago, Heredia y Alajuela, pertenecientes a todos los estratos socioeconómicos, personas con discapacidad y población adulta mayor.

El beneficio para la población se dará en diversas formas. En primer lugar, una mejora considerable en el servicio de transporte público, para beneficio directo de los habitantes de las áreas de influencia del TRP. Relacionado con esto, se espera también una reducción significativa en el uso de vehículos particulares, lo cual conlleva una mejora en las condiciones de tránsito, para beneficio de las personas que residen y trabajan en la GAM.

En cuanto a situaciones de seguridad peatonal y conflicto vehicular, el proyecto TRP tendrá condiciones muy superiores al servicio de tren actual, por lo cual se anticipa una reducción importante de potenciales incidentes. En las principales intersecciones se contará con modernos sistemas de detección, alerta y control de flujo vehicular. También se mantiene abierta la opción de que algunos de estos cruces sean pasos a desnivel, lo cual evitaría

cualquier tipo de conflicto. La tecnología del equipo rodante, estilo tren-tram, permite distancias de frenado equivalentes a las de un autobús o camión, considerablemente mejores que las del tren actual. En las zonas más urbanas, se contará con un diseño completamente integrado al entorno de la ciudad, con aceras y elementos de paisajismo que brindarán una experiencia más segura y agradable para los peatones.

8.5 Servicios de emergencia disponibles

8.5.1 Cruz Roja

La Cruz Roja Costarricense es uno de los mayores proveedores de servicios de atención de emergencias prehospitalarias del país, no sólo en la atención de emergencias cotidianas consecuencia de accidentes de tránsito, y por ende totalmente calificada para atención de situaciones ferroviarias.

Para atención de emergencia los Comités Regionales de Emergencia de la Cruz Roja más relevantes por su cercanía a la zona impacto del Proyecto. Estos contienen la estructura adecuada para dar soporte con servicios esenciales.

Emergencias Cruz Roja			
Provincia	Canton	Distrito	Teléfono
San José	San José	Carmen	25425000
	Goicoechea	Guadalupe	22536568
	Tibás	San Juan	22366587
	Curridabat	Curridabat	22722784
Alajuela	Alajuela	Alajuela	24413939
		Guácima	24389238
		Turrúcares	24877693
Cartago	Cartago	Occidental	25521117
	Paraíso	Paraíso	25746066
		Llanos de Santa Lucía	25746066
	La Unión	Tres Ríos	22794191
Heredia	Heredia	Heredia	22626955
	Belén	San Antonio	22933283
	Flores	San Joaquín	22654608
	San Pablo	Rincón de Sabanilla	22444965

Tabla 8.9. Comités de Emergencia de la Cruz Roja presentes en las cercanías del Área del Proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

8.5.2 Bomberos

Se identifican las estaciones de bombero ubicadas en las cercanías a la vía del tren, para tener acceso a ellas en una situación de siniestro.

Emergencias Bomberos		
Provincia	Canton	Teléfono
San José	San José	25746160
Alajuela	Alajuela	24406521
Cartago	Cartago	25912890
Heredia	Heredia	22612198
	Belén	25078700

Tabla 8.10. Estaciones de Bomberos regionales presentes en las cercanías del Área del Proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

8.5.3 Fuerza pública

Es un cuerpo policial, permanente, de naturaleza civil, que por mandato constitucional, debe velar por la seguridad y el ejercicio de los derechos y libertades de todo ser humano ubicado dentro del territorio costarricense, en alianza con la comunidad, dentro de las delegaciones más cercanas se encuentra:

Fuerza Pública		
Provincia	Cantón	Teléfono
San José	San José	22580629
	Pavas	22313649
Alajuela	Alajuela	24301085
Cartago	Cartago	25746587
	Paraíso	25920648
	La Unión	22787582
Heredia	Flores	22384314
	San Pablo	22384314

Tabla 8.11. Delegaciones de fuerza pública presentes en las cercanías del Área del Proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

8.5.4 Hospitales

Los hospitales identificados cerca del proyecto del Tren Rápido de Pasajeros, se encuentran los principales hospitales públicos del país, cabe destacar que dentro de cada uno de los centros de población distrital se encuentra una gran cantidad de Áreas de Salud, así como clínicas y hospitales privados.

Hospitales		
Provincia	Hospital	Teléfonos
San José	Hospital San Juan de Dios	25478000
	Hospital Calderón Guardia	22121000
	Hospital México	22426700
	Hospital de la Mujer Adolfo Carit	22228851
Alajuela	Hospital San Rafael	24361001
Cartago	Hospital Max Peralta Jiménez	25501999
Heredia	Hospital San Vicente de Paul	25628100

Tabla 8.12. Centros médicos regionales y locales presentes en las cercanías del Área del Proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

8.6 Servicios básicos disponibles.

En cuanto a acceso a servicios básicos, según censo nacional revelan que, las cuatro cabeceras de provincia por donde pasara el Tren Rápido de Pasajeros presentan parámetros superiores al promedio nacional, respecto a teléfono fijo, teléfono celular, computadora, internet, electricidad, servicios sanitarios y agua.

En servicios sanitarios San José es el de menor porcentaje con 96,6%, en los demás índices el cantón de Alajuela es el que reporta el porcentaje menor en relación a San José, Heredia y Cartago, pero nunca por debajo de la media nacional, como se muestra en la siguiente figura:

Costa Rica: Porcentajes de viviendas según acceso a TIC's y servicios básicos

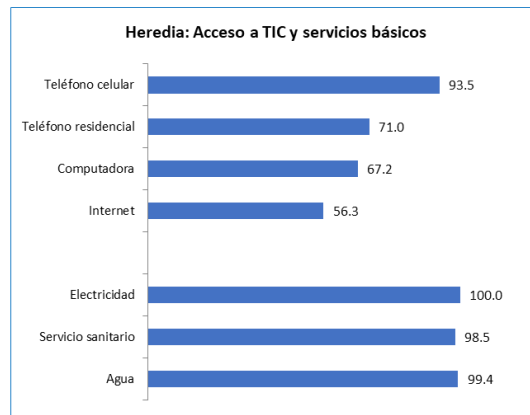
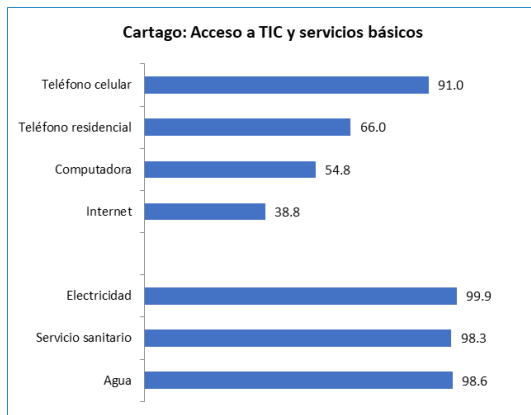
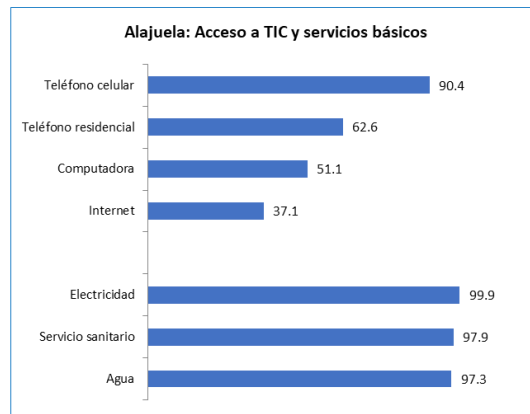
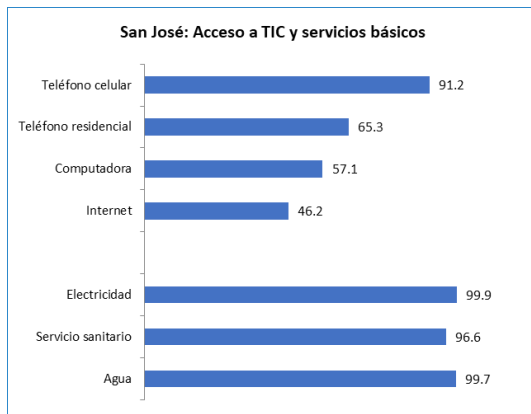
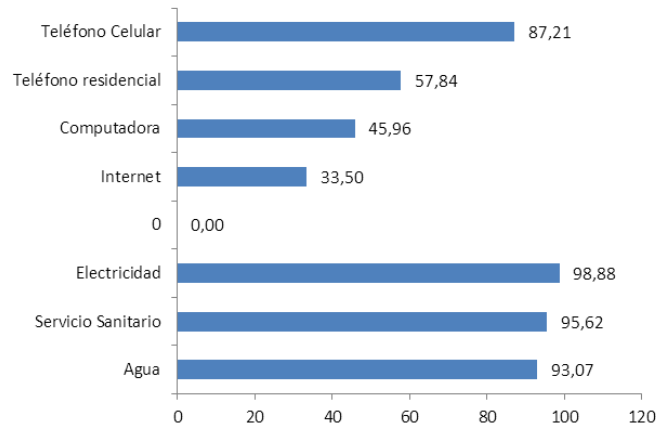


Figura 8.6. Porcentaje de vivienda con acceso a tecnología y servicios básicos, según país y provincia, Censo 2011.

Fuente: INEC, Censo 2011.

8.7 Percepción local sobre el proyecto

Aspectos positivos	Aspectos negativos	Medida
Reducción de los tiempos de movilización	No conoce totalidad del proyecto, la población tiene información incompleta	En etapa de planeación y construcción, informar a la población afectada, en que consiste el proyecto TRP
Reducción de los costos de traslado	Aumento de los costos y tiempos de movilización por el cierre de tren convencional durante la etapa de construcción	Coordinación del sistema de transportes públicos, para una adecuada gestión del proyecto
Menor contaminación al ambiente al ser un tren eléctrico, así como disminución de los costos en consumo de energía ya que en trayectos planos puede generar su propia energía	Contaminación sónica y visual durante la etapa de construcción por el uso de materiales y maquinaria pesada.	Manejo adecuado de desechos, no utilizar equipos ruidosos en horas nocturnas y de manera escalonada en zonas de hospital, universidades, y zonas residenciales.
Aumento de la oferta para abarcar mayor cantidad de población	Desalojo de las familias que actualmente se encuentran invadiendo la vía férrea	La asistencia social y legal así como reubicación de familias que se encuentran en asentamientos informales en coordinación con la institucionalidad pública para generar condiciones de vida digna.
Aumento de la frecuencias de horarios además de ser un transporte moderno, seguro, eficiente y comfortable	El aumento de la deuda pública	Uso racional de los recursos, que sean utilizados de manera eficiente y eficaz
Comunicación regional, cubrir más distritos y dar un mejor servicio, continuidad para evitar hacer escalas y uso de otros medios de transporte	Conflicto social por la demolición de infraestructura comercial, residencial y del sector público que se encuentra invadiendo	Proceso de mediación social participativo y coordinado de manera responsable por las instituciones competentes
Reducción de la flota vehicular en la GAM ya que usuarios del transporte privado se pasarían al uso del TRP	Aumento de la inseguridad ciudadana en terminales aisladas, durante la etapa de operación.	Eficiente alumbrado público, circuitos cerrados de vigilancia y presencia policial, especialmente en horarios nocturnos.
Ya existe el derecho de vía disponible para el proyecto	Incremento del número de accidentes de tránsito por tener una mayor velocidad el TRP en etapa de operación.	Campañas publicitarias de seguridad vial, Medidas de seguridad como puentes a desnivel en zonas de alto tránsito, agujas, zonas peatonales para evitar que las personas crucen sobre la línea

		del tren. Diseño moderno y tecnología tren-tram, mejores distancias de frenado mayor integración con el entorno urbano.
Generación de nuevos empleos tanto en etapa de planeamiento, construcción y operación.	En etapa de ejecución y operación afecte el paso de peatones ya que residencias, comercios y servicios se encuentran a la orilla del trayecto del tren.	Coordinación con la Dirección General de Policía de Transito la regulación y acceso de peatones y vehículos a los sitios de trabajo o residencia.

Tabla 8.13. Estudio de percepción local y las medidas a implementar.



Figura 8.7. Percepción social sobre el proyecto, trayecto San José – Cartago Abril, 2019.

8.8 Mecanismos de negociación empleados para la expropiación y reubicación de las comunidades

Los mecanismos de negociación para el proceso de expropiación y reubicación de propietarios, conforme lo señala la Ley 7495, Ley de Expropiaciones, donde se indica claramente que se seguirán los procesos administrativos necesarios para indemnizar a las personas o sociedades dueñas de inmuebles donde tenga que trazarse algunos tramos nuevos de la actual ruta del Tren Rápido de Pasajeros, así como la reubicación de las personas que se vean afectadas.

8.9 Infraestructura comunal.

Se entiende infraestructura comunal como un conjunto de actividades orientadas a resolver necesidades particulares de una comunidad, presentes en su entorno físico habitable, generando estructuras que contribuyen al funcionamiento de la comunidad como organismo social, afectando directamente su hábitat, su modo de interactuar y relacionarse, entre la principal infraestructura comunal que se encuentra en el área de incidencia directa además de los servicios básicos mencionados en el apartado anterior, el alcantarillado pluvial, recolección de residuos sólidos e infraestructura vial, cerca de la línea férrea aproximadamente a 150 m, se encuentra la siguiente infraestructura (tabla 8.14). En el anexo 6 se muestra el mapa de infraestructura del área de influencia.

Infraestructura	Nombre
Universidades / Centros Educativos	Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR)
	Universidad Autónoma de Centro América (UACA)
	Universidad de Costa Rica (UCR)
	Universidad Estatal a Distancia (UNED)
	Universidad Latina de Costa Rica
	Universidad Hispanoamericana
	Universidad San Marcos
	Instituto Nacional de Aprendizaje (INA)
	Colegio Calazanz de Costa Rica
	Liceo José Joaquín Vargas Calvo

Hospitales	Hospital San Rafael
	Hospital CARIT
	Calderón Guardia
Instituciones	Antiguo Cuartel
	Refinadora costarricense de Petróleo (Recope)
	Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos
	Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)
	Ministerio de Urbanismo y asentamientos Humanos (MIVAH)
Aeropuertos	Antigua Aduana
	Aeropuerto Tobías Bolaños
	Aeropuerto Juan Santamaría
Centro Religioso	Basílica de Nuestra Señora de los Ángeles
	Catedral Nuestra Señora del Carmen

Tabla 8.14. Infraestructura comunal presente en el área de influencia.

8.10 Áreas socialmente sensibles

8.10.1 Asentamientos informales

Para las Organización de las Naciones Unidas (ONU) los asentamientos informales son áreas residenciales en las cuales los habitantes no ostentan derecho de tenencia sobre las tierras o viviendas en las que habitan, bajo las modalidades que van desde la ocupación ilegal de una vivienda hasta el alquiler informal; los barrios suelen carecer de servicios básicos e infraestructura urbana y las viviendas podrían no cumplir con las regulaciones y suelen estar ubicadas geográfica y ambientalmente en áreas peligrosas.

Los barrios marginales son los asentamientos informales más necesitados y excluidos, y se caracterizan por la pobreza y las grandes aglomeraciones de viviendas en mal estado, ubicadas, por lo general, en las tierras más peligrosas. Además de la inestabilidad del derecho de tenencia, los habitantes de los barrios no disponen de infraestructura y servicios básicos, el espacio público y las áreas verdes, y están expuestos de manera constante al desalojo, las enfermedades y la violencia. De acuerdo a datos obtenidos por el MIVAH (2011-2012), las cuatro provincias en estudio suman un total de 20 asentamientos

informales definidos sobre a lo largo de la vía férrea, destacándose de esta información que las provincias de San José y Cartago son las que cuentan con mayor cantidad de asentamientos sumando un total de siete lugares cada una. Según se aprecia en la tabla 8.15, se han identificado, de manera preliminar, 6 asentamientos informales que presentan un conflicto potencial con el trazado del TRP. En estas 6 zonas posiblemente se tengan que llevar a cabo algunas reubicaciones de viviendas, aunque en todas las localidades será necesario seguir un protocolo de sensibilización que busque solventar necesidades básicas de seguridad de circulación y acceso, al mismo tiempo que se logra reducir potencial de conflictividad para el proyecto.

Como lo establece la Norma de Desempeño No. 5 de la Corporación Financiera Internacional, “Adquisición de tierras y reasentamiento involuntario”, el escenario ideal para el desarrollo de un proyecto es aquel que evita conflictos por desalojos, expropiaciones y reubicación de personas. Sin embargo, a veces estas medidas son necesarias para la implementación del proyecto. Cuando esto sucede, se debe planificar muy bien el proceso y ejecutarlo de manera transparente y con amplia participación ciudadana, con el fin de minimizar los conflictos y los impactos ambientales y sociales adversos producto del reasentamiento involuntario.

En primer lugar, el diseño del proyecto debe acoplarse al entorno y optimizarse con el fin de evitar al máximo la necesidad de reasentamientos. Al tener definido el diseño y ubicados los puntos en los cuales las reubicaciones son inevitables, se deben implementar protocolos para el mapeo de personas afectadas y otras potenciales partes interesadas, y establecer los mecanismos de comunicación y participación comunitaria. Esto es fundamental para conocer las necesidades de las personas y poder desarrollar los instrumentos de compensación por el desplazamiento físico, pero también por el desplazamiento económico, en caso de que la reubicación afecte los medios de subsistencia de las personas.



Provincia	Cantón	Distrito	Nombre Informal	Nombre MIVAH	Total personas inicial	Familias actuales	Potencial Conflicto con trazado
ALAJUELA	Alajuela	Alajuela	Precario 11 de Abril, Alajuela	Precario 11 de Abril, Alajuela	10	14	NO
		Gucima	La Managüita	La Managüita	N/R	N/R	NO
	San Rafael	San Rafael	Futurito	Futurito	168	49	NO
CART	Cartago	San Nicolas	La Esperanza	La Esperanza	N/R	39	NO
			Barrio Miguel Trejos	Barrio Miguel Trejos	N/R	30	NO
			Maria Auxiliadora	Barrio Maria Auxiliadora-Diques Norte	680	200	NO
		El Carmen	Barrio Nuevo los Diques	Barrio Nuevo-Diques Norte	200	155	NO
			Barrio Linda Vista	Linda Vista-Diques Norte	N/R	30	NO
			B° Corazón de Jesús o Sta Eduviges	Santa Eduviges_Elena_ Sagrado Corazon	26	100	NO
			Miraflores-Higuerón Diques	Miraflores - Higuerón Diques Norte	35	120	NO
SAN JOSE	San José	Pavas	Bella Vista	Bella Vista de Pavas	60	110	SI
			Nueva Esperanza 1	Metrópolis II	N/R	N/R	SI
			Nueva Esperanza 2	Nueva Esperanza de Pavas	30	56	SI
			Cristal Antes Línea Del Tren	Línea del Tren	N/R	50	SI
			Santa Fe	Línea del Tren	N/R	N/R	S
			Bendición 1	Bendición 1	N/R	N/R	SI
			Bendición 2	Bendición 2	N/R	N/R	SI
	Tibas	León XIII	El Progreso	El Progreso	N/R	N/R	NO
		Cinco Esquinas	El Plantel	El Plantel	N/R	N/R	SI
HEREDIA	San Domingo	Santa Rosa	Precario 12 de junio (Anteriormente Santa Rosa)	Santa Rosa	125	10	SI

N/R= No registra la información.

Tabla 8.15. Asentamientos informales sobre la vía férrea, según provincia, cantón y distrito, MIVAH 2011-2012.

Fuente: Elaboración propia a partir de información del Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos (MIVAH), 2011-2012

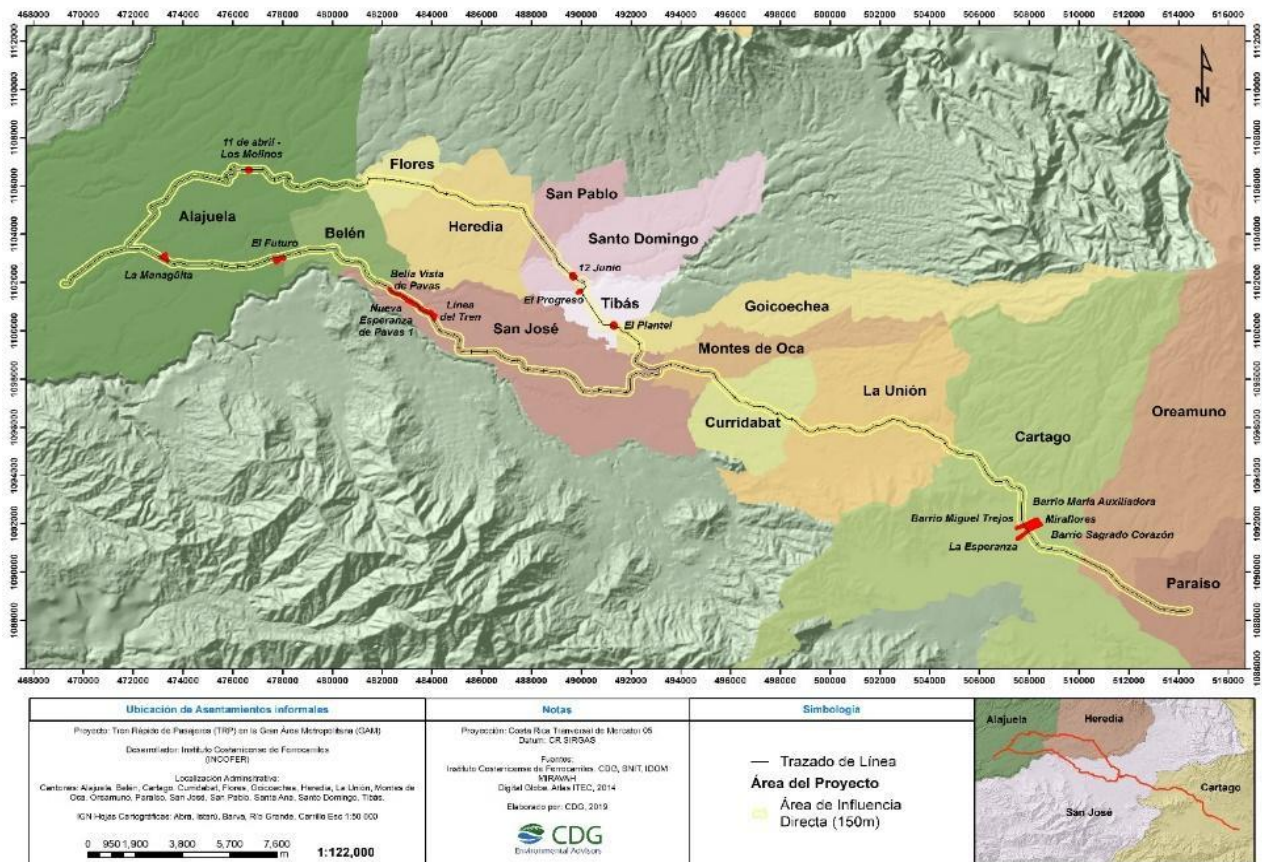


Figura 8.8. Ubicación de Asentamientos informales sobre la vía férrea, según provincia, cantón y distrito. Elaboración propia a partir de MIVAH 2011-2012

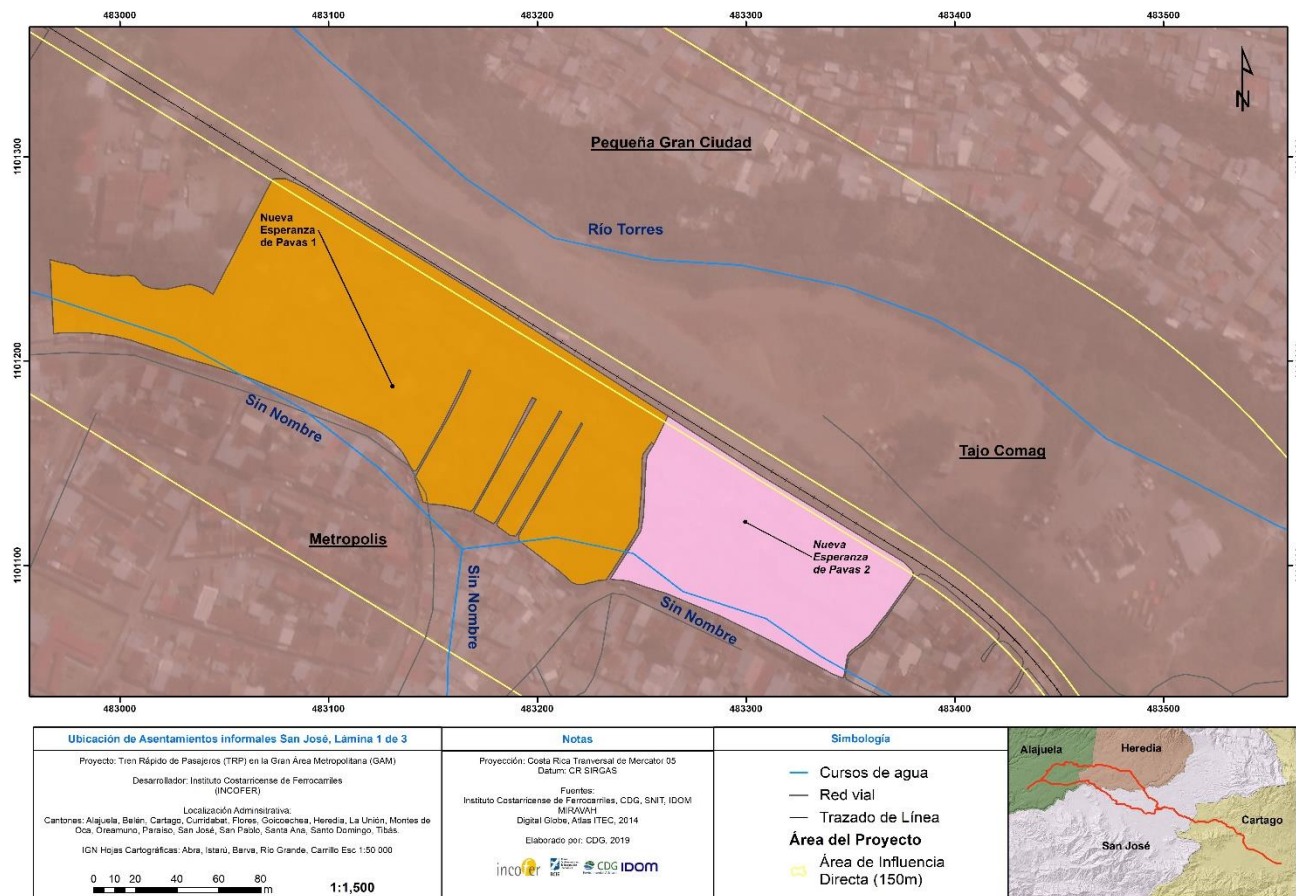


Figura 8.9. Ubicación de Asentamientos informales sobre la vía férrea, en la provincia de San José, Lámina 1. Elaboración propia a partir de MIVAH 2011-2012.

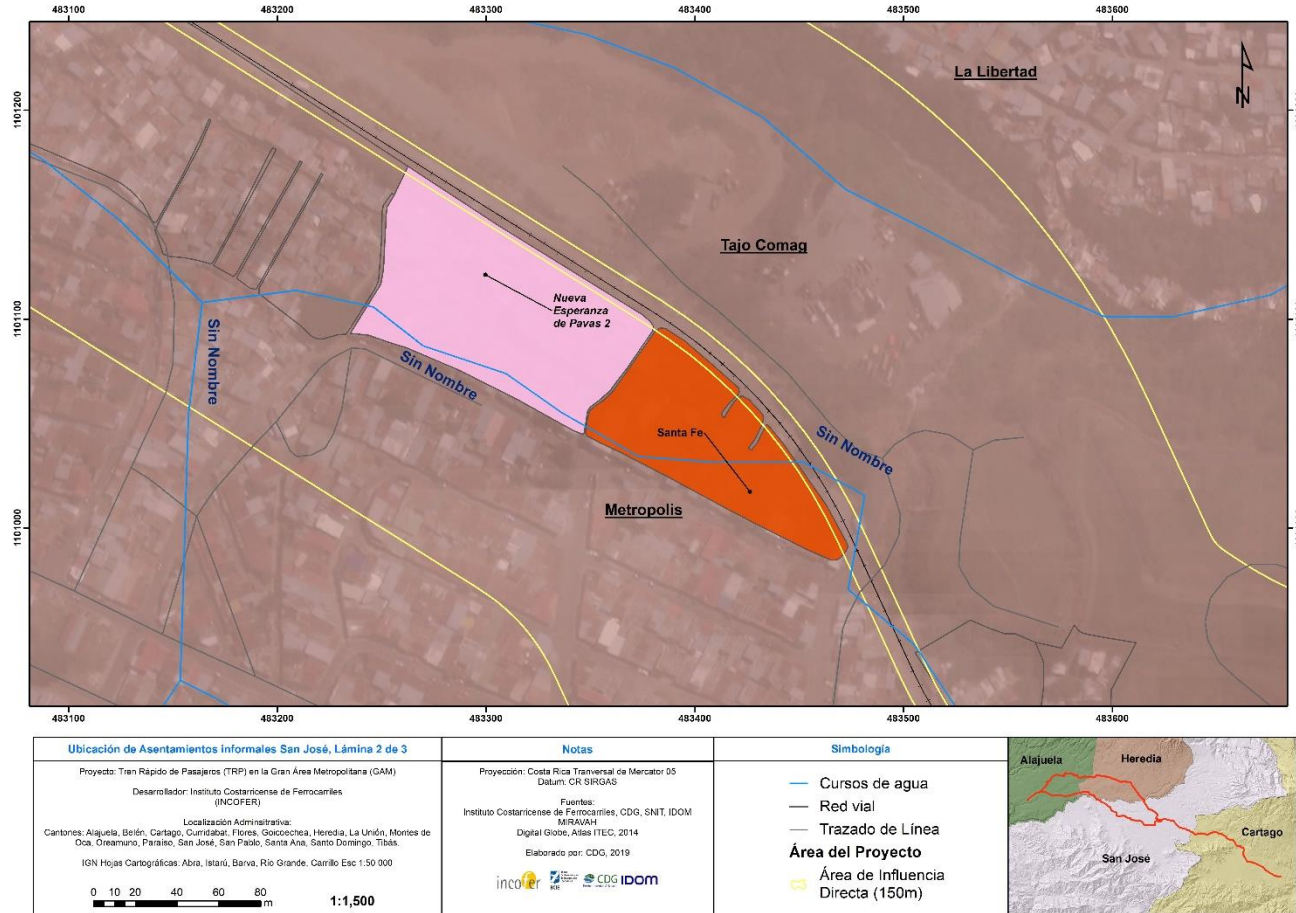


Figura 8.10. Ubicación de Asentamientos informales sobre la vía férrea, en la provincia de San José, Lámina 2. Elaboración propia a partir de MIVAH 2011-2012.

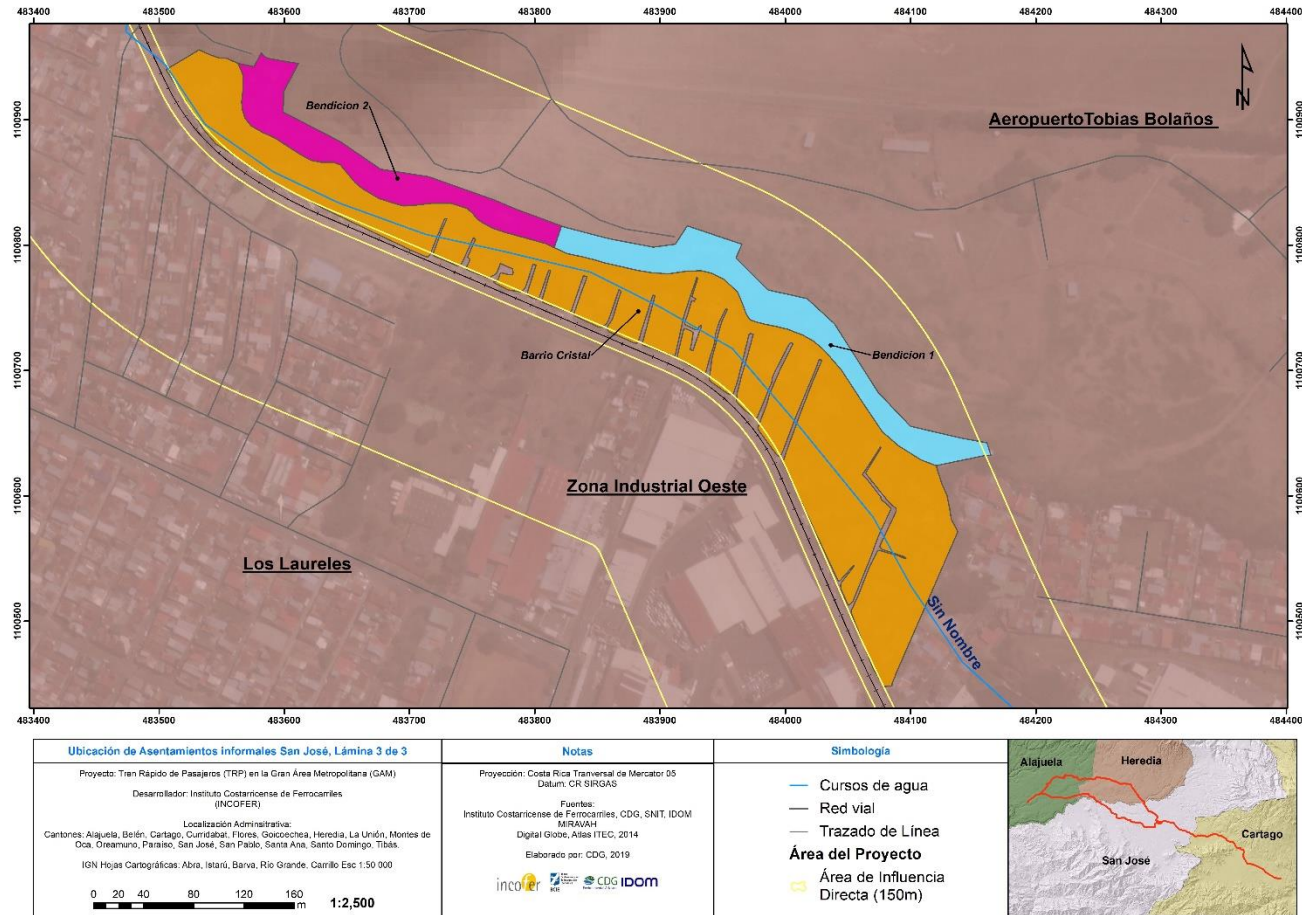


Figura 8.11. Ubicación de Asentamientos informales sobre la vía férrea, en la provincia de San José, Lámina 3. Elaboración propia a partir de MIVAH 2011-2012.

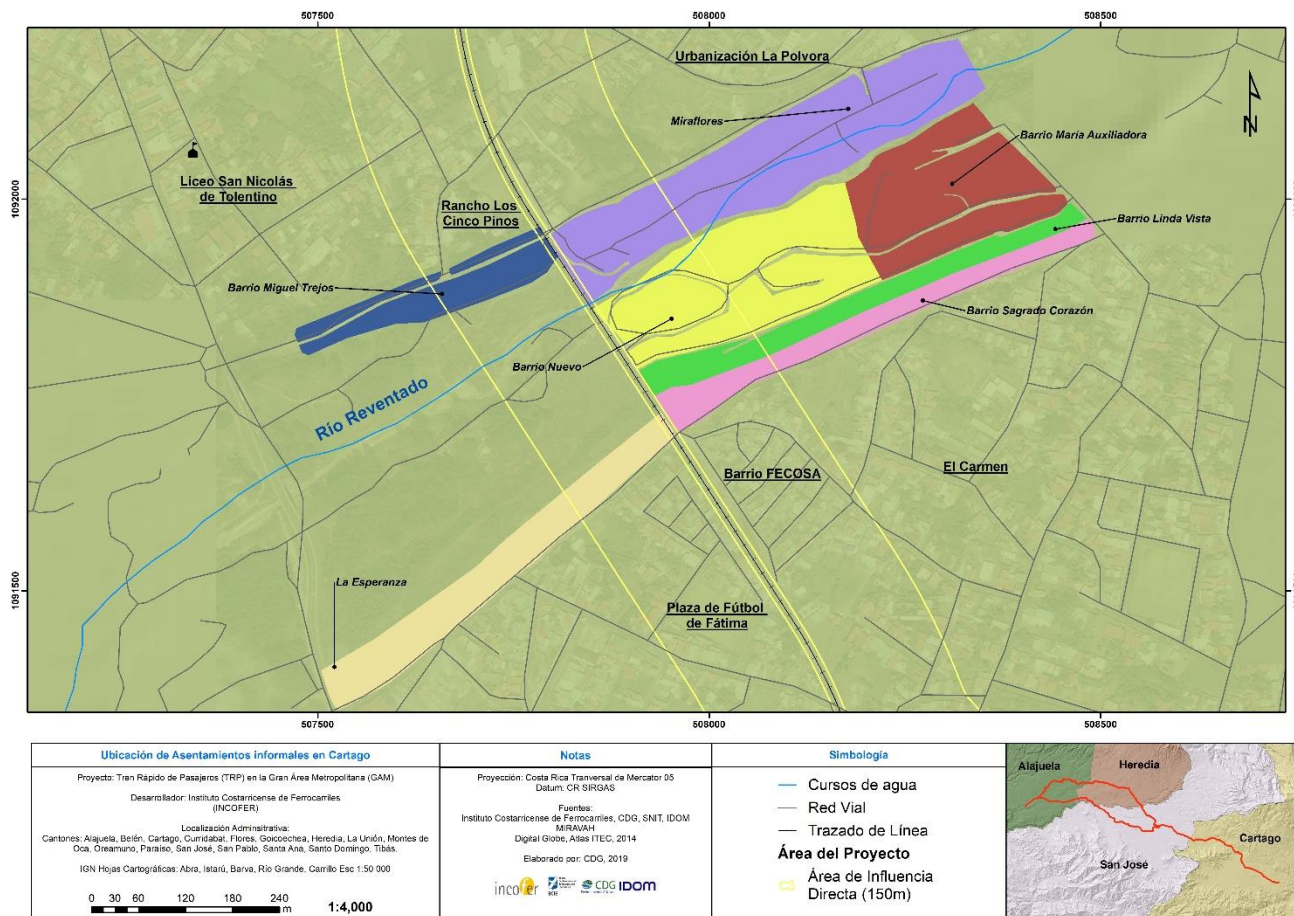


Figura 8.12. Ubicación de Asentamientos informales sobre la vía férrea, en la provincia de Cartago. Elaboración propia a partir de MIVAH 2011-2012

Los asentamientos humanos, ubicados en los lugares aledaños en los que pasa la vía férrea deberán tener en cuenta nuevas alertas de seguridad como estar pendientes de horarios del tren, educación y cuidado de personas menores de edad, con discapacidad y otras poblaciones vulnerables para el uso del tren así como medidas de seguridad para transitar o vivir cerca de la vía férrea.

Las familias que residen en las inmediaciones de la vía férrea, deberán respetar el límite que esta implica y no podrán construir en los terrenos destinados a esta vía. Caso contrario se deberá recurrir a la vía judicial para la respectiva recuperación de los terrenos del INCOFER. Esto tiene un impacto social importante ya que debido a las condiciones de pobreza y pobreza extrema en que se encuentran las familias reubicadas en estas zonas, las mismas esperan ser beneficiadas con subsidios económicos y bonos de vivienda, provocando un efecto de aumento en las familias que pretenden se ayudadas, la casas de bien social oscilan entre los 7.000.000 de colones y los 7.500.000 de colones para la población adulta mayor o población con discapacidad, con un área de construcción de 40m² y una compra de terreno por 3.000.000 millones de colones como monto máximo, y el área mínima aceptada es de 120 m². (IMAS 2019).

Es importante destacar que el proyecto TRP no afectará a comunidades indígenas. Sin embargo, entre poblaciones vulnerables, se cuenta con un alto porcentaje de migrantes que se encuentran actualmente en el país se refugian en zonas urbanas marginales, siendo estas personas excluidas de algunos subsidios y ayudas por parte del Estado por su condición migratoria irregular. Esto significa que la erradicación de viviendas urbanas marginales será todo un reto, reubicarlas o eliminarlas en las áreas que circunscribe la línea férrea del Gran Área Metropolitana.

Como se indica en este documento, dicho estudio corresponde a una etapa preliminar por lo que desde la perspectiva socioeconómica es pronto para afirmar o descartar cuales son los asentamientos humanos informales que presentarán conflicto con el trazado de la vía férrea, la dinámica social es compleja y hasta tanto no tener un proceso de intervención directo, comunicación y mediación con cada uno de los asentamientos y sus familias no se descarta el posible conflicto con el Tren Rápido de Pasajeros.

Sin embargo por el tamaño de los asentamientos humanos informales, la cercanía con el trazado del proyecto, los indicadores de vulnerabilidad social y la experiencia del INCOFER permiten identificar previamente los sitios de potencial conflicto con el trazado de la vía

férrea, entre los que destacan se encuentran en la provincia de San José en el cantón Central y en el cantón de Tibás.

En los últimos años se ha detectado un aumento acelerado en la formación de asentamientos informales, fenómeno muy relacionado al aumento de la pobreza y al deterioro general de la sociedad, producto de la realidad política y socioeconómica del país, fenómeno que produce un desequilibrio en la organización del espacio geográfico por lo que Costa Rica se ha visto afectada en diferentes zonas del país, sobre todo cerca de la capital como se evidencia en la actual línea ferroviaria. Este comportamiento se ha acentuado la especialmente en el distrito de Pavas entre los que destaca:

Bella Vista: el terreno es irregular, no apto para construir en algunos sectores, colinda con un tajo, con la línea del tren al medio. El propietario del terreno es la Municipalidad y posibilita el crecimiento del asentamiento, hacia el oeste.

Nueva Esperanza 1 (Metrópolis II) y Nueva Esperanza 2: zona donde se ubican los ranchos, con pendientes de moderadas a fuertes en la parte trasera de lotes hacia el río. El terreno no permite el crecimiento del asentamiento. El propietario del terreno es la Municipalidad de San José, zona de protección del río.

En el cantón de Tibás en el distrito de Cinco Esquinas el sitio que presenta potencial conflicto con el trazado del proyecto es el asentamiento: El Plantel: terreno plano, en la zona de protección de la Quebrada Rivera, y con riesgo de inundación, el terreno es propiedad de la Municipalidad de Tibás y no posibilita el crecimiento del asentamiento.

Los asentamientos humanos informales se consideran una respuesta de adaptación de los grupos sociales marginados estos generalmente se ubican en terrenos no utilizados por los sistemas de producción, en las cercanías de ríos.



Figura 8.13. Asentamientos informales en Alajuela. A la derecha Pavas, abril, 2019.

El ferrocarril ha sido esencial en la organización del territorio y en la reestructuración de las redes de ciudades, dando protagonismo a las que se convirtieron en nodos del sistema ferroviario. Las ciudades que quedaron al margen del trazado de la red tuvieron dificultades para competir con las otras en el desarrollo económico.

El ferrocarril en la ciudad se constituye como un espacio extenso y complejo que forma parte de la ciudad. No se puede negar que el sistema ferroviario pueda llegar a ser un macroelemento de difícil integración en la ciudad. Pero una cosa es su intrínseca dificultad y otra cosa muy distinta es llegar a postular que el ferrocarril impacta negativamente, por se, el ferrocarril debe ser integrado urbanísticamente.

Entre los problemas ferroviarios los principales problemas sociales detectados a lo largo de la vía férrea se encuentran:

- La inseguridad en la circulación (carencia de espacios peatonales paralelos a la vía férrea, y por las imprudencias de muchos ciudadanos),



Figura 8.14. Pasos peatonales informales en Alajuela. A la derecha Cartago, abril 2019.

- Las barreras físicas que suelen suponer los viales ferroviarios han venido siendo una referencia en la segregación socio-espacial consentida o apoyada por el planeamiento y la gestión urbanística. Y ha sido así como las barreras físicas se han ido convirtiendo en barreras sociales, de tal manera que el ferrocarril no es la causa, sino un mero argumento externo para la segregación socioeconómica (inequidad social y fragmentación espacial con la barrera ferroviaria como herramienta).
- Pasos de motocicletas y bicicletas indebidos.



Figura 8.15. Rutas informales, Trayecto Alajuela -Ciruelas, abril 2019.

- Deterioro ambiental, limpiar y cuidar los bordes internos, mejorar de la imagen del pasillo ferroviario.



Figura 8.16. Asentamientos Informales, Trayecto Alajuela - Ciruelas, abril 2019.

- Indigencia, se presenta en zonas de poco tránsito y principalmente en lugares con poca de iluminación.



Figura 8.17. Asentamientos Informales, Trayecto Alajuela -San Rafael, abril 2019.

- Atropello de animales, aunque se produce de manera muy aislada, suele suceder con un mayor índice en los asentamientos humanos informales, donde los espacios son reducidos y las mascotas carecen de un apropiado cuidado.



Figura 8.18. Asentamientos Informales, Heredia, a la derecha Belén, abril 2019.

8.10.2 Perspectiva de Género

Los sistemas de transporte público son complejos y distintos, para entenderlos, estudiarlos y poderlos planificar de forma sostenible es necesario comprender la percepción que tienen las personas usuarias y aquellas que conviven de forma diaria con cualquiera de los componentes de los sistemas de transporte. En lo anterior es que se encuentra la relación entre transporte público y género, dado que los hombres y las mujeres mantienen formas distintas de relacionarse.

Tomar en cuenta esa perspectiva de género al momento de planificar el transporte público, permite avanzar hacia la igualdad de género, lo que permitiría a las mujeres acceder a oportunidades que por variables como la movilización no habían podido antes. En el Anexo 8 se presenta el Estudio de Perspectiva de Género para el TRP y su Plan de Acción correspondiente.



9 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.

Para efectos del Diagnóstico Ambiental del Proyecto Tren Rápido de Pasajeros, se aplicará la metodología de la Matriz de Leopold con el fin de identificar los impactos potenciales que se podrían generar. En este análisis, se deben contemplar todas las actividades generadoras de impactos, tanto en la fase constructiva como en la operativa.

9.1 Resumen del proyecto.

El proyecto consiste en la ampliación y modernización del servicio de tren urbano de pasajeros en un trayecto de 84,85 km sobre el derecho de vía actual.

- Trazado de 84,85 km en tres tramos principales a doble vía en placa, doble vía en balasto, doble vía en viaducto y vía única en placa.
- Rehabilitación y ampliación de puentes sobre más de 50 cauces de dominio público.
- Construcción/remodelación de 47 estaciones, incluyendo 10 estaciones intermodales.
- Se contemplan obras complementarias como un taller central, 4 patios/garajes, un edificio administrativo, 24 subestaciones (se concretará en el Tercer Informe), sistema de catenarias y alimentación eléctrica a paradas, reubicación de servicios públicos (cuando sea necesario), drenajes y obras de conectividad vial.

Adicionalmente se prevé la necesidad de construir estructuras temporales como campamentos, oficinas de ingeniería, bodegas de maquinaria y materiales, plantas de estructuras prefabricadas, plantas mezcladoras de concreto, y plantas mezcladoras de asfalto. Se deberá coordinar con las Municipalidades y otros entes gubernamentales para procurar que estas estructuras se instalen en terrenos públicos cerca del AP; de lo contrario, será necesario recurrir a acuerdos con actores privados. De la misma manera, se debe identificar con tiempo los sitios (tajos) autorizados para la extracción del material necesario para el proyecto, al igual que las escombreras o rellenos que puedan recibir lo que se deba disponer del proyecto. Idealmente, estos sitios estarán ubicados cerca al AP y a lo largo de la ruta en construcción, para una operación eficiente.

9.2 Elementos del proyecto generadores de impactos ambientales.

A continuación, se enumeran las actividades que, potencialmente, generarán impactos ambientales en cada fase del Proyecto (tablas 9.1 y 9.2).

9.2.1 Fase Constructiva.

ACTIVIDADES	DEFINICIÓN	FUENTES DE IMPACTO
Eliminación de la vegetación.	Acción de cortar árboles, palmas y arbustos.	Emisión de gases y ruido a causa del uso de maquinaria y vehículos. Generación de desechos orgánicos. Alteración del ambiente existente.
Movimiento de tierras.	Consiste en la nivelación y relleno del terreno para la conformación de las vías, así como la colocación de las bases de los puentes y demás estructuras de la vía; la rehabilitación de los drenajes y la conformación de los taludes.	Tránsito constante de vehículos livianos y pesados. Uso de maquinaria pesada que generan ruido y contaminación del aire. Sedimentación por escorrentía. Alteración del terreno y del paisaje.
Habilitación edificaciones temporales.	Consiste en habilitar áreas específicas en algunas propiedades aledañas para depositar el material orgánico de construcción, así como campamentos residenciales, bodegas para el material y maquinaria, oficinas de ingenieros y personal, plantas de prefabricados, Plantas mezcladoras de concreto y asfalto.	Impacto en la economía local por renta de terrenos. Movimiento de vehículos dentro y fuera del derecho de vía del AP. Generación de ruido y polvo. Alteración del terreno y del paisaje.

Transporte de material y equipos.	Traslado de material constructivo usual hasta el AP, hacia los puntos de escombreras, hacia las plantas de prefabricados y mezcladoras de concreto y asfalto.	<p>Circulación de vehículos pesados.</p> <p>Entrada y salida de vehículos al AP.</p> <p>Generación de ruido y polvo.</p> <p>Emisiones de gases por la combustión de combustibles fósiles.</p>
Obras civiles	Rehabilitación y construcción de la vía y obras complementarias.	<p>Impacto a nivel de empleo, economía local, bienestar social y valor de los terrenos.</p> <p>Entrada y salida de vehículos livianos y pesados.</p> <p>Uso de equipos pesados y herramientas que generan ruido.</p> <p>Generación de desechos comunes y escombros.</p> <p>Alteración de los procesos ecológicos y del ambiente existente.</p>
Generación de aguas residuales	Aguas residuales generadas durante la actividad de construcción.	<p>Contaminación de fuentes de aguas superficiales y subterráneas.</p> <p>Afectación de los procesos ecológicos.</p>
Generación de desechos sólidos	Desechos domésticos, industriales y propios de la construcción.	Afectación al paisaje por desechos, contaminación de aguas superficiales y afectación del suelo.

Tabla 9.1. Lista de actividades potencial impacto ambiental en cada fase del Proyecto durante la fase constructiva.

9.2.2 Fase Operativa.

ACTIVIDADES	DEFINICIÓN	FUENTES DE IMPACTO
Operación y mantenimiento del ferrocarril y obras conexas	Se necesita personal para darle mantenimiento a las diversas estructuras de la vía, así como en el derecho de vía y las obras complementarias.	Impacto a nivel de empleo, economía local, bienestar social, disminución de escorrentía superficial, disminución de fijación natural. Menor flujo vehicular con la consecuente reducción de emisiones de gases por un menor consumo de combustibles fósiles.
Generación de aguas residuales	En el proceso de operación se generan aguas residuales de tipo industrial.	Contaminación de aguas superficiales. Deterioro del suelo que se encuentra cerca de las diferentes estructuras viales.
Generación de desechos sólidos	Residuos principalmente domésticos por el tránsito de vehículos y provenientes de las actividades de mantenimiento, propias del proyecto.	Contaminación del suelo y del aire, y afectación al paisaje.

Tabla 9.2. Lista de actividades potencial impacto ambiental en cada fase del Proyecto durante la fase operativa.

9.3 Factores medio ambiente susceptibles de ser impactados.

Los elementos del medio que potencialmente pueden ser impactados por la realización de este Proyecto son los siguientes:

Aguas Superficiales y subterráneas:

Las aguas superficiales se podrían ver afectadas por los procesos de sedimentación y generación de desechos en todas las fases del proyecto. Se tiene presencia de ríos, quebradas permanentes e intermitentes y zonas de mal drenaje que se pueden ver afectadas directamente, así como por escorrentía o erosión. Las aguas subterráneas se pueden ver afectadas por lixiviación de algún tipo de residuo; se deben establecer precauciones en las distintas plantas instaladas. De igual manera se pueden ver afectadas por las alteraciones en la capacidad de drenaje del terreno.

Calidad Sónica:

Habrà mayor afectación durante la fase constructiva debido al uso de equipo para la corta de árboles, maquinaria pesada para la nivelación del terreno, rehabilitación de puentes, pasos a desnivel, estaciones y demás estructuras; luego para el transporte de material y equipo al sitio de trabajo. Durante la fase operativa, se prevén los ruidos típicos de actividades como estas.

Calidad del aire:

La generación de emisiones y material particulado que podría afectar la calidad del aire sería puntual y temporal durante la etapa de construcción del Proyecto solamente, debido principalmente a la corta de árboles, movimiento de tierra, y construcciones de las diversas estructuras. Adicionalmente se puede ver afectado por el tránsito de vehículos en el traslado de materiales y del personal, preparación de la mezcla asfáltica, entre otros.

Flora:

No se prevé la necesidad de eliminar vegetación de forma significativa, ya que el derecho de vía se mantiene libre de árboles en la actualidad. Cuando sea necesario cortar árboles, se hará tramitando todos los permisos respectivos como se establece en la normativa. La mayoría de los sectores del AP, se encuentran desprovistos de árboles, son áreas con pastos y matorrales.

Fauna:

Se ve perturbada y/o ahuyentada por el ruido y por la corta de terreno y movimiento de tierras. Existe un potencial de fraccionamiento del hábitat y la mayor frecuencia del servicio puede representar una barrera o amenaza para la fauna silvestre que circunstancialmente pasa por la zona.

Suelo:

El suelo se verá afectado principalmente por el movimiento de tierras, compactación de las bases y subbases de puentes, carriles ferroviarios nuevos y por rehabilitar, la apertura de drenajes, la circulación de maquinaria pesada y desechos sólidos ordinarios.

Empleo:

Se generará una afectación positiva por los empleos directos e indirectos durante la construcción y la operación del Proyecto.

Economía Local:

El impacto que generará es el incremento de oportunidades de trabajo, pago de impuestos, renta de inmuebles, consumo de bienes e insumos. Además, los ingenieros, técnicos y demás trabajadores del proyecto, durante la instalación de este, necesitarán cubrir algunas necesidades que se presenten. Esta situación será beneficiosa para la población local ya que ellos tendrán la oportunidad de satisfacer las demandas de insumos y/o servicios. El efecto de dinamizador económico de este proyecto es significativo y de alcance regional en toda la GAM.

Paisaje:

El Proyecto impondrá una alteración del actual paisaje durante la construcción, ya que implica una obra de gran escala y movimientos de tierra importantes sobre el actual derecho de vía. En la fase operativa, el Proyecto podría convertirse en un elemento positivo y moderno del paisaje urbano.

Bienestar social:

Corresponde al nivel de bienestar social y calidad de vida de las personas que habitan las comunidades de la mayoría de los cantones de la GAM, no solo aquellos ubicados en el AID. El proyecto puede tener un impacto positivo en la competitividad económica y la calidad de vida de las personas, al lograr reducir el congestionamiento vehicular. Para efectos de empleo, puede ser una fuente importante de trabajo para mano de obra de

diferentes niveles de capacitación. Por otra parte, las actividades constructivas pueden generar perturbaciones a las actividades cotidianas de los pobladores y usuarios, inconveniente que debe ser compensado con mecanismos eficientes de regulación del tránsito en cada frente de trabajo.

9.4 Impactos ambientales que producirá el proyecto y sus opciones.

A continuación, se describen las diferentes actividades generadoras de impactos del Proyecto, y los efectos potenciales que tendrían sobre el medio físico, social, y biológico.

Eliminación de vegetación:

Corresponde a la eliminación de la cobertura vegetal, principalmente y no leñosa que crece a lo largo del derecho de vía del ferrocarril. Esta limpieza se realiza, con el fin de liberar el espacio para iniciar las actividades de movimiento de tierra y reubicación de los servicios básicos existentes. Se generan impactos directos sobre la fauna por interrupción de su hábitat. Por otra parte, también genera impactos positivos al generar fuentes de empleo temporales, lo que genera un beneficio en la economía local, el bienestar social por los ingresos recibidos.

Movimientos de tierra:

Corresponde a la eliminación de la capa orgánica del suelo, la remoción de suelo de baja calidad y sustitución de este por otro material de calidad que permita la estabilidad de las estructuras que soportarán las diferentes capas de la ferrovía, estructuras de puentes, estaciones, bases de los pasos a desnivel, y demás estructuras.

La afectación directa del suelo es quizá el mayor impacto que causa esta actividad, así como la generación de polvo o partículas al aire. Además, se debe de considerar el ruido que produce la maquinaria y el movimiento constante de vagonetas, niveladoras, tractores, compactadoras, retroexcavadoras, excavadoras, entre otros; que producen un impacto mayor, en magnitud y extensión, sobre la biota y el paisaje.

Adicionalmente un mal manejo podría conllevar la contaminación de las fuentes de agua dentro del AP, también estos movimientos pueden –al alterar la estructura del terreno– afectar la capacidad de drenaje del suelo.

El aire se podrá ver afectado temporalmente por la generación de polvo y por la combustión de hidrocarburos por motores de la maquinaria que se utilice, factor que dependería de la cantidad y del estado mecánico de la misma.

La generación de mano de obra y el impacto sobre la economía local por posibles contrataciones de personal y por incremento de actividades comerciales, son factores positivos que deben de ser considerados.

Habilitación de estructuras temporales:

Corresponde a la habilitación de sitios seleccionados fuera del derecho de vía, como campamentos, áreas para el depósito del material orgánico de desecho producto del movimiento de tierra (escombreras), bodegas de materiales y maquinaria, ubicación oficinas del personal de construcción, Plantas de prefabricados, Plantas mezcladoras de concreto y asfalto. Habilitar estos sitios, requiere de la remoción de la capa vegetal, compactación y lastreado de zonas muchas veces sin desarrollar. Estas obras temporales pueden producir alteraciones durante la fase de ejecución del proyecto, afectar los regímenes de infiltración y de escorrentía superficial, así como alterar procesos ecológicos y perturbación del paisaje. Por otra parte, generaría beneficios a la economía local, debido a la renta o alquiler de terrenos por el periodo de la ejecución de la obra y de bienestar social en caso de que se donen las estructuras instaladas en terrenos comunales y municipales.

Transporte de material y equipos:

Corresponde al transporte de los equipos y materiales en el área del proyecto, la cual deberá hacerse en contenedores, vagonetas o camiones pesados de plataforma. Estos vehículos generarán emisiones de gases a la atmósfera. La frecuencia en el transporte dentro y fuera del AP es alta, pudiendo afectar a los pobladores de las comunidades vecinas, por el ruido que se genera y la posibilidad de accidentes de tránsito. Además, podría generar material particulado en el área o deterioro de la vía pública.

Obras civiles:

Consiste en la ampliación y modernización de la vía férrea sobre el derecho de vía existente, la ampliación y rehabilitación de puentes, construcción de pasos a desnivel, accesos, estaciones y demás infraestructura descrita. Esta actividad implica mayor cantidad de mano de obra no calificada, semi calificada y calificada, que podría ser abastecida por las comunidades vecinas, lo cual favorece a la economía de una gran extensión de la GAM.

También se podría observar un aumento temporal del comercio local de bienes y servicios en los frentes de trabajo, contribuyendo directamente a un aumento del bienestar social.

Se prevé un impacto al suelo, por las actividades que conlleva esta actividad además de la impermeabilización que una estructura le ocasiona al suelo en cualquier tipo de proyecto. Un mal manejo podría provocar la contaminación de quebradas, ríos, pozos, que atraviesan o están relativamente cercanos a la obra.

La construcción de nuevas obras civiles en este proyecto podría generar un impacto aún mayor del ya existente, sobre el paisaje y la fauna local, debido a que hay un aumento en el área construida por lo que se incrementarían los obstáculos que dificultarían el paso de especies animales de un sector a otro.

Operación y Mantenimiento del nuevo servicio de tren y edificios asociados:

Corresponde a la puesta en marcha y operación del Proyecto. La operación del TRP va a generar empleos directos, aunque posiblemente en menor cantidad que la fase constructiva, pero con mejor proyección salarial y estabilidad en el tiempo. Puede haber afectaciones a la fauna y al paisaje por el aumento en la frecuencia del servicio. También habrá impactos positivos como aportes directos e indirectos a la economía local, mejoras en competitividad a nivel de la GAM y país, reducción del flujo vehicular, mejoras a la calidad del aire por sustitución de un tren de diésel por un servicio eléctrico.

Generación de desechos sólidos:

Los desechos sólidos de origen doméstico e industrial si no se manejan bien pueden causar impactos negativos asociados de considerable importancia ya que incluyen: afectación al paisaje, afectación por malos olores (calidad del aire), potencial riesgo de generación de plagas, afectación por lixiviados, obstrucción de vías públicas, entre otros.

Generación de aguas residuales:

Los residuos líquidos que se prevén tanto en la etapa constructiva como en la operativa son principalmente ordinarias, un mal manejo implicaría una contaminación a cuerpos de agua y riesgos a la salud humana.

9.5 Identificación y valoración de impactos

A manera de resumen, se presentan las siguientes tablas que identifican y valoran los impactos potenciales en tres alcances:

FACTORES AMBIENTALES IMPACTADOS	ACCIONES IMPACTANTES													
	FASE DE CONSTRUCCIÓN										FASE DE OPERACIÓN			
	Expropiación	Demolición	Desmonte y Eliminación de vegetación	Construcción de los diferentes componentes del proyecto	Habilitar sitios para escombreras	Instalación de campamentos	Transporte de materiales y equipos	Alteración de drenajes	Generación de desechos sólidos	Generación de aguas residuales	Construcción de puentes y la estructura en general	Mantenimiento de la vía	Desmonte y eliminación de vegetación	Mantenimiento de patios
COMPONENTE FÍSICO/QUÍMICO														
Calidad sónica		5				4				5	5	4		8
Calidad del aire		4	6			6				6	5	6	3	9
Agua aguas superficiales			5		6	4		10		5	7		7	
Suelo	7	6			3					7				
COMPONENTE BIÓTICO														
Fauna		3	5		2		4	2			5		6	
Flora			6		2					5		6		
COMPONENTE SOCIAL														
Patrimonio										7				
Empleo		7	8	8	4		7			8	7	9	5	9
Economía local				7		5	7			5		5		8
Paisaje			5		6	4		4	3	7		4		
Bienestar social	6			7			6			7	7	6	4	9
1-3 Importancia baja														
4-6 Importancia media														
7-10 Importancia alta														

Tabla 9.5. Tabla resumen de la importancia de los impactos potenciales, fases de construcción y operación.

9.6 Selección de la opción del proyecto.

El Proyecto del Tren Rápido de Pasajeros es la culminación de un proceso de estudios de aproximadamente 10 años sobre la modernización del sistema de tren urbano en la GAM. En estos estudios se han analizado diferentes alternativas buscando el mejor balance entre viabilidad, nivel de servicio y costo total. En el estudio de prefactibilidad realizado por LCR Logística en el 2016, se escogió la opción denominada “2 A” como la mejor alternativa para el desarrollo de la obra. A su vez, el estudio de ingeniería de valor realizado en 2018 por IDOM, tomó la opción “2 A” como escenario base para una optimización de resultados, logrando reducir los costos proyectados en un 50% y manteniendo un estándar de servicio equivalente. Esa propuesta derivada del estudio de ingeniería de valor es la que hoy se analiza con base para el estudio de factibilidad, incluyendo este Estudio Ambiental Preliminar. El resultado de esta nueva serie de estudios servirá entonces como insumo directo para la fase de estudios de detalle, los cuales serán la base del cartel de licitación para la construcción y operación del proyecto.



10 MEDIDAS DE MITIGACIÓN

En el Capítulo 9 se identificaron los impactos potenciales más relevantes para el proyecto, tanto negativos como positivos. En el Capítulo 10 se proponen medidas de mitigación para los impactos potenciales que se consideran más significativos.

10.1 Medio físico

10.1.1 Fase Constructiva.

Para el medio físico/químico, se identificó el siguiente impacto significativo:

Calidad del aire:

La calidad del aire puede verse afectada principalmente por la introducción o habilitación de nuevas estructuras temporales. Esta puede tener un efecto directo en la generación de partículas en suspensión o polvo, malos olores, además de las emisiones de la maquinaria y vehículos pesados dentro durante la ejecución de las obras. Esto podría provocar molestias para los vecinos, o bien problemas de salud entre los trabajadores por la inhalación directa y continua de las emisiones.

Medidas correctivas:

- Establecer manuales para la operación segura de los diferentes equipos y maquinaria que se utilicen en labores de excavación, traslado de materiales y construcción, siendo de acatamiento obligatorio de los operarios para garantizar el buen uso y estado de estos.
- Establecer horarios de trabajo y alternar las tareas en el uso de la maquinaria pesada según la sección del trazado y de acorde a la obra, con el objetivo de no entorpecer la circulación de vehículos en rutas aledañas e intentando alterar lo menos posible la calidad de vida de las poblaciones locales.
- Humedecer las superficies de trabajo mediante cisterna o mediante sistema de aspersión manual, a fin de evitar que se levanten nubes de polvo desde las zonas de trabajo y calles de acceso durante los periodos de época seca o de ausencia de lluvias en la zona. Intensificar estas labores de acuerdo con las condiciones de viento, radiación solar y cercanía de áreas de producción agrícola, comercial o industrial, así como de centros de población o viviendas.

- Regular la velocidad de las vagonetas y demás equipos pesados en las áreas de trabajo, a velocidades que no favorezcan el levantamiento de cortinas de polvo.
- Retirar de manera expedita, los materiales sobrantes producto de los movimientos de tierra o de la construcción de las diferentes obras del Proyecto.
- Cubrir temporalmente con algún tipo de material que retenga o disminuya las partículas de polvo de aquellos materiales o montículos de tierra que estén más de un día en la misma ubicación.
- Almacenar los materiales polvorientos o de granulometría fina en sitios con condiciones idóneas que eviten la contaminación del aire o sean esparcidos fácilmente.
- Proteger por medio de plásticos, los apilamientos de escombros de tierra, a fin de evitar que los mismos sirvan de fuente de contaminación del aire dentro del AP y su AID.
- Cubrir la carga de las vagonetas con lonas o algún otro cobertor, para evitar la generación de polvo.
- Definir un adecuado mantenimiento y ajuste, de forma tal que la maquinaria cumpla los requisitos establecidos por la legislación vigente (Revisión Técnica Vehicular) y que, de esta manera, se garantice el mínimo impacto al aire.
- Los vehículos y maquinaria que tengan anomalías en la salida de gases deberán ser retirados del área del Proyecto y reparados en un sitio adecuado.
- Los residuos sólidos se reciclan y almacenan en sitios adecuados para su posterior recolección, evitando de esta manera la generación de malos olores.
- Evitar la quema de basura o de escombros.
- Velar por el buen uso y mantenimiento de las cabinas sanitarias, efectuando una debida limpieza periódica y rotulando las medidas que deben cumplir los usuarios.
- Las plantas de asfalto, concreto, trituradoras, talleres, patios de servicio y demás instalaciones afines se establecerán en áreas retiradas de centros residenciales y según los planes reguladores de cada municipalidad como lo establece la normativa nacional; además, los depósitos de materiales deberán estar cubiertos. Los desechos y residuos derivados de estas labores se deberán depositar en recipientes o en el sistema de alcantarillado debidamente identificado y destinado para este fin para su debido tratamiento.

- Los empleados deberán usar el equipo de protección personal en aquellas labores u ocasiones que requiera protección para evitar afecciones respiratorias o afecciones en la vista por algún tipo de polvo o material particulado.
- Coordinar con las autoridades competentes o asignar personal calificado para las labores de regulación del tránsito durante la ejecución de las diferentes actividades constructivas y traslado de materiales al AP.
- Establecer mecanismos de comunicación eficientes para los usuarios de la vía e informarles de posibles cierres temporales conforme avancen las obras para que tomen vías alternas y se evitan aglomeraciones innecesarias en los diferentes frentes de ejecución de obras.

Aguas superficiales y subterráneas:

Podría haber un impacto directo en las fuentes de agua cercanas al AP, debido al movimiento de tierras, habilitación de edificaciones temporales, generación de aguas residuales y la construcción de obras civiles.

La maquinaria presente en el AP y en los sitios definidos para las diferentes Plantas del Proyecto, podría ser una causa de contaminación, debido a derrames de pinturas, emulsiones, mezclas asfálticas, mezclas de concreto, aceites y/o combustibles, los cuales serían transportados o infiltrados en eventos como la lluvia. Por otra parte, los movimientos de tierra dejan el suelo expuesto y podría ser arrastrado por escorrentía hasta los cuerpos de agua cercanos al AP. Además, si no se manejan adecuadamente las aguas residuales y los desechos sólidos, también podrían generar un impacto negativo con el depósito de lixiviados o niveles altos de algunos contaminantes.

Medidas correctivas:

- Proteger la cobertura vegetal existente que no requiera ser removida, en lo posible, en las áreas del derecho de vía donde vayan los puentes, drenajes y demás infraestructura para conservar los cuerpos de agua.
- Establecer dispositivos para capturar sedimentos, ya sea mediante mallas, fosas con mallas, canales de drenaje con trampas de sedimentos, presas de decantación, u algún otro medio, en las áreas de trabajo antes que las aguas de escorrentía lleguen a los cuerpos de agua. En este punto, se debe contar con un sistema de mantenimiento periódico de estos dispositivos para evitar que se saturen de

sedimentos, a la vez depositarlos en los puntos destinados para estos tipos de materiales o desechos.

- Establecer cunetas de protección en la base de los taludes, con la finalidad de contener y dirigir los sedimentos que se deriven de la erosión por escorrentía hacia las trampas de sedimentos. Estas pueden estar ubicadas en la parte media del corte del talud, cuando estos sean en forma de terrazas, como en la parte superior y en la base de este.
- Usar maquinaria en buenas condiciones, para evitar derrames de aceite, combustible o algún otro material contaminante.
- Colocación de estructuras de contención tales como contrafuertes, muros de retención, gaviones y contrapesos de rocas, así como colocar a la salida de la alcantarilla zampeados o lavaderos para contener la deposición de desechos sólidos.
- Establecer un programa de mantenimiento preventivo de la maquinaria fuera de las áreas de trabajo del proyecto y lejos de cuerpos de agua.
- Abastecer de combustible únicamente a la maquinaria que no se pueda sacar del AP y mediante dispositivos apropiados que no signifiquen riesgo de derrames o que atenten con la seguridad del personal.
- Realizar las reparaciones en un cobertizo impermeabilizado que se encuentre cerca del AP o ubicar áreas idóneas para un taller de mantenimiento cercano al proyecto.
- Establecer un programa de atención de emergencias por derrame.
- Llevar un control en el uso y mantenimiento de las letrinas móviles, tanques sépticos, plantas de tratamiento o de bombeo de aguas tratadas para reutilización, así como protocolos de traslado de los desechos por el uso de estos dispositivos.
- Disponer de personal, recipientes y contenedores para la recolección de los residuos sólidos ordinarios y especiales, en caso de que los haya; estos últimos deben estar debidamente rotulados. En la medida de lo posible, se promoverá la clasificación de los residuos a fin de que se favorezca su reutilización, reciclado y su manejo y disposición diferencial en función de su naturaleza y grado de peligrosidad.
- Evitar el desarrollo de la actividad de movimientos de tierra durante los periodos de lluvias intensas, a fin de disminuir al mínimo el acarreo de sedimentos desde las áreas de trabajo hacia los cauces receptores.

- Contar con un control eficiente de recolección de desechos sólidos en los drenajes de la obra, así como los cuerpos de agua, con el fin de mantener libres de cualquier material de desecho o residuo, producto de la actividad constructiva y de conformación de la vía, puentes, o de cualquier estructura del proyecto.
- Implementar medidas para el manejo de desechos sólidos y líquidos de acorde a un Plan Estructurado de Manejo de Desechos en cada una de las actividades que conlleve el proyecto.
- Usar equipos y dispositivos eficientes en el uso del agua, tanto en las labores de construcción de puentes, aceras, bahías de autobuses, ciclovías, puentes peatonales, procesos en plantas y en labores de mitigación del polvo, para evitar fugas y pérdidas de agua.
- No utilizar aguas provenientes de cuerpos de agua superficiales para mitigar el polvo o para las labores de construcción, salvo que se cuente con la debida concesión de aprovechamiento del recurso.
- Los operarios de maquinaria y equipos efectuaran sus labores de limpieza y mantenimiento en zonas o sitios lejos del lecho de las corrientes superficiales, en sitios debidamente establecidos para esas labores y donde se disponga de un sistema apropiado para el tratamiento de las aguas grises.
- Impermeabilizar las zonas vulnerables, las áreas destinadas a depósitos de desechos sólidos, los pisos de las bodegas de materiales y zonas de manejo de combustibles, con el fin de evitar las posibles filtraciones en el suelo con la consecuente contaminación de los cuerpos de agua.
- En el caso de almacenamiento y uso de combustibles y materiales químicos, se deberá rotular las distintas zonas donde se disponga su manipulación y uso advirtiendo de los riesgos y las medidas de precaución que se deben implementar.
- Las bodegas o áreas de materiales químicos y sustancias inflamables deberán estar ubicadas en zonas impermeabilizadas y con sistemas de doble contención; bajo la autorización del MINAE y debidamente cerradas, rotuladas y con el acceso restringido como lo dicta la legislación nacional.
- Las plantas de asfalto, concreto, trituradoras, talleres, patios de servicio y demás instalaciones afines se establecerán en áreas fuera de los drenajes naturales como lo establece la normativa nacional; además, los depósitos de materiales deberán estar cubiertos. Los desechos y residuos derivados de estas labores se deberán

depositar en recipientes o en el sistema de alcantarillado debidamente identificado y destinado para este fin para su debido tratamiento.

- Evitar la contaminación de las aguas con productos de concreto durante la construcción de puentes o demás estructuras. Esto se puede implementar efectuando la preparación de la mezcla o del producto de concreto fuera de las áreas de drenaje o de las áreas de protección de quebradas o ríos; o mediante el uso eficiente de equipos que eviten la contaminación de fuentes de agua o canales de drenaje.
- Evitar modificaciones hidrológicas menores o innecesarias y episodios de contaminación puntuales. Para esto se requiere delimitación de las áreas de trabajo, establecimiento de normas de seguridad ambiental, un diseño de los drenajes claro y buscando la menor perturbación posible según los estándares de calidad y la normativa nacional para dichas obras.
- Establecer mecanismos eficientes de recolección y tratamiento de aguas residuales en cada uno de los sitios establecidos para los campamentos, bodegas de materiales y maquinaria, plantas de prefabricados, plantas mezcladoras de concreto y asfalto.
- Prohibir el lavado de equipos o maquinaria en fuentes o cuerpos de agua superficial tales como quebradas, ríos o lagunas.
- Prohibir el vertido directo de las aguas residuales que se produzcan en las edificaciones temporales, o que se trasladan en los diferentes equipos y maquinarias, directamente a los sistemas de alcantarillado municipal, drenajes públicos o privados, y cuerpos de agua naturales sin haberse efectuado un tratamiento previo que cumpla con la normativa nacional.
- Prohibir la obstrucción con escombros o tierra de los cuerpos de agua, ya sea de manera total o parcial durante las labores de movimiento de tierra que puedan degradar la calidad de las aguas y la calidad de los hábitats presentes, salvo que sea dentro del diseño, rehabilitación y construcción de los puentes y bajo supervisión ambiental.

Suelo:

Los impactos significativos para el suelo los generan principalmente el movimiento de tierras, habilitación de edificaciones temporales, transporte de materiales y equipos,

generación de aguas residuales, generación de desechos sólidos, y construcción de obras civiles.

Evidentemente las condiciones del suelo cambian a causa del movimiento de tierras para la conformación en general del terreno, sitios para las escombreras, vías de acceso para transporte de materiales de préstamo, en sitios de instalación de edificaciones temporales y bodegas de materiales. La generación de desechos sólidos y de aguas residuales, podría ocasionar derrame de lixiviados o sustancias que contaminen el suelo. Las construcciones permanentes como puentes, vías, pasos a desnivel, entre otras, provocan la impermeabilización del suelo.

Medidas correctivas:

- Las labores de movimiento de tierra se efectuarán, en la medida de lo posible, en los periodos más secos o lapsos del día que no se presenten lluvias.
- Los movimientos de tierra se harán, únicamente, según los criterios técnicos establecidos en el diseño del proyecto y aprobados por las autoridades nacionales. No se permite movimientos de tierra innecesarios o fuera de lo establecido en el diseño de la obra.
- Las labores de retiro de desechos sólidos o sobrantes deberán ser coordinadas con el avance de las labores de excavación y construcción, con la finalidad de reducir el polvo o el arrastre de sedimentos por la lluvia.
- Las labores de excavación y de relleno se ejecutarán únicamente dentro de las superficies pertenecientes al derecho de vía y de acorde a los diseños del proyecto.
- Los sistemas de drenaje se instalarán de acorde a los diseños del proyecto, a la brevedad posible, y previo a la ejecución de los rellenos con la finalidad de evitar excesos de humedad y para la reducción de la erosión.
- Se enfatiza en la construcción de dispensadores de energía en las salidas de las tuberías (muros o zampeadores), cunetas, alcantarillas de drenaje o demás para reducir la socavación del terreno.
- Se emplea materiales resistentes a la erosión en las diferentes estructuras de la vía para evitar la socavación.
- Se mantiene un apropiado corte de los taludes, con el ángulo requerido que evite el derrumbe de estos. Se sigue con los aspectos técnicos del diseño del proyecto, procurando cortes en terrazas y con los ángulos apropiados al tipo del suelo del AP.

- Construir cuencos empedrados temporales en los taludes, con la finalidad de disminuir el arrastre de materiales y la erosión.
- Separar la capa fértil o con materia orgánica del suelo a fin de que pueda ser utilizada luego, ya sea dentro del mismo proyecto o fuera de él, en labores de restauración de suelos. Para esta medida se dispondrá sitios específicos para la deposición de estos materiales, pero cumpliendo con medidas de control del polvo y la erosión (cubiertas plásticas o de otro material).
- Se utilizan coberturas verdes en la medida de lo posible para la contención de taludes.
- Se instalan sistemas de drenajes apropiados que reduzcan la erosión por escorrentía.
- Se instalan sistemas de contención de taludes o de superficies expuestas en pendiente, mediante geotextiles o algún otro material que evite la exposición directa al goteo de la lluvia o al viento.
- Los sobrantes de la mezcla asfáltica deberán recogerse y enviarse en camiones de volteo, a la planta de asfalto para su reciclado o disposición definitiva.
- Los suelos destinados para escombreras deberán ser idóneos en topografía, drenaje, textura, y demás, para la deposición de estos materiales y de acuerdo con el plan regulador de cada municipalidad.
- Se debe emplear equipos y maquinarias en buen estado para evitar derrames de hidrocarburos.

10.1.2 Etapa Operativa.

Para la etapa operativa se detectaron dos impactos potencialmente significativos, como se muestra a continuación:

Suelo:

Principalmente las labores de mantenimiento de las diferentes obras y de las áreas del derecho de vía, podrían generar un impacto negativo sobre el suelo si no se ejecutan adecuadamente. La renovación de la infraestructura también provoca impermeabilidad en el suelo.

Medidas correctivas:

- Los residuos sólidos deben disponerse en el mismo sitio de trabajo de manera temporal, mientras se colocan en recipientes o sobre equipos dispuestos para tales fines.
- Evitar actividades de mantenimiento de equipos y maquinarias dentro de las áreas de la vía que puedan generar derrame de hidrocarburos o combustibles.
- Emplear equipos en buen estado y con el debido mantenimiento mecánico.
- Capacitar al personal operativo para el buen uso de los equipos y para el trabajo eficiente en las labores de mantenimiento.
- Reciclar o reutilizar los desechos sólidos generados por la actividad de mantenimiento, o bien darles un adecuado tratamiento para depositarlos en sitios autorizados.
- Evitar los cúmulos de desechos sólidos sobre el derecho de vía por periodos mayores de 24 horas. Los residuos producto de las labores de mantenimiento deben ser recolectados inmediatamente para su traslado a los centros autorizados.
- Evitar la deposición de materiales tóxicos o contaminantes sobre las áreas verdes o drenajes.

Calidad del Aire:

Se espera un impacto positivo significativo en la calidad del aire por la sustitución de trenes y locomotoras de diésel, por equipos eléctricos de última generación. También se anticipa una reducción en la circulación de vehículos particulares, por la puesta en marcha de un sistema moderno y eficiente de transporte masivo, lo cual contribuirá a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. También se dará una disminución en los niveles de ruido, tanto del que emite el equipo rodante en su funcionamiento, como por la eliminación prácticamente total del uso de la bocina del tren.

Medidas potenciadoras:

- Generar una estrategia de comunicación para divulgar el potencial de reducción de emisiones contaminantes por el cambio de un tren de diésel a un sistema eléctrico y los beneficios que esto conlleva para la salud y el bienestar de las personas.
- Implementar un protocolo que promueva y facilite el transporte intermodal, aprovechando las conexiones con diversas líneas de buses.

- Dialogar con propietarios de terrenos u otros inmuebles cerca de las estaciones para que desarrollen instalaciones de parqueo para automóviles, motocicletas y bicicletas, atendiendo a la población que utiliza medios de transporte individual. El propósito es alinear incentivos para que más personas usen el sistema de transporte masivo y reduzcan el uso de sus vehículos particulares.
- Mantener medios efectivos de comunicación para la ciudadanía y usuarios del tren, en caso de que se den frentes de mantenimiento y se requieran tomar opciones alternas de transporte.

10.2 Medio biótico

10.2.1 Fase Constructiva

Para el medio biótico, se identificó el siguiente impacto significativo:

Fauna:

Durante la ejecución de la obra podría haber un impacto indirecto a la fauna de la zona, debido a la construcción de obras civiles.

Las labores de conformación de los espacios de construcción de las obras civiles, la ampliación de líneas y puentes, la construcción de accesos, drenajes y otras obras complementarias, son elementos que podrían causar varios impactos durante la fase de construcción. Los efectos de manera temporal, producto de la fragmentación del hábitat, podrían manifestarse como la pérdida de fuentes de alimentación, refugio y de anidación de algunas especies de aves, reptiles y mamíferos.

Medidas correctivas:

- Efectuar un avance paulatino y por secciones de las labores de construcción de las diferentes estructuras de la obra, que permita la migración de la fauna existente a áreas zonas propicias aledañas.
- Fomentar la conectividad entre zonas de protección a manera de corredores, ya sea mediante pasos de fauna artificiales o naturales, donde las especies puedan desplazarse por diferentes zonas. Esto es particularmente importante en la zona en donde el proyecto se ubica dentro del Corredor Biológico COBRI-SURAC.

- Mantener las letrinas móviles en buenas condiciones para evitar derramen de aguas residuales y malos olores, alejadas de drenajes o cuerpos de agua.
- Mantener coberturas artificiales como plásticos o textiles sobre los depósitos temporales de los desechos sólidos para evitar derrame de lixiviados o bien exposición de materiales peligrosos que sean de riesgo para los animales.
- Establecer protocolos de mantenimiento de los depósitos de aguas residuales o bien de los recipientes que poseen desechos sólidos, para garantizar la no salida de lixiviados que perjudiquen la vida acuática o de los animales existentes.
- Mantener los desechos sólidos ya sean orgánicos o producto de la actividad de la construcción, en los recipientes debidamente designados, rotulados y con tapa hermética; que representen riesgo para la fauna existente.
- Establecer protocolos de inicio de labores de movimiento de tierras o de construcción, donde se haga una verificación previa de la no presencia de animales en los frentes de trabajo o en las áreas de apertura de obras para evitar daños o mortalidad. Este protocolo debe incluir medidas para la reubicación de fauna que pueda encontrarse en los frentes.

Flora:

La ejecución de la obra podría llevar un impacto directo a la flora existente, debido a eliminación de la vegetación, y habilitación de edificaciones temporales.

Las labores constructivas conllevan una serie de actividades dentro del AP, entre estas, la eliminación de vegetación, que ocurre en un área puntual (no se observan árboles sobre el derecho de vía, necesidad de corta es limitada) y de efecto no acumulativo, sino que con el tiempo se puede recuperar. En las restantes labores, como la de edificación de obras temporales, es considerado moderado, dependiendo de las condiciones de cobertura que presenten los terrenos seleccionados para dichas obras. El impacto generado requerirá de medidas correctivas que proporcionen la restauración de los espacios alterados; de no ser así podría generar un desequilibrio al medio ambiente del proyecto por la importancia ecológica de la cobertura vegetal.

Medidas correctivas:

- En el caso de que se deban cortar árboles, realizar todos los trámites legales requeridos para que el proyecto cumpla con la normativa vigente y bajo el consentimiento de las autoridades estatales.

- Asesorarse con profesionales forestales con amplia experiencia, que garanticen un eficiente proceso, tanto en el censo de la masa forestal existente como en los respectivos trámites de permiso de corta.
- Las labores de eliminación de la cobertura vegetal se harán de manera mecánica y manual, no se podrá efectuar ninguna labor de esta índole mediante el uso de agroquímicos o mediante prácticas de quema controlada.
- Para la eliminación de árboles en zonas de protección de cauces de dominio público, se deberá contar con los respectivos permisos del Ministerio del Ambiente y Energía y la Declaratoria de Conveniencia Nacional del Proyecto.
- Efectuar la corta de los árboles con la supervisión de ingenieros forestales y cumpliendo con todas las medidas de seguridad establecidas para este tipo de operación.
- En los límites de las zonas de protección de ríos y quebradas o en los límites del derecho de vía donde no se visualice claramente el mismo, se debe delimitar con cintas de color o pintura los árboles que se cortarán para que se diferencie con los que no se van a cortar.
- Los límites de la zona de remoción de la cobertura vegetal deben indicarse claramente sobre el terreno, utilizando señales visibles (cintas de colores u otros), que permitan verificar los límites de la zona de corta. De esta forma se protegen las áreas adyacentes al proyecto evitando el ingreso de maquinaria a esos sitios.
- Restablecer, en lo posible, la cobertura vegetal removida en algunas zonas aledañas del AP, mediante la reforestación con especies nativas para mantener el equilibrio ecológico.
- Desarrollar las actividades de desmonte únicamente en aquellos sitios estrictamente necesarios (huella de construcción).
- Impulsar en la medida de lo posible, el desarrollo y protección de las especies nativas de la zona, como parte de las acciones de protección y desarrollo ambiental de las áreas verdes localizadas dentro del AP.
- Los residuos no aprovechables derivados del proceso de la corta de árboles deberán ser retirados del derecho de vía y depositados en zonas claramente establecidas para el tratamiento de esos tipos de desechos orgánicos.
- Los residuos derivados de la corta de los árboles no serán quemados en ningunos de los casos, salvo con la autorización del Ministerio de Salud.

- Establecer y ejecutar un Plan de arborización con especies nativas o autóctonas con el objetivo de recuperar las áreas intervenidas, en especial zonas de protección de ríos y quebradas, dándole un sentido paisajístico a los tramos que permitan una arborización más ordenada.
- Las maderas resultantes de los procesos de eliminación de la cobertura vegetal serán destinadas a los centros educativos según lo estipula la legislación nacional, los mecanismos empleados para la entrega de dichos bienes serán efectuados de manera transparente por las autoridades competentes e informados por los medios de comunicación escrita y oral nacional.

10.2.2 Etap Operativa.

Para la etapa operativa se detectaron dos impactos significativos, como se muestra a continuación:

Fauna:

La fase operativa de la obra podría traer un impacto indirecto sobre la fauna de la zona, debido principalmente al funcionamiento del nuevo sistema de tren, y de manera más leve, por las actividades y constantes movimientos que se realizan en las labores de mantenimiento, que pueden ahuyentar a algunas especies de aves, reptiles y mamíferos o generar una barrera física más amplia que impida el paso de un sector a otro sino se toman las debidas medidas correctivas.

La fauna puede verse afectadas y ahuyentarse, debido al incremento en la frecuencia del tránsito ferroviario. Sin embargo, se debe reiterar que el proyecto se construye sobre un derecho de vía existente, en algunos casos por más de 100 años, siendo esta una zona ya impactada. El impacto adicional que se espera sería leve o bajo con respecto a las condiciones actuales.

Por otra parte, si no se dispone de un sistema de manejo adecuado de los vertidos de las aguas superficiales generaría problemas en la calidad del medio para algunos animales.

Medidas correctivas:

- Efectuar un debido mantenimiento de los equipos, plantas auxiliares (en caso de su uso), equipos de mantenimiento de áreas verdes y de traslado de personal para que no emitan excesivo ruido durante su funcionamiento.

- Dar el debido mantenimiento a las estructuras de paso de fauna o de conectividad artificial en los puntos críticos identificados por especialistas en vida silvestre.
- Garantizar el correcto funcionamiento de las estructuras de paso de fauna establecidos que permita una mejor movilización de las especies de fauna de la zona.
- Evitar el uso de bocinas o medios auditivos de alto volumen que puedan ahuyentar a las especies de fauna local.
- Establecer mecanismos de atención de animales lesionados o facilitar a las instituciones especializadas en rescate animal para asistir casos de animales lesionados mediante la coordinación con las autoridades nacionales.
- Señalizar las áreas o puntos críticos de paso de fauna mediante dispositivos autorizados por INCOFER para que los conductores estén conscientes y más atentos a una potencial colisión con un animal.

10.3 Medio socioeconómico.

10.3.1 Fase Constructiva.

Para el medio socioeconómico, se identificó el siguiente impacto significativo:

Patrimonio:

El proyecto contempla la rehabilitación y mantenimiento de ciertas estructuras consideradas como patrimonio físico, de acuerdo al Centro de Investigación y Conservación del Patrimonio Cultural del Ministerio de Cultura y Juventud.

Medidas potenciadoras:

- Coordinar con el Centro de Investigación y Conservación del Patrimonio Cultural y otras autoridades para los diseños y elaboración de planos, de manera que la rehabilitación y mantenimiento de los edificios cumpla con las normas técnicas y demás regulación relevante.
- En caso de dudas sobre posible afectación al patrimonio cultural, siempre se debe consultar con las autoridades pertinentes antes de proceder con acciones potencialmente impactantes.
- Cumplir todas las recomendaciones del plan de restauración y presentar informes de avance en la periodicidad que se establezca.

Paisaje:

Los posibles impactos que podría experimentar el paisaje serían debido a eliminación de la vegetación, movimiento de tierras, habilitación de edificaciones temporales, generación de desechos sólidos, y la construcción de obras civiles.

El paisaje irremediablemente se ve impactado de manera irreversible, ya que se pretende realizar una ampliación y rehabilitación de un proyecto de infraestructura ferroviaria; sin embargo, al afectar principalmente el derecho de vía existente, se espera que sea de moderado impacto. Ante esto, se recomienda:

Medidas correctivas:

- Recuperar, hasta donde sea posible, la cobertura vegetal a lo largo del derecho de vía y en las zonas de protección de los cuerpos de agua.
- Planificar la obra de forma tal que la cobertura presente en el AP y en las cercanías de los linderos, sirva de barrera amortiguadora de los efectos paisajísticos del proyecto.
- Sembrar especies autóctonas de la zona en las áreas que no intervengan con el proyecto para mitigar el impacto visual. No se deberán introducir especies exóticas con el fin de preservar la calidad biológica de los ecosistemas naturales.
- Efectuar movimientos de tierra ordenados, de acorde a las condiciones del terreno y siguiendo los lineamientos técnicos para garantizar taludes estables.
- Efectuar movimientos de tierra solo en los sitios necesarios y en las cantidades necesarias, sin exceder las dimensiones que estipula los diseños de la obra.

Empleo, economía local y Bienestar social:

Los posibles impactos positivos que podría generar el proyecto durante la fase constructiva son en la parte de aumento del empleo, mejoramiento de la economía local y del bienestar social, producto a las actividades de la eliminación de la vegetación, movimiento de tierras, habilitación de edificaciones temporales, generación de aguas residuales, generación de desechos sólidos y la construcción de obras civiles.

Medidas potenciadoras:

- Contrata personal de las comunidades vecinas para las diferentes obras de construcción, eliminación de vegetación, movimiento de tierra, habilitación de edificaciones temporales y mantenimiento de las obras.
- Los trabajadores del proyecto que no son de la zona demandan servicios como alimentación, hospedaje y recreación.
- Los trabajadores y el comercio local en general perciben ingresos económicos por los servicios prestados de acorde con la legislación nacional y por el alquiler de inmuebles para la instalación de estructuras temporales.
- Comunicar con un mínimo de tres días de anticipación a la comunidad cualquier interferencia de los servicios públicos.
- Dar atención en lo correspondiente, a cualquier denuncia o señalamiento de molestia que pudiesen manifestar los vecinos del proyecto.
- Establecer estrecha coordinación con las autoridades locales como las Municipalidades, el Cuerpo de Bomberos, la Cruz Roja, la autoridades de policía, las oficinas regionales del Ministerio del Ambiente y del Ministerio de Salud, así como del A y A, el ICE, ESPH, JASEC, la Comisión de Emergencias local y otros grupos comunales y ONGs, que eventualmente pudieran prestar alguna colaboración, cuando el desarrollo del proyecto pudiese afectar servicios básicos o alguno de sus componentes represente algún riesgo no planificado.
- Demarcar bien las áreas de trabajo, mantener las medidas de seguridad y de prohibición de ingreso a particulares, mantener el orden del flujo vehicular durante las labores constructivas.
- No invadir, ni generar perjuicios a los terrenos privados de los vecinos o propiedades comunales, municipales o del Estado durante cualquier actividad constructiva o logística.
- Informar sobre medidas alternativas de transporte para los actuales usuarios del tren urbano cuando se dé una suspensión temporal del servicio por la actividad constructiva.
- Comunicar a la ciudadanía sobre la ubicación de los frentes de trabajo o de cierres parciales a través de medios orales y escritos.
- Mantener un buen diseño de las obras para permitir el ingreso a las propiedades privadas, comunales, estatales; garantizando la seguridad de todos los usuarios.

- Capacitación de personal en las diferentes áreas técnicas y operativas.

10.3.2 Fase operativa.

Para el medio socioeconómico, se identificó el siguiente impacto significativo:

Paisaje.

Las labores de mantenimiento y operación del sistema de tren pueden generar impactos sobre el paisaje debido a la transformación permanente de ciertas áreas y el aumento considerable en la frecuencia del servicio.

Medidas correctivas:

- Al haber mayor iluminación en las intersecciones, estaciones, catenarias y demás estructuras, el paisaje desde luego se verá afectado, aunque ante consultas algunas personas perciben el cambio como neutro o positivo. Como mitigación, se pueden incorporar elementos de diseño paisajístico mediante un trabajo conjunto de arquitectura y el asesoramiento de profesionales que puedan recomendar las especies idóneas según la necesidad ecológica y estética.

Patrimonio:

El proyecto contempla la rehabilitación y mantenimiento de ciertas estructuras consideradas como patrimonio físico, de acuerdo al Centro de Investigación y Conservación del Patrimonio Cultural del Ministerio de Cultura y Juventud.

Medidas potenciadoras:

- Promover y facilitar el acceso del público, siempre que sea seguro y conveniente, para fortalecer los vínculos de la comunidad con su historia y cultura.
- En caso de que el patrimonio cultural sea utilizado con fines comerciales por algún aspecto del proyecto, se deben de tomar medidas de compensación al público por dicho uso, sean tangibles (recursos económicos) o intangibles (programas educativos).
- Mantener una supervisión activa de todas las áreas de patrimonio, para que su operación y mantenimiento se dé bajo una óptica de mejora continua.

Empleo, economía local y Bienestar social:

Los posibles impactos positivos que podría experimentar el proyecto en la parte de empleo, economía local y bienestar social sería debido a la operación y mantenimiento del proyecto, generación de aguas residuales, y generación de desechos sólidos.

Medidas potenciadoras:

- Mantener bien señalizada las diferentes intersecciones y vías para garantizar la seguridad de usuarios y evitar conflictos o accidentes con vehículos y peatones.
- Mantener en buen estado el sistema de iluminación en cruces e intersecciones, como en bahías de seguridad para evitar accidentes de tránsito y problemas de inseguridad ciudadana.
- Efectuar el debido mantenimiento de las obras, en tiempo de atención y de la calidad de los trabajos para garantizar la fluidez del nuevo servicio de transporte.
- Explorar posibles encadenamientos productivos con otras actividades comerciales o industriales en las cercanías de las estaciones del TRP, para fortalecer vínculos con la comunidad y ampliar los beneficios del proyecto más allá del transporte.
- Implementar un programa de divulgación sobre las oportunidades laborales, velando porque sean comunicadas de manera inclusiva, tomando en cuenta a mujeres, personas con discapacidad y otras poblaciones vulnerables.
- Siempre y cuando cumplan con los requisitos del puesto, dar prioridad a las y los habitantes de las áreas de influencia para ocupar los puestos de trabajo generados por la operación del proyecto.
- Para los ingenieros y maquinistas a cargo del equipo rodante, implementar los protocolos de la IFC en cuanto a descanso y seguridad eléctrica, con el fin de que la operación y mantenimiento del TRP sea lo más segura posible.

11 PRONÓSTICO-PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL (P-PGA)

11.1 Organización del proyecto y ejecutor de medidas.

En el cuadro resumen del Plan de Gestión Ambiental, se presenta el ejecutor propuesto de las medidas en cada caso. Estos incluyen el desarrollador del proyecto, el contratista y los profesionales responsables como el Regente Ambiental.

A partir del cuadro del Plan de Gestión Ambiental se hace una proyección de los costos asociados con la implementación de las diferentes medidas ambientales propuestas para mitigar u optimizar, según corresponda, los impactos potenciales del proyecto. Estos costos se sintetizan en el Anexo 11. Es necesario destacar que estos montos son estimados preliminares y que por la fase de desarrollo en la que se encuentra el proyecto, es imposible realizar memorias de cálculo detalladas para determinar con certeza los costos de cada medida ambiental. Ese análisis se deberá hacer en el Estudio de Impacto Ambiental (EsIA), cuando se haya avanzado con los estudios de ingeniería y diseños con un grado de detalle que permita establecer, con mayor certeza, los volúmenes asociados con consumo de agua, extracción de materiales, movimiento de maquinaria, requerimientos de equipo y otros parámetros de desarrollo del TRP. Para este Estudio Ambiental Preliminar, las proyecciones se basan en lo observado en otros proyectos de infraestructura de alcance similar.

Adicionalmente, en el Anexo 9 se presentan Protocolos específicos relacionados con movimientos de tierra, conflictos viales y la estrategia de sensibilización social del TRP.

11.2 Pronóstico-plan de gestión ambiental.

En la siguiente tabla se muestra el Pronóstico-Plan de Gestión Ambiental del proyecto.



Acción impactante	Factores ambientales impactados	Impacto socioambiental	Regulaciones relacionadas	Medida (preventiva / correctiva) de mitigación	Tiempo de aplicación	Responsable de la Ejecución	Indicadores de cumplimiento	Síntesis de los compromisos ambientales
<p>Desmante y Eliminación de vegetación</p> <p>Recuperación del derecho de vía (demolición)</p> <p>Expropiaciones</p> <p>Campamentos temporales</p> <p>Habilitar sitios para escombreras</p> <p>Transporte de materiales y equipos</p>	<ul style="list-style-type: none"> Flora Fauna terrestre y voladora Paisaje Empleo 	<ul style="list-style-type: none"> Afectación en fauna terrestre y voladora al perderse espacios de forrajeo, alimentación, refugio y percha. Pérdida de cobertura vegetal. Generación de ruido Contaminación de aguas superficiales 	<ul style="list-style-type: none"> Ley Forestal (Ley No. 7575) Ley de Biodiversidad (Ley No. 7788) Ley Orgánica del Ambiente (Ley No. 7554) Ley conservación de la vida silvestre (Ley No. 7317) Reglamento general de seguridad e Higiene. 	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollar las actividades de desmante únicamente en aquellos sitios estrictamente necesarios. Impulsar en la medida de lo posible, el desarrollo y protección de las especies nativas de la zona, como parte de las acciones de protección y desarrollo ambiental de las áreas del derecho de vía, manteniendo o cultivando especies de porte bajo. Los árboles a eliminar deben ser identificados y marcados con cintas de colores, pintura u otros de acuerdo con el permiso otorgado. Deben tomarse todas las precauciones necesarias para proteger de cualquier daño o mutilación a los árboles remanentes en el AP. Antes de iniciar las actividades de remoción de cobertura vegetal en los periodos fuertes de lluvia, deberán tomarse las medidas adecuadas para evitar una aportación de sedimentos y materias orgánicas en los cuerpos de 	<p>Etapa constructiva</p> <p>Etapa Operativa</p>	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollador Empresa constructora Regente Ambiental Regente Forestal 	<ul style="list-style-type: none"> Los árboles a cortar están claramente marcados. Se contará con la autorización de corta por parte del MINAE. Los árboles remanentes no presentan lesiones No se observa fauna muerta a causa de las actividades de corta. Los residuos se amontonan en sitios adecuados para su posterior traslado. Se desarrollan zonas verdes dentro del AP. Se coloca zacate y plantas ornamentales. El 100% del personal cuenta con el equipo de protección y se controla diariamente por el encargado en salud ocupacional. Una vez al mes, el RA anotará el cumplimiento en la bitácora ambiental. 	<ul style="list-style-type: none"> Mitigación del efecto de la actividad sobre la flora y otros factores que se podrían ver impactados. Corta de árboles con permiso de MINAE, conservación de la cobertura que no requiera de corta.

Acción impactante	Factores ambientales impactados	Impacto socioambiental	Regulaciones relacionadas	Medida (preventiva / correctiva) de mitigación	Tiempo de aplicación	Responsable de la Ejecución	Indicadores de cumplimiento	Síntesis de los compromisos ambientales
				<p>agua cercanos y a la red de drenaje pluvial.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se recuperan zonas verdes dentro del AP con la siembra de zacate y plantas ornamentales. • Los trabajadores cuentan con equipo personal de seguridad. • Acatar y respetar la Ley Forestal 7575 y la Ley de Biodiversidad 7788. • Eliminar sólo las especies de árboles que sean estrictamente necesarios. • Prohibir todo tipo de corta no autorizada, extracción o comercialización de especies florísticas. • Evitar o minimizar el desmonte de mantenimiento en las zonas ribereñas. • Realizar las podas respectivas a lo largo del derecho de vía, utilizando el equipo de seguridad correspondiente y aplicar productos químicos amigables con el ambiente en los cortes realizados para evitar enfermedades en los individuos. 				

Acción impactante	Factores ambientales impactados	Impacto socioambiental	Regulaciones relacionadas	Medida (preventiva / correctiva) de mitigación	Tiempo de aplicación	Responsable de la Ejecución	Indicadores de cumplimiento	Síntesis de los compromisos ambientales
Movimientos de tierra	<ul style="list-style-type: none"> Suelos Calidad del aire Paisaje 	<ul style="list-style-type: none"> Contaminación por partículas y gases. Contaminación por ruido y vibraciones. Contaminación por derrame de hidrocarburos. Aumento de procesos erosivos. Pérdida de la fertilidad de los suelos. Alteración del sistema de drenaje pluvial. Eliminación de la cobertura vegetal Cambio en la estructura del suelo Impacto visual. Afectación de hábitats de especies silvestres. Generación de expectativas, plazas de trabajo y utilización de 	<ul style="list-style-type: none"> Ley de Uso, Manejo y conservación de suelos (Ley No. 7779) Reglamento a la Ley de Uso, Manejo y conservación de suelos (No 7779) Reglamento general de seguridad e Higiene (No. 1). Ley de Biodiversidad (Ley No. 7788) Ley Orgánica del Ambiente (Ley No. 7554) Ley conservación de la vida silvestre (Ley No. 7317) 	<ul style="list-style-type: none"> Adaptar el diseño del proyecto a las características originales del terreno, tratando de evitar modificaciones innecesarias en la topografía. Realizar labores de excavación únicamente en las áreas donde sea necesario de acuerdo con el diseño. Cierre perimetral en frentes de trabajo y/o rotulación adecuada y visible. Humedecer superficies expuestas, en particular durante época seca, para prevenir levantamientos de polvo. El material resultante de los movimientos de tierra deberá ser trasladados o depositados en sitios adecuados con sus respectivas medidas de contingencia. Se protege todo hallazgo arqueológico dentro del AP. Se identifica áreas donde se destinarán las áreas verdes y se procede a la instalación de suelos orgánicos promoviendo la recuperación vegetal. 	Fase de Construcción	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollador Empresa constructora Regente Ambiental 	<ul style="list-style-type: none"> Se construyen trampas temporales de sedimentos y se limpian una vez a la semana. Hay señalización vertical advirtiendo a la población la presencia de maquinaria pesada. El 100% de las vagonetas sale del AP con la lona colocada correctamente. Se lleva un registro de boletas de amonestación por incumplimiento de esta medida. Las superficies expuestas se riegan dos veces al día en caso de mucho viento y condiciones secas. Se cubren con lonas o plásticos los materiales. 	<ul style="list-style-type: none"> Prevención de erosión eólica e hídrica del suelo.

Acción impactante	Factores ambientales impactados	Impacto socioambiental	Regulaciones relacionadas	Medida (preventiva / correctiva) de mitigación	Tiempo de aplicación	Responsable de la Ejecución	Indicadores de cumplimiento	Síntesis de los compromisos ambientales
		bienes y servicios • Riesgos de trabajo por el desarrollo de labores en condiciones peligrosas.		<ul style="list-style-type: none"> • Los trabajadores cuentan con equipo personal de seguridad. • Seguir las recomendaciones hechas en el Estudio Geotécnico con respecto a las condiciones del suelo y al tipo de cimentaciones más adecuadas. • Cumplir con el Código Sísmico y Código de Cimentaciones de Costa Rica vigentes. • Cortes adecuados conforme a las curvas de nivel y con medidas mitigativas individuales para cada sección de la obra, haciendo énfasis en los sitios con mayores pendientes. • En la medida de lo posible realizar los movimientos de tierra en época seca. • Realizar excavaciones mediante rompimiento, levante y carga por medio de uso de excavadoras, para minimizar la presencia de varias máquinas. • Utilizar la práctica de corte y relleno. • Sacar diariamente los materiales excavados que requieran ser sustituidos. 				

Acción impactante	Factores ambientales impactados	Impacto socioambiental	Regulaciones relacionadas	Medida (preventiva / correctiva) de mitigación	Tiempo de aplicación	Responsable de la Ejecución	Indicadores de cumplimiento	Síntesis de los compromisos ambientales
				<ul style="list-style-type: none"> Utilizar material apto en los rellenos. Preparar el piso del área de taxeo para las vagonetas. Proteger, reforzar y señalar con cintas rojas la periferia de las excavaciones. Acondicionar el piso para el manejo de la escorrentía, mediante cunetas. Conformar el banco del terreno del AP con un nivel apropiado, para evitar erosión y arrastre de sedimentos. Finalizar obras de excavación en el tiempo propuesto. 				
<p>Desmante y eliminación de vegetación</p> <p>Movimiento de tierra</p> <p>Movimiento de maquinaria</p>	<ul style="list-style-type: none"> Calidad sónica 	<ul style="list-style-type: none"> Aumento en los niveles de ruido asociado a las diferentes actividades del proyecto. 	<ul style="list-style-type: none"> Reglamento para el Control de Contaminación por Ruido (No.39951-S) Reglamento general de seguridad e Higiene (No. 1). 	<ul style="list-style-type: none"> Las actividades se llevarán a cabo durante el día para no afectar la dinámica de la zona. Los trabajos que permitan el confinamiento del ruido se realizaran de este modo. Se hacen pausas durante las jornadas laborales. 	<p>Fase de construcción</p> <p>Fase de operación</p>	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollador Empresa constructora Regente Ambiental 	<ul style="list-style-type: none"> Se utiliza un cerramiento temporal perimetral en el AP. Se utiliza equipo protector para ruido durante las labores de corta. Se dispone de boletas para el registro de quejas No hay molestias por parte de los vecinos. 	<ul style="list-style-type: none"> Las actividades se realizan en horarios diurnos, se utiliza equipo de seguridad adecuado para este fin y se confina el ruido.

Acción impactante	Factores ambientales impactados	Impacto socioambiental	Regulaciones relacionadas	Medida (preventiva / correctiva) de mitigación	Tiempo de aplicación	Responsable de la Ejecución	Indicadores de cumplimiento	Síntesis de los compromisos ambientales
Ruido y vibraciones Construcción de obras Construcción de estaciones Mantenimiento de vías Operación del nuevo medio de transporte Patios de mantenimiento							<ul style="list-style-type: none"> Se instalan barreras para confinar el ruido 	

Acción impactante	Factores ambientales impactados	Impacto socioambiental	Regulaciones relacionadas	Medida (preventiva / correctiva) de mitigación	Tiempo de aplicación	Responsable de la Ejecución	Indicadores de cumplimiento	Síntesis de los compromisos ambientales
<p>Desmonte y eliminación de vegetación</p> <p>Movimiento de tierra</p> <p>Escombreras</p> <p>Construcción de obras</p> <p>Construcción de estaciones</p> <p>Mantenimiento de vías</p>	<ul style="list-style-type: none"> Calidad del aire 	<ul style="list-style-type: none"> Generación de partículas suspendidas en el aire Emisión de gases de efecto invernadero de la maquinaria presente en el área del Proyecto Transporte de equipos Construcción de obras Residuos de las operaciones sobre el AP Residuos de los trenes y terminales de pasajeros 	<ul style="list-style-type: none"> Reglamento de Calidad del Aire para Contaminantes (No 39951-S) Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido (No 39428-S) 	<ul style="list-style-type: none"> Humedecer las superficies de trabajo a fin de evitar que se levanten nubes de polvo desde las zonas de trabajo, durante los periodos de época seca o de ausencia de lluvias en la zona. Se cubre el perímetro temporalmente con algún tipo de material que retenga o disminuya las partículas de polvo. Proteger con materiales adecuados, los apilamientos de escombros de tierra, a fin de evitar que los mismos sirvan de fuente de contaminación del aire dentro del AP y su AID. Cubrir la carga de vagonetas para evitar la generación de polvo. Definir un adecuado mantenimiento y ajuste, de forma tal que la maquinaria cumpla los requisitos establecidos por la legislación vigente (Revisión Técnica Vehicular), y que, de esta manera, se garantice el mínimo impacto al aire. Los vehículos y maquinaria que tengan anomalías en la 	<p>Fase de construcción</p> <p>Fase de operación</p>	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollador Empresa constructora Regente Ambiental 	<ul style="list-style-type: none"> No se observan nubes de polvo. No hay molestias por parte de los vecinos. Se revisan los vehículos que cuenten con RTV al día. No se perciben malos olores por acumulación de desechos. Se cuenta con el servicio de recolección de desechos sólidos ordinarios. 	<ul style="list-style-type: none"> Mantener control de la maquinaria, su estado mecánico, documentación al día

Acción impactante	Factores ambientales impactados	Impacto socioambiental	Regulaciones relacionadas	Medida (preventiva / correctiva) de mitigación	Tiempo de aplicación	Responsable de la Ejecución	Indicadores de cumplimiento	Síntesis de los compromisos ambientales
				salida del gas deberán ser retirado del área del Proyecto y reparado en un sitio adecuado. <ul style="list-style-type: none"> • Velar por que no se realice quema de residuos. • Mantener una adecuada disposición de residuos. 				
Desmonte y eliminación de vegetación Movimiento de tierra	<ul style="list-style-type: none"> • Aguas superficiales 	<ul style="list-style-type: none"> • Posible derrame de hidrocarburos de los vehículos asociados a las labores de obra civil, que eventualmente podría afectar las aguas superficiales por escorrentía. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ley Forestal (Ley No. 7575) • Ley de Biodiversidad (Ley No. 7788) • Ley Orgánica del Ambiente (Ley No. 7554) • Ley conservación de la vida 	<ul style="list-style-type: none"> • Usar maquinaria en buenas condiciones. • Establecer un programa de mantenimiento preventivo de la maquinaria. • Abastecimiento de combustible en sitio únicamente a la maquinaria que no se pueda sacar del AP. • Realizar las reparaciones en un cobertizo 	Fase de construcción Fase de operación	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollador • Empresa constructora • Regente Ambiental 	<ul style="list-style-type: none"> • Se observan en el AP recipientes debidamente rotulados para la recolección y separación de desechos sólidos. • No hay arrastre de sedimentos hacia los cuerpos receptores. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reducir el riesgo de contaminación de aguas superficiales por arrastre de sedimentos, .residuos ordinarios y de construcción e hidrocarburos.

Acción impactante	Factores ambientales impactados	Impacto socioambiental	Regulaciones relacionadas	Medida (preventiva / correctiva) de mitigación	Tiempo de aplicación	Responsable de la Ejecución	Indicadores de cumplimiento	Síntesis de los compromisos ambientales
<p>Escombreras</p> <p>Construcción de obras</p> <p>Alteración de drenajes</p> <p>Construcción de puentes</p> <p>Generación de desechos sólidos</p> <p>Generación de aguas residuales</p> <p>Patios de mantenimiento</p> <p>Mantenimiento de vías</p>		<ul style="list-style-type: none"> Contaminación por partículas sedimentarias. Alteración del sistema local de drenaje pluvial Lixiviados de los desechos ordinarios Residuos de productos de construcción 	<p>silvestre (Ley No. 7317)</p> <ul style="list-style-type: none"> Ley de Uso, Manejo y conservación de suelos (Ley No. 7779) Reglamento a la Ley de Uso, Manejo y conservación de suelos Ley de Aguas (Ley No. 276) Reglamento de vertido y reuso de aguas residuales (No 33601) 	<p>impermeabilizado que se encuentre cerca del AP o buscar un taller de mantenimiento cercano al mismo.</p> <ul style="list-style-type: none"> Cumplir con el protocolo de prevención y atención de emergencias por derrame. Disponer recipientes para la recolección de los residuos sólidos, los cuales deben estar debidamente rotulados. Promover la clasificación de los residuos a fin de que se favorezca su reutilización, reciclado y su manejo y disposición diferencial en función de su naturaleza y grado de peligrosidad. Evitar el desarrollo de la actividad de movimientos de tierra durante los periodos de lluvias intensas, a fin de disminuir al mínimo el acarreo de sedimentos desde las áreas de trabajo hacia los cauces receptores Acabado rápido y oportuno de la obra. Implementar las medidas de mitigación propuestas para la erosión del suelo. Considerar dentro de la gestión, las propuestas 			<ul style="list-style-type: none"> Los sistemas de trampas de sedimentos funcionan adecuadamente. Se cuenta con un protocolo para derrames y con un equipo 	

Acción impactante	Factores ambientales impactados	Impacto socioambiental	Regulaciones relacionadas	Medida (preventiva / correctiva) de mitigación	Tiempo de aplicación	Responsable de la Ejecución	Indicadores de cumplimiento	Síntesis de los compromisos ambientales
Operación del nuevo medio de transporte				relacionadas con los movimientos de tierra, control de escorrentía, buen uso y mantenimiento de maquinaria y medidas de seguridad ocupacional. <ul style="list-style-type: none"> • Mantener al máximo las coberturas existentes. • Realizar las actividades de movimiento de tierras durante época seca. • Controlar el manejo de aguas mediante sistemas de drenajes, cunetas, contra cunetas, disipadores de energía y colocación de barreras. • Integrar los elementos constructivos para el manejo de las aguas pluviales. • El mantenimiento de la maquinaria debe realizarse fuera del AP, o en un sitio apropiado, donde no se corra riesgo de derrames, que puedan ser conducidos hasta propiedades vecinas, o cuerpos de agua cercanos. • Solicitar los permisos pertinentes al Departamento de Aguas ante cualquier implementación de obras en algún cauce de dominio 				

Acción impactante	Factores ambientales impactados	Impacto socioambiental	Regulaciones relacionadas	Medida (preventiva / correctiva) de mitigación	Tiempo de aplicación	Responsable de la Ejecución	Indicadores de cumplimiento	Síntesis de los compromisos ambientales
				público ubicado en los alrededores del AP.				
Manejo de los desechos líquidos	<ul style="list-style-type: none"> Suelos Salud humana Aguas superficiales 	<ul style="list-style-type: none"> Afectación a la salud humana. Contaminación de aguas superficiales por acumulación y liberación de sustancias. 	<ul style="list-style-type: none"> Ley de Aguas (Ley No. 276) Reglamento de vertido y reuso de aguas residuales (No 33601). Reglamento general de seguridad e Higiene (No 1). 	<ul style="list-style-type: none"> Implementación un sistema correcto de gestión de las aguas pluviales. Habilitar las cabinas sanitarias desde el inicio de la construcción Mantenimiento adecuado del sistema de tratamiento de aguas residuales. 	<p>Fase de construcción</p> <p>Fase de operación</p>	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollador Empresa constructora Regente Ambiental 	<ul style="list-style-type: none"> Se construyen trampas temporales de sedimentos y se limpian una vez a la semana. Se colocan casetas sanitarias y hay un contrato de mantenimiento en la oficina del AP. Mensualmente se le da mantenimiento a la PT y se lleva un registro en la oficina administrativa. 	<ul style="list-style-type: none"> Manejo adecuado de las aguas residuales ordinarias.
Manejo de los desechos sólidos	<ul style="list-style-type: none"> Calidad del aire, Suelos Aguas superficiales Salud humana, Servicios básicos Paisaje 	<ul style="list-style-type: none"> Afectación a la salud humana por creación de vectores. Afectación a paisaje por basura Contaminación del suelo por acumulación y liberación de sustancias químicas. Contaminación de aguas superficiales por 	<ul style="list-style-type: none"> Ley de Aguas (Ley No. 276) Reglamento sobre el manejo de residuos sólidos ordinarios (36093-S) Reglamento general de seguridad e Higiene (No 1). 	<ul style="list-style-type: none"> Colocar basureros para los desechos domésticos sólidos en el área de trabajo y de merienda Mantener los basureros con tapa y protegidos de la lluvia. Transportar los escombros en vagonetas tapadas a un sitio de disposición final autorizado. Separar reciclables y materiales de construcción residuales. Coordinar semanalmente con la empresa recolectora 	<p>Fase de construcción</p> <p>Fase de operación</p>	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollador Regente Ambiental 	<ul style="list-style-type: none"> Hay un centro de acopio de materiales residuales de construcción. Hay tres basureros clasificados según tipo de material para los residuos sólidos ordinarios. Los basureros tienen tapa y están protegidos de la lluvia. Todas las vagonetas salen 	<ul style="list-style-type: none"> Manejo adecuado de los desechos sólidos durante ambas etapas.

Acción impactante	Factores ambientales impactados	Impacto socioambiental	Regulaciones relacionadas	Medida (preventiva / correctiva) de mitigación	Tiempo de aplicación	Responsable de la Ejecución	Indicadores de cumplimiento	Síntesis de los compromisos ambientales
		acumulación y liberación de sustancias.		<p>para el retiro y transporte del material a su sitio final de depósito.</p> <ul style="list-style-type: none"> En las estaciones del tren, se colocan baterías de reciclaje 			<p>cubiertas del AP y se cuenta con un registro de amonestaciones por incumplimiento de parte de la empresa constructora.</p> <ul style="list-style-type: none"> No hay basura dispersa dentro del AP Los trabajadores tienen conciencia del sistema de reciclaje y lo usan Las estaciones cuentan con baterías de residuos y se mantienen limpios. 	
Movimiento de maquinaria	<ul style="list-style-type: none"> Empleo Bienestar social Economía local Calidad del aire Calidad sónica Suelo 	<ul style="list-style-type: none"> Calidad del aire por partículas de polvo y gases. Calidad sónica por emisión ruido por la maquinaria que transporta materiales Contaminación por partículas sedimentarias 	<ul style="list-style-type: none"> Ley General de Caminos Públicos (Ley No. 5060) Ley de Tránsito por Vías Públicas Terrestres y Seguridad Vial (Ley No 9078) Reglamento sobre inmisión de contaminantes atmosféricos (39951-S) 	<ul style="list-style-type: none"> Instalar rótulos de entrada y salida de maquinaria pesada de acuerdo a las normas vigentes Utilizar señales direccionales a la salida y entrada al AP Utilizar toldos en las vagonetas para evitar la caída de material en la vía pública Manejar a baja velocidad sobre las calles aledañas al AP 	<p>Fase de construcción</p> <p>Fase de operación</p>	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollador Empresa constructora Regente Ambiental 	<ul style="list-style-type: none"> Se coloca señalización preventiva (señalización vertical). No hay accidentes relacionados con las actividades del proyecto. En la oficina del AP, hay una persona encargada de atención al público y se registran las quejas o molestias 	<ul style="list-style-type: none"> Prevención de cualquier efecto negativo sobre la seguridad vial y habitantes dentro del AID

Acción impactante	Factores ambientales impactados	Impacto socioambiental	Regulaciones relacionadas	Medida (preventiva / correctiva) de mitigación	Tiempo de aplicación	Responsable de la Ejecución	Indicadores de cumplimiento	Síntesis de los compromisos ambientales
			<ul style="list-style-type: none"> Reglamento para el control de la Contaminación por ruido (39428-S) 	<ul style="list-style-type: none"> No hay accidentes causados por vehículos del AP No se generan infracciones a la ley de tránsito. Personal capacitado regulando el tráfico 			de los vecinos en una bitácora.	
Construcción general	<ul style="list-style-type: none"> Economía Local Empleo Paisaje Bienestar social Calidad sónica Bienestar social Fauna 	<ul style="list-style-type: none"> Cambios en la estructura y composición química del suelo, creando la posibilidad de erosión. Higiene y seguridad humana (comunidades/trabajadores) Posible modificación del paisaje circundante por efecto de remoción de vegetación y construcción de nuevas edificaciones, 	<ul style="list-style-type: none"> Ley General de Agua Potable (Ley No. 1364) Ley de Construcciones (Ley No. 833) Ley de Planificación Urbana (Ley 4240) Ley de Uso, Manejo y conservación de suelos (Ley No. 7779) Código Sísmico de Costa Rica (No 37070) 	<ul style="list-style-type: none"> Canalizar las aguas pluviales correctamente desde el inicio, para minimizar el lavado del suelo y arrastre de sedimentos Cumplir con todas las medidas indicadas para la Operación general (Salud ocupacional) Se coloca cierre perimetral temporal para reducir el impacto visual. Colocar señales de advertencia claras y prominentes en los frentes de trabajo. Hay una oficina de atención a vecinos dentro del AP. Las salidas de Maquinaria se mantienen libres de sedimentos. 	Fase de construcción	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollador Empresa constructora Regente Ambiental 	<ul style="list-style-type: none"> La rotulación es legible y visible para los transeúntes. Hay una oficina y un encargado de atender consultas externas. Hay una bitácora donde se registran las consultas de los vecinos y demás particulares. No hay accidentes laborales. Hay señalización vertical advirtiendo a los vecinos de la salida de maquinaria pesada. En la oficina del AO, hay un plan de 	<ul style="list-style-type: none"> Mitigación del Efecto de impermeabilización del suelo y del efecto paisajístico de la obra. Prevención de accidentes laborales.

Acción impactante	Factores ambientales impactados	Impacto socioambiental	Regulaciones relacionadas	Medida (preventiva / correctiva) de mitigación	Tiempo de aplicación	Responsable de la Ejecución	Indicadores de cumplimiento	Síntesis de los compromisos ambientales
		<p>modificación de hábitat para especies terrestres y aéreas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Potencial contaminación de aguas superficiales por derrame de hidrocarburos, partículas sedimentadas, aguas residuales y basura. • Posible afectación en la salud humana por emisiones de ruido, partículas en suspensión, manejo de aguas residuales y basura. • Riesgo de electrocución • Accidentes laborales • Riesgos por fallamiento sísmico 		<ul style="list-style-type: none"> • Acondicionar las áreas verdes del AP para mejorar el impacto visual dentro del paisaje. • Manejo adecuado de los residuos ordinarios y aguas residuales. • Planificar la obra de forma tal que la cobertura presente en el AP y en las cercanías de los linderos, sirva de barrera amortiguadora de los efectos paisajísticos del proyecto. • Efectuar movimientos de tierra ordenados, acorde a las condiciones del terreno y siguiendo los lineamientos técnicos para garantizar terrazas estables • Formar a los trabajadores en procedimientos de seguridad personal en vías. • Implementar planes de acción para abordar los niveles de exposición tanto potenciales como confirmados. 			<p>contingencia en caso de accidentes.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hay un responsable en salud ocupacional/seguridad laboral realizando inspecciones diarias y anotando en bitácora el cumplimiento o incumplimiento de las medidas de seguridad. 	

Acción impactante	Factores ambientales impactados	Impacto socioambiental	Regulaciones relacionadas	Medida (preventiva / correctiva) de mitigación	Tiempo de aplicación	Responsable de la Ejecución	Indicadores de cumplimiento	Síntesis de los compromisos ambientales
		<ul style="list-style-type: none"> Riesgo de erupciones volcánicas Riesgo de deslizamientos por taludes 						
<p>Operación del nuevo medio de transporte</p> <p>Presencia de infraestructura ferroviaria</p> <p>Patios de mantenimiento</p> <p>Desmonte y eliminación de vegetación</p>	<ul style="list-style-type: none"> Economía local Paisaje Bienestar social Empleo Calidad sónica Calidad del aire Fauna Aguas superficiales 	<ul style="list-style-type: none"> Posible impacto sobre la salud humana, paisaje, cauces superficiales y vida silvestre por el manejo inadecuado de los residuos ordinarios. Potencial impacto por contaminación por manejo de aguas residuales en la salud humana, vida silvestre, suelo y aguas superficiales. Riesgos para los usuarios y trabajadores en el funcionamiento diario del tren. 	<ul style="list-style-type: none"> Código de Trabajo (No 6727) Ley sobre riesgos del trabajo (Ley No. 6727) Reglamento de Aprobación y Operación de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales (Nº 31545-S-MINAE). Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales (Nº 33601) 	<ul style="list-style-type: none"> Implementar un programa de salud ocupacional Contar con todos los dispositivos de seguridad que establece la Ley (casco, chaleco, entre otras) Contar con los teléfonos de los servicios de emergencias y salud locales Aplicar el Plan de Contingencias en caso de emergencias Mantener el equipo siempre en buen estado No permitir el uso de equipo en mal estado Tener conciencia de las medidas por parte de la cuadrilla Dar entrenamiento adecuado en riesgos profesionales Capacitar al personal en cuanto al manejo de equipos y maquinaria Proveer de equipo protector a operarios de maquinaria 	Fase de operación	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollador Empresa constructora Regente Ambiental 	<ul style="list-style-type: none"> Tanto el equipo como la maquinaria están en buen estado La cuadrilla cumple con las medidas de seguridad No hay accidentes laborales En el caso de accidentes, la respuesta es rápida y adecuada No hay desechos ordinarios dentro o alrededores del AP Se cuenta con protocolos de emergencias, accidentes, etc. Se cuenta con recipientes para la adecuada separación de residuos. 	<ul style="list-style-type: none"> Prevención de accidentes.

Acción impactante	Factores ambientales impactados	Impacto socioambiental	Regulaciones relacionadas	Medida (preventiva / correctiva) de mitigación	Tiempo de aplicación	Responsable de la Ejecución	Indicadores de cumplimiento	Síntesis de los compromisos ambientales
Mantenimiento de las vías				<p>que produce ruido superior a 85 dB</p> <ul style="list-style-type: none"> • Proveer de pólizas de riesgo profesional a todo el personal • Contar con protocolos en caso de emergencias (siniestros naturales accidentes de tránsito). • Diseñar estaciones para asegurar que la ruta autorizada es segura, se halla claramente señalada y es fácil de usar. • Educar a la población sobre los peligros potenciales de la operación del proyecto. • Establecer programas de reciclaje en las instalaciones locales (terminales y estaciones de pasajeros), debidamente rotulados. 				
Operación del nuevo medio de transporte Presencia de infraestructura	<ul style="list-style-type: none"> • Uso urbano • Industrial-comercial • Agropecuario • Asentamientos informales • Circulación vial • Empleo 	<ul style="list-style-type: none"> • Cambio temporal en el uso de tierra. • Reubicación parcial o total de algunos asentamientos informales • Generación de empleo • Reactivación económica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ley de ferrocarriles (Nº 5066) • Decreto Ejecutivo Nº 22483-MOPT • Ley Orgánica INCOFER (Nº 7001) • Ley de Expropiaciones (Nº 7495) 	<ul style="list-style-type: none"> • Se medidas adecuadas para minimizar el impacto en los ingresos a los sitios evitando una fuerte alteración en la dinámica comercial, servicios y residencias • Contrata personal de las comunidades vecinas para las diferentes obras de construcción y mantenimiento de las obras. 	<p>Fase de construcción</p> <p>Fase de operación</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollador • Empresa constructora • Regente Ambiental 	<ul style="list-style-type: none"> • No se afecta de manera generalizada el comercio y acceso a las residencias. • Se generan fuentes de empleo nueva para las personas de comunidades vecinas y fuera del área de influencia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mitigación de impactos negativos y potenciación de efectos sociales positivas

Acción impactante	Factores ambientales impactados	Impacto socioambiental	Regulaciones relacionadas	Medida (preventiva / correctiva) de mitigación	Tiempo de aplicación	Responsable de la Ejecución	Indicadores de cumplimiento	Síntesis de los compromisos ambientales
<p>tura ferroviaria</p> <p>Movimiento de maquinaria</p> <p>Construcción de puentes</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Bienestar social 	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de transporte intermodal 		<ul style="list-style-type: none"> • Los trabajadores del proyecto que no son de la zona demandan servicios como alimentación, hospedaje y recreación. • Los trabajadores y el comercio local en general perciben ingresos económicos por los servicios prestados de acorde con la legislación nacional y por el alquiler de inmuebles para la instalación de estructuras temporales. • Dar atención en lo correspondiente, a cualquier denuncia o señalamiento de molestia que pudiesen manifestar los vecinos del proyecto. • Establecer estrecha coordinación con las autoridades locales, que eventualmente pudieran prestar alguna colaboración, cuando el desarrollo del proyecto pudiese afectar servicios básicos o alguno de sus componentes represente algún riesgo no planificado. • Mantener bien señalizada las diferentes intersecciones y vías para garantizar la 			<ul style="list-style-type: none"> • Se estimula el comercio en las zonas donde el servicio de tren se presta. • Se estimula la utilización de servicios intermodales de transporte. 	

Acción impactante	Factores ambientales impactados	Impacto socioambiental	Regulaciones relacionadas	Medida (preventiva / correctiva) de mitigación	Tiempo de aplicación	Responsable de la Ejecución	Indicadores de cumplimiento	Síntesis de los compromisos ambientales
				seguridad de usuarios y evitar conflictos o accidentes con vehículos y peatones. <ul style="list-style-type: none"> • Mantener en buen estado el sistema de iluminación en cruces e intersecciones, como en bahías de seguridad para evitar accidentes de tránsito y problemas de inseguridad ciudadana. • Efectuar el debido mantenimiento de las obras, en tiempo de atención y de la calidad de los trabajos para garantizar la fluidez del nuevo servicio de transporte. • Se coordina con las autoridades pertinentes (INVU, MIRAVAH; BAHVI) para que se encarguen de los procesos de reubicación parcial o total de los asentamientos informales ubicados en el derecho del vía del tren. 				

Acción impactante	Factores ambientales impactados	Impacto socioambiental	Regulaciones relacionadas	Medida (preventiva / correctiva) de mitigación	Tiempo de aplicación	Responsable de la Ejecución	Indicadores de cumplimiento	Síntesis de los compromisos ambientales
<p>Movimiento de maquinaria</p> <p>Operación del nuevo medio de transporte</p> <p>Presencia de infraestructura ferroviaria</p> <p>Patios de mantenimiento</p> <p>Desmonte y eliminación de vegetación</p> <p>Mantenimiento de las vías</p>	<ul style="list-style-type: none"> Patrimonio natural 	<ul style="list-style-type: none"> Calidad del aire por partículas de polvo y gases. Calidad sónica por emisión ruido por la maquinaria que transporta materiales Contaminación por partículas sedimentarias Potencial impacto por contaminación por manejo de aguas residuales en la salud humana, vida silvestre, suelo y aguas superficiales. Afectación en fauna terrestre y voladora al perderse espacios de forrajeo, alimentación, refugio y percha. Pérdida de cobertura forestal. 	<ul style="list-style-type: none"> Ley General de Caminos Públicos (Ley No. 5060) Ley de Tránsito por Vías Públicas Terrestres y Seguridad Vial (Ley No 9078) Reglamento sobre inmisión de contaminantes atmosféricos (39951-S) Reglamento para el control de la Contaminación por ruido (39428-S) Ley Forestal (Ley No. 7575) Ley de Biodiversidad (Ley No. 7788) Ley Orgánica del Ambiente (Ley No. 7554) Ley conservación de la vida silvestre (Ley No. 7317) 	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollar las actividades de desmonte únicamente en aquellos sitios estrictamente necesarios. Impulsar en la medida de lo posible, el desarrollo y protección de las especies nativas de la zona, como parte de las acciones de protección y desarrollo ambiental de las áreas vegetales localizadas dentro del AP. Será parte intrínseca del proyecto la protección, manejo y cuidado de su entorno vegetal. Los límites de la zona de remoción de la cobertura vegetal, deben indicarse claramente sobre el terreno, utilizando señales visibles (cintas de colores u otros), que permitan verificar los límites de la zona de corta. La maquinaria no deberá circular fuera de la zona delimitada. Los árboles a eliminar deben ser identificados y marcados con cintas de colores, pintura u otros de acuerdo con el permiso otorgado. 	<p>Fase de construcción</p> <p>Fase de operación</p>	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollador Empresa constructora Regente Ambiental 	<ul style="list-style-type: none"> Se observa en el campo delimitado la huella de construcción con cintas de colores. Los árboles a cortar están claramente marcados. Se contará con la autorización de corta por parte del MINAE. Los árboles remanentes no presentan lesiones No se observa fauna muerta a causa de las actividades de corta. Los residuos se amontonan en sitios adecuados para su posterior traslado. El 100% del personal cuenta con el equipo de protección y se controla diariamente por el encargado en salud ocupacional. Se colocan casetas sanitarias y hay un contrato de 	<ul style="list-style-type: none"> Mitigación del efecto de la actividad sobre la flora y otros factores que se podrían ver impactados. Corta de árboles con permiso de MINAE, conservación de la cobertura que no requiera de corta. Previo al inicio de obras, diseñar el sistema de aguas de escorrentía y retención de sedimentos., para la etapa constructiva.

Acción impactante	Factores ambientales impactados	Impacto socioambiental	Regulaciones relacionadas	Medida (preventiva / correctiva) de mitigación	Tiempo de aplicación	Responsable de la Ejecución	Indicadores de cumplimiento	Síntesis de los compromisos ambientales
<p>Construcción de puentes</p> <p>Generación de desechos sólidos</p> <p>Generación de aguas residuales</p>				<ul style="list-style-type: none"> • Deben tomarse todas las precauciones necesarias para proteger de cualquier daño o mutilación a los árboles remanentes en el AP. • Antes de iniciar las actividades de remoción de cobertura vegetal en los periodos fuertes de lluvia, deberán tomarse las medidas adecuadas para evitar una aportación de sedimentos y materias orgánicas en los cuerpos de agua cercanos y a la red de drenaje pluvial. • Los trabajadores cuentan con equipo personal de seguridad. • Acatar y respetar la Ley Forestal 7575 y la Ley de Biodiversidad 7788. • En el caso que sea necesario arborización con especies nativas. • Eliminar sólo las especies de árboles que sean estrictamente necesarios. • Prohibir todo tipo de corta no autorizada, extracción o comercialización de especies florísticas. 			<p>mantenimiento en la oficina del AP.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Una vez al mes, el RA anotará el cumplimiento en la bitácora ambiental. 	

Acción impactante	Factores ambientales impactados	Impacto socioambiental	Regulaciones relacionadas	Medida (preventiva / correctiva) de mitigación	Tiempo de aplicación	Responsable de la Ejecución	Indicadores de cumplimiento	Síntesis de los compromisos ambientales
<p>Movimiento de maquinaria</p> <p>Operación del nuevo medio de transporte</p> <p>Presencia de infraestructura ferroviaria</p> <p>Patios de mantenimiento</p> <p>Mantenimiento de las vías</p> <p>Construcción de puentes</p>	<ul style="list-style-type: none"> Patrimonio Físico Cultural 	<ul style="list-style-type: none"> Calidad del aire por partículas de polvo y gases. Calidad sónica por emisión ruido y vibraciones por la maquinaria que transporta materiales Contaminación por partículas sedimentarias Afectación integral a la estructura. Daños parciales a la infraestructura Daños parciales a puentes 	<ul style="list-style-type: none"> Ley de Patrimonio Histórico Arquitectónico de Costa Rica (Ley No 7555) Reglamento de Patrimonio Histórico Arquitectónico de Costa Rica (Ley No 7555) Reglamento sobre inmisión de contaminantes atmosféricos (39951-S) Reglamento para el control de la Contaminación por ruido (39428-S) 	<ul style="list-style-type: none"> Consultar el Centro de Investigación y Conservación del Patrimonio Cultural sobre lineamientos específicos para las estructuras. Mantener labores y maquinaria alejadas de las estructuras cuando sea posible. En el caso de laborar en las cercanías de alguna estructura, realizar un cierre parcial con sarán y rotulación visible para evitar cualquier afectación a la estructura. Consultar la capacidad de soporte de las estructuras de puentes para el uso de la nueva maquinaria. Realizar monitoreos periódicos para verificar que las estructuras no fueron afectadas por las labores de construcción. Verificar es estado de las estaciones de ferrocarril durante la fase de operación. Establecer programas de reciclaje en las instalaciones locales (terminales y estaciones de 	<p>Fase de construcción</p> <p>Fase de operación</p>	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollador Empresa constructora Regente Ambiental 	<ul style="list-style-type: none"> Se observan los sitios con cerramiento perimetral para evitar daños. No se observan desechos sólidos ordinarios dentro o en los alrededores de las zonas cercanas a los edificios de declarado patrimonio. No hay daños a los edificios declarados como patrimonio arquitectónico. De existir algún daño en las estructuras de patrimoniales, se informa de manera inmediata al Centro de Investigación y Conservación del Patrimonio. Se instalan barreras para confinar el ruido No se observan nubes de polvo ni acumulación en las estructuras. 	<ul style="list-style-type: none"> Mitigación de efectos por la construcción y ampliación de la vía férrea en los edificios y estructuras declarados como patrimonio arquitectónico cultural.

Acción impactante	Factores ambientales impactados	Impacto socioambiental	Regulaciones relacionadas	Medida (preventiva / correctiva) de mitigación	Tiempo de aplicación	Responsable de la Ejecución	Indicadores de cumplimiento	Síntesis de los compromisos ambientales
<p>Generación de desechos sólidos</p> <p>Generación de aguas residuales</p>				<p>pasajeros), debidamente rotulados.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se establece un sistema de reciclaje para los desechos ordinarios generados en la etapa de construcción. • Humedecer las superficies de trabajo a fin de evitar que se levanten nubes de polvo desde las zonas de trabajo, durante los periodos de época seca o de ausencia de lluvias en la zona. 			<ul style="list-style-type: none"> • Una vez al mes, el RA anotará el cumplimiento en la bitácora ambiental. 	

Acción impactante	Factores ambientales impactados	Impacto socioambiental	Regulaciones relacionadas	Medida (preventiva / correctiva) de mitigación	Tiempo de aplicación	Responsable de la Ejecución	Indicadores de cumplimiento	Síntesis de los compromisos ambientales
<p>Movimiento de maquinaria</p> <p>Operación del nuevo medio de transporte</p> <p>Presencia de infraestructura ferroviaria</p> <p>Patios de mantenimiento</p> <p>Mantenimiento de las vías</p> <p>Construcción de puentes</p> <p>Escombreras</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Empleo 	<ul style="list-style-type: none"> • Riesgos el trabajo • Afectación al ambiente. • Calidad sónica por emisión ruido y vibraciones por la maquinaria que transporta materiales • Calidad del aire por partículas de polvo y gases. • Riesgo de Manejo de desechos ordinarios 	<ul style="list-style-type: none"> • Código de Trabajo (No 6727) • Ley sobre riesgos del trabajo (Ley No. 6727) • Reglamento general de seguridad e Higiene (No. 1). • Reglamento de Aprobación y Operación de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales (Nº 31545-S-MINAE). • Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales (Nº 33601) 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar inducción a todos los colaboradores de campo sobre las medidas de seguridad, riesgos del trabajo y equipo de protección necesario a utilizar para las distintas labores según el puesto. • Realizar charlas trimestrales sobre manejo y reutilización de desechos ordinarios y especiales. • Implementación de capacitaciones de seguridad en el manejo de equipo de corta y acarreo de materiales vegetales y de construcción. • Realización de charlas trimestrales sobre manejo de emergencias y equipo a utilizar. • Charlas semanales sobre importancia del uso de equipo de seguridad en el lugar de trabajo. • Generación de rotulación vertical para las distintas áreas dentro del desarrollo del proyecto. • 	<p>Fase de construcción</p> <p>Fase de operación</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollador • Empresa constructora • Regente Ambiental • Encargado de salud ocupacional 	<ul style="list-style-type: none"> • Se capacita al 100% de los colaboradores en las distintas temáticas. • Se llevan listas de participación para cada uno de los talleres impartidos. • Se aplican boletas a los trabajadores que incumplan las medidas de seguridad y control ambiental delineadas. • Se cuenta con una bitácora en la cual se anotan la fechas en las cuales se aplicaron las capacitaciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Se capacitan a los trabajadores en temas de riesgos del trabajo y manejo de ambiental del proyecto.

Acción impactante	Factores ambientales impactados	Impacto socioambiental	Regulaciones relacionadas	Medida (preventiva / correctiva) de mitigación	Tiempo de aplicación	Responsable de la Ejecución	Indicadores de cumplimiento	Síntesis de los compromisos ambientales
Desmante y Eliminación de vegetación								

Acción impactante	Factores ambientales impactados	Impacto socioambiental	Regulaciones relacionadas	Medida (preventiva / correctiva) de mitigación	Tiempo de aplicación	Responsable de la Ejecución	Indicadores de cumplimiento	Síntesis de los compromisos ambientales
<p>Presencia de infraestructura ferroviaria</p> <p>Patios de mantenimiento</p> <p>Mantenimiento de las vías</p> <p>Construcción de puentes</p> <p>Rehabilitación de vías</p> <p>Transporte de materiales y equipos</p>	<ul style="list-style-type: none"> Aprovechamiento de bancos de materiales 	<ul style="list-style-type: none"> Afectación al ambiente. Calidad del aire por partículas de polvo y gases. Contaminación por partículas sedimentarias Potencial impacto por contaminación por manejo de aguas. 	<ul style="list-style-type: none"> Código de minería (No 6797) Ley de Uso, Manejo y conservación de suelos (Ley No. 7779) Reglamento a la Ley de Uso, Manejo y conservación de suelos (No 7779) 	<ul style="list-style-type: none"> La maquinaria debe encontrarse al día con la revisión técnica y no presentar fugas. Se debe de seguir todos los lineamientos estipulados en el código de minería y su reglamento para la extracción y transporte de materiales. Deseable que el espesor del material para el subrasante sea de 40 cm mientras que para el sub basalto y basalto sea de 20 cm. Descartar sitios que podrían afectar cuerpos de agua con sedimentos Se prohíbe lanzar el material de excavación o de corte a los cursos de agua. Estimar la distancia de traslado, con el fin de disminuir el paso de vagonetas y vehículos sobre la calzada, para alcanzar el objetivo de traslado. Regular la velocidad de las vagonetas en las áreas de trabajo y exigir que cuando circulen cargadas fuera del área de construcción se realice con las góndolas 	<p>Fase de construcción</p> <p>Fase de operación</p>	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollador Empresa constructora Regente Ambiental 	<ul style="list-style-type: none"> No hay contaminación en cursos de agua. Se transporta el material de forma adecuada sin derrames de material durante el transporte. Se apegan a toda la normativa nacional para la extracción y transporte de material. 	<ul style="list-style-type: none"> Manejo adecuado de los materiales extraídos y procesados desde los bancos de materiales

Acción impactante	Factores ambientales impactados	Impacto socioambiental	Regulaciones relacionadas	Medida (preventiva / correctiva) de mitigación	Tiempo de aplicación	Responsable de la Ejecución	Indicadores de cumplimiento	Síntesis de los compromisos ambientales
				cubiertas por el toldo, Toda vagoneta o vehículo que transporte material en la calzada deberá ir cubierto con el toldo-y este debe estar sujeto.				

****Impactos basados en las guías de IFC generales y para ferrocarriles.***

Tabla 11.1. Previsión del Plan de Gestión Ambiental del Tren Rápido de Pasajeros.

12 ANÁLISIS DE RIESGO Y PLANES DE CONTINGENCIA.

12.1 Tipos de riesgos y amenazas

Los principales riesgos de desastres físicos y amenazas naturales se describen profundidad en el capítulo 6. También se presenta una serie de mapas correspondiente al Anexo 4, Atlas de Mapas Geofísico del proyecto TRP.

Adicionalmente, en el Anexo 7 se presentan los parámetros de zonificación de acuerdo con los Índices de Fragilidad Ambiental aprobados por SETENA para la Gran Área Metropolitana. Los IFA determinan los diferentes factores de vulnerabilidad para las diferentes zonas y hacen recomendaciones técnicas de sostenibilidad para un uso de suelo adecuado.

12.2 Plan de emergencias

En el Anexo 10, se presenta una propuesta de Plan de Emergencias para el Proyecto Tren Rápido de Pasajeros de la GAM. La propuesta está basada en la normativa actual y se enfoca en los lineamientos y protocolos generales que deberá implementar el proyecto para la prevención y respuesta a accidentes durante el desarrollo del proyecto. Dicho plan se presenta a manera general y deberá ser completado con medidas más detalladas y específicas conforme se avance con la elaboración de estudios y diseños del TRP.



13 CALIDAD AMBIENTAL DEL AP, ÁREA INFLUENCIA BIOFÍSICA Y SOCIAL

Referente a la calidad ambiental en el AP, analizada desde la calidad de vida que gozan actualmente quienes acceden a este espacio, debe recordarse lo mencionado en el Capítulo 7 vinculado a la descripción del ambiente socioeconómico. Las áreas de influencia social incluyen las comunidades de 15 cantones en las cuatro provincias de la GAM, que se ubican en el AID. Son comunidades en las que se observa una importante variedad de actividades productivas, desde industria y servicios de gran escala, hasta pequeños comercios y parcelas agrícolas. Cabe reiterar que el efecto indirecto del proyecto se puede extender a prácticamente todas las comunidades dentro de la GAM y por esta razón no se definió una AI de manera específica.

En cuanto al acceso a recursos y servicios, la calidad de vida puede considerarse como buena ya que se tiene acceso a la educación, agua potable, servicios de salud, electrificación y transporte público. Sin embargo, hay preocupaciones crecientes sobre desempleo, costo de vida e inseguridad, que afectan la calidad de vida de las personas. Un proyecto como el TRP puede ser un catalizador de la actividad económica a nivel regional, generando encadenamientos que estimulen la creación de nuevos empleos. La generación de oportunidades y recuperación de espacios públicos urbanos son elementos claves en la reducción de índices de criminalidad.

Desde el punto de vista biológico, se puede decir que el entorno del es predominantemente urbano y mixto, con una mezcla de espacios comerciales, industriales, residenciales y hasta parcelas agrícolas; se observan algunas áreas con plantaciones forestales o simplemente en regeneración (matorrales), con algunos parches boscosos ubicados principalmente en las zonas de protección de ríos y quebradas. Por tal razón la diversidad tanto en fauna como en flora es característica de zonas alteradas y en recuperación.

13.1 Pronóstico de la calidad ambiental del área influencia biofísica y social.

El pronóstico de la calidad ambiental en el área de influencia social del proyecto involucra diversos aspectos a tomar en cuenta.

Por su escala y naturaleza, el Proyecto generará diversos impactos tanto positivos como negativos, los cuales se perciben en el entorno natural y en las comunidades aledañas, tal y como se puede ver en los capítulos anteriores. Puede decirse que los impactos en la etapa constructiva, como la eliminación de vegetación y movimientos de tierra, generan

ruido, polvo y degradación del suelo, sin embargo, éstos se catalogan como impactos momentáneos y reversibles. Para estos impactos, se tienen contempladas una serie de medidas de prevención y mitigación, para asegurar la menor afectación posible al medio social y biofísico. Se debe mencionar que la generación de empleo y la actividad económica de la fase constructiva traerán importantes beneficios para el medio social.

Los impactos en la etapa operativa tienen que ver principalmente con la operación y mantenimiento del sistema de trenes y sus respectivos componentes, siendo de muy bajo impacto para el ambiente y para la biota de la zona, sobre todo si se aplican las recomendaciones en cuanto a pasos de fauna y paisajismo con especies nativas. Por otra parte, se prevé una serie de beneficios para las comunidades aledañas al Proyecto, como por ejemplo el servicio de transporte más eficiente, reducción del congestionamiento vehicular y mejora en la calidad del aire; beneficios que pueden repercutir mucho más allá de las áreas de impacto directo, como se ha mencionado anteriormente. Es importante coordinar esfuerzos para potenciar las capacidades de los habitantes de la zona, principalmente personas en condición de vulnerabilidad, para que se puedan insertar en la dinámica social y comercial, y aprovechen el crecimiento de sus comunidades que puede generarse por medio del TRP.

13.2 Compromisos ambientales y conclusiones del proyecto.

A continuación, se presentan las conclusiones generales del Estudio Ambiental Preliminar del Proyecto “Tren Rápido de Pasajeros” (TRP), elaborado con base en los términos de referencia dictados por el INCOFER en el Apartado 3 del Anexo 1 de la licitación para los Estudios de Factibilidad Técnica, Económica-Financiera, Ambiental, Social y de Vulnerabilidad para la Construcción, Equipamiento, Puesta en Marcha, Operación y Mantenimiento bajo la Modalidad de Concesión de Obra Pública con Servicio Público, del Sistema de Tren Rápido de Pasajeros de la Gran Área Metropolitana.

El trabajo realizado analiza la factibilidad ambiental y social del TRP y, por lo tanto, no debe confundirse con el Estudio de Impacto Ambiental (EslA) definitivo, el cual estará a cargo del futuro concesionario y deberá ser ejecutado para obtener la Viabilidad Ambiental de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA). Dicho lo anterior, en este estudio se siguen los lineamientos de la Resolución No 746-2018-SETENA, de tal manera que el Estudio Ambiental Preliminar sirva como insumo directo para la eventual elaboración del Estudio de Impacto Ambiental definitivo.

Es importante tener presente que el proyecto TRP consiste en la modernización y ampliación de un servicio de transporte ferroviario ya existente, por consiguiente, los trabajos que se van a realizar son sobre el mismo derecho de vía, el cual está previsto precisamente para que en un futuro pudiera ampliarse el servicio, de acuerdo con las necesidades de movimiento de carga y personas. Por lo tanto, se trabajará sobre una zona previamente impactada y que está expuesta día a día a los riesgos de impactos propios de un servicio de tren en funcionamiento. En ese contexto es que se analiza el proyecto TRP con respecto a su interacción e interrelación con el entorno físico, biológico y socioeconómico. Se hace, además, un análisis de las posibles amenazas de origen natural o antrópico en el área del proyecto.

Este análisis, permite predecir los impactos potenciales que se podrían generar en cada uno de estos componentes, e identificar posibles acciones de prevención, mitigación y/o remediación.

El alcance espacial se define como el entorno físico, biológico y socioeconómico dentro del cual se desarrollará el Proyecto. Para efectos del presente estudio, se delimitan tres espacios geográficos para la valoración de los impactos potenciales: el Área de Proyecto (AP), que corresponde a la zona del derecho de vía actual a lo largo de los casi 84,85 kilómetros que abarcan los diferentes tramos del TRP y donde se llevarán a cabo las fases de construcción y operación; el Área de Influencia Directa (AID), que se define como el área que potencialmente recibirá los impactos biológicos, físicos, y sociales de forma directa; y el Área de Influencia Indirecta (AII), donde se percibirán los impactos generados indirectamente por el Proyecto. Como se ha indicado anteriormente, estas áreas ya han sido impactadas por la construcción y operación del ferrocarril actualmente existente.

El proyecto del Tren Rápido de Pasajeros consiste en la principal iniciativa de transporte público masivo actualmente en desarrollo en Costa Rica. Es un proyecto prioritario para el Gobierno de la República, como estrategia para aliviar el congestionamiento vial en las zonas más pobladas del país, lo cual implica también un incremento en la competitividad económica del entorno, mejoras en la calidad de vida de los habitantes y una disminución en la contaminación atmosférica. Al pasar de un sistema de trenes y locomotoras de diésel, a un sistema eléctrico de última tecnología, también se estará logrando una importante reducción en la emisión de gases de efecto de invernadero. Es por esta razón que el TRP es uno de los proyectos centrales del Plan Nacional de Descarbonización 2018-2050.

El INCOFER como ente ejecutor de la obra, se compromete a que el desarrollo y operación del Tren Rápido de Pasajeros de la GAM se haga cumpliendo los más altos estándares de calidad y siguiendo las normas ambientales vigentes para este tipo de proyectos, tanto a nivel nacional como implementando las mejores prácticas internacionales. Se mantendrá un enfoque de mejora continua de la gestión ambiental y social de sus obras, siempre anuente a recibir aportes y comentarios de las entidades públicas y privadas relacionadas con el proyecto, de los gobiernos locales, organizaciones locales y de los líderes comunitarios, con el afán de incorporar al desarrollo del TRP todas aquellas acciones que sean posibles para mejorar el desempeño y asegurar la seguridad de todos sus usuarios durante la vida útil.

Como parte de sus lineamientos ambientales, se compromete a dar un adecuado manejo de los desechos, tanto sólidos como líquidos, a trabajar en reducir la contaminación atmosférica, promover la conservación de la fauna y flora local, promover la salud y seguridad ocupacional, implementar protocolos para la reducción de accidentes viales y peatonales, reducir los niveles de ruido y gestionar los riesgos de desastres. Esta lista no es exhaustiva ni definitiva, debe adaptarse constantemente conforme se vayan detectando otros impactos potenciales significativo que se produzcan dentro del AP o de sus áreas de influencia, con el fin de minimizar la probabilidad de que puedan afectar ecosistemas adyacentes y las poblaciones vecinas.

Adicionalmente, una vez terminadas las labores de construcción e iniciada la operación, se debe procurar una condición de equilibrio en el ambiente alterado y aplicar medidas para recuperar los suelos y la vegetación en todos los frentes de trabajo y las áreas donde se situaron las obras complementarias temporales, con el fin de disminuir los impactos a futuro y a la vez mejorar el paisaje remanente. El INCOFER deberá establecer los controles pertinentes para dirigir al eventual concesionario y demás empresas que contribuyan a la construcción y operación del TRP, con el fin de que se desarrollen las obras en cumplimiento de la legislación ambiental relevante, manteniendo siempre una perspectiva de desarrollo sostenible. El INCOFER mantendrá los canales de comunicación oportunos para atender denuncias de terceras personas contra cualquier contratista que labore a nombre de la institución en la ferrovía o en las zonas aledañas.

Durante todas las fases del proyecto, se deben mantener los profesionales especializados para velar por el acatamiento de los compromisos ambientales estipulados en el presente estudio preliminar y en el Estudio de Impacto Ambiental que se desarrolle a futuro. Estos profesionales deberán contar con la capacidad y disposición para atender a las autoridades

competentes u otras partes interesadas que se interesen en la gestión social y ambiental de las actividades de construcción y operación del proyecto.

Este Estudio Ambiental Preliminar se desarrolla en base a la legislación nacional, las guías generales y sectoriales sobre medio ambiente, salud y seguridad para ferrocarriles del Banco Mundial y las Normas de Desempeño del IFC, incorporando la línea base de los componentes físico naturales, bióticos y socioeconómicos del área de influencia del proyecto, así como los impactos, medidas y los programas de manejo ambiental – social.

Como se señalará anteriormente, se analiza el trazado del derecho de vía identificado por INCOFER en el estudio de prefactibilidad elaborado por L.C.R. Logística S.A. (informe de noviembre de 2016, escenario 2A) y redefinido en el Estudio de Ingeniería de Valor realizado por IDOM (Informe final 2018), a la luz de las conclusiones obtenidas del diagnóstico y los impactos identificados en este proceso.

En el presente estudio preliminar se incluyen:

- Una explicación de los procedimientos y requerimientos necesarios para cumplir con la legislación ambiental costarricense y con los estándares internacionales, entre ellos los del Banco Mundial, del Banco Centroamericano de Integración Económica y de la FVC.
- La identificación, análisis y caracterización de los impactos ambientales y sociales generados por las acciones del proyecto a lo largo de todo el recorrido planteado.
- La determinación y planteamiento, a nivel preliminar, de las medidas y obras ambientales y sociales generales y específicas destinadas a la prevención, mitigación, corrección y/o compensación de los impactos ambientales y sociales negativos, de manera tal que estas puedan ser integradas a los diseños de ingeniería y a los pliegos de licitación.

Se distinguen varios tipos de cuestiones ambientales que se pueden asociar a la construcción y operación de un sistema de ferrocarril. En el caso específico del Tren Rápido de Pasajeros el cual correrá por derechos de vía ya existentes desde hace más de 100 años y el cual surge de una concepción de uso de ese derecho de vía para instalar en él un moderno tren eléctrico. Este nuevo tren reemplaza el sistema actual que utiliza equipos obsoletos, ruidosos, incómodos e inseguros, movidos a diésel, por máquinas y coches modernos propulsados por electricidad. Se cambian todas las vías actuales que son de ancho de vía angosto, llenas de irregularidades y desniveles a lo largo de todo el recorrido,

por líneas en su mayoría a nivel en balasto y algunos tramos en placa perfectamente balanceadas y de trazado renovado, el cual cumple con las estrictas normas requeridas, en todas estas áreas, por los ferrocarriles en la actualidad.

Para este análisis, se tomaron en cuenta y se integraron dentro del Plan de Gestión Ambiental, las guías para ferrocarriles sobre medio ambiente, salud y seguridad de la Corporación Financiera Internacional (IFC) del Banco Mundial:

- En términos de alteración y fragmentación del hábitat se puede asegurar que esa fragmentación y alteración se dieron hace más de un siglo, y aunque en algunos de los tramos contemplados, no están en uso hoy día, el impacto negativo es muy bajo, sobre todo tomando en consideración a los beneficios que aportará el nuevo sistema. Debe señalarse que la mayor parte del trazado de la ruta del tren se realiza dentro del ambiente urbano.
- En emisiones a la atmósfera habrá una drástica reducción de las mismas pues el tren utilizará energía eléctrica renovable como fuente de alimentación energética.
- En referencia al manejo de combustibles, por la misma razón anterior, será reducido a un mínimo y de ser requerido será en los lugares seleccionados para talleres y patios de manera muy controlada.
- En relación con las aguas residuales, los principales puntos de emisión de aguas residuales serán las estaciones y las áreas de talleres y de aparcamiento del material rodante. Las estaciones y talleres, así como oficinas y otras edificaciones del TRP contarán con sistemas de disposición de aguas residuales que cumplan con las regulaciones y estándares nacionales correspondientes. De igual manera, en los patios de maniobra y zonas de aparcamiento de material rodante, se incluirán sistemas de drenaje y de disposición de las aguas pluviales y residuales, conforme se requiera.
- Los otros residuos provenientes de las diferentes etapas de construcción y operación, serán dispuestos de manera tal que cumplan a cabalidad con las respectivas regulaciones nacionales y patrones internacionales. El TRP debe tener como objetivo ser un tren limpio en todos los sentidos.
- El nivel de ruido del tren actual es muy alto, pues no solo es ruido de los motores, sino que ruido proveniente de la interacción del equipo rodante con las irregularidades de la vía férrea actual. El ruido actualmente se propaga tanto hacia el ambiente externo como hacia lo interno de los vagones. Al sustituirse todo el

equipo que opera actualmente por sistemas de propulsión eléctrica y de diseño moderno ese ruido será reducido de manera muy considerable. Una de las fuentes principales de ruido actualmente es la bocina que dadas las condiciones de operación actuales, en zonas donde ni los diferentes tipos de vehículos que circulan por las rutas aledañas o que cruzan la vía férrea, ni los peatones respetan la libre circulación del tren, por razones de seguridad el maquinista va tocando la bocina de manera casi continua para alertar del paso del tren. En términos de ruido para los pasajeros, también la mejoría del ambiente será mucha, puesto que el nuevo equipo rodante será herméticamente cerrado y aislado de ruidos producidos por el tren propiamente y también por factores externos.

A pesar de que el área de influencia directa del Tren Rápido de Pasajeros esta impactada ambiental y socialmente, ya que se ejecutaría sobre la actual vía férrea no hay que dar por un hecho que el proyecto tiene dada la viabilidad socioambiental, este es uno de los estudios más complejos y lentos, debido a que requiere de la mediación y negociación de las partes involucrados y los intereses son diversos por lo que desarrollar un proceso transparente y ordenado es fundamental para evitar conflictos legales que entraben la implementación del proyecto.

Es importante mencionar que, desde finales de 2017, el INCOFER tramita ante la SETENA la Evaluación de Impacto Ambiental bajo el expediente No D1-21743-2017. Los Términos de Referencia dictados por dicha Secretaría en la resolución No 746-2018-SETENA, establecen los requisitos específicos para el Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) del Proyecto. Se acordó con INCOFER que este trabajo de factibilidad seguiría de manera general los términos de referencia dictados por SETENA, con el fin de proveer un insumo directo para la elaboración del EsIA, el cual estará a cargo del futuro concesionario cuando el proyecto TRP alcance esa fase de desarrollo.

El proceso social para la construcción del TRP requiere de una estrecha coordinación institucional entre los entes competentes como lo es el MIVAH, IMAS, PANI, CONAPAN, CONAPDIS, INAMU, Defensoría de los Habitantes, Municipalidades entre otros, dada la sensibilidad de los procesos de reubicación, expropiación y demolición de estructuras, actualmente se identifican 20 asentamientos informales sobre el derecho de vía, por lo que debe existir planificación, alternativas de solución, pero sobre todo una buena comunicación con los involucrados y sensibilidad humana para llevar en buenos términos el proyecto.

Entre los principales efectos esperados de este proyecto están el mejoramiento en la calidad de vida de las personas, ya que disminuye los tiempos de viaje, las emisiones contaminantes y aumenta la capacidad diaria de traslado de pasajeros. El tren urbano que funciona actualmente en Costa Rica es una alternativa bien recibida por el público. Sin embargo, aunque ofrece una velocidad de servicio superior a los autobuses y vehículos particulares, pierde preferencia por la limitada disponibilidad de horarios y equipo rodante. El Tren Rápido de Pasajeros vendría a subsanar esta situación ya que ofrecería un servicio de alta frecuencia y por lo tanto mejores tiempos de traslado para los usuarios.

El sistema tendría una extensión de 84,85 kilómetros y su influencia directa es sobre 15 cantones y 45 distritos de la GAM. Junto al TRP se deben de crear o fortalecer la interconexión de las redes de transporte público masivo, que propicien mayor cobertura y accesibilidad, esto implica establecer rutas intersectoriales principalmente de autobuses.

Como se indicó al inicio, este Estudio Ambiental Preliminar se realizó teniendo siempre presente que el proyecto consiste en la ampliación de una ruta existente, y que los trabajos se van a realizar sobre el mismo derecho de vía, por lo tanto, se trabajará sobre una zona previamente impactada y que está expuesta día a día a los riesgos de impactos propios de una ferrocarril en funcionamiento. Después de haber realizado un análisis de los factores que potencialmente pueden impactar de manera adicional tanto el área del Proyecto como las áreas de influencia directa e indirecta, se deduce que los impactos positivos superan ampliamente los impactos negativos, y que por lo tanto el proyecto es viable desde el punto de vista social y ambiental. El impacto positivo del proyecto se verá incrementado con la puesta en marcha de las medidas preventivas y de mitigación que se establezcan en el momento de preparar el Estudio de Impacto Ambiental, que junto con las medidas de índole socioeconómico, traerán grandes beneficios para las comunidades vecinas a la trayectoria del TRP, como para las provincias de Cartago, San José, Heredia y Alajuela, y para el país en general.

En cuanto a las medidas de mitigación, este trabajo se centra sobre los impactos que poseen significancia sobre el entorno natural y social. De acuerdo al análisis indicativo de impactos potenciales, los recursos que tendrían un impacto potencial negativo significativo de no tomarse las medidas de mitigación correspondientes, en el caso de los impactos negativos, o de potencializarse sus efectos en el caso de los positivos, son:

- Flora y fauna.
- Aguas superficiales y subterráneas.

- Calidad del aire.
- Patrimonio.
- Suelos.
- Empleo.
- Economía local.
- Paisaje.
- Bienestar social.

En este análisis de los diversos componentes ambientales se han enumerado una variedad de medidas de mitigación. La síntesis de compromisos ambientales para cada una de ellas se presenta en el cuadro del Pronóstico de Plan de Gestión Ambiental del Proyecto. De manera preliminar, se hace una estimación de costos de implementación de las medidas ambientales, pero es importante enfatizar en que estas proyecciones son meramente indicativas; los costos reales solo podrán ser determinados cuando se tenga el detalle de los diseños definitivos y se realicen estudios de campo de mayor profundidad. A manera de referencia, se sugiere presupuestar una reserva de \$9-10 millones de dólares. El desglose preliminar de estos costos se deriva del Plan de Gestión Ambiental y se sintetiza en el Anexo 11.

Este proyecto es de gran importancia y trascendencia para el desarrollo del país, y en particular para la Gran Área Metropolitana pues contribuye, en mucho, a resolver los problemas de transporte de personas y de congestión de todas las rutas de la GAM, ayuda a avanzar en el cumplimiento de las metas de descarbonización y de lucha contra el cambio climático tanto nacionales como internacionales y es de importante beneficio social pues afecta positivamente a un gran número de personas a quienes les resuelve el problema de transporte diario de manera segura y eficiente.

El proyecto TRP también tiene un enorme potencial de ser una obra dinamizadora de la economía nacional, por representar una inversión muy importante en infraestructura, los encadenamientos productivos que eso genera y la creación de oportunidades laborales, tanto de forma directa como indirecta. Para poder precisar una cifra de empleo generado por el proyecto, se pueden hacer estimados preliminares basándose en el estudio de factibilidad del TRP de la GAM realizado y a la experiencia del equipo profesional en otros proyectos de alcance parecido. Se estima la necesidad de contratar a unas 1.200 personas a lo largo del proceso constructivo, particularmente si se van a desarrollar obras en diferentes frentes de manera simultánea. En cuanto a la fase operativa, se anticipa que se

requieren de 1.460 puestos directos (700 en operación, 700 mantenimiento y 60 administración). Se deberá también seguir la recomendación del Plan de Acción de Género (Anexo 8) y diseñar una estrategia para facilitar el acceso de mujeres a las oportunidades de empleo que surgirán por la construcción y operación del TRP.

Por estas razones se considera que el Proyecto del Tren Rápido de Pasajeros se debe declarar como una obra de interés público y de conveniencia nacional, permitiendo, de esta manera, que las dependencias públicas que deban participar en determinada etapa de la gestión y ejecución del proyecto, o en etapas posteriores a la construcción de este, le otorguen trámite prioritario y preferente.

14 BIBLIOGRAFÍA

- ABARCA, A. (2013). Percepción de los usuarios del servicio de transporte tren, Costa Rica, Mayo de 2012. *Revista Ciencias Económicas* 31 (1), 169-179.
- ACEVEDO, H.; BUSTAMANTE, J.; PANIAGUA, L.; CHAVES, R., 2002: Ecosistemas de la cuenca hidrográfica del Río Savegre Costa Rica.- 352 págs. Editorial INBIO (1ª Edición), Costa Rica.
- AGUILAR, T., 1998: Revista Geológica de América Central N° 21: Primer hallazgo de Serpulidos (Rotulana Clymenoides) en el Eoceno de Costa Rica. - págs. 61-67, Editorial de la Univ. de Costa Rica, San José.
- ALPIZAR, R., 1995: Estudio Geológico Integral de Distrito San Roque y alrededores, Cantón de Grecia Provincia de Alajuela, Costa Rica., 80 págs. Univ. de Costa Rica. (Camp. Geológ).
- ALVARADO, E., 1994: Estudio Geológico Ambiental y Estratigrafía de la Región Oeste de San Ramón parte de la Hoja San Ramón Escala 1:10 000 Alajuela, Costa Rica., 55 págs. Univ. de Costa Rica. (Camp. Geológ).
- ALVARADO, G.E., VEGA, E. CHAVES, J. & VASQUEZ, M., 2004: Revista Geológica de América Central N° 30: Los grandes deslizamientos (volcánicos) de tipo debris avalanche en Costa Rica. 83-99 págs. Editorial de la Univ. de Costa Rica, San José.
- ALVARADO, G. E.; VEGA, E.; CHAVES, J. & VÁSQUEZ, M., 2004: Revista Geológica de América Central N° 30: Los grandes deslizamientos de tipo debris avalanche en Costa Rica. 83-99 págs. Editorial de la Univ. de Costa Rica, San José.
- ARAYA, A., 2000: Revista Informe Semestral Vol. 36: Aspectos del ordenamiento ambiental dirigidos al manejo de cuencas hidrográficas.-95 págs. Instituto Geográfico Nacional.

- ARCE, R. 2004. Resumen Diagnóstico Cuenca Reventazón. ECHO-Comisión Europea, UNICEF, CNE, RN. 15 pp En la red: <http://www.cne.go.cr/CEDO-Riesgo/docs/2655/2655.pdf>
- ARIAS, O. & DENYER, P., 1991: Revista Geológica de América Central N° 12: Estructura geológica de la región comprendida en las hojas topográficas Abra, Carraigres, Candelaria y Rio Grande, Costa Rica. 61-74 págs. Editorial de la Univ. de Costa Rica, San José.
- ARIAS, O. & DENYER, P., 1991: Revista Geológica de América Central N° 12: Aspectos neotectónicos y geológicos de Puriscal y alrededores. -págs. 83-95, Editorial de la Univ. de Costa Rica, San José.
- ARREDONDO, S. & SOTO, G., 2006: Revista Geológica de América Central N° 34-35: Edad de las lavas del Miembro Los Bambinos y sumario cronoestratigráfico de la Formación Barva. 59-71 págs. Editorial de la Univ. de Costa Rica, San José.
- ARIAS, O. & DENYER, P., 1994: Revista Geológica de América Central N° 17: Compresión y dilatación norte-sur en el suroeste del Valle Central, Costa Rica. 85-94 págs. Editorial de la Univ. de Costa Rica, San José.
- ASTORGA, A., FERNÁNDEZ, A., BARBOZA, G., CAMPOS, L., OBANDO, J., AGUILAR, A. & OBANDO, L. (1989): Cuencas Sedimentarias de Costa Rica: Evolución Cretácico Superior-Cenozoica y Potencial de Hidrocarburos. Symposium on the Energy and Mineral Potential of the Central American-Caribbean Region, San José, Costa Rica, March 6-9, 1989, Circumpacific Council: 23 p.
- ASTORGA, A., FERNÁNDEZ, A., BARBOZA, G., CAMPOS, L., OBANDO, J., AGUILAR, A. & OBANDO, L. (1991): Cuencas sedimentarias de Costa Rica: evolución geodinámica y potencial de hidrocarburos. – Revista Geológica de América Central, 13: 25 -59.
- ASTORGA, A.; FERNANDEZ, J.A.; BARBOZA, G.; CAMPOS, L.; OBANDO, J.; AGUILAR, A. & OBANDO, L.G; 1995: Sedimentary basins of Costa Rica: Late

Mesozoic-Cenozoic evolution and hydrocarbon potential. -Circum-Pacific Council for Energy and Mineral Resources, Earth Science Series, 16. MILLER, R.L.; ESCALANTE, G., REINEMUND, J.A. & BERGIN, M.J. (EDS.): Energy and Mineral Potential of the Central American-Caribbean Region. Springer-Verlag, Berlin.

ASTORGA, A., CAMPOS, L. (2001): El cartografiado de geoaptitud de los terrenos (Mecanismo catalizador para sintetizar y facilitar la contribución de las Ciencias Geológicas en el Ordenamiento Territorial).- Revista Geológica de América Central, 24, 103 - 110. Astorga, A. (1997): El puente-istmo de América Central y la evolución de la Placa Caribe (con énfasis en el Mesozoico).- Profil, 12: 1-201; Stuttgart (Alemania).

ASTORGA, A., 2003: Revista Geológica de América Central N° 29: Mapa de geoaptitud hidrogeológica de Costa Rica: Implicaciones respecto a la gestión ambiental de desarrollo. -págs. 95-101., Editorial de la Univ. de Costa Rica, San José.

AVILA, M., 1984: Geología y microsismicidad de San Ignacio de Acosta y alrededores (sur oeste del Valle Central de Costa Rica).- 33 págs. Univ. de Costa Rica, San José. (Tesis Lic.)

BARRANTES, M., 1991: Revista Geológica de América Central N° 12: Comentarios Petrográficos de algunas rocas aflorantes en la Región Central de Costa Rica. - págs. 75-82, Editorial de la Univ. de Costa Rica, San José.

BAUMGARTNER, P. & DENYER, P., 2006: Evidence for middle Cretaceous accretion at Santa Elena Peninsula (Santa Rosa Accretionary Complex), Costa Rica.- 341 págs. Universidad de Costa Rica, San José.

BERGOEING, J. P. & MALAVASI, E., 1981: Carta Geomorfológica del Valle Central de Costa Rica: Hoja Abra, Escala: 1:50 000. Instituto Geográfico Nacional.

BERGOEING, J. P. & MALAVASI, E., 1981: Carta Geomorfológica del Valle Central de Costa Rica: Hoja Barba, Escala: 1:50 000. Instituto Geográfico Nacional.

- BERGOEING, J. P. & MALAVASI, E., 1981: Carta Geomorfológica del Valle Central de Costa Rica: Hoja Río Grande, Escala: 1:50 000. Instituto Geográfico Nacional.
- BERGOEING, J. P & BRENES, L. G., 1983: Sistema Fluvial de Tárcoles: Mapa Geomorfológico, Escala 1:200 000, Instituto Geográfico Nacional
- Bergoing, J.P. (1998): Geomorfología de Costa Rica. Instituto Geográfico Nacional de Costa Rica, 415 p.
- BERRANGÉ, J. P., 1992: The Osa Group: An auriferous Pliocene sedimentary unit from the Osa Peninsula, southern Costa Rica. 67-93 págs. Editorial de la Univ. de Costa Rica, San José.
- BRENES, J., 2003: Geología y peligros volcánicos del flanco oeste y suroeste del Volcán Barva, Costa Rica.- 82 págs. Univ. de Costa Rica, San José. (Tesis Lic.)
- Burgos, R. 2002. Geo Costa Rica: una perspectiva sobre el medio ambiente 2002. PNUMA- MINAE. Ed. Observatorio del Desarrollo Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica 161 pp
- Campos, L. (2001): Geology and Basins history of Middle Costa Rica: An intraoceanic island arc in the convergente between the Caribbean and the Central Pacific Plates. Tübinger Geowissenschaftliche Arbeiten (TGA), Band 62, 138 p.
- CARBALLO, M.A., 1978: La Formación San Miguel (Mioceno Inferior; Costa Rica).- 113 págs. Univ. Costa Rica, San José. (Tesis Lic.).
- Carballo, M.& Fischer, R. (1978): La Formación San Miguel.- Ministerio de Obras Públicas y Transporte, Inst. Geog. Nacional, Informe Semestral - Enero a Junio, 48-144.
- CARRILLO, S. & CARRILLO, M., 2004: Estudio de la Amenaza de Inestabilidad de Laderas y Estimación Preliminar de la Vulnerabilidad en la Cuenca del Río Purires, Provincia de Cartago, Costa Rica: Informe de Avance.- 71 págs. Univ. de Costa Rica, San José. (Tesis Lic.).

- CASTILLO, R., 1969: Geología de los mapas básicos Abra y partes de Río Grande, Costa Rica.- 14 págs. Univ. de Costa Rica.
- CASTRO, A. L., 1999: Caracterización Hidrogeológica y manejo de los recursos hídricos en la cuenca alta del Río Tibás Macizo Zurquí, Valle Central Costa Rica.- 164 págs. Universidad de Costa Rica, San José. (Tesis Magister Scientiae).
- CASTRO, J. F., 1977: Geología de zona comprendida entre San Miguel-Alto Burío, Cantones Aserrí-Desamparados.- 21 págs. Univ. Costa Rica, San José. (Bach.)
- CENIGA-MINAE, 2006: Atlas de Datos Fundamentales.- 146 págs. Imprenta Nacional, Versión N°2, San José, Costa Rica.
- CHAVES, C. & AVILES, L., 1993: Estudio geológico integral de la hoja topográfica Cirrú Alajuela, Costa Rica.- 153 págs. Univ. de Costa Rica, San José. (Campaña Geológica)
- CHÁVEZ, J., 1976: Geología de una parte de la hoja abra.- 12 págs. Univ. Costa Rica, San José. (Bach.)
- COMISION NACIONAL DE EMERGENCIA, DIRECCION DE PLANES Y OPERACIONES Y COMITE REIONAL DE EMERGENCIAS CARTAGO, 1991: Plan Regional de Emergencias (Plan piloto preliminar).-108 págs.
- CORPORACIÓN FINANCIERA INTERNACIONAL (IFC). (2007) Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para ferrocarriles. Recuperado de <https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/71afa7804885596b82fcd26a6515bb18/0000199659ESes%2BRailways%2B%2Brev%2Bcc.pdf?MOD=AJPERES>
- DEMETS, C., GORDON, R.G., ARGUS, D.F. & STEIN, S. (1990): Current plate motions.- Geophysical Journal International, 101: 425-478.
- DENGO, G. (1985): Mid America; tectonic setting for the Pacific margin from southern Mexico to northwest Columbia.- In: Nairn, A.E.M. & Stehli, F.G. (Eds.) (1985): The ocean basins and margins, Vol. 7, 123-180.

- DENGO ET AL. (2016): Estudio de Impacto Ambiental: Proyecto Ampliación de Ruta Nacional No. 32, Sección entre intersección de Ruta No. 4 y Limón. Elaborado por CDG Environmental Advisors.
- DENYER, P. & MONTERO, W., 1989: Mapa Geo-Estructural y Sismo del Valle Central.- 24 págs. Instituto Geográfico Nacional. San José, Costa Rica.
- DENYER, P. & ARIAS, O., 1990: Geología de la Hoja Abra. Escala 1: 50 000. Litografiado por el Instituto Geográfico Nacional.
- DENYER, P. & ARIAS, O., 1990: Geología de la Hoja Río Grande. Escala 1: 50 000. Litografiado por el Instituto Geográfico Nacional.
- DENYER, P. & ARIAS, O., 1991: Revista Geológica de América Central N° 12: Estratigrafía de la región central de Costa Rica. -págs. 1-59, Editorial de la Univ. de Costa Rica, San José.
- DENYER, P. & KUSSMAUL, S., 1994: Atlas Geológico- Gran Area Metropolitana. -275 págs, Editorial Tecnológica. de Costa Rica.
- DENYER, P. & SOTO, G.J., 2000: Revista Geológica de América Central N° 23: Análisis de los trabajos geológicos de William M. Gabb sobre Costa Rica, a la luz del paradigma geológico del siglo XIX. - 97-118 págs., Editorial de la Univ. de Costa Rica, San José.
- DENYER, P.; MONTERO, W.; ALVARADO, G., 2003: Atlas tectónico de Costa Rica.- 79 págs. Editorial de la Univ. de Costa Rica, San José.
- DENYER, P. & ALVARADO, G., 2003: Mapa Geológico de Costa Rica 2007.- Escala 1:400 000. Librería Francesa .
- DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA, MINAS E HIDROCARBUROS, 1983: Sistema fluvial de Tárcoles, Escala 1:200 000. Instituto Geográfico Nacional.
- DONDOLI, C., 1972: Información general geológico-petrográfica y mineralógica sobre Costa Rica.- 18 págs. Univ. de Costa Rica, San José.

EAE BUSINESS SCHOOL. (S.F.) Transporte intermodal: presente y futuro. Recuperado de <http://www.transcontvalencia.com/documentos/B0893-EAE-Transporte-intermodal-presente-y-futuro.pdf>

- ECHANDI, E., 1981: Unidades volcánicas de la vertiente norte de la cuenca del Río Virilla.- 123 págs. Univ. de Costa Rica, San José. (Tesis Lic.)
- ECHANDI, E., 1983: Sistema fluvial de Tárcoles; Mapa Hidrogeológico, 1: 200 000. Instituto Geográfico Nacional.
- ESPINOZA C.E. Y R. VILLALTA 2004. Primera Etapa del Plan de Manejo Integral del Recurso Hídrico: La Estrategia nacional para la GIRH en Costa Rica. (ATN/WP 8467-CR) Estudio de caso sobre la contaminación de la cuenca de los Ríos Virilla y Grande de Tárcoles (Cuenca 24). MINAE 28pp En la red: http://www.drh.go.cr/texto/Estudio_de_caso_Rio_Tarcoles.pdf
- FERNANDEZ, M., 1996/1997: Revista Geológica de América Central N° 19/20: Evaluación del hipotético sistema de falla transcurrente este-oeste de Costa Rica - págs. 57-74, Editorial de la Univ. de Costa Rica, San José.
- FERNANDEZ, M. PACHECO, J. & MORALES, T., 1996/1997: Revista Geológica de América Central N° 19/20: Complejidad de la estructura sísmica de la región central de Costa Rica según un análisis multifractal - págs. 29-36, Editorial de la Univ. de Costa Rica, San José.
- FERNANDEZ, M. & PACHECO, J., 1998: Revista Geológica de América Central N° 21: Sismotectónica de la región central de Costa Rica. - págs. 5-23, Editorial de la Univ. de Costa Rica, San José.
- FERNANDEZ, M., MORA, M. & BARQUERO, R., 1998: Revista Geológica de América Central N° 21: Los procesos sísmicos en el volcán Irazú (Costa Rica). - págs. 47-59, Editorial de la Univ. de Costa Rica, San José.
- Fischer, R. & Franco, J. (1979): La Formación Coris (Mioceno, Valle Central, Costa Rica).- Ministerio de Obras Públicas y Transporte, Inst. Geog. Nacional, Informe Semestral - Enero a Junio, 15-71.

- FITZPATRICK, E. A., 1978: Introducción a las ciencias del suelo.- 197 págs.
Publicaciones, Cultural S.A. México.
- FITZPATRICK, E. A., 1984: Suelos: su formación, clasificación y distribución.- 430
págs. Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V., México.
- FLORES, H., HERNANDEZ, E. & VEGA, E., 1988: Cartografiado geológico de parte de
las Hojas de Abra y Río Grande (Ciudad Colón y alrededores, C. R.), 50 págs.,
Univ. de Costa Rica.
- FLORES, W., 1997: Identificación y análisis de los procesos erosivos en la subcuenca
del Río Uruca.- 120 págs. Univ. Nacional, Heredia, Costa Rica. (Tesis Lic.).
- FONDO MUNDIAL PARA EL MEDIO AMBIENTE (GEF). (2009). *Invertir en el transporte
urbano sostenible: La experiencia del FMAM*. Recuperado de
https://www.thegef.org/sites/default/files/publications/urban-transport-ES_0_3.pdf
- GALVEZ, M., 1988: Geología de Candelarita y sus alrededores Provincia de San José,
Costa Rica.-36 págs., Univ. de Costa Rica, San José. (Camp. Geológ.).
- GRAHAM, G., 1996: Nitrate Attenuation Beneath Two Coffee Plantations in the Central
Valley of Costa Rica.- 82 págs. University of Waterloo, Ontario, Canada. (Thesis
Master of Science)
- GOMEZ, D., 2002: Ordenación Territorial.-704 págs. Agrícola Española S.A.
- GOMEZ, M.; SOLIS, L., 2001: Inestabilidad de taludes: Estudio de suelos, San Antonio
de Coronado. Univ. Costa Rica, San José. (TCU)
- GUTIERREZ, A. & REYES, M. (2017). Mujeres entre la libertad y la obligación. Prácticas
de movilidad cotidiana en el Gran Buenos Aires. Revista *Transporte y Territorio*
(16), 147-166.
- HERRERA, I.R., 1990: Geoquímica Ambiental y Geopedología de los suelos de una
parte del Valle Central Occidental, Provincia de Alajuela, Costa Rica.-302 págs.
Univ. de Costa Rica, San José. (Tesis Lic.).

- HERRERA, J., 1977: Geología de la zona sur y oeste de Ciudad Colón.- 29 págs. Univ. de Costa Rica, San José. (Bach.)
- HIDALGO, P. J.; ALVARADO, G. E. & LINKIMER, L., 2004: Revista Geológica de América Central N° 30: La lavina del Valle Central (Costa Rica): ¿lahar o debris avalanche? 101-109 págs. Editorial de la Univ. de Costa Rica, San José.
- HOFFSTETTER, R.; DENGGO, G.; WEYL, R., s.a.: Costa Rica con un Mapa. 224-295 págs.
- Holdridge, L. 2000. Ecología: basada en zonas de vida. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 1996. Ed. IICA. San José, Costa Rica. 216 pp
- HONORATO, R., 2000: Manual de Edafología.- 267 págs., Alfaomega Grupo Editor
- INGEOSA, 1991: Estudio Neotectónico de la Urbanización Paraíso Industrial, Cartago, Costa Rica.-55 págs., Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos, Comisión Especial de Vivienda , Comisión Nacional de Emergencia.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL, 1967: Hoja Barva, Escala 1:50 000. Litografiado por el Instituto Geográfico Nacional.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL, 1988: Zonas de vida de Costa Rica, Escala 1:200 000. Instituto Geográfico Nacional.
- INSTITUTO COSTARRICENSE DE FERROCARRILES. (2018). *Informe Anual de Estadísticas Operativas*. Recuperado de http://www.INCOFER.go.cr/wp-content/uploads/2018/01/Informe_Final_Estadistica_Operativas_2017.pdf?x28024
- INSTITUTO METEOROLÓGICO NACIONAL (2005). Clima en Costa Rica Valle Central. MINAE. En la red: <http://www.imn.ac.cr/educacion/climacr/index.html>
- INEC. "Costa Rica: Cálculo de Población por provincia, cantón y distrito al 1 de enero de 1999". San José, Costa Rica: Ministerio de Economía Industria y Comercio, Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), Sección Estadísticas Vitales; 1999.

- IFAM. "Atlas cantonal de Costa Rica". San José, Costa Rica: Instituto de Fomento y Asesoría Municipal (IFAM); 1987.
- IFAM. "Cantones de Costa Rica: datos básicos". 6ª Edición. San José, Costa Rica: Instituto de Fomento y Asesoría Municipal (IFAM); 1992.
- INSTITUTO VASCO DE LA MUJER. (2013). *La Evaluación de Impacto en Función del género en el Transporte y la Movilidad*. Recuperado de http://www.emakunde.euskadi.eus/contenidos/informacion/politicas_evaluaciones/2/es_def/adjuntos/materiales.sectoriales.transporte.y.movilidad.pdf
- KAPPELLE, M., CASTRO, M., ACEVEDO, H., GONZÁLEZ L. Y MONGE H. (2002). Ecosistemas del Área de Conservación Osa (ACOSA). Heredia, Costa Rica. Ed. INBio 496 pp
- KNOBLICH, K. & MANZ, E., 1993: Revista Geológica de América Central N° 16: Discusión sobre los sitios para los vertederos de desechos sólidos de San José (Costa Rica). - págs. 95-101, Editorial de la Univ. de Costa Rica, San José.
- KUNIEDA, M. & GAUTHIER, A. (2007). *Género y transporte: Inteligente y Asequible. Texto de Referencia para formuladores de políticas públicas en ciudades de desarrollo*. Bogotá, Colombia: Editorial Carlos F. Pardo.
- LAURITO, C., 1993: Revista Geológica de América Central N° 16: Revisión del Toxodonte de Bajo de los Barrantes (Prov. de Alajuela, Costa Rica).- págs. 61-68. Editorial de la Univ. Costa Rica, San José.
- LAURITO, C., 2003: Revista Geológica de América Central N° 29: Roedores fósiles del Pleistoceno Superior de la localidad La Palmera de San Carlos, provincia de Alajuela Costa Rica .- págs. 43-52. Editorial de la Univ. Costa Rica, San José.
- LEÓN, C.; LEANDRO, G.; GRANADOS, R.; TORRES, C., 1981: Estudios de deslizamientos en margen derecho de Río Chiquito de Tres Ríos.- 29 págs.
- LOPEZ, A., 1975: Geología de la hoja Abra, provincia de San José, Costa Rica.- 23 págs. Univ. Costa Rica, San José. (Bach.)

- MAG (1995): Metodología para la determinación de la Capacidad de Uso de las Tierras de Costa Rica.- 60p., San José, Costa Rica.
- MADRIGAL, O., 1975: Geología de una parte de la hoja de Río Grande.- 24 págs. Univ. Costa Rica, San José. (Bach.)
- MALAVASI, E. & SUAREZ, A., 1953: Estudio Geológico del Macizo de la Carpintera.- 57 págs. Univ. Costa Rica, San José. (Tesis Lic.).
- MALAVASI, L., 1977: Geología de área comprendida entre San Miguel-Poás, Cantones Desamparados-Aserrí.- 27 págs. Univ. Costa Rica, San José. (Bach.)
- MANUALES PARA EDUCACION AGROPECUARIA, 1997: Suelos y Fertilización (basado en el trabajo de H.A. Graetz).- 80 págs., Editorial Trillas, México
- MENDE, A. (2001): Sedimente und Architektur der Forearc-und Backarc-Becken von Südost-Costa Rica und Nordwest-Panamá.- Profil 19, 1-130, Stuttgart (Alemania).
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTE (MOPT) (2013). Estudio de Impacto Ambiental Ruta Nacional No. 257 Sección Sandoval – Moín. Elaborado por la Unidad de Gestión Ambiental y Social (UGAS) de la Dirección de Planificación Sectorial.
- MINISTERIO DE TRANSPORTE Y TELECOMUNICACIÓN (MTT). (2018). *Política de Equidad de Género en Transporte*. Recuperado de https://www.mtt.gob.cl/wp-content/uploads/2018/06/Politica_Equidad_Genero_Transportes.pdf
- MINISTERIO DE VIVIENDA Y ASENTAMIENTOS HUMANOS (2006). Geo Gran área metropolitana del Valle Central de Costa Rica: Perspectivas del medio ambiente urbano 2006. MIVAH, MINAE, PNUMA. 1ed. San José, Costa Rica. MINAE, 2006. 268pp
- MINISTERIO DE VIVIENDA Y ASENTAMIENTOS HUMANOS (MIVAH). (2012). *Informe de actualización de la Base de datos de asentamientos en condición de precario y tugurio de Costa Rica, al año 2012*. San Jose, Costa Rica.

- MONTERO, W.; OBANDO, L.; MORA, R.; SALAZAR, L.; LEANDRO, G., 1991: Informe Final: Proyectos habitacionales los diques y duarco-suerre. - 72 págs. Univ. Costa Rica, San José.
- MONTERO, W.; PANIAGUA, S.; KUSSMAUL, S. & RIVIER, F., 1992: Revista Geológica de América Central N° 14: Geodinámica interna de Costa Rica. 1-12 págs. Editorial de la Univ. Costa Rica, San José.
- MONTERO, W., 2001: Revista Geológica de América Central N° 24: Neotectónica de la Región Central de Costa Rica: Frontera oeste de la microplaca de Panamá. 29-56 págs, Editorial de la Univ. Costa Rica, San José.
- MONTERO, W., BARAHONA, M., ROJAS, W. & TAYLOR, M., 2005: Revista Geológica de América Central N° 33: Los sistemas de falla Agua Caliente y Río Azul y relevos compresivos asociados, Valle Central de Costa Rica . - 7-27 págs, Editorial de la Univ. Costa Rica, San José.
- MONTERO, W. & KRUSE, S., 2006: Revista Geológica de América Central N° 34-35: Neotectónica y geofísica de la falla Agua Caliente en los valles Coris y del Guarco. - 43-58 págs, Editorial de la Univ. Costa Rica, San José.
- MONTIEL, M. 2000. Introducción a la Flora de Costa Rica. Esbozo Fitogeográfico de Costa Rica. Luis A. Fournier. Escuela de Biología. Universidad de Costa Rica. Ed. UCR. San José, Costa Rica. 19-32 p
- MORA, M., 1995: Estudio geológico de un sector al sureste del cantón de Grecia provincia Alajuela, Costa Rica.- 107 págs. Univ. de Costa Rica, San José.
- MORA, R., 1992: Revista Geológica de América Central N° 14: Análisis probabilístico de caudales poico para la estación El Humo, cuenca Reventazón- Parismina, Costa Rica. 13-37 págs. Editorial de la Univ. Costa Rica, San José.
- MORA, R., 1993: Proyecto de Geología Urbana del Gran Área Metropolitana: Cantón de Alajuelita.- 60 págs. Univ. de Costa Rica, San José.

- MORA, R., 1996/1997: Revista Geológica de América Central N° 19/20: Modificaciones en el estado de esfuerzos y cálculo de la capacidad de carga admisible de una toba meteorizada. Santo Domingo, Heredia, Costa Rica: Caso cimentación circular - págs. 145-153, Editorial de la Univ. de Costa Rica, San José.
- MORA, R., 1998: Revista Geológica de América Central N° 21: Propiedades físicas, hidráulicas y mecánicas de suelos de origen volcánico, en sitios seleccionados del Valle Central, Costa Rica., págs.. 81-98. Editorial de la Univ. de Costa Rica, San José.
- MORA, R. & VARGAS, A., 2001: Revista Geológica de América Central N° 25: Características geotécnicas e hidrogeológicas de sitios propuestos como rellenos sanitarios en Costa Rica. págs. 63-76. Editorial de la Univ. de Costa Rica, San José.
- MORA, R., 2002: Estabilidad de las márgenes de la quebrada Ipís a su paso por la urbanización Setillal, Ipís, Giocoechea, Costa Rica.- 14 págs. Univ. Costa Rica, San José. (TCU)
- MORA, R. A., 2003: Contenido de metales pesados en los sedimentos de los ríos y quebradas adyacentes al relleno de Río Azul, Río Azul, San José, Costa Rica.- 101 págs. Univ. Costa Rica, San José. (Tesis de grado)
- MORA, R.; RAMIREZ, C. & FERNANDEZ, M., 2004: Revista Geológica de América Central N°30: Resumen de la actividad de los volcanes de la Cordillera Central, Costa Rica, entre 1998 y 2002 . 189-197 págs. Editorial de la Univ. de Costa Rica, San José.
- MORA, R., 2000: Revista Geológica de América Central N° 23: La variación de la posición del nivel freático y su influencia en la capacidad de carga de cimentaciones superficiales: caso zapata corrida infinita en un suelo de origen volcánico, Juan Viñas, Cartago, Costa Rica.-págs. 17-23 págs. Editorial de la Univ. de Costa Rica, San José.

- MORA, S., ALVARADO, G. & MORALES, 1992: Revista Geográfica de América Central N° 25 y 26, Mapa preliminar sintético de amenazas geológicas de Costa Rica, su importancia en el desarrollo de la infraestructura civil., págs. 355-371.
- MORA, S. (2014). Hogares en asentamientos informales en Costa Rica: quiénes son y cómo viven. *Notas de Población (99)*, 107-132.
- MORA-ULATE, 2000: Estudio de los procesos de flujo y transporte de contaminantes en la zona no saturada tobácea del botadero de basura de Santo Domingo, provincia de Heredia, Valle Central de Costa Rica.- 160 págs. Universidad de Costa Rica, San José. (Tesis Maestría)
- MORALES, L. D. & MONTERO, W., 1984: Revista Geológica de América Central: Los temblores sentidos en Costa Rica durante: 1973-1983, y su relación con la sismicidad del país. 29-56 págs. Editorial de la Univ. Costa Rica, San José.
- MORALES, L. D., MONTERO, W. & MADRIGAL, R., 1992: Revista Geográfica de América Central N°25 y 26, El Terremoto de Fraijanes de 1888 y el sistema de fallas de Alajuela, implicaciones del peligro sísmico potencial para el Valle Central Occidental. págs. 227-240.
- MOUTHON, A. F.; BLANCO, A. R.; ACEVEDO, G. A.; MILLER, J., 2002: Manual de evaluación de estudios ambientales.- 252 págs. Servigraphic Ltda. Bogotá, Colombia. Manso, P., Stolz W. y Fallas J.C. 2005. El régimen de la precipitación en Costa Rica. IMN. AMBIENTICO. Escuela de Ciencias Ambientales Universidad Nacional. Edición Septiembre del 2005. San José, Costa Rica. Pp. 7-8
- OBANDO, L.G., 2004: Revista Geológica de América Central N° 30 Geología y petrografía del cerro Buenavista (Cerro de la Muerte) y alrededores. - págs. 31-39, Editorial de la Univ. de Costa Rica, San José
- OBANDO, L., BOTTAZZI, G. & ALVARADO, F. (1994): Depósitos costeros del Mioceno medio y superior del Valle Central (Costa Rica, Valle Central).- Profil 7, 335-349, Stuttgart (Alemania).

- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS (ONU). (2017). *Género y transporte: experiencias y visiones de política pública en América Latina*. Santiago, Chile: ONU.
- PERALDO, G. & MOLINA, F., 1993: Revista Geológica de América Central N° 16: Reconstrucción histórica del deslizamiento de Santiago de Puriscal. - págs. 85-94, Editorial de la Univ. de Costa Rica, San José.
- PÉREZ, S. & VAN GINNEKEN, P., 1978: Capacidad de uso del suelo: Limón, escala 1:200 000. Instituto Geográfico Nacional de Costa Rica.
- PINILLA, G., 1992: Geoquímica regional de las hojas Abra y Barba, Valle Central, Costa Rica.- 101 págs., Univ. de Costa Rica, San José. (Tesis Lic.).
- PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN EN DESARROLLO URBANO SOSTENIBLE DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA (PRODUS). (2016). *Estudio de demanda de pasajeros y estudio de satisfacción de los usuarios de transporte remunerado de personas, modalidad ferrocarril, prestado por el Instituto Costarricense de Ferrocarriles en las rutas de Pavas, Heredia, Cartago y Belén*. Estudio técnico. San Jose, Costa Rica.
- PROGRAMA ESTADO DE LA NACIÓN (PEN). (2005). *Undécimo Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible*. San José, Costa Rica.
- PROTTI, R., 1996/1997: Revista Geológica de América Central N° 19/20: Evidencias de glaciación en el Valle del General (Costa Rica) durante el Pleistoceno Tardío. - págs. 75-86, Editorial de la Univ. de Costa Rica, San José.
- PROTTI, R., 1996/1997: Revista Geológica de América Central N° 19/20: Monitoreo de desplazamientos a lo largo de la falla La Garita (Costa Rica) entre marzo y diciembre de 1990. - págs. 183-185, Editorial de la Univ. de Costa Rica, San José.
- QUESADA, J.D., 1986: Estudio Geológico de los alrededores La Esperanza, Pejibaye de Jiménez, Cartago, Costa Rica -36 págs., Univ. de Costa Rica, San José. (Camp. Geológ.)

- RAMIREZ, P., 2006: Revista Geológica de América Central N° 34-35: Caracterización de la dinámica de flujo mediante la aplicación de un modelo numérico hidrogeológico. Caso de la cuenca del Río Birris - págs. 83-97, Editorial de la Univ. de Costa Rica, San José.
- RAMIREZ, R., SANTANA, G. & CHACON, O., 1996/1997: Revista Geológica de América Central N° 19/20: Mapa de amplificación sísmica del Valle Central, Costa Rica - págs. 37-55, Editorial de la Univ. de Costa Rica, San José.
- RAMIREZ, R. & ALFARO, A., 2002: Revista Geológica de América Central N° 27: Mapa de vulnerabilidad hidrogeológico de una parte del Valle Central de Costa Rica - págs. 53-59, Editorial de la Univ. de Costa Rica, San José.
- RED SISMOLÓGICA NACIONAL: ICE-UCR, 1986: Revista Geológica de América Central N°5: Resumen de la actividad sísmica y volcánica de Costa Rica. 103-108 págs. Editorial de la Univ. de Costa Rica, San José.
- RED SISMOLÓGICA NACIONAL: ICE-UCR, 1987: Revista Geológica de América Central N°6: Resumen de la actividad sísmica y volcánica de Costa Rica. 121-126 págs. Editorial de la Univ. de Costa Rica, San José.
- RED SISMOLÓGICA NACIONAL: ICE-UCR, 1988: Revista Geológica de América Central N°10: Resumen de la actividad sísmica y volcánica de Costa Rica. 101-106 págs. Editorial de la Univ. de Costa Rica, San José.
- RED SISMOLÓGICA NACIONAL: ICE-UCR, 1989: Revista Geológica de América Central N°11: Resumen de la actividad sísmica y volcánica de Costa Rica. 99-104 págs. Editorial de la Univ. de Costa Rica, San José.
- RED SISMOLÓGICA NACIONAL: ICE-UCR, 1992: Revista Geológica de América Central N°14: Resumen de la actividad sísmica y volcánica de Costa Rica en 1991. 97-101 págs. Editorial de la Univ. de Costa Rica, San José.
- RED SISMOLÓGICA NACIONAL: ICE-UCR, 1994: Revista Geológica de América Central N° 17: Resumen de la actividad sísmica y volcánica de Costa Rica en 1993. 105-107 págs. Editorial de la Univ. de Costa Rica, San José.

- RED SISMOLÓGICA NACIONAL: (RSN: ICE-UCR) 1996/1997: Revista Geológica de América Central N° 19/20: Resumen de la actividad sísmica y volcánica de Costa Rica en 1995- págs. 187-191, Editorial de la Univ. de Costa Rica, San José.
- RED SISMOLÓGICA NACIONAL: ICE-UCR, 1998: Revista Geológica de América Central N° 21: Resumen de la actividad sísmica y volcánica de Costa Rica en 1996. 105-109 págs. Editorial de la Univ. de Costa Rica, San José.
- RED SISMOLÓGICA NACIONAL: (RSN: UCR-ICE), 2001: Revista Geológica de América Central N° 25: Actividad sísmica y volcánica 1997-2000. 107-113 págs. Editorial de la Univ. de Costa Rica, San José.
- RED SISMOLÓGICA NACIONAL: ICE-UCR, 2002: Revista Geológica de América Central N°26: Resumen de la actividad sísmica y volcánica de Costa Rica durante el año 2001. 101-105 págs. Editorial de la Univ. de Costa Rica, San José.
- ROJAS, J. F., 1976: Geología de una parte de la hoja abra.- 12 págs. Univ. Costa Rica, San José. (Bach.).
- ROJAS, F. 2005. Principales especies forestales introducidas en Costa Rica. Kurú: Revista Forestal (Costa Rica) 2(4), 2005. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica. 13pp en la red:
<http://www.itcr.ac.cr/revistakuru/antecedentes/antecedentes4/pdf/nota3.pdf>
- SALAZAR, J.H., 1995: Estudio Geológico Ambiental de la Hoja Topográfica Puente Piedra 3346-III-19 y alrededores (escala 1:10 000) Cantón de Grecia Provincia Alajuela, Costa Rica.-97 págs. Univ. Costa Rica, San José. (Camp. Geológ.).
- SALAZAR, L. G., OBANDO, L. & MORA, R., 1992: Revista Geológica de América Central N° 14: Acueducto Metropolitano, tramo embalse El Lano – Río Navarro (Costa Rica): Un sitio bajo amenaza. 85-96 págs. Editorial de la Univ. de Costa Rica, San José.

- SANDOVAL, F., 1971: Geología de una parte de la Región Noreste del Valle Central (Hoja Grecia).-14 págs., Informes Técnicos y Notas Geológicas N° 44, Dirección de Geología Minas y Petróleo.
- SANDOVAL, L. P.; SAENZ, R.; ACUÑA, J.; CASTRO, J. F.; GÓMEZ, M.; LÓPEZ, A.; MEDEROS, B.; MONGE, A.; VARGAS, J. E.; FERNÁNDEZ, T.; ULATE, R.; RAMÍREZ, C., 1982: Mapa Geológico de Costa Rica: Limón, Escala 1:200 000. Instituto Geográfico Nacional.
- SAVITSKY, B. G.; TARBOX, D. P. & VAN BLARICOM, D., 1995: Habitats de Costa Rica, Escala 1:500 000. Programa de Cooperación de Ciencias y Tecnología de la Oficina del Asesor de Ciencias de la Agencia Internacional para el Desarrollo de los Estados Unidos. (USAID).
- SCHOSINSKY, G., 1998: Revista Geológica de América Central N° 21: Modelo de flujo para la zona no saturada: ZONOSA.- págs. 69-80, Editorial de la Univ. de Costa Rica, San José.
- SCHOSINSKY, G. & LOSILLA, M., 2000: Revista Geológica de América Central N° 23: Modelo analítico para determinar la infiltración de agua con base en la lluvia mensual.- págs. 43-55, Editorial de la Univ. de Costa Rica, San José.
- SCHOSINSKY, G. & VARGAS, A., 2001: Revista Geológica de América Central N° 24: Hidrogeología de un sector de la margen izquierda del Río Virilla, provincia de San José, Costa Rica.- págs. 93-102 Editorial de la Univ. de Costa Rica, San José.
- SCHOSINSKY, G.; VARGAS, A., & STIMSON, J., 2001: Revista Geológica de América Central N° 25: Orígenes de contaminación de aguas subterráneas en un sector de la margen izquierda del río Virilla, San José, Costa Rica.- págs. 85-92 Editorial de la Univ. de Costa Rica, San José.
- SOLÍS, O., 2005: Clima de Heredia.- 29 págs. Univ. Nacional. Heredia, Costa Rica.

- SOTO, G. & ALVARADO, G., 2004: Revista Geológica de América Central N°30: La Vulcanología y su entorno ambiental.- 226 págs. Editorial de la Univ. de Costa Rica, San José.
- SOTO, G. & PANIAGUA, S., 1992: Revista Geográfica de América Central N° 25 y 26, La Cordillera Volcánica Central (Costa Rica): sus peligros potenciales y prevenciones págs. 291-304.
- SPRECHMANN, P., 1984: Manual de Geología de Costa Rica, Volumen 1: Estratigrafía, -320 págs.- Editorial Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- VAHRSON, W.-G. & CARTIN, N., 1992: Revista Geográfica de América Central N°25 y 26, Deslizamientos en la cuenca media y superior del Río Reventado, Cartago, Costa Rica. págs. 171-192.
- Valerio, C. 1999. Costa Rica: ambiente y biodiversidad. Heredia, Costa Rica. Ed. INBio 139 pp.
- VARGAS, A., 1996/1997: Revista Geológica de América Central N° 19/20: Ventajas del proceso de reforestación sobre la atenuación de la erosión y propuesta de protección y desarrollo de un área de recarga en el Valle Central - págs. 155-165, Editorial de la Univ. de Costa Rica, San José.
- VARGAS, A., 1998: Revista Geológica de América Central N° 21: Balance hídrico en la cuenca alta del Río Reventazón, Costa Rica.- págs. 37-46., Editorial de la Univ. Costa Rica, San José.
- VARGAS, A., 2001: Revista Geológica de América Central N° 24: Contribución a la geología y geomorfología de una parte del cantón de Coronado; Costa Rica.- págs. 67-78., Editorial de la Univ. Costa Rica, San José.
- VARGAS, A., 2002: Revista Geológica de América Central N° 27: Manantiales de una parte del Valle Central de Costa Rica.- págs. 39-52., Editorial de la Univ. Costa Rica, San José.

- VARGAS, A. & AGUILAR, T., 2002: Revista Geológica de América Central N° 27: Impacto de la variabilidad climática sobre la recarga a los acuíferos en la cuenca del río Poás, Valle Central, Costa Rica.- págs. 75-83., Editorial de la Univ. Costa Rica, San José.
- VEGA, L. M. & VALERIO, J., 2002: Análisis del crecimiento urbano del Área Metropolitana de San José.- 187 págs. Univ. Nacional, Heredia, Costa Rica. (Tesis Lic.)
- VILLEGAS, A., 1994: Geología de una parte de la Hoja Oratorio 3346-III-12, Provincia Alajuela, Costa Rica, 130 págs. Univ. de Costa Rica, San José. (Camp. Geológ.).
- VILLEGAS, A., 2004: Revista Geológica de América Central N° 30: La Formación Alto Palomo: flujos pumíticos de la Cordillera Volcánica Central, Costa Rica. 73-81 págs. Editorial de la Univ. de Costa Rica, San José.
- ZUCCHINI, E. (2015). Género y transporte: análisis de la movilidad del cuidado como punto de partida para construir una base de conocimiento más amplia de los patrones de movilidad. El caso de Madrid. Tesis Doctoral. Madrid, España: Universidad Politécnica de Madrid.



15 ANEXOS





Anexo 1. Procedimiento para el aprovechamiento y extracción de aguas



El proyecto del Tren Rápido de Pasajeros (TRP) atraviesa cerca de 50 cauces de dominio público. Todos estos cauces son cruzados por puentes de diversos tamaños, algunos de los cuales han estado en servicio por más de 100 años. Son cauces cuyas cuencas son muy pobladas y en las cuales se encuentran las principales ciudades de la Gran Área Metropolitana (GAM) y en las cuales el desarrollo urbanístico ha generado la impermeabilización de importantes porcentajes del área de las mismas.

Muchos de estos ríos van en cañones muy profundos que hacen inviable la extracción de agua de los mismos. Otros de estos cuerpos de agua están altamente contaminados por lo cual el potencial de utilización de sus aguas es muy limitado.

- Es importante notar que a lo largo de toda la trayectoria de TRP hay disponibilidad de tuberías de agua potable de diferentes calibres. El INCOFER deberá, para todas aquellas tareas que requieran de agua de alta calidad utilizar estas fuentes de abastecimiento hasta donde sea posible. Para ello se deben realizar las gestiones respectivas ante el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) o las ASADAS relevantes. Es muy importante, entonces, dejar las solicitudes de agua solamente para aquellos casos en que no hay una fuente apropiada en las cercanías del punto de uso. Así se evitan los complicados trámites de solicitud de concesión de agua ante la Dirección de Agua de MINAE.
- Para otros fines, como aplicaciones de contención de polvo, riego y similares, el Estudio de Impacto Ambiental cubrirá todos los posibles puntos de toma de agua a lo largo de toda la longitud de la vía férrea proyectada. Este estudio servirá como marco de referencia general para todas las actividades del proyecto. Además se presentará la información detallada para cada punto de toma, incluyendo las coordenadas geográficas, el período de uso de cada uno de los puntos, los caudales a ser extraídos, el uso y el caudal promedio del río correspondiente en el punto de extracción del agua, incluyendo referencias a registro histórico utilizado y metodología de cálculo de esos caudales medios y de los caudales ecológicos.
- Dada la naturaleza del proyecto, el asunto de las concesiones para el uso de aguas durante la construcción se debe presentar mediante una tabla que incluya todos los ríos y con los datos detallados de cada punto de toma en cada río, incluyendo los períodos de actividad programados para cada uno de esos puntos. De esa manera la Dirección de Agua dará una única autorización para todo el proyecto.

- Es importante, en el período cercano al inicio de la construcción que se establezca una línea fluida de comunicación entre INCOFER y el MINAE para establecer un marco de compromiso y cooperación para dar el máximo apoyo a las gestiones y trámites de obras en cauce y el de concesiones de uso de agua durante la construcción.

1. La solicitud de extracción de agua de ríos y quebradas a lo largo del trayecto de del Tren Rápido de Pasajeros (TRP) deberá hacerse en base a lo establecido sobre condiciones de uso y cantidades establecidas en el Acuerdo de la Comisión Plenaria de SETENA sobre la modificación a la Resolución 2373-2016-SETENA PROYECTOS DE MUY BAJO IMPACTO, ACP-030-2018-SETENA. Los aprovechamientos de agua solicitados se deben ajustar, dada la naturaleza del proyecto el cual se puede calificar como de muy bajo impacto ambiental en lo referente al uso del agua, caudales a extraerse de los cauces bajos y extracción temporal, con el fin de acelerar los trámites y procedimientos para obtención de las concesiones para el aprovechamiento temporal del agua captada de los cauces de dominio público que son cruzados por el derecho de vía del Tren Rápido de Pasajeros (TRP). No debe presentarse ningún caso en que los caudales solicitados excedan los 74 metros cúbicos por día señalado como límite máximo en ese documento. Se citan a continuación los aspectos más importantes del Acuerdo de la Comisión Plenaria de SETENA mencionado arriba:

"NOVENO: Que de acuerdo con el criterio de la Dirección de Aguas de MINAE (DA-275-2018), según el registro histórico de esa unidad, en autorizaciones de agua para el riego de caminos, los entes públicos que son sujetos de esta actividad extractiva, son el Ministerio de Obras Públicas y Transporte (MOPT), el Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI) y las Municipalidades, de donde se concluye que se tiene una demanda máxima total de todas las captaciones, correspondiente a un volumen diario de 74000 litros ...

Además, la extracción posee características especiales, diferenciadas a otros usos del agua, tales como:

- *No existe alteración del cauce ni del agua en tanto no se realiza derivación permanente de agua por medio de obra civil estable dentro del cauce.*
- *Se extrae por medio de sistema de bombeo portátil y pequeño caballaje.*

- *No es una extracción permanente, al contrario, es un aprovechamiento de eventos desplazados en las 24 horas.*
- *Se extrae el agua para llenar tanquetas o cisternas de volumen predefinido.*
- *El caudal de extracción es puntual por evento.*
- *Tiempo de extracción de una hora en promedio.*
- *No se concentran todos los eventos en un solo río, sino en varios, pues la extracción se realiza programada según el avance de la obra de reparación, ampliación o manteniendo del camino o carretera.*

DÉCIMO: Que, en el marco de sus competencias, la Dirección de Agua de MINAE, debe emitir resolución con recomendación técnica al Ministro para su valoración y firma, sobre la precedencia de la intervención del cauce de dominio público para el aprovechamiento temporal del agua, en el proceso de reparación y mantenimiento, tanto de rutas nacionales (carreteras - autopistas) como municipalidades, (caminos), conforme al artículo 17 de la Ley de Aguas No. 276. Dicha recomendación técnica por parte de la Dirección de Agua, contemplará los requisitos establecidos por esa dependencia administrativa.

DÉCIMO PRIMERO: Que, desde el punto de vista de evaluación ambiental, es posible considerar la actividad descrita en los considerandos previos, como de muy bajo impacto ambiental (en el caudal y volumen señalado, como por su temporalidad), por cuanto el aprovechamiento temporal del agua captada de los cauces de dominio público para ser transportados por medio de cisternas, para labores de acondicionamiento y de mitigación, así como para obras complementarias de la misma actividad en desarrollo, dado que los efectos sobre el ambiente se circunscriben a lo indicado en el considerando noveno, siendo significativos. Además, téngase en cuenta que, aun tratándose de una obra de muy bajo impacto ambiental, deberá someterse a los controles dispuestos por la Dirección de Agua del MINAE, para su autorización.

DÉCIMO SEGUNDO: De igual manera, estima esta Comisión Plenaria que pueden ser consideradas como obras de muy bajo impacto en cauces del dominio público, obras de pequeñas dimensiones, que tiene como fin la protección civil en viviendas unifamiliares o con algún desarrollo productivo doméstico de subsistencia, pasos de alcantarilla en acceso a propiedades por vía pública o internos con longitudes no mayores a 10 metros, reparación y mantenimiento de muros de protección que protegen

o contención en terrenos con viviendas colindantes, que fueron afectados por la erosión o deslizamientos, a causa de crecidas extraordinarias o sismos.

Por su parte, se entiende como actividades de muy bajo impacto ambiental la actividad de limpieza de cauces, entendida esta como la extracción de árboles, troncos, rocas de gran tamaño, u objetos ajenos al río y depositados sobre el piso firme del cauce, que impiden la libre circulación del agua. Limpieza en que no debe mediar la actividad de recaba ni del piso ni paredes del cauce. Se trata de intervenciones menores en el cauce ante la imperiosa necesidad y comprobación técnica de la existencia de un riesgo contra la vida de personas e infraestructura como viviendas, obras públicas como escuelas, hospitales, centros de salud, instalaciones deportivas, cárceles, entre otros.

En los dos supuestos anteriores y ante la existencia de riesgo, debe existir de previo a resolver por la Dirección de Agua, informe técnico emitido por profesionales de la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (CNE), de modo que las obras planteadas por el solicitante estén acordes con lo citado en el informe respectivo.

Lo anterior permite concluir que obras de paso de alcantarilla no mayores a los 10 metros, la reparación y mantenimiento de muros de protección o contención de terrenos con propiedades colindantes, limpieza de cauces (extracción de árboles, troncos rocas de gran tamaño, u objetos ajenos al río y depositados sobre el piso firme del cauce sin que exista recaba), pueden ser catalogadas como obras de Muy Bajo Impacto Ambiental.

POR TANTO LA COMISIÓN PLENARIA RESUELVE

En Sesión Ordinaria No 25 -2018 de esta Secretaría, realizada el 13 de marzo del 2018, en el Artículo No. 029 acuerda:

PRIMERO: En virtud de la competencia otorgada por Ley No. 7554 a esta Secretaría, se modifica y adiciona a la resolución No. 2373-2017-SETENA, de las 15 horas 00 minutos del 21 de diciembre del 2016, respecto a la evaluación ambiental para actividades, obras o proyectos para los cuales se ha determinado un muy bajo impacto ambiental potencial, para que en adelante sus disposiciones se lean acorde con las modificaciones realizadas al Reglamento General sobre los Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), Decreto Ejecutivo No. 31849-MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC, modificado y adicionado por Decreto Ejecutivo No. 37803-MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC, del 17 de julio del 2013.

SEGUNDO: Modifíquese en su artículo 5, para que se adicione:

“Artículo 5.- Actividades. Las actividades, obras o proyectos que no requieren de una Evaluación de Impacto Ambiental son las siguientes:

...

- 51. Extracción temporal de agua, no siempre en el mismo cauce de dominio público, ni en el mismo punto de extracción de agua para el riego de caminos y carreteras (obra vial pública), siendo actividades complementarias conforme el avance de las obras de infraestructura pública, cuya demanda no supere un volumen máximo diario de 74000 litros, equivalente a un caudal de 0.21 litros/segundo, con características especiales dictadas por la Dirección de Agua.*
 - 52. Limpieza de cauces entendida como la extracción de árboles, troncos, rocas de gran tamaño, u objetos ajenos al río y depositados sobre el piso firme de cauce, que impiden la libre circulación del agua. Limpieza que no debe mediar la actividad de recava ni del piso ni paredes del cauce de dominio público.*
 - 53. Obras de paso de alcantarilla no mayores de los 20 metros, la reparación y mantenimiento de muros de protección o contención de terrenos con propiedades colindantes, limpieza de cauces (extracción de árboles, troncos rocas de gran tamaño, u objetos ajenos al río y depositados sobre el piso firme del cauce sin que exista recava)”.*
2. Los estudios hidrológicos que se requieren para el diseño de las obras relacionadas con puentes y alcantarillas del proyecto deberán proveer la información sobre caudales promedio y ecológico para cada uno de los puntos en los cuales se planee la extracción de agua.
 3. Oportunamente se preparará un documento de solicitud de permisos de extracción de aguas para diferentes usos en el derecho de vía y los cuales cumplan con los requisitos de la Resolución 2373-2016 de SETENA según modificada en ACP-030-2018. En este documento deben incluirse tres tablas, la primera con información de los puntos de toma de agua y volúmenes a extraer, la segunda con los datos de caudales a concesionar comparados con los caudales promedio y ecológico para cada punto, y la tercera con el cronograma de construcción de cada uno de los puentes y obras similares.

4. Las extracciones de agua se harán por medio de bombas, asegurando siempre que no se extraerán cantidades de agua mayores a las establecidas en la Resolución de SETENA arriba indicada. En cada punto de extracción se llevará una bitácora de extracción de agua en la que se registrarán los volúmenes extraídos cada día.
5. El agua de cada uno de estos puntos se utilizará en los trabajos constructivos propios al lugar de extracción y además, en otras etapas del proceso constructivo, se transportará agua por medio cisternas para obras de supresión de polvo y riego, entre otras. El INCOFER informará a la Dirección de Agua el momento en que se vayan a iniciar los trabajos que requieren transporte de agua, así como también se suministrará una lista detallada de los camiones o carros de tren cisterna que se utilizarán para este fin y sus características específicas.

En la siguiente tabla se observa un ejemplo de planes de aprovechamiento y extracción de agua en fuentes superficiales.

TREN RAPIDO METROPOLITANO: Estadística para Extracción de Agua para Construcción Ampliación									
No.	Nombre del río	Uso del agua	Coordenada X	Coordenada Y	Dosis diaria promedio (m3/day)	Dosis diaria promedio (l/seg)	Periodo de extracción agua	Dosis diaria máxima total (m3/day)	Dosis diaria máxima total (l/seg)
1	Quebrada Pollo	Construcción de la Pila de Puente Pila de Perforación	513677.11622	1088420.80235					
		Construcción debajo de la Viga							
2	Rio Blanquillo	Construcción de la Pila de Puente (Pila de Perforación)	511804.89233	1089363.01329					
		Construcción debajo de la Viga							
3	Quebrada Manta	Construcción de la Pila de Puente (Pila de Perforación)	511320.80373	1089847.89394					
		Construcción debajo de la Viga							
		Construcción de Base							
		Mantenimiento de Base Estabilizada al Agua							
		Riego para Limpiar Polvo							
4	Rio Taticu	Construcción de la Pila de Puente (Pila de Perforación)	511133.91351	1090036.17744					

		Construcción debajo de la Viga							
		Construcción de Base							
		Mantenimiento de Base Estabilizada al Agua							
		superestructura del puente							
		camión de agua							
		Riego para Limpiar Polvo							
5	Rio Chinchilla	Construcción de la Pila de Puente (Pila de Perforación)	510823.99289	1090194.36484					
		Construcción debajo de la Viga							
6	Rio San Nicolas	Construcción de la Pila de Puente (Pila de Perforación)	510678.89223	1090266.71415					
		Construcción debajo de la Viga							
7	Rio Toyogres	Construcción de la Pila de Puente (Pila de Perforación)	509989.93759	1090610.23704					
		Construcción debajo de la Viga							

8	Rio Reventado	Construcción de la Pila de Puente (Pila de Perforación)	507846.07724	1091866.00837					
		Construcción debajo de la Viga							
9	Quebrada Norberta	Construcción de la Pila de Puente (Pila de Perforación)	507714.28981	1093354.32231					
		Construcción debajo de la Viga							
		Construcción de Base							
		Mantenimiento de Base Estabilizada al Agua							
		Riego para Limpiar Polvo							
10	Rio Taras	Construcción de la Pila de Puente (Pila de Perforación)	507664.35009	1093439.50488					
		Construcción debajo de la Viga							
11	Rio Arriaz	Construcción de la Pila de Puente (Pila de Perforación)	506973.60507	1093780.59760					
		Construcción debajo de la Viga							

12	Quebrada Quirazu	Construcción de la Pila de Puente (Pila de Perforación)	506001.35889	1094643.52199					
		Construcción debajo de la Viga							
		Construcción de Base							
		Mantenimiento de Base Estabilizada al Agua							
		Riego para Limpiar Polvo							
13	Quebrada Fierro	Construcción de la Pila de Puente (Pila de Perforación)	504587.17465	1095453.00362					
		Construcción debajo de la Viga							
14	Rio Chiquito	Construcción de la Pila de Puente (Pila de Perforación)	502992.51344	1096180.14293					
		Construcción debajo de la Viga							
		Construcción de Base							
		Mantenimiento de Base Estabilizada al Agua							
		Riego para Limpiar Polvo							

15	Rio Tiribi	Construcción de la Pila de Puente (Pila de Perforación)	501722.60735	1096009.12353					
		Construcción debajo de la Viga							
		Construcción de Base							
		Mantenimiento de Base Estabilizada al Agua							
		Riego para Limpiar Polvo							
16	Quebrada Unión	construcción de base de pilote de puente(pilotes perforados)	500759.30833	1095961.02882					
		construcción del puente inferior							
		superestructura del puente							
		camión de agua							
		riego y siembra							
17	Rio Salitrillo	construcción de base de pilote de puente(pilotes perforados)	500142.67890	1096025.51202					
		construcción del puente inferior							
		superestructura del puente							
		riego y siembra							

18	Rio Maria Aguilar	construcción de base de pilote de puente(pilotes perforados)	498125.90679	1096479.94136				
		construcción del puente inferior						
		superestructura del puente						
		riego y siembra						
19	Quebrada Tacaco	construcción de base de pilote de puente(pilotes perforados)	497610.49447	1096711.23876				
		construcción del puente inferior						
		superestructura del puente						
		riego y siembra						
20	Quebrada Zopilote	construcción de base de pilote de puente(pilotes perforados)	496572.91429	1097052.40578				
		construcción del puente inferior						
		superestructura del puente						
		riego y siembra						
21	Rio Puruses	construcción de base de pilote de puente(pilotes perforados)	496111.75759	1097288.93017				

		construcción del puente inferior							
		superestructura del puente							
		riego y siembra							
22	Rio Ocloro	construcción de base de pilote de puente(pilotes perforados)	495494.19865	1097925.37561					
		construcción del puente inferior							
		superestructura del puente							
		riego y siembra							
23	Rio Torres	construcción de base de pilote de puente(pilotes perforados)	492375.61529	1099195.44169					
		construcción del puente inferior							
		superestructura del puente							
		riego y siembra							
24	Quebrada Cangrejos	construcción de base de pilote de puente(pilotes perforados)	492366.62569	1099377.58891					
		construcción del puente inferior							
		superestructura del puente							
		riego y siembra							
25	Quebrada Rivera	construcción de base de pilote de puente(pilotes perforados)	491230.91249	1100224.16501					

		construcción del puente inferior							
		superestructura del puente							
		riego y siembra							
26	Rio Bermudez	construcción de base de pilote de puente (pilotes perforados)	488935.43685	1103181.86979					
		construcción del puente inferior							
		superestructura del puente							
		riego y siembra							
27	Quebrada Gertrudis		488402.3119	1103865.334					
28	Quebrada Tropical		487916.9529	1104532.952					
29	Rio Virilla		481645.848	1102054.951					
30	Rio Pirro		487589.966	1105104.015					
31	Rio Segundo		480566.5566	1106099.419					
32	Quebrada Canas		478214.7853	1106049.185					
33	Rio Burio		483836.9208	1105998.429					
34	Rio Ciruelas		477226.5504	1106676.337					

35	Quebrada Targua		477762.5785	1106283.379					
36	Quebrada Barro		475532.5141	1106244.82					
37	Quebrada Lagunilla		472889.3109	1104940.671					
38	Acequia		472079.6749	1103906.591					
39	Rio Torres		482320.9705	1101722.898					
40	Rio Virilla		490114.2818	1101980.331					
41	Rio Bermudez		480166.8355	1103283.2					
42	Quebrada Seca		478595.4318	1103232.192					
43	Acequia		476061.287	1102646.221					
44	Acequia		475484.8633	1102713.119					
45	Rio Segundo		475341.7458	1102738.04					
46	Quebrada Dona Ana		473384.0848	1102878.414					
47	Acequia		472605.5959	1103309.293					
48	Rio Ciruelas		471938.0336	1103421.036					
49	Acequia		470767.4251	1103124.665					





Anexo 2. Cauces de dominio público ubicados en el área del proyecto



CATEGORIA	Nombre	Ramal	Der_via	X	Y
PERMANENTE	Quebrada Pollo	Cartago-Paraíso	6.70	513677.11622	1088420.80235
PERMANENTE	Rio Blanquillo	Cartago-Paraíso	6.70	511804.89233	1089363.01329
PERMANENTE	Quebrada Manta	Cartago-Paraíso	6.70	511320.80373	1089847.89394
PERMANENTE	Rio Tatiscu	Cartago-Paraíso	6.70	511133.91351	1090036.17744
PERMANENTE	Rio Chinchilla	Cartago-Paraíso	6.70	510823.99289	1090194.36484
PERMANENTE	Rio San Nicolas	Cartago-Paraíso	6.70	510678.89223	1090266.71415
PERMANENTE	Rio Toyogres	Cartago-Paraíso	6.70	509989.93759	1090610.23704
PERMANENTE	Rio Reventado	Cartago-Tres Ríos	6.70	507846.07724	1091866.00837
PERMANENTE	Quebrada Norberta	Cartago-Tres Ríos	6.70	507714.28981	1093354.32231
PERMANENTE	Rio Taras	Cartago-Tres Ríos	6.70	507664.35009	1093439.50488
PERMANENTE	Rio Arriaz	Cartago-Tres Ríos	6.70	506973.60507	1093780.59760
PERMANENTE	Quebrada Quirazu	Cartago-Tres Ríos	6.70	506001.35889	1094643.52199
PERMANENTE	Quebrada Fierro	Cartago-Tres Ríos	6.70	504587.17465	1095453.00362
PERMANENTE	Rio Chiquito	Cartago-Tres Ríos	6.70	502992.51344	1096180.14293
PERMANENTE	Rio Tiribi	Cartago-Tres Ríos	6.70	501722.60735	1096009.12353
PERMANENTE	Quebrada Unión	Tres Ríos-Atlántico	6.70	500759.30833	1095961.02882
PERMANENTE	Rio Salitrillo	Tres Ríos-Atlántico	6.70	500142.67890	1096025.51202
PERMANENTE	Rio Maria Aguilar	Tres Ríos-Atlántico	6.70	498125.90679	1096479.94136
INTERMITENTE	Quebrada Tacaco	Tres Ríos-Atlántico	6.70	497610.49447	1096711.23876
INTERMITENTE	Quebrada Zopilote	Tres Ríos-Atlántico	6.70	496572.91429	1097052.40578
PERMANENTE	Rio Puruses	Tres Ríos-Atlántico	6.70	496111.75759	1097288.93017
PERMANENTE	Rio Ocloro	Tres Ríos-Atlántico	6.70	495494.19865	1097925.37561
PERMANENTE	Rio Torres	Atlántico-Heredia	6.70	492375.61529	1099195.44169
PERMANENTE	Quebrada Cangrejos	Atlántico-Heredia	6.70	492366.62569	1099377.58891
PERMANENTE	Quebrada Rivera	Atlántico-Heredia	6.70	491230.91249	1100224.16501
PERMANENTE	Rio Bermudez	Atlántico-Heredia	6.70	488935.43685	1103181.86979
PERMANENTE	Quebrada Gertrudis	Atlántico-Heredia	6.70	488402.31194	1103865.33361
INTERMITENTE	Quebrada Tropical	Atlántico-Heredia	6.70	487916.95293	1104532.95229
PERMANENTE	Rio Virilla	Atlántico-Heredia	6.70	481645.84799	1102054.95112

CATEGORIA	Nombre	Ramal	Der_via	X	Y
PERMANENTE	Rio Pirro	Atlántico-Heredia	6.70	487589.96602	1105104.01509
PERMANENTE	Rio Segundo	Heredia-Alajuela	6.70	480566.55663	1106099.41863
PERMANENTE	Quebrada Canas	Heredia-Alajuela	6.70	478214.78531	1106049.18479
PERMANENTE	Rio Burio	Heredia-Alajuela	6.70	483836.92082	1105998.42874
PERMANENTE	Rio Ciruelas	Heredia-Alajuela	6.70	477226.55036	1106676.33664
INTERMITENTE	Quebrada Targua	Heredia-Alajuela	6.70	477762.57851	1106283.37949
PERMANENTE	Quebrada Barro	Alajuela-Ciruelas	7.62	475532.51405	1106244.81983
	Quebrada Lagunilla	Alajuela-Ciruelas	7.62	472889.31094	1104940.67068
PERMANENTE	Acequia	Alajuela-Ciruelas	7.62	472079.67488	1103906.59089
PERMANENTE	Rio Torres	Belén-Pacífico	6.70	482320.97048	1101722.89776
PERMANENTE	Rio Virilla	Atlántico-Heredia	6.70	490114.28185	1101980.33071
PERMANENTE	Rio Bermudez	Belén-Pacífico	6.70	480166.83548	1103283.19951
PERMANENTE	Quebrada Seca	Belén-Ciruelas	7.62	478595.43180	1103232.19158
PERMANENTE	Acequia	Belén-Ciruelas	7.62	476061.28698	1102646.22118
PERMANENTE	Acequia	Belén-Ciruelas	7.62	475484.86334	1102713.11945
PERMANENTE	Rio Segundo	Belén-Ciruelas	7.62	475341.74579	1102738.04045
PERMANENTE	Quebrada Dona Ana	Belén-Ciruelas	7.62	473384.08481	1102878.41353
PERMANENTE	Acequia	Belén-Ciruelas	7.62	472605.59591	1103309.29289
PERMANENTE	Rio Ciruelas	Belén-Ciruelas	7.62	471938.03359	1103421.03559
PERMANENTE	Acequia	Belén-Ciruelas	7.62	470767.42514	1103124.66456



Anexo 3. Elementos a considerar para permisos de obra en cauces



Los permisos para construir obras en cauces de dominio público deben cumplir con lo establecido por la Dirección de Agua de MINAE. Es importante tener en cuenta que para facilitar la emisión de los permisos el Proyecto debe presentar una solicitud que incluya a todos los cauces de dominio público en los cuales se vayan a hacer trabajos, por menores que estos sean. La solicitud requiere la presentación de estudios hidrológicos e hidráulicos que incluyan, entre otros:

1. Ancho total del puente (puente viejo + puente nuevo);
2. Mapa de la cuenca de río o cuerpo de agua correspondiente;
3. Memoria de cálculo de caudales de diseño y caudales promedio.
4. Memoria de cálculo de la modelación hidráulica de modificación de cauce;
5. Secciones transversales aguas arriba y aguas abajo de cada punto
6. Descripción general de caudales de diseño;
7. Descripción general sobre obras de protección de riberas;
8. Descripción general de obras temporales, vados, ataguías, canales de desvío, etc.;
9. Planos de diseño.
10. Cronograma de construcción de las obras.
11. La evaluación ambiental de cada uno de estos cauces de dominio público deberá ser parte del estudio de impacto ambiental de todo el proyecto. Este documento debe cubrir todas las necesidades para los trabajos de obra en cauce.

Toda esta información debe ser presentada utilizando el formulario DA-GRH-0011 de la Dirección de Agua de MINAE, el cual se anexa a este documento, y la cual vaya acompañada por un cuadro que contenga todos los 50 cauces de dominio público que son atravesados por el Tren Rápido de Pasajeros y que requieren de puentes y otras obras en las cuales se requiera hacer trabajos que de alguna manera afecten esos cauces.

Para efectos de completar toda la información hidrológica e hidráulica de los puntos donde se requiera intervenir los cauces para realizar las obras requeridas por el proyecto, tales como puentes y alcantarillas, se deberá preparar un estudio que cubra lo que se muestra en la siguiente tabla de contenido, y en el cual se incluyan tablas resumen con los resultados del análisis realizado y los planos de las obras a realizar en cada punto:

SOLICITUD PARA REALIZAR OBRAS EN CAUCE DEL DOMINIO PÚBLICO

REQUISITOS PARA PRESENTAR ESTA SOLICITUD

- ❑ 1. Llenar este formulario a máquina o con letra legible.
- ❑ 2. Adjuntar los siguientes documentos:
 - ❑ a) Certificación de la propiedad del terreno relacionado con las obras a realizar. Debe ser original, tener menos de tres meses de expedida por el Registro Público o por Notario y contener localización, área, naturaleza y linderos.
 - ❑ b) Certificación de Personería Jurídica, cuando la solicitante sea persona jurídica. Debe tener menos de tres meses de expedida por el Registro Público o Notario
 - ❑ c) Plano catastrado en que se marque la obra a realizar.
 - ❑ d) Estudio hidrológico e hidráulico firmado por el profesional responsable.
 - ❑ e) Secciones transversales del cauce natural y modificado.
 - ❑ f) Planos de diseño
 - ❑ g) De conformidad con la Ley Orgánica del Ambiente, deberá presentarse evaluación ambiental según lo indique la SETENA (Secretaría Técnica Ambiental) del MINAE.
 - ❑ h) De realizarse la obra en propiedad de terceros o en colindancia de estos, deberá aportar declaración de este con la anuencia a su realización. La firma deberá venir autenticada.
 - ❑ i) Cualquier otro requisito que, según el tipo de obra, la Dirección requiera al momento de estudiar la solicitud.
 - ❑ j) Certificación de estar al día en las cuotas obrero patronales emitida por la CCSS (Art.74, ley N° 17 del 22 de octubre 1943)

NOTAS IMPORTANTES

- Para cualquier consulta sobre su solicitud, deberá referirse al número de expediente que se le asignará.
- A fin de entregarle un recibido, favor de traer una fotocopia de este formulario.
- Si desea aportar cualquier información adicional que crea conveniente, puede hacerlo en hojas adicionales.
- Al firmar este documento, el solicitante da fe, bajo juramento, que la información es verdadera. En caso de otorgarse el permiso, este no autoriza la tala de árboles en la zona protectora de cauce.
- Sin importar las obras autorizadas, el cauce continúa siendo propiedad del Estado en forma imprescriptible e inalienable.
- No se autoriza ningún tipo de construcción sobre el cauce. En caso de entubamiento, el firmante se compromete a dejar la zona sobre la tubería como área verde y de acceso público.
- El solicitante asume la responsabilidad de las obras a realizar

ESPACIO PARA USO EXCLUSIVO DE LA OFICINA

EXPEDIENTE

- Esta solicitud fue recibida del solicitante, quien firmó en mi presencia y exhibió cédula de identidad.
- Esta solicitud fue recibida de _____

1. DATOS DE QUIEN SOLICITA

1. Solicitante:

2. Cédula Jurídica:

3. Nombre y cédula del representante:

4. Teléfono:

5. Fax:

6. Apartado postal:

7. Correo electrónico:

8. Dirección exacta:

DATOS DE LA OBRA A REALIZAR

9. Tipo de obra a realizar:

- | | | | |
|---|---------------------------------------|---------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Muro de contención | <input type="checkbox"/> Canalización | <input type="checkbox"/> Entubamiento | <input type="checkbox"/> Rectificación |
| <input type="checkbox"/> Recaba | <input type="checkbox"/> Limpieza | <input type="checkbox"/> Trasvase | <input type="checkbox"/> Desvío |
| <input type="checkbox"/> Otro: | | | |

Folio Real Matrícula

Distrito

Cantón

Provincia

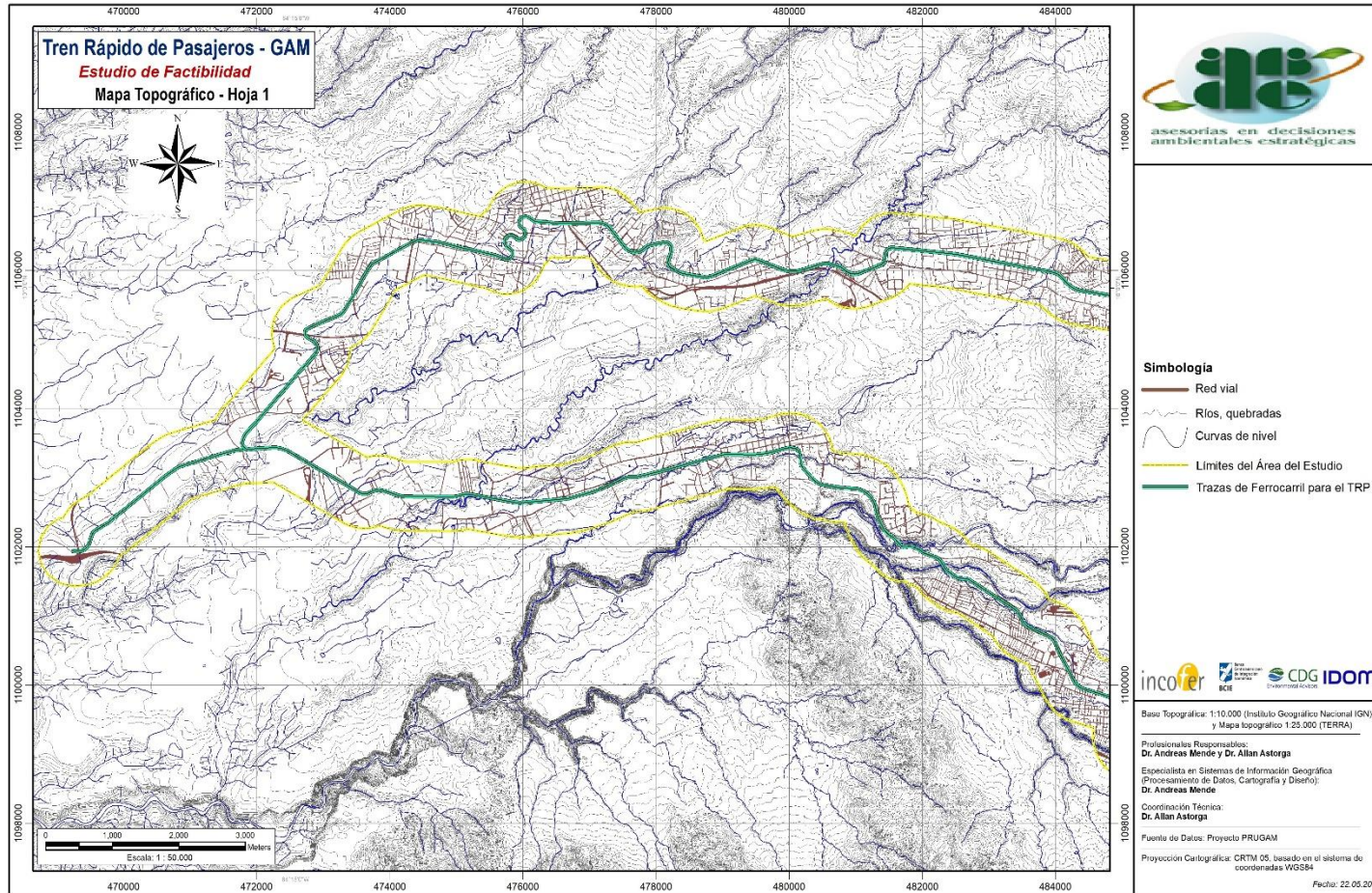
12. Localización de la obra:	Hoja	Latitud	Longitud
Inicio:			
Final:			
a. DATOS HIDROLOGICOS E HIDRAULICOS			
16. Caudal de diseño en litros por segundo.			
17. Area de influencia (subcuenca tributaria)			
18. Intensidad de lluvia (mm):			
19. Período de retorno:			
Longitud	Altura	Base	Talud
Sección	Diámetro	Ancho solera	Pendiente
22. Explique las razones que justifican la realización de las obras:			
23. Fecha:		23. Firma	
En caso de que el firmante no se presente personalmente, su firma debe venir autenticada por Notario.			

Anexo 4. Atlas de mapas geofísicos

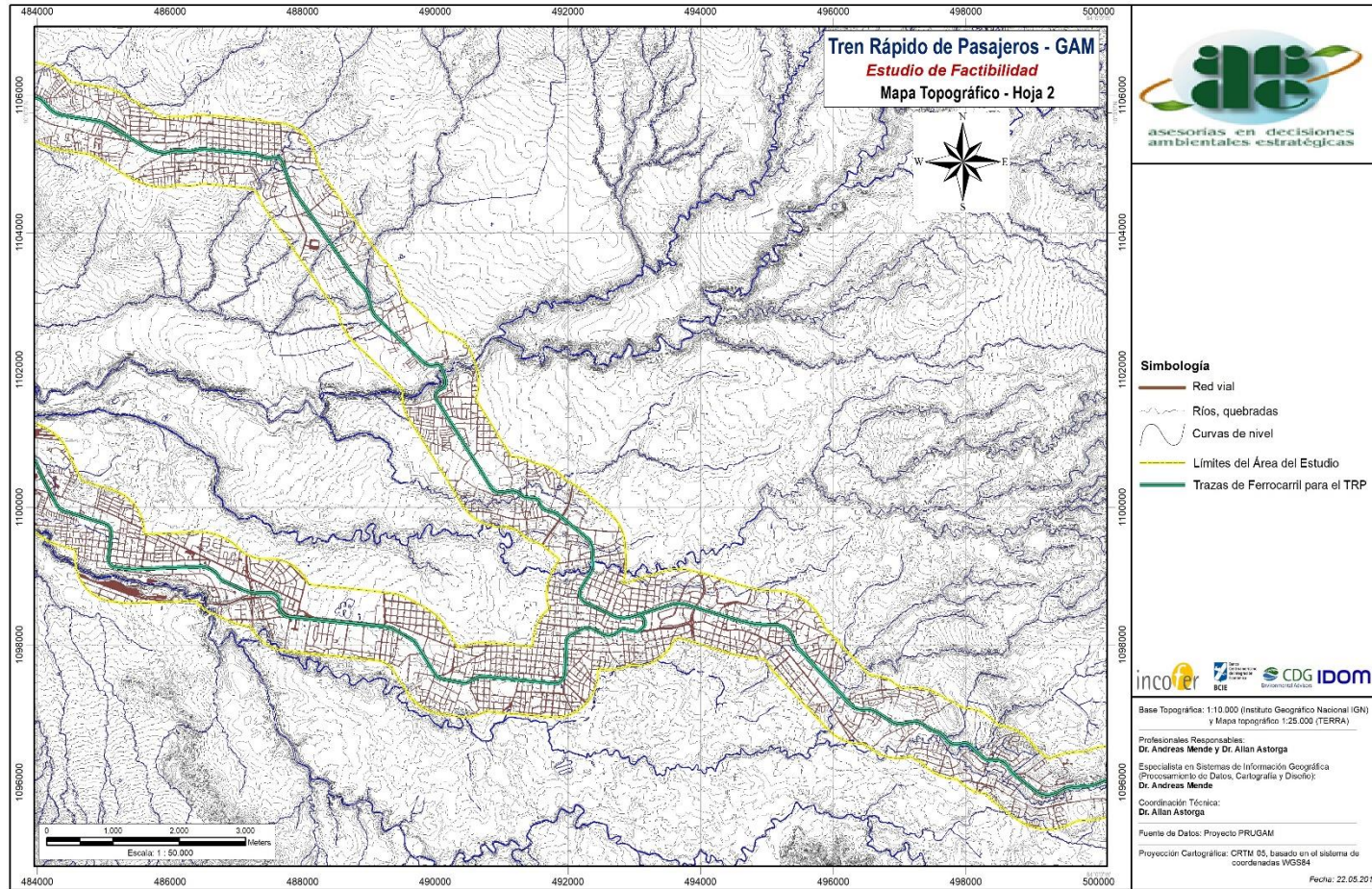
NOTA: Los mapas generados en esta sección se realizaron a escala 1:10,000, la cual es la que solicita SETENA para evaluar los índices de fragilidad ambiental en un área determinada. Los mapas están basados en información topográfica y cartográfica existente. Mejorar la escala a 1:5,000 requeriría de una mejor cartografía, la cual puede obtenerse con más trabajo de campo. Se recomienda que esto se lleve a cabo durante la fase de estudios detallados, una vez que el trazado esté finalizado y la ubicación y el número de estaciones estén completamente definidas.



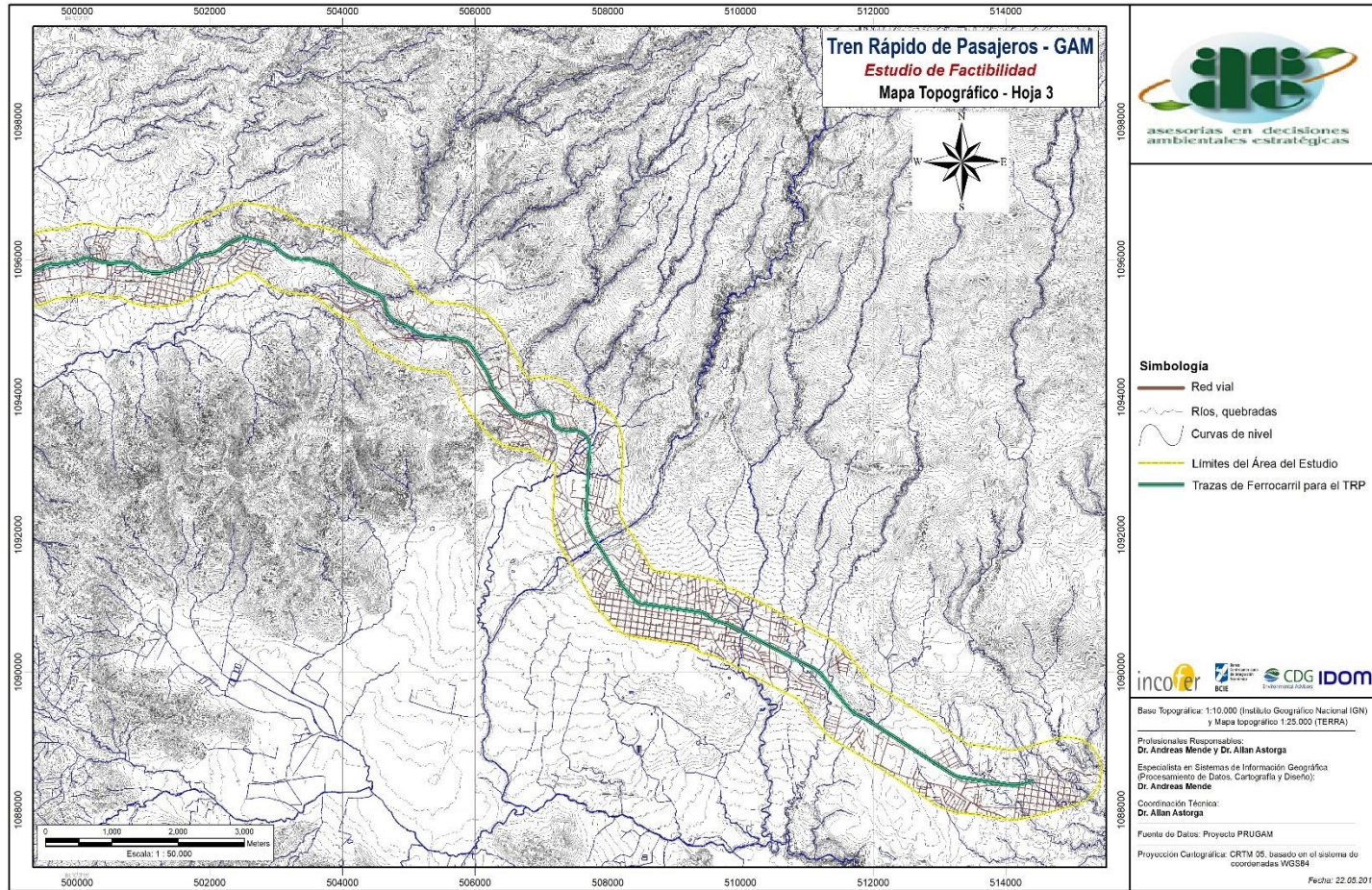
MG 1.1. Mapa topográfico, sección 1



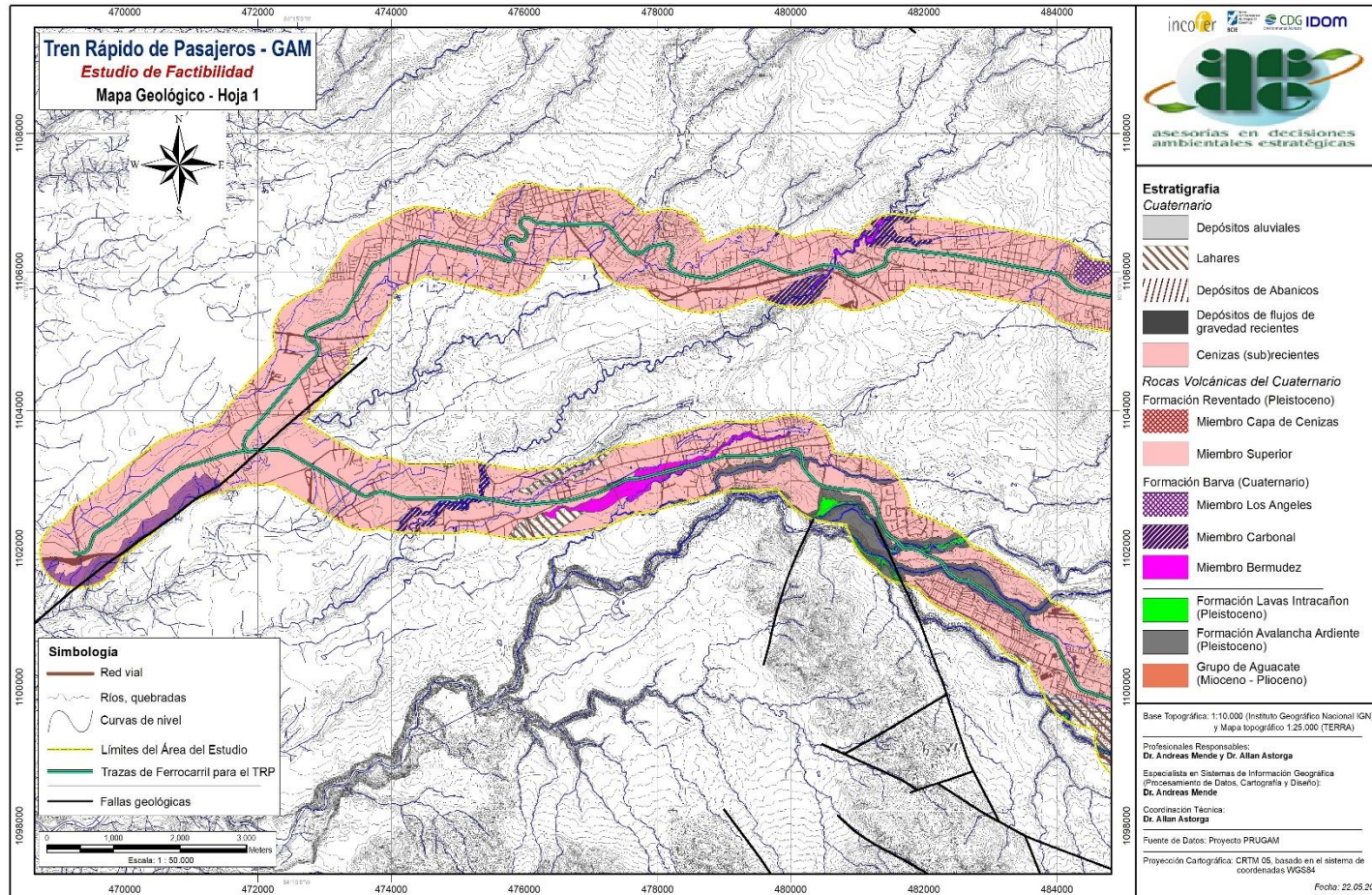
MG 1.2. Mapa topográfico, sección 2



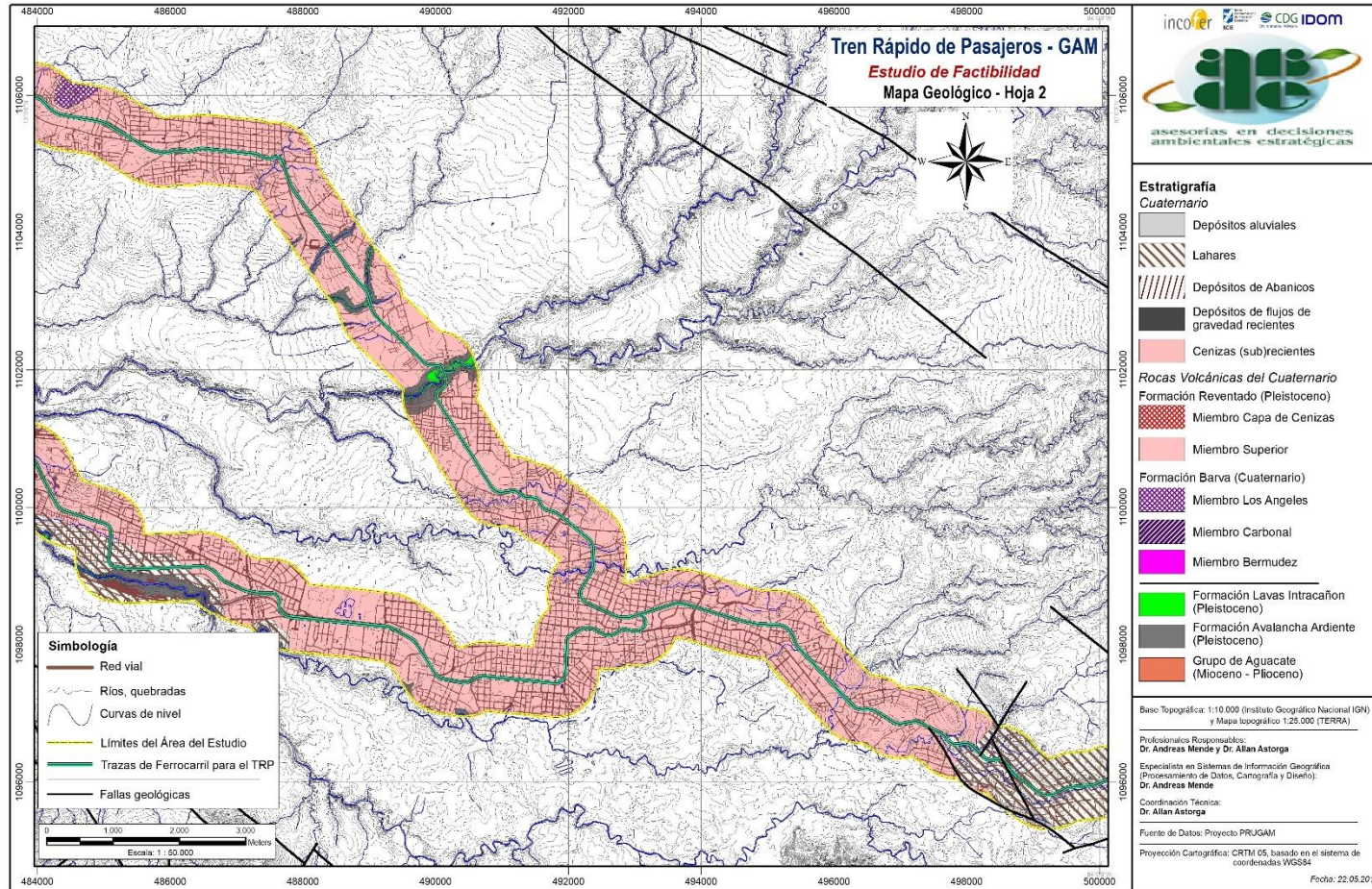
MG 1.3. Mapa topográfico, sección 3



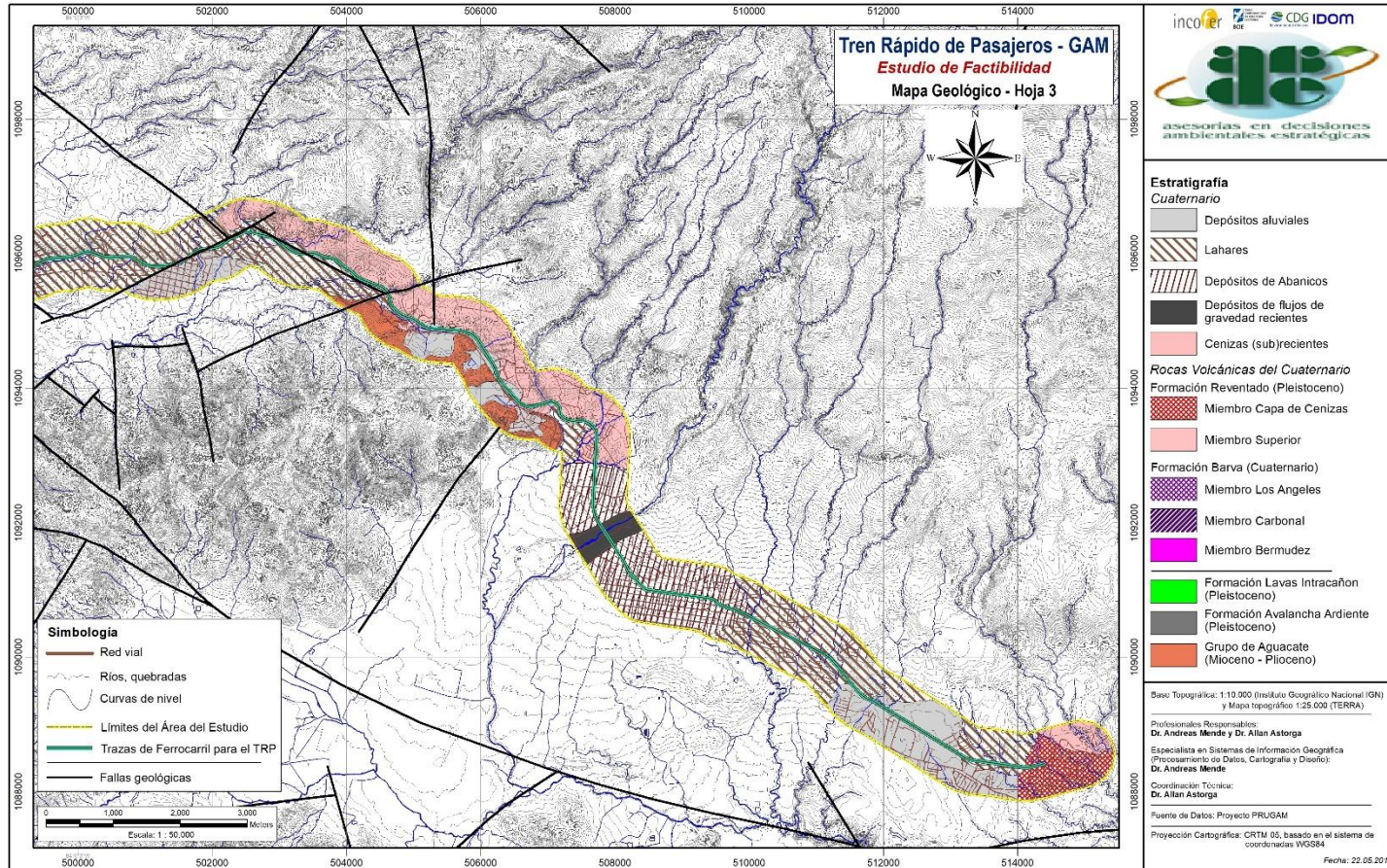
MG 2.1. Mapa Geológico sección 1



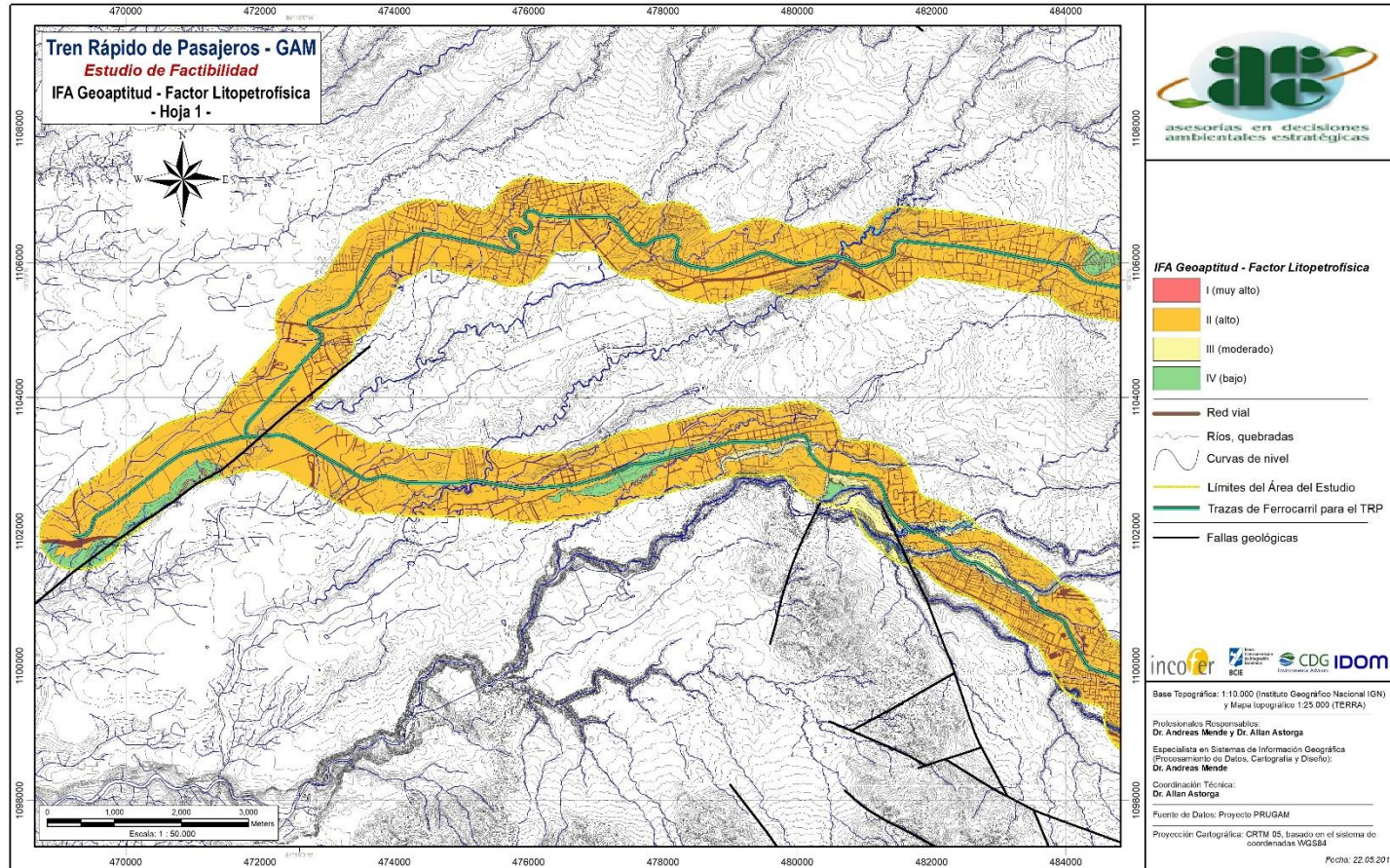
MG 2.2. Mapa Geológico sección 2



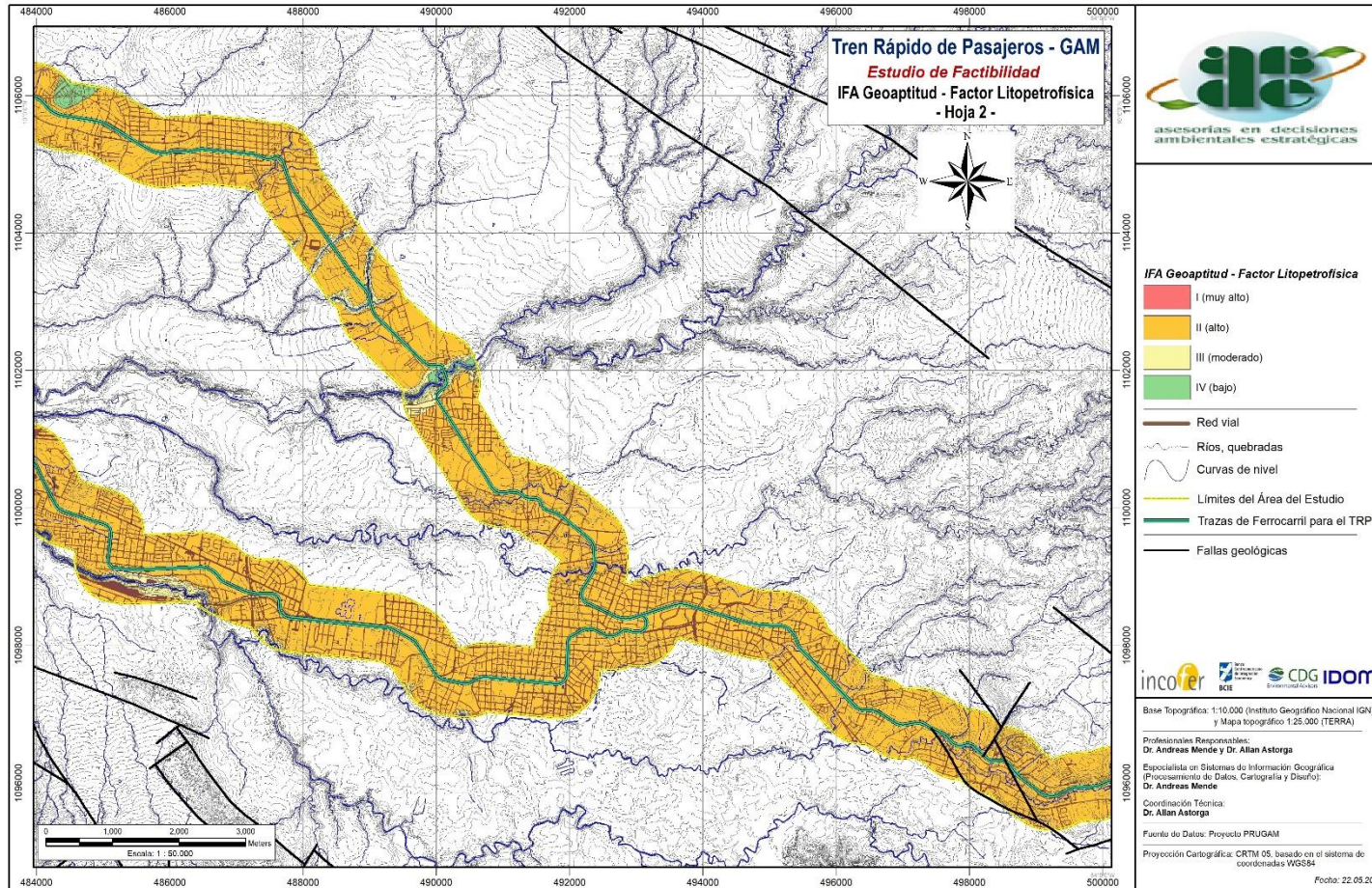
MG 2.3. Mapa Geológico sección 3



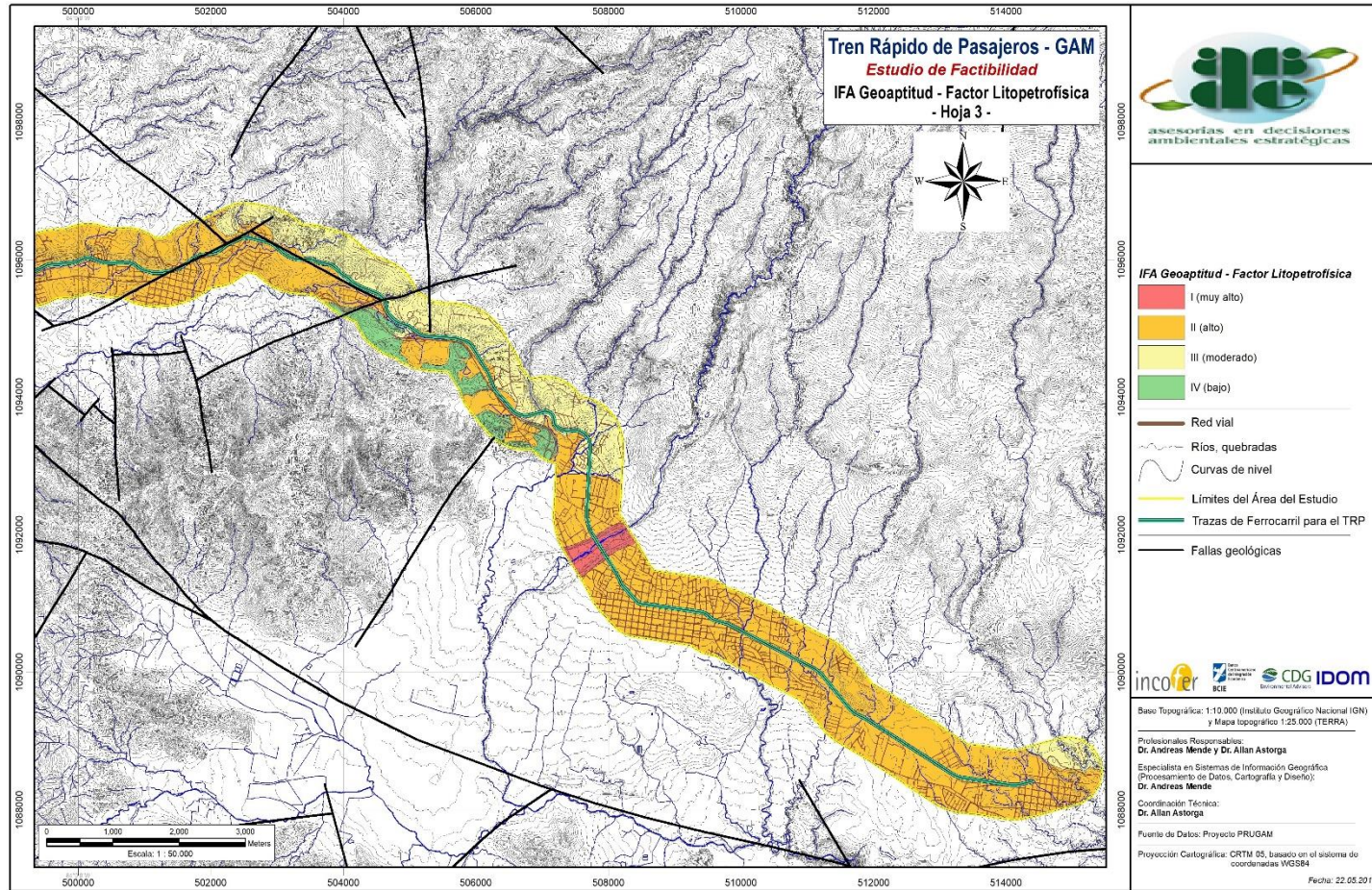
MG 3.1. Mapa IFA Litopetrofísico, sección 1



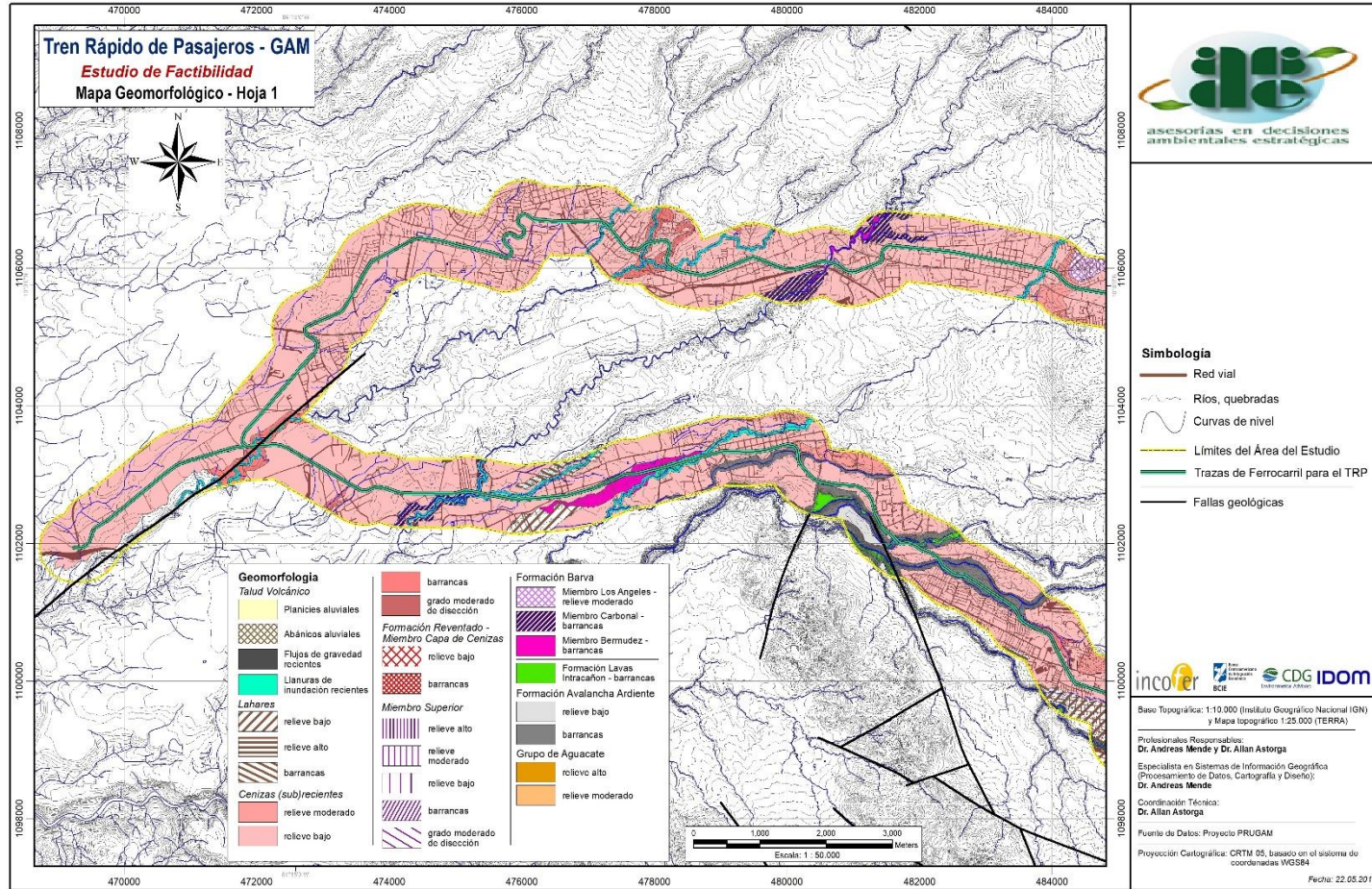
MG 3.2. Mapa IFA Litropetrofísico, sección 2



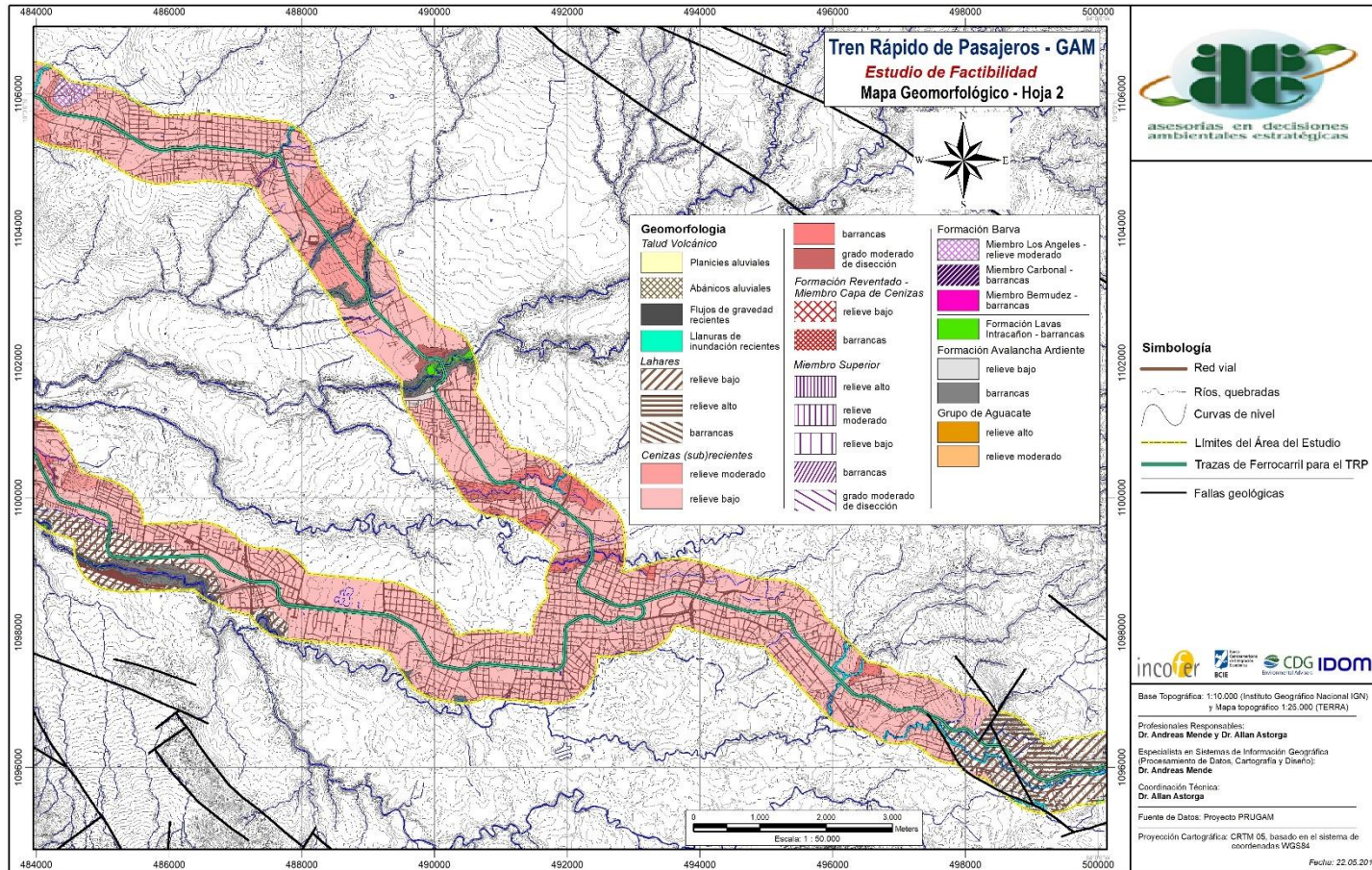
MG 3.3. Mapa IFA Litopetrofísico, sección 3



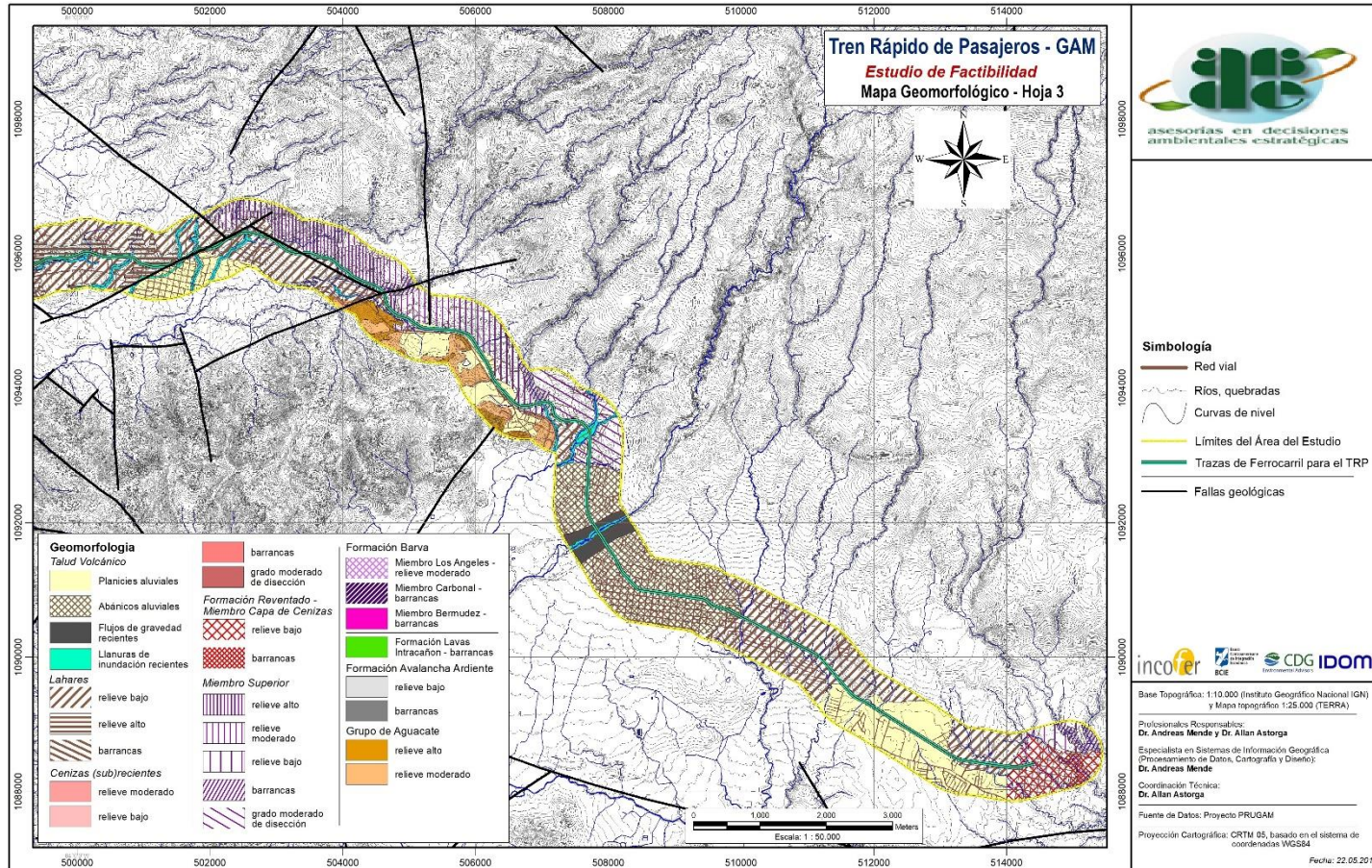
MG 4.1. Mapa Geomorfología, sección 1



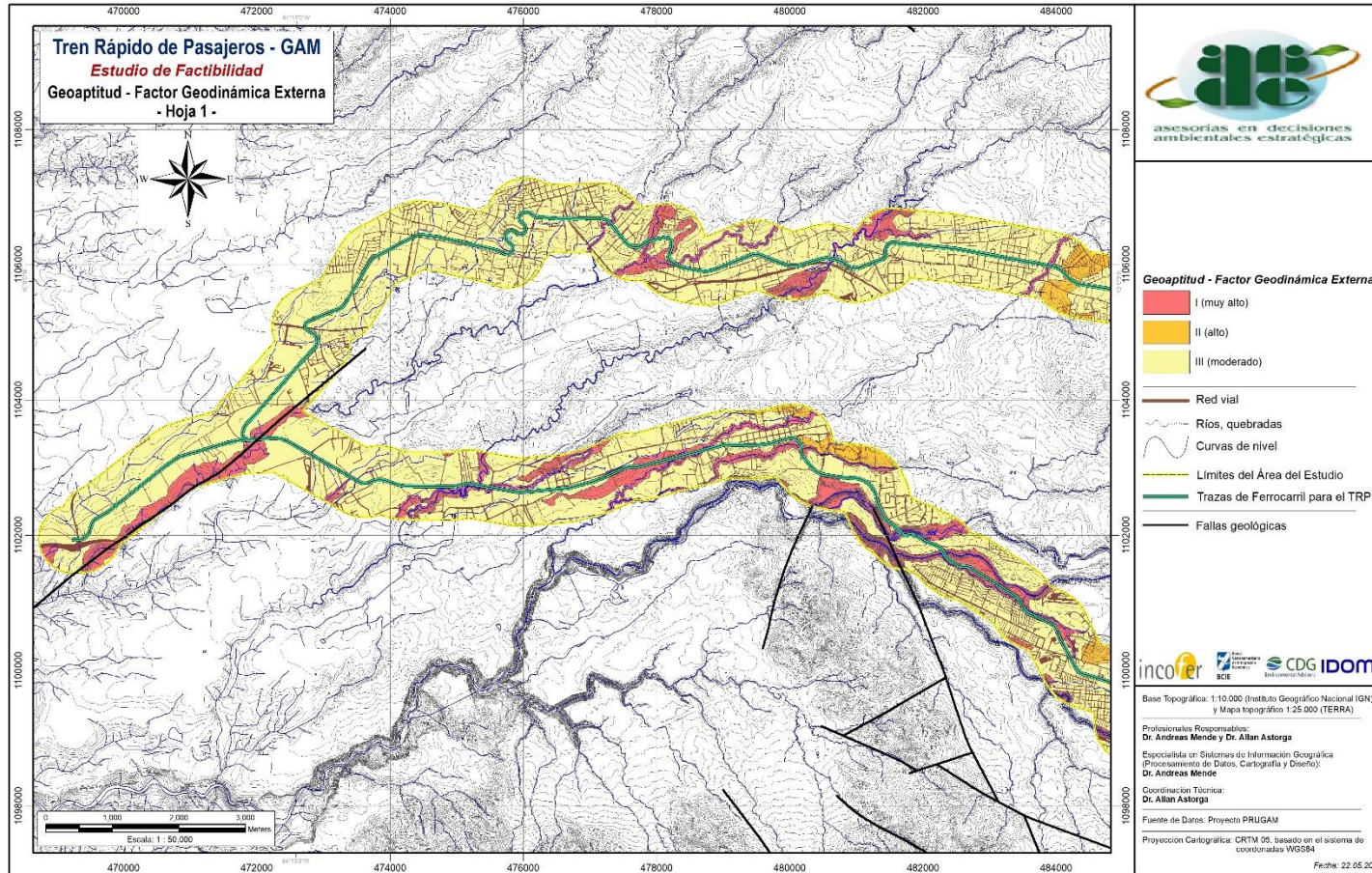
MG 4.2. Mapa Geomorfología, sección 2



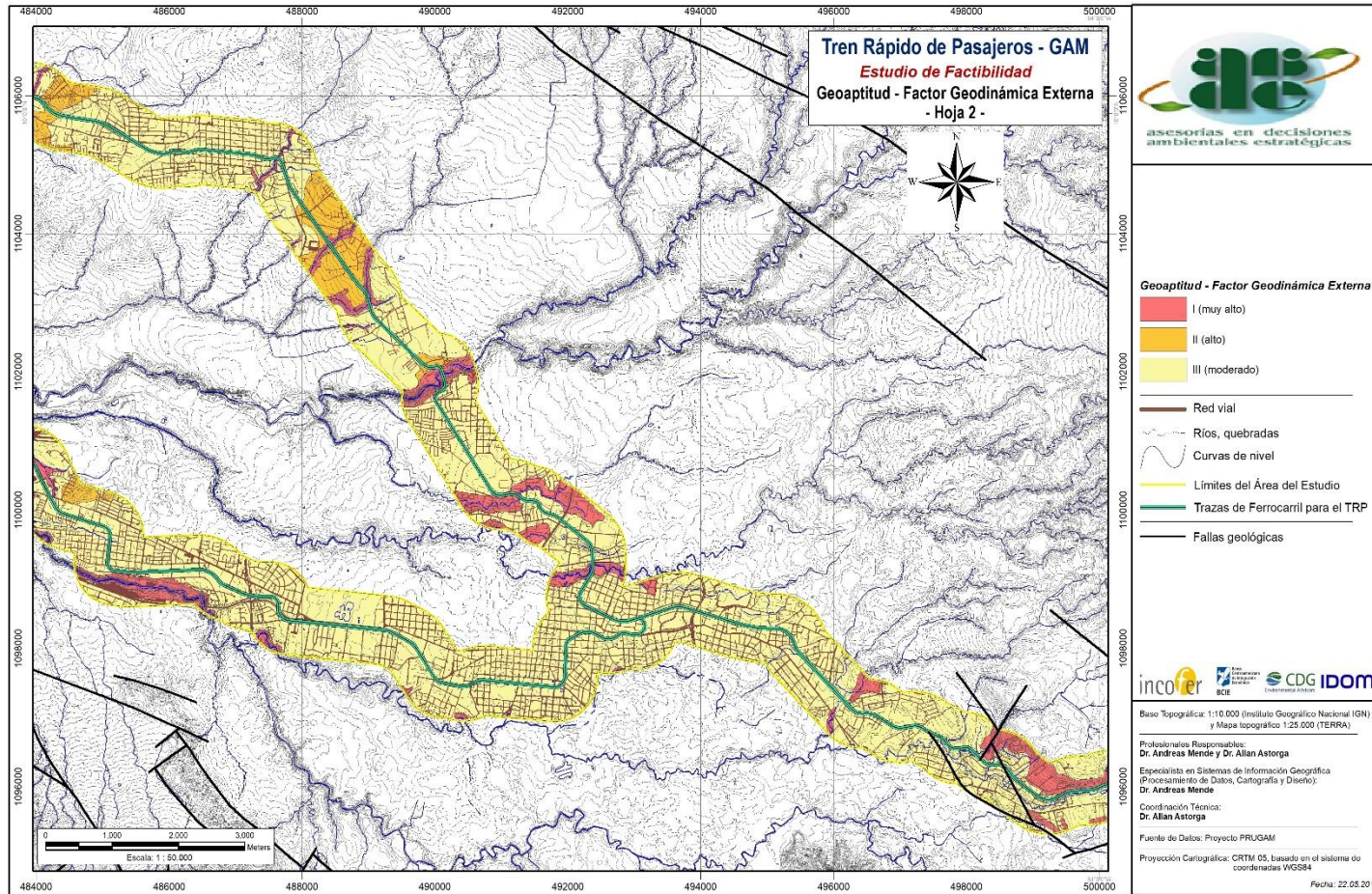
MG 4.3. Mapa Geomorfología, sección 3



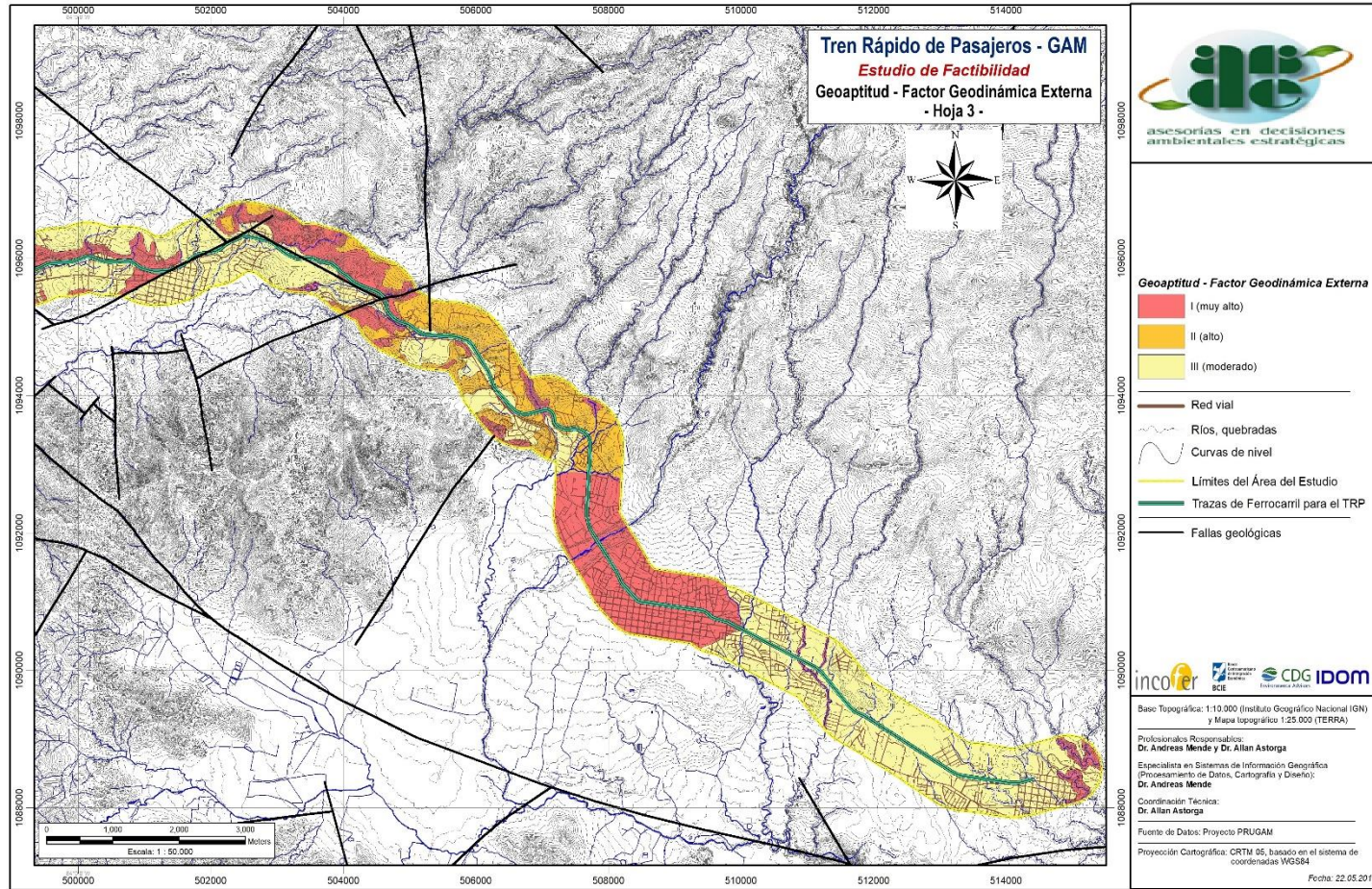
MG 5.1. Mapa Geodinámica externa, sección 1



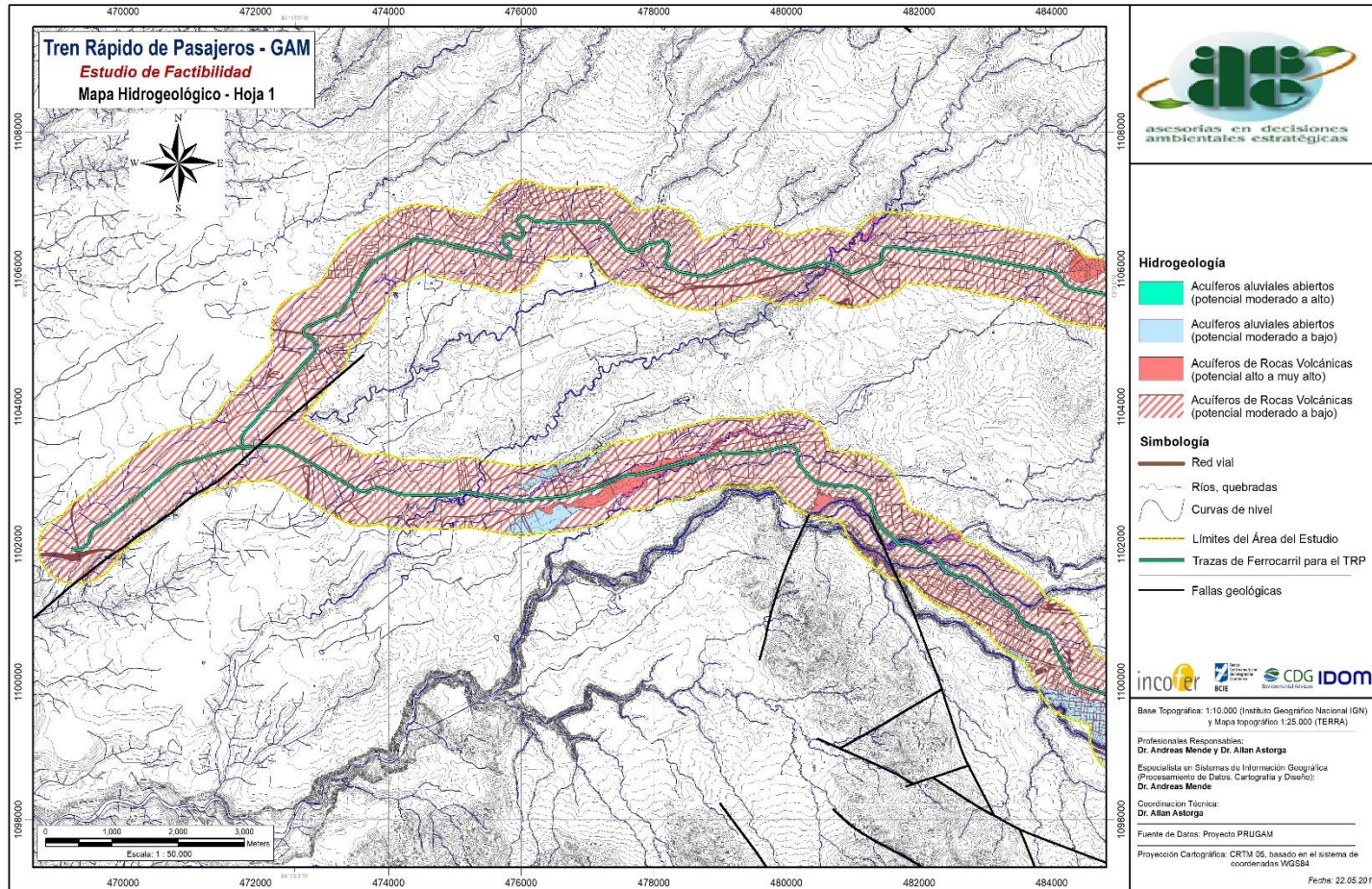
MG 5.2. Mapa Geodinámica externa, sección 2



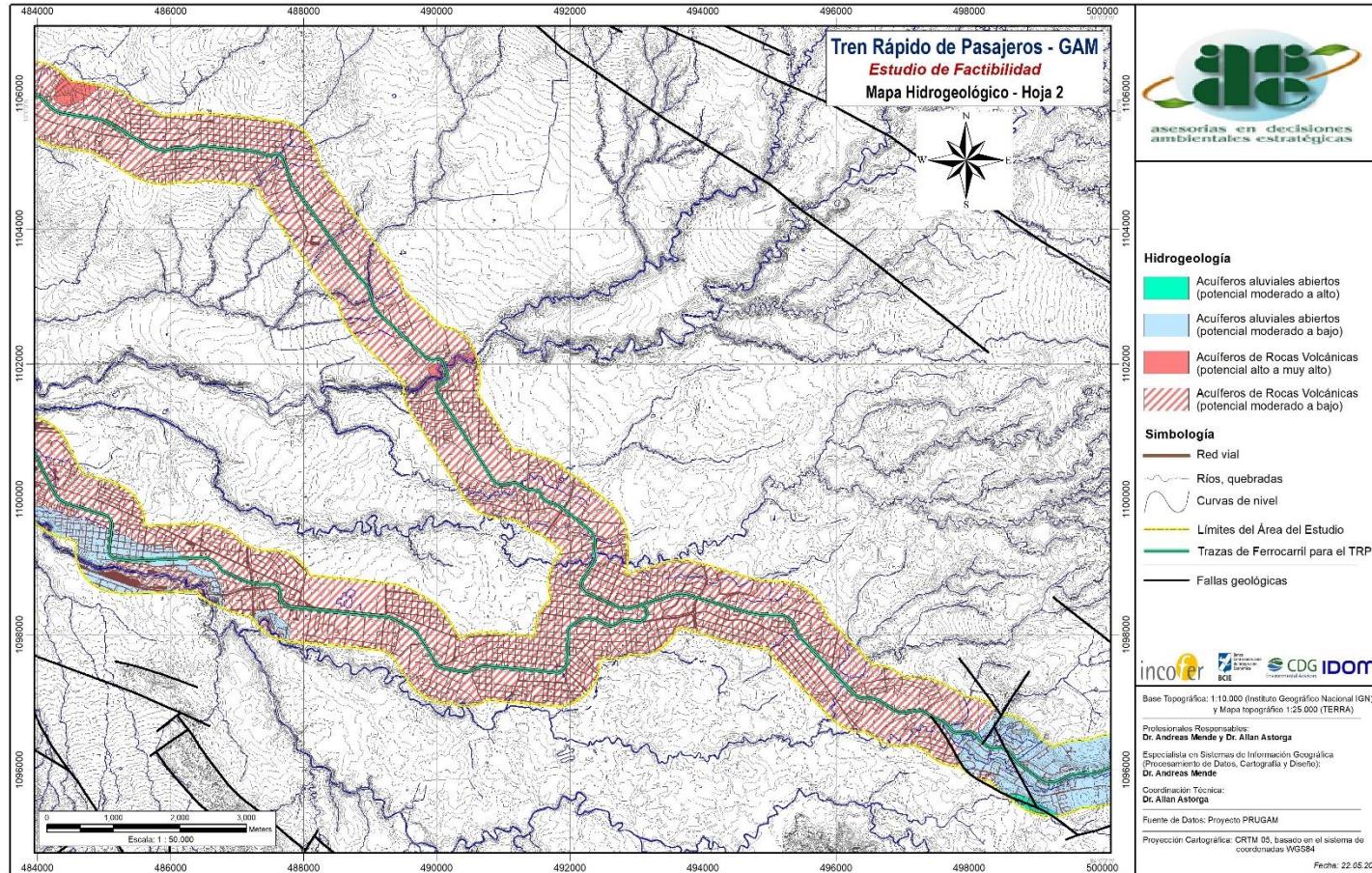
MG 5.3. Mapa Geodinámica externa, sección 3



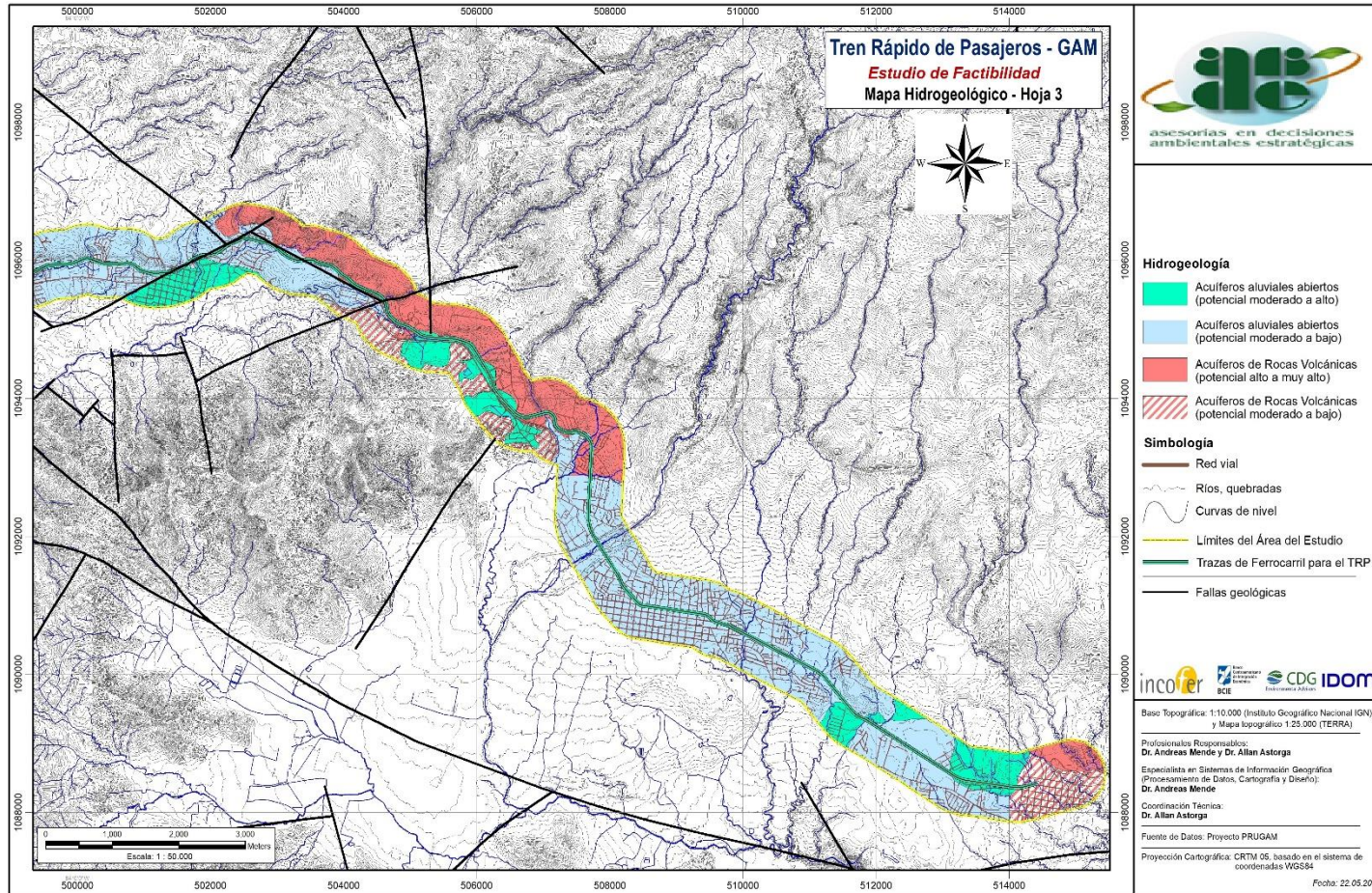
MG 6.1. Mapa Hidrogeología, sección 1



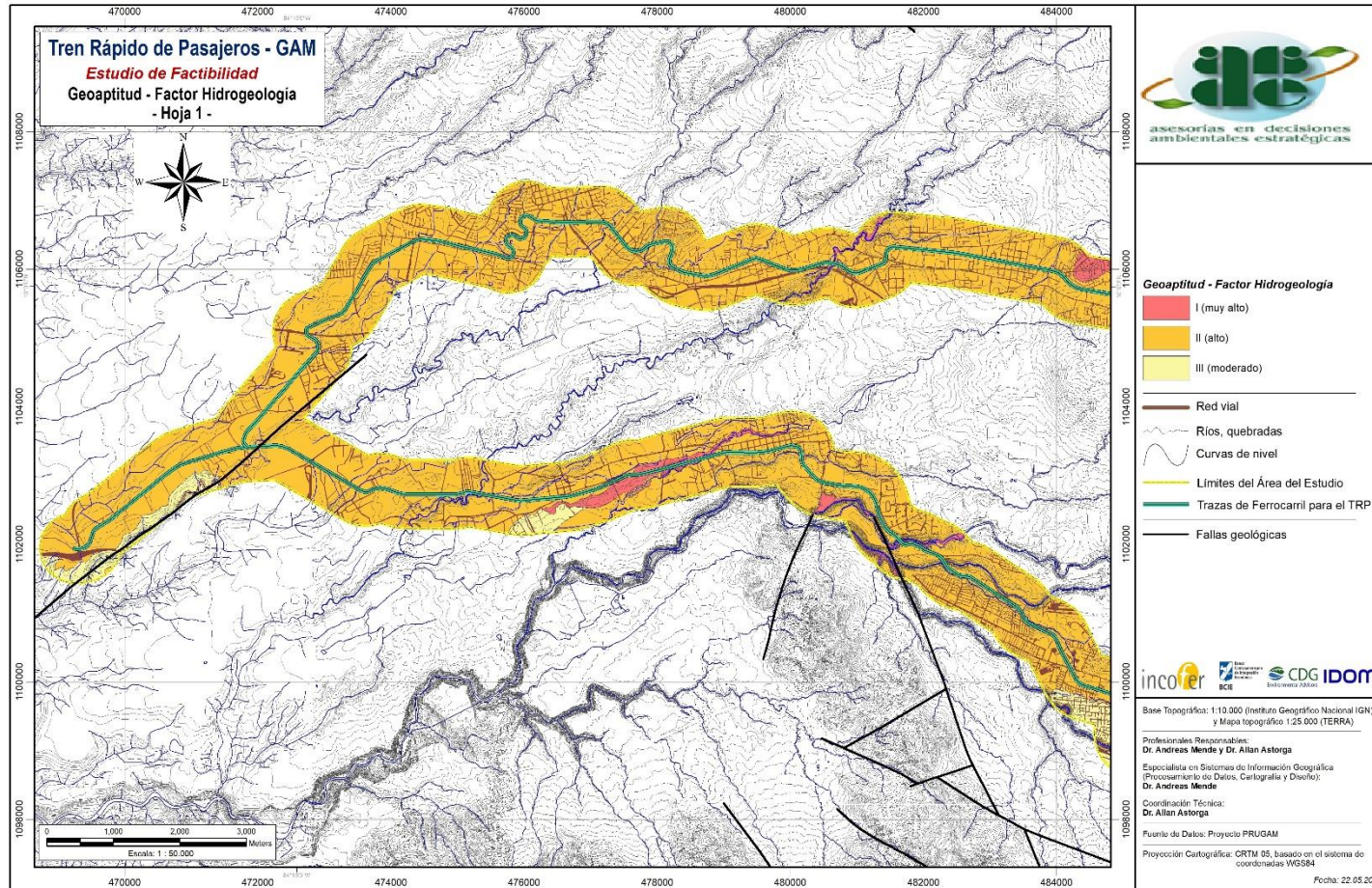
MG 6.2. Mapa Hidrogeología, sección 2



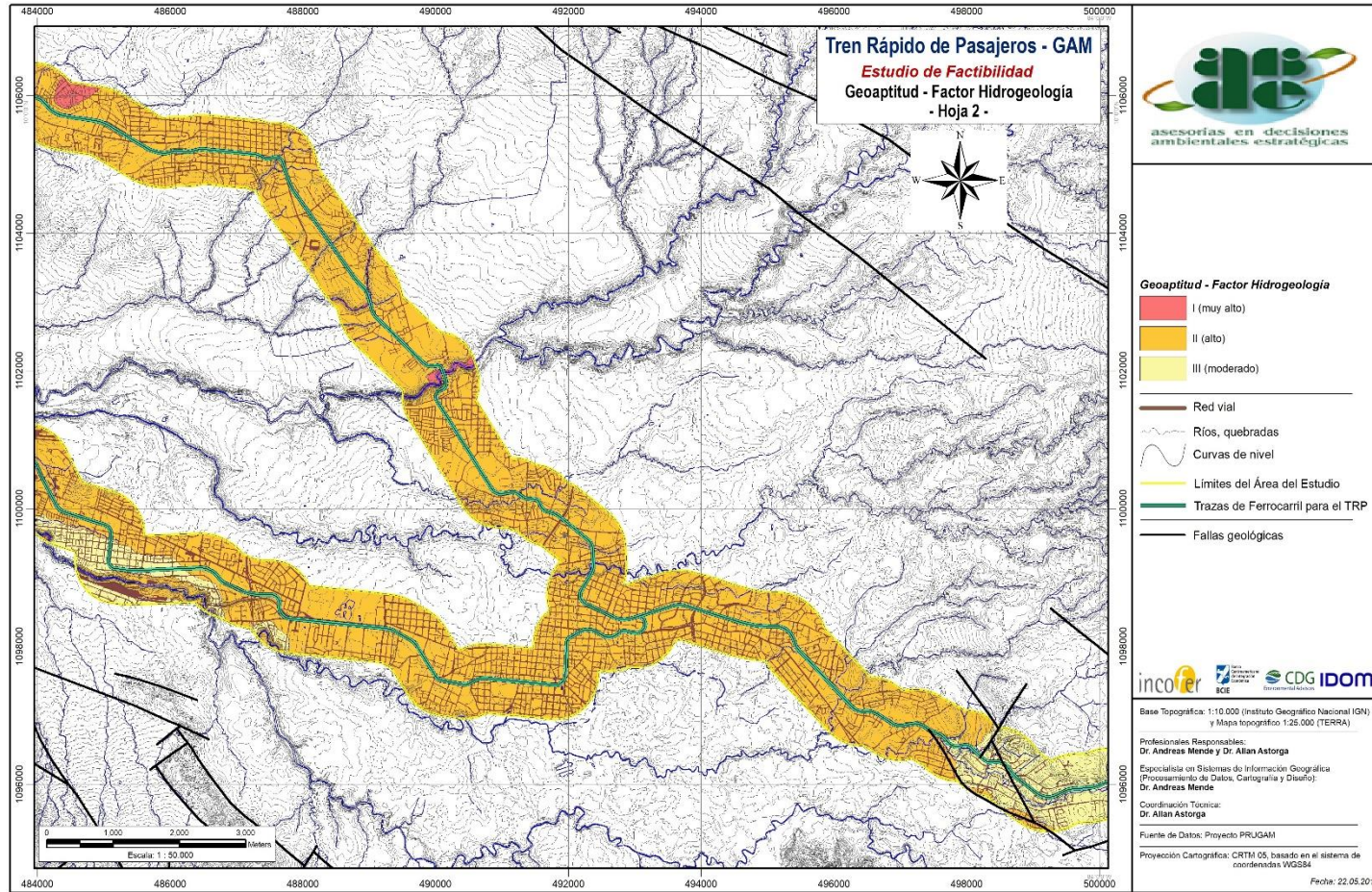
MG 6.3. Mapa Hidrogeología, sección 3



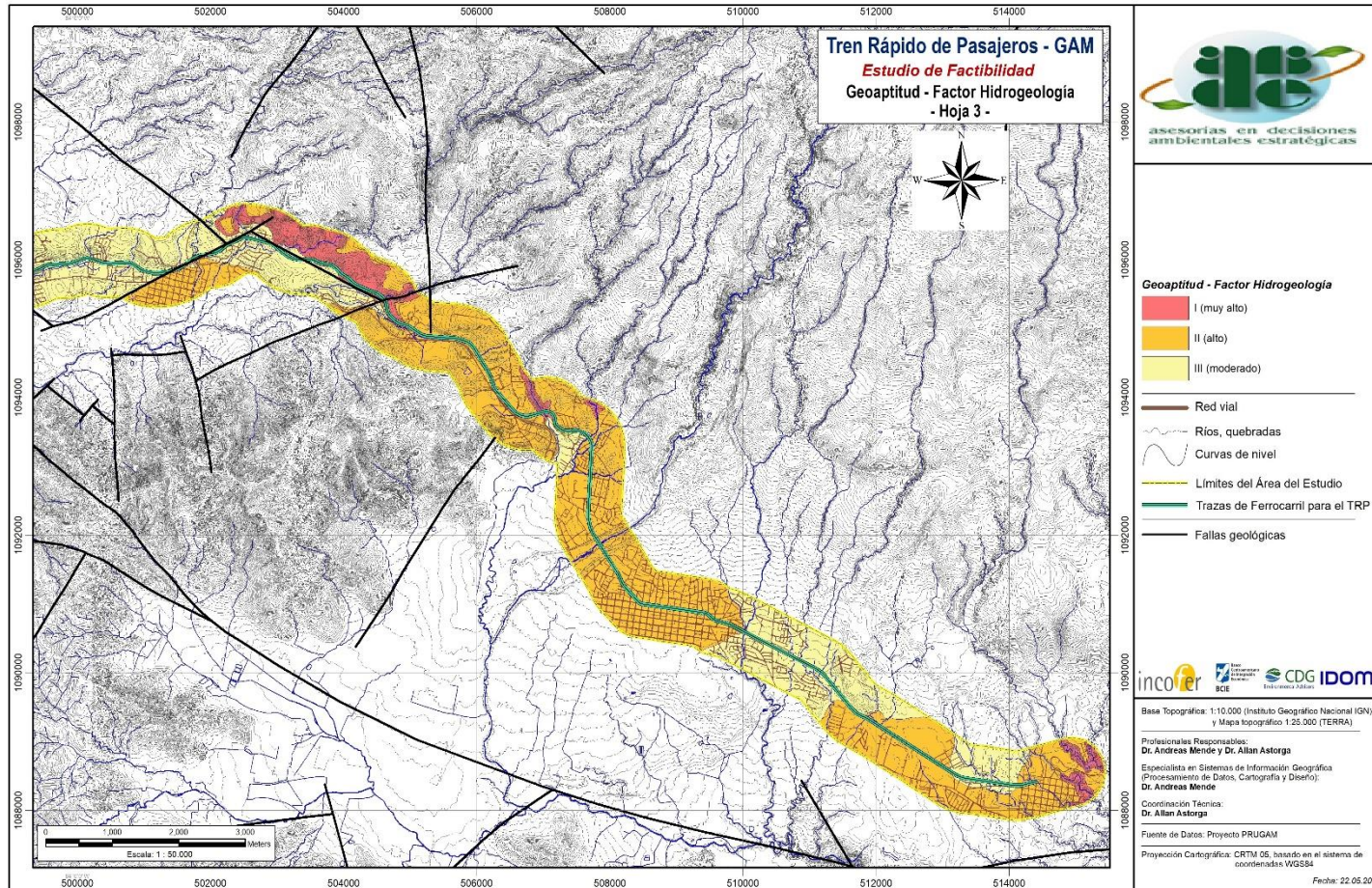
MG 7.1. Mapa Geoaptitud Hidrogeológica, sección 1



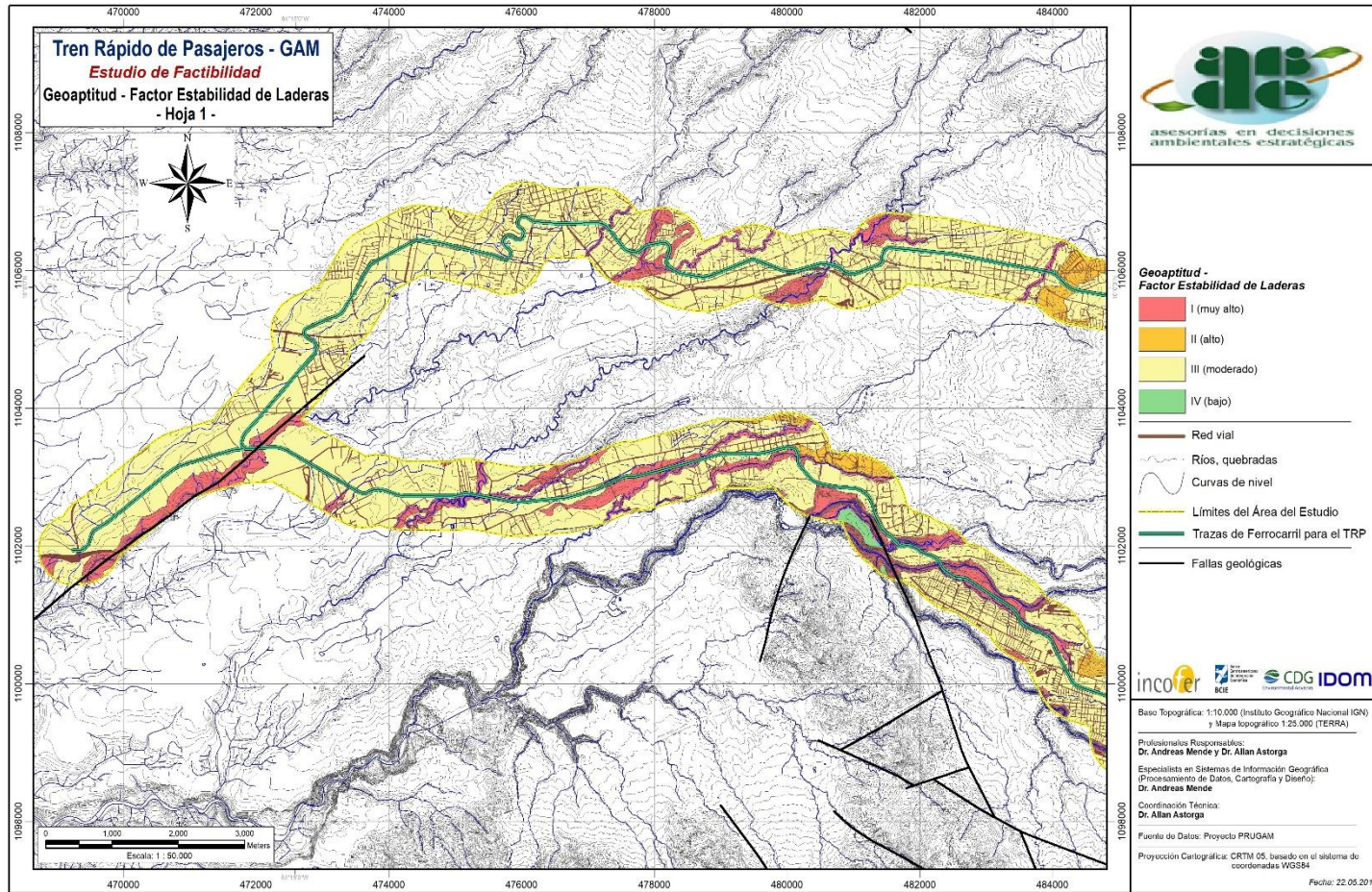
MG 7.2. Mapa Geoaptitud Hidrogeológica, sección 2



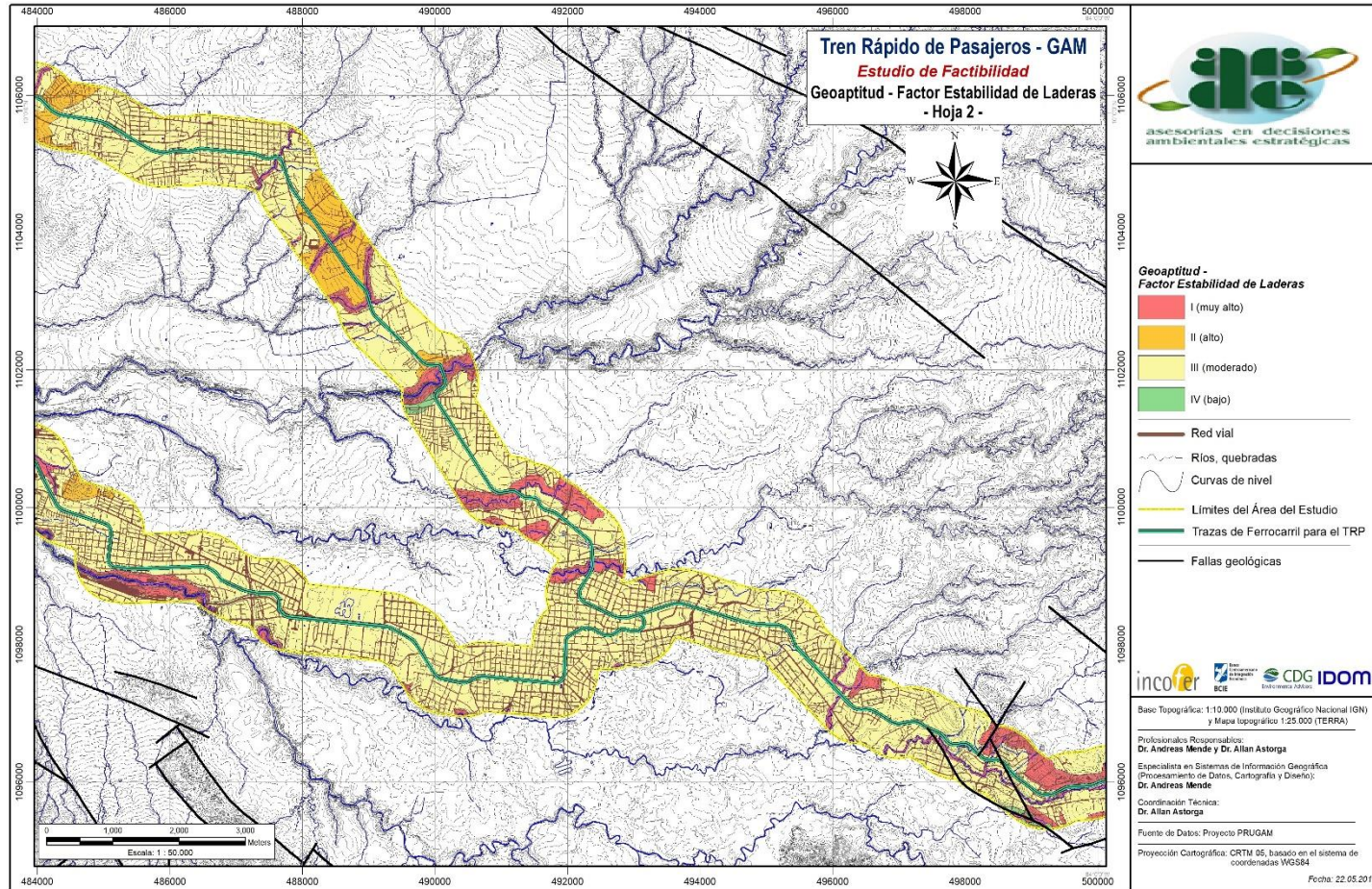
MG 7.3. Mapa Geoaptitud Hidrogeológica, sección 3



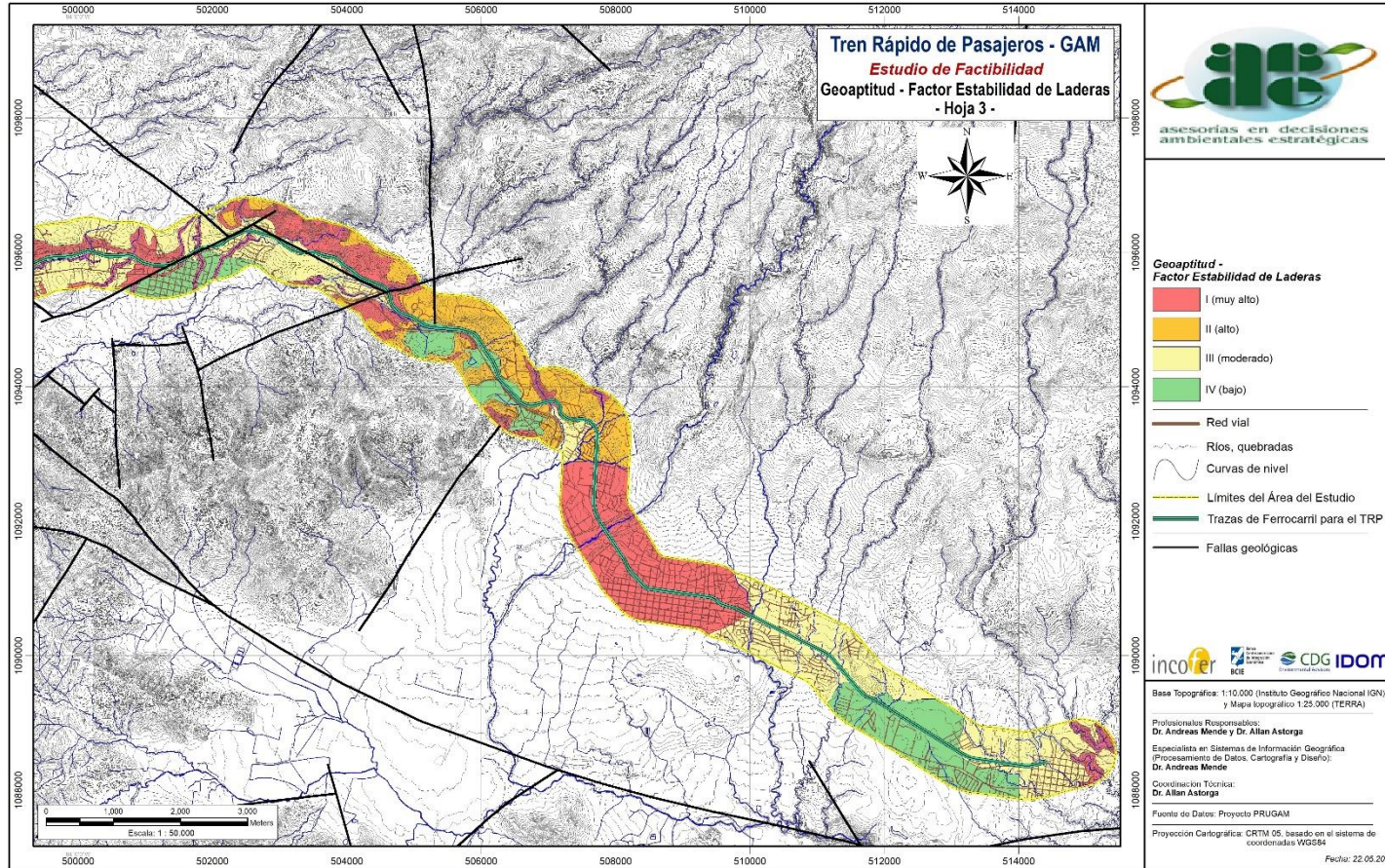
MG 8.1. Mapa Estabilidad de laderas, sección 1



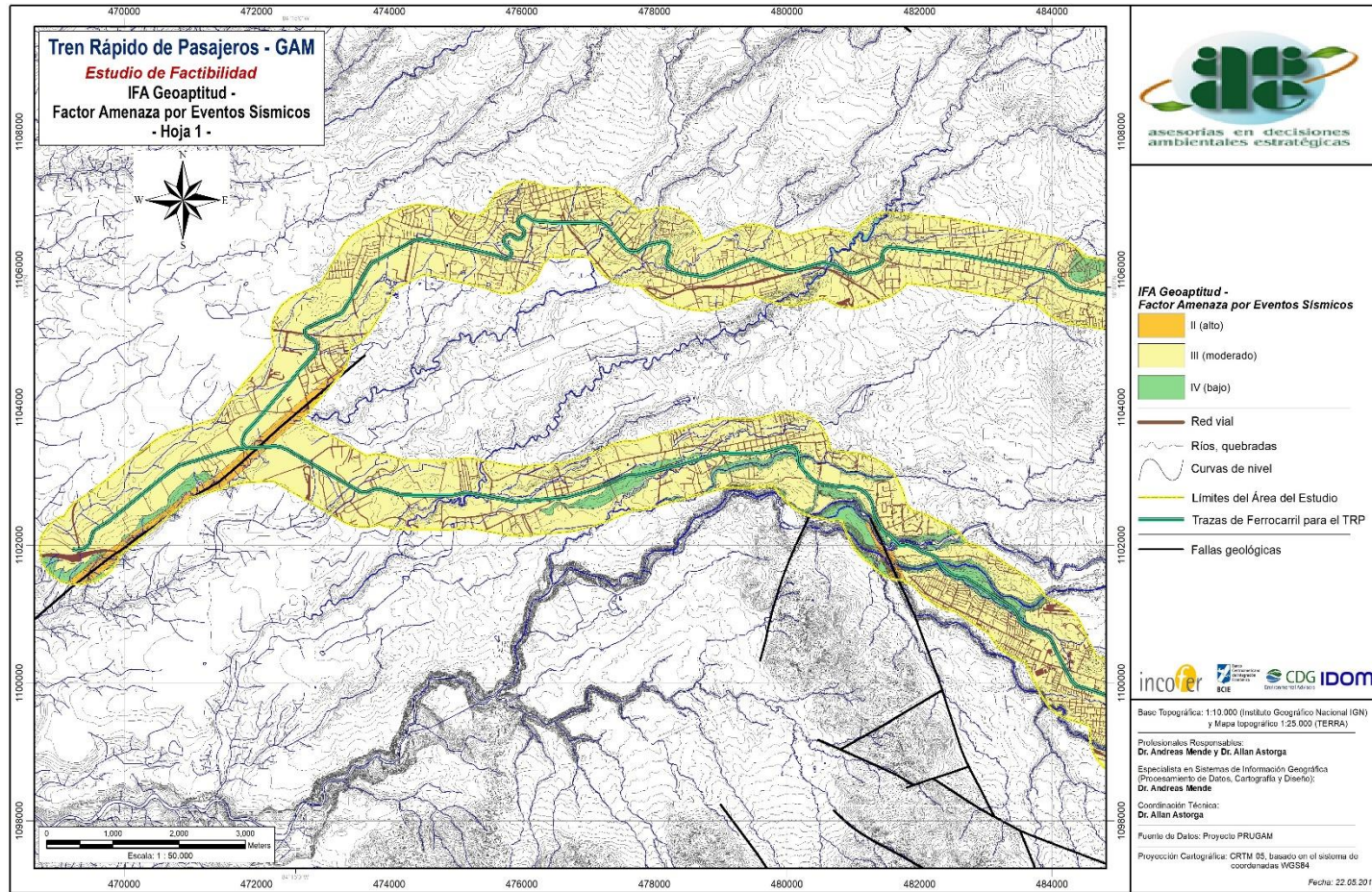
MG 8.2. Mapa Estabilidad de laderas, sección 2



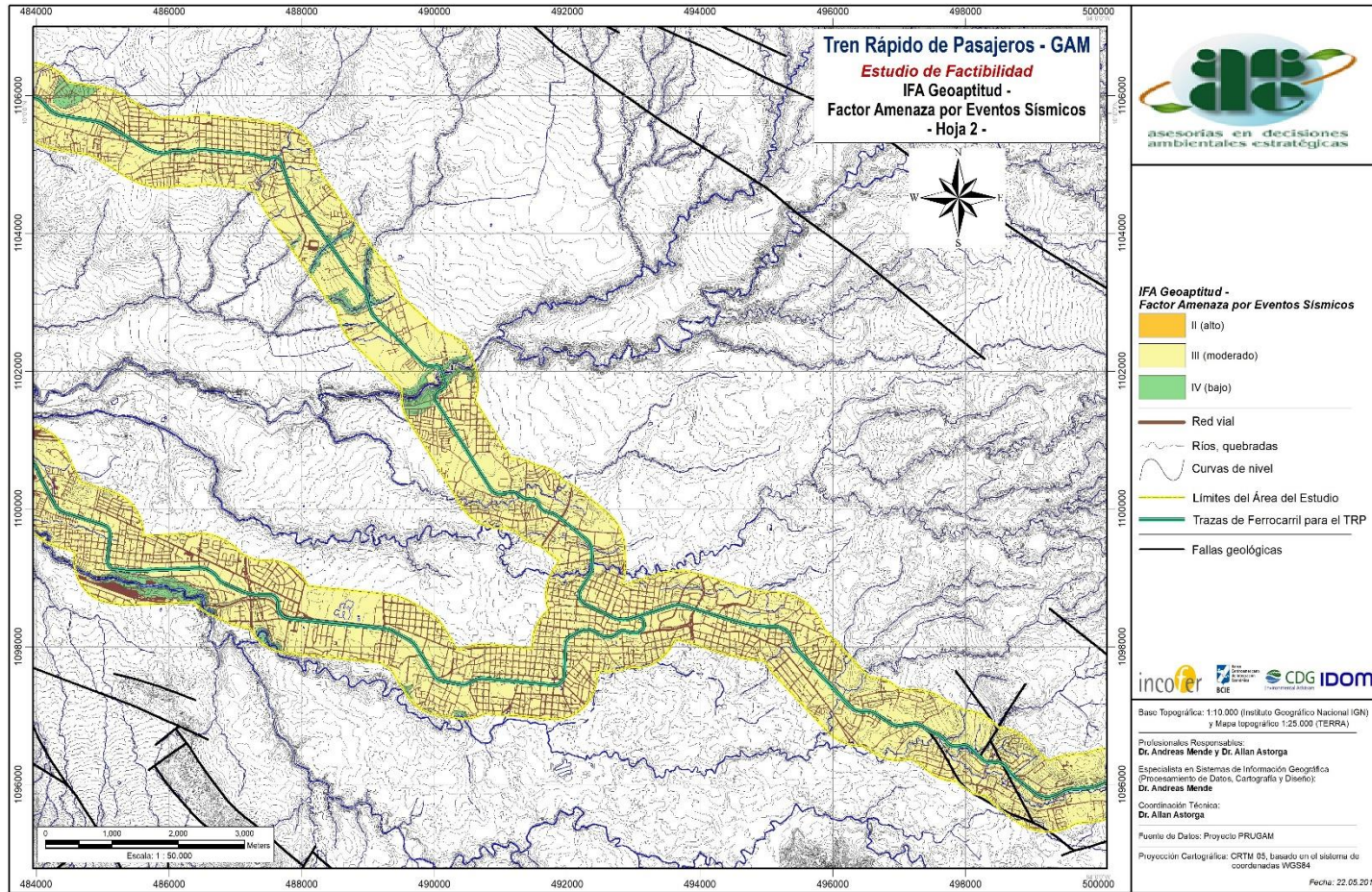
MG 8.3. Mapa Estabilidad de laderas, sección 3



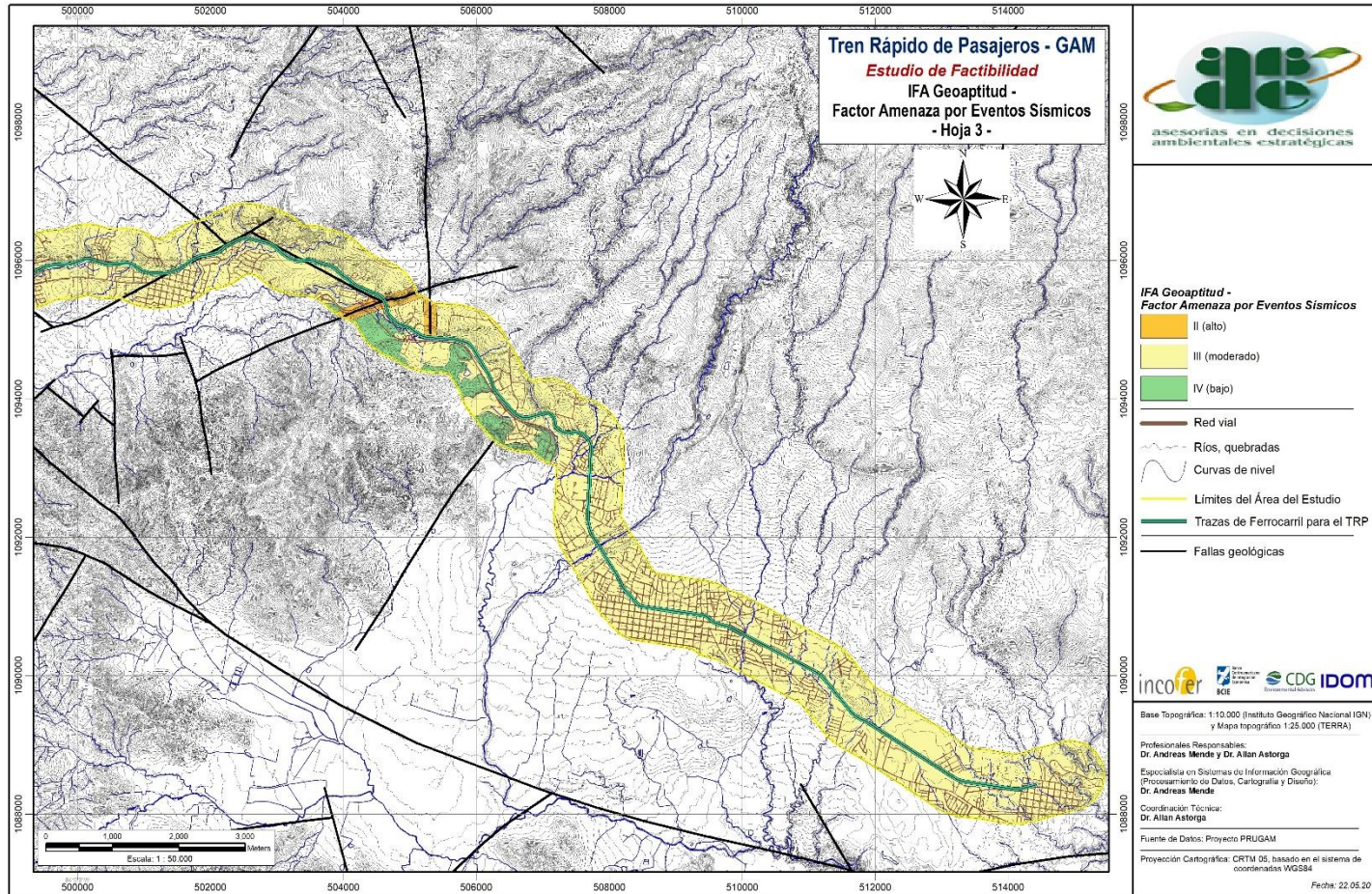
MG 9.1. Mapa amenaza sísmica, sección 1



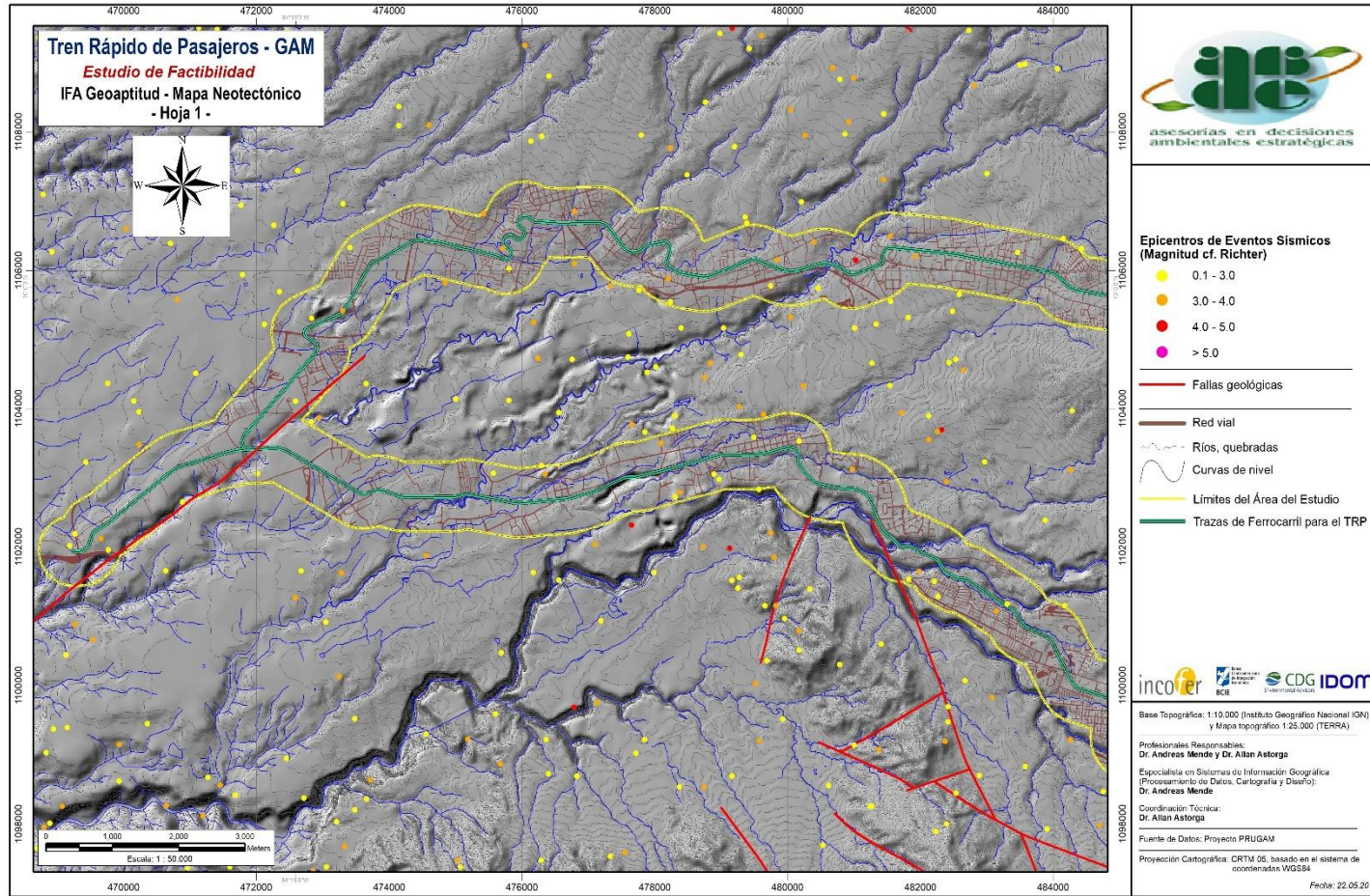
MG 9.2. Mapa amenaza sísmica, sección 2



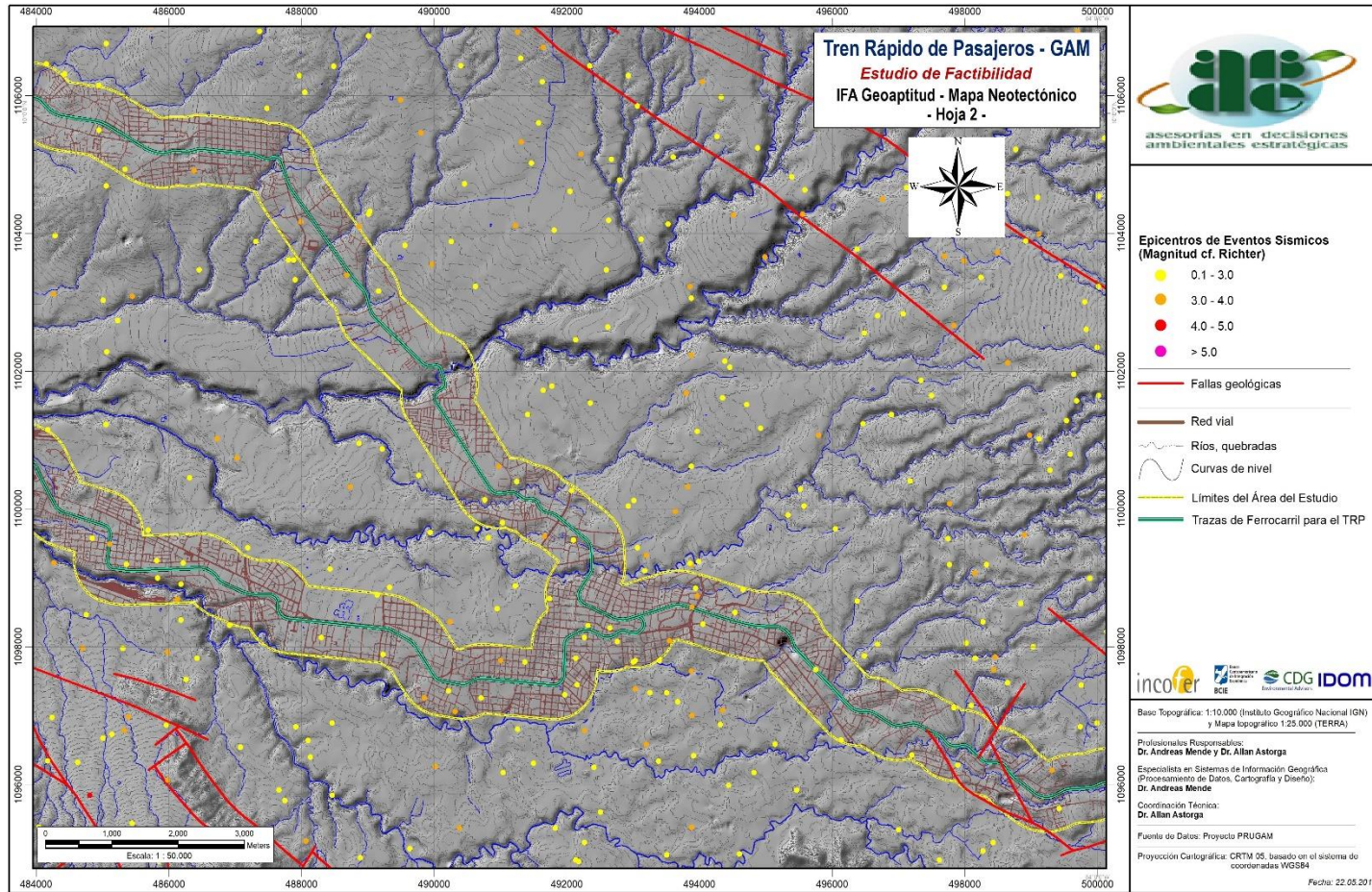
MG 9.3. Mapa amenaza sísmica, sección 3



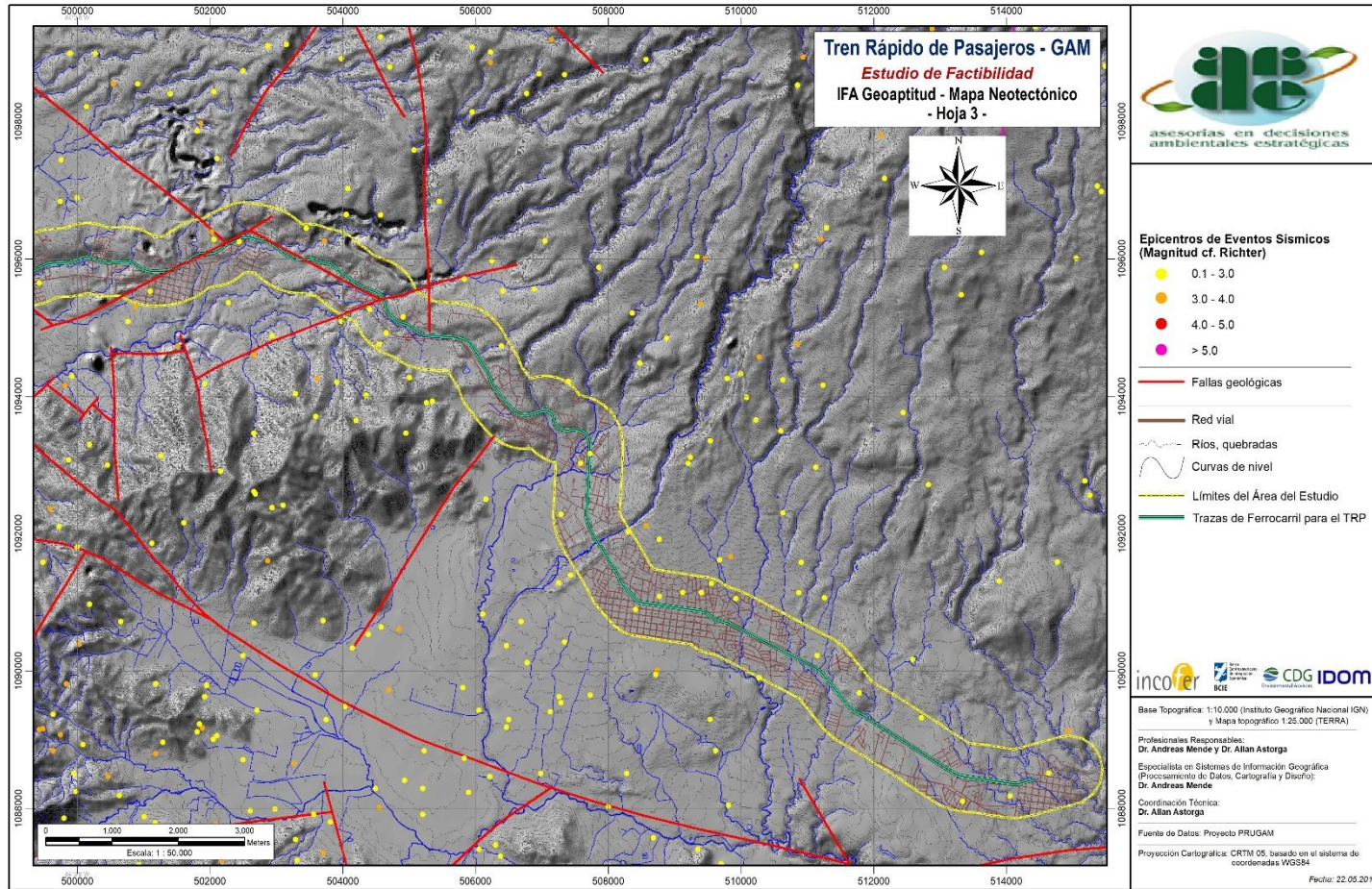
MG 10.1. Mapa Neotectónico, sección 1



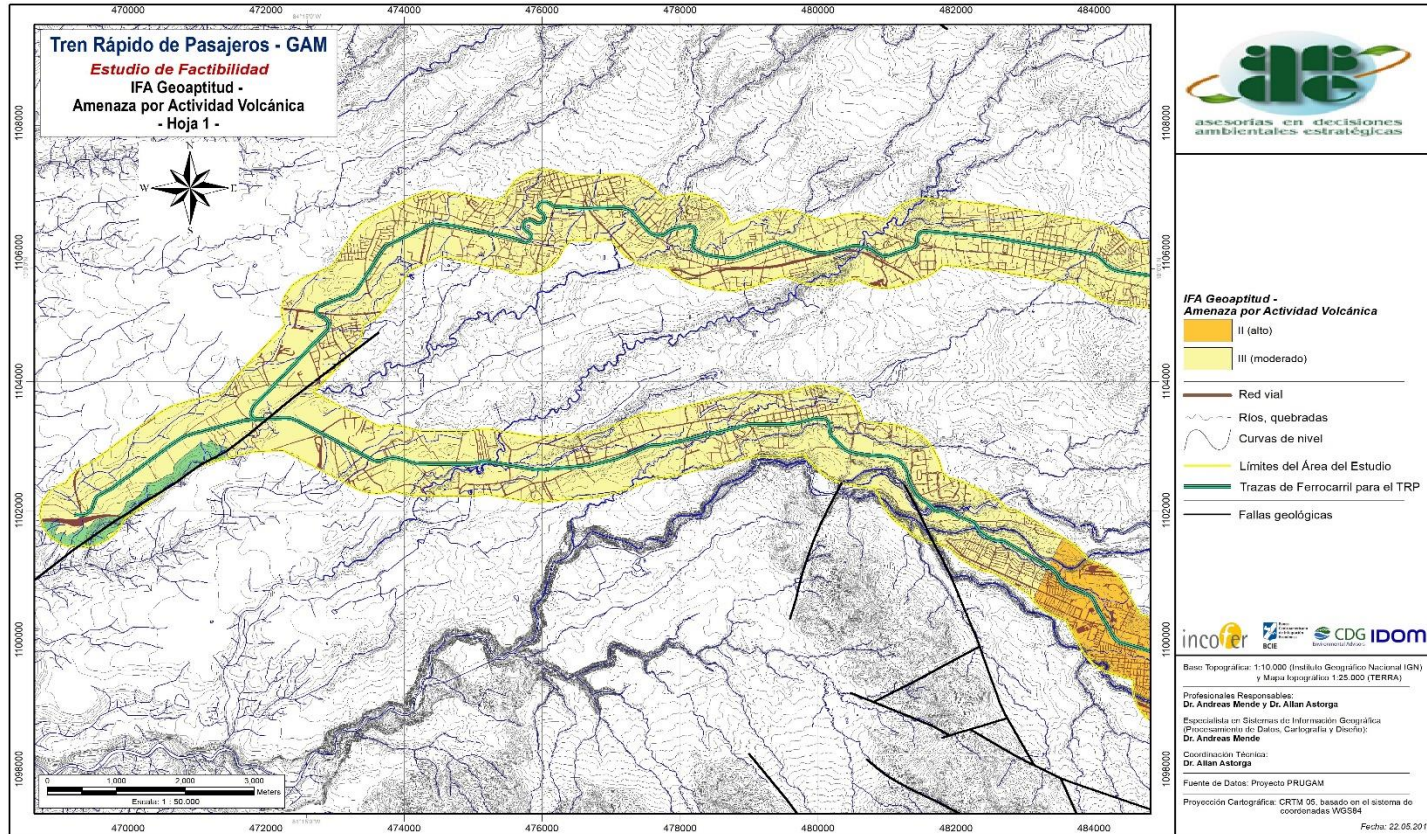
MG 10.2. Mapa Neotectónico, sección 2



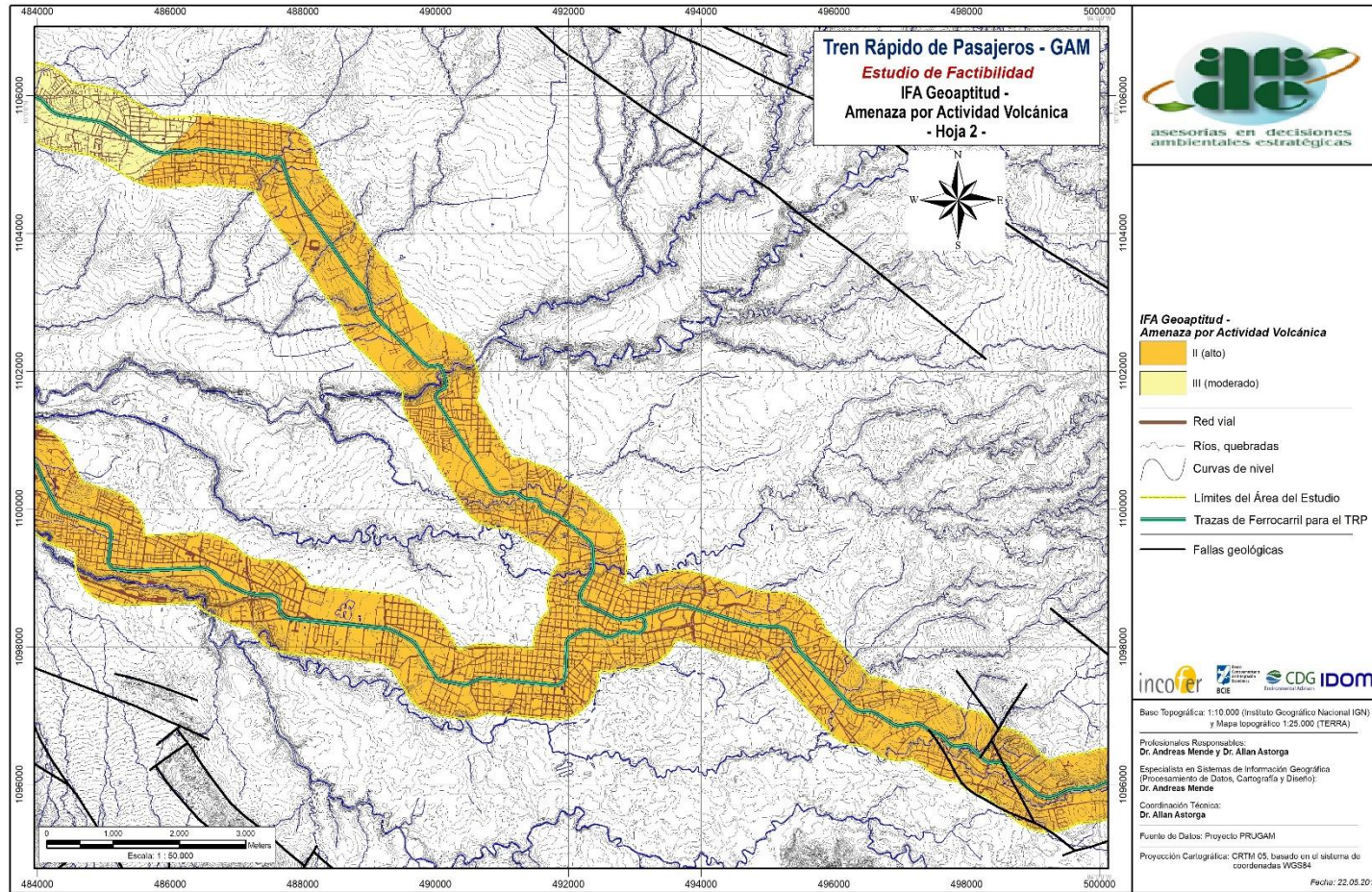
MG 10.3. Mapa Neotectónico, sección 3



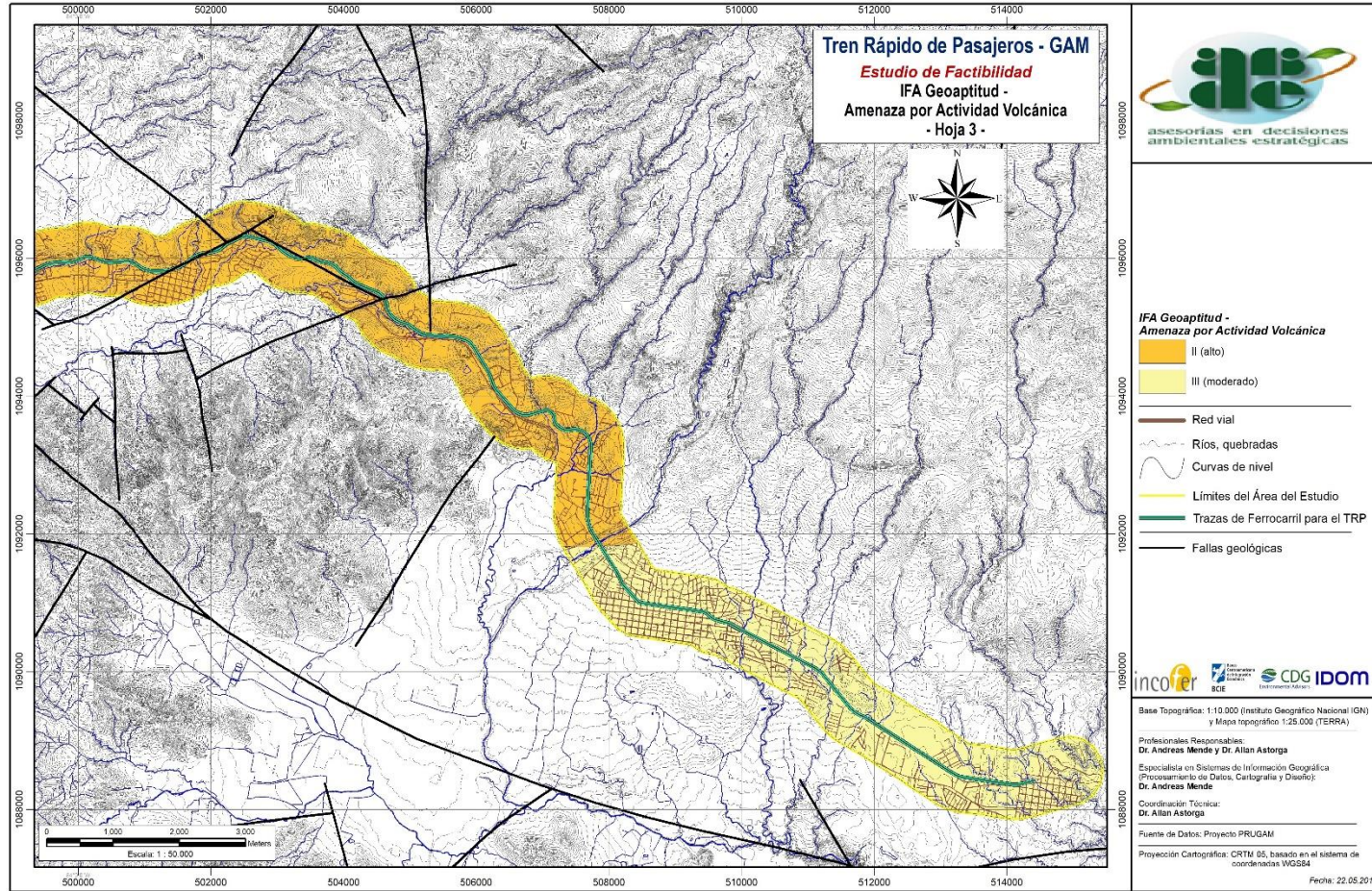
MG 11.1. Mapa amenaza volcánica, sección 1



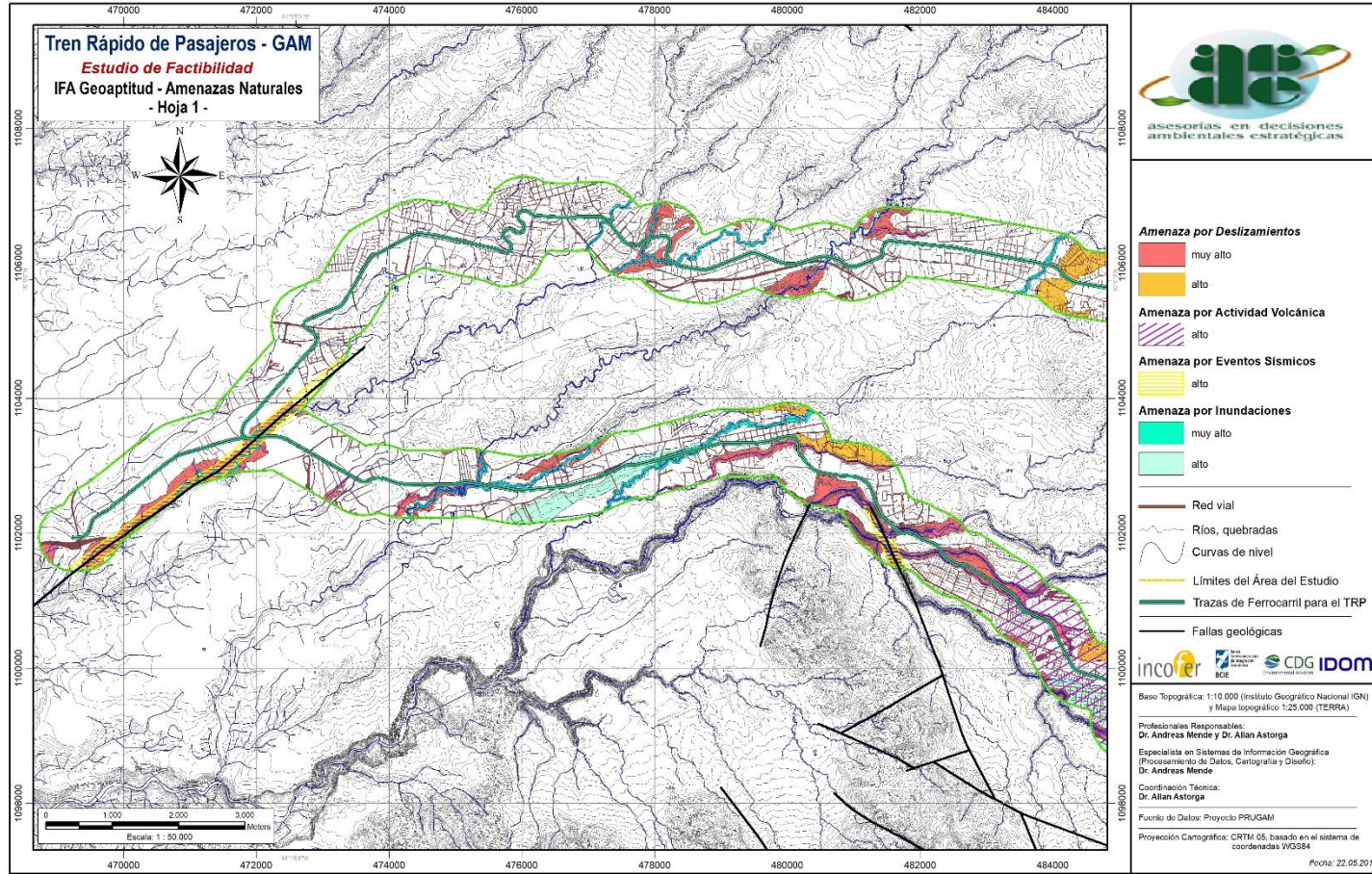
MG 11.2. Mapa amenaza volcánica, sección 2



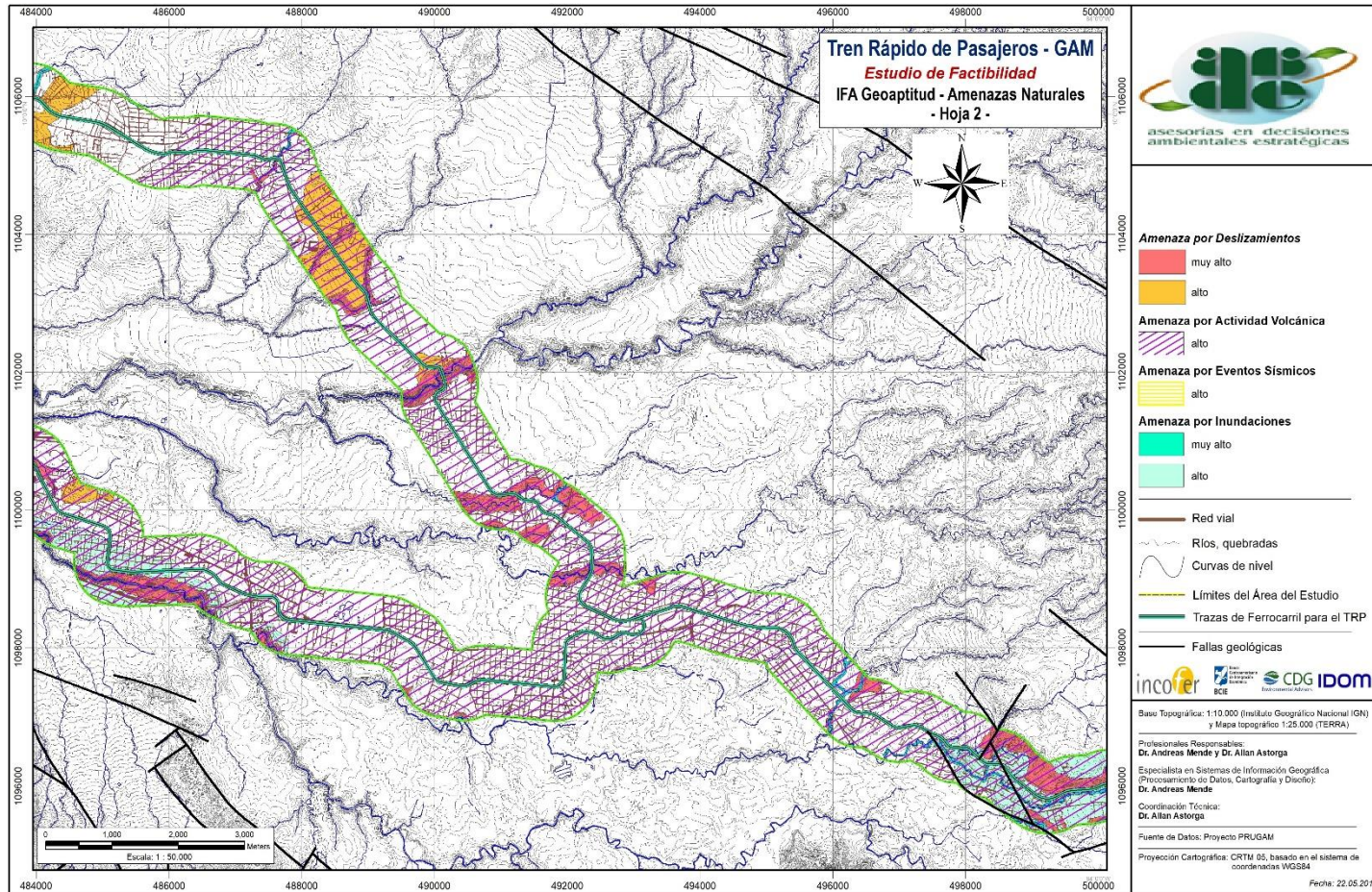
MG 11.3. Mapa amenaza volcánica, sección 3



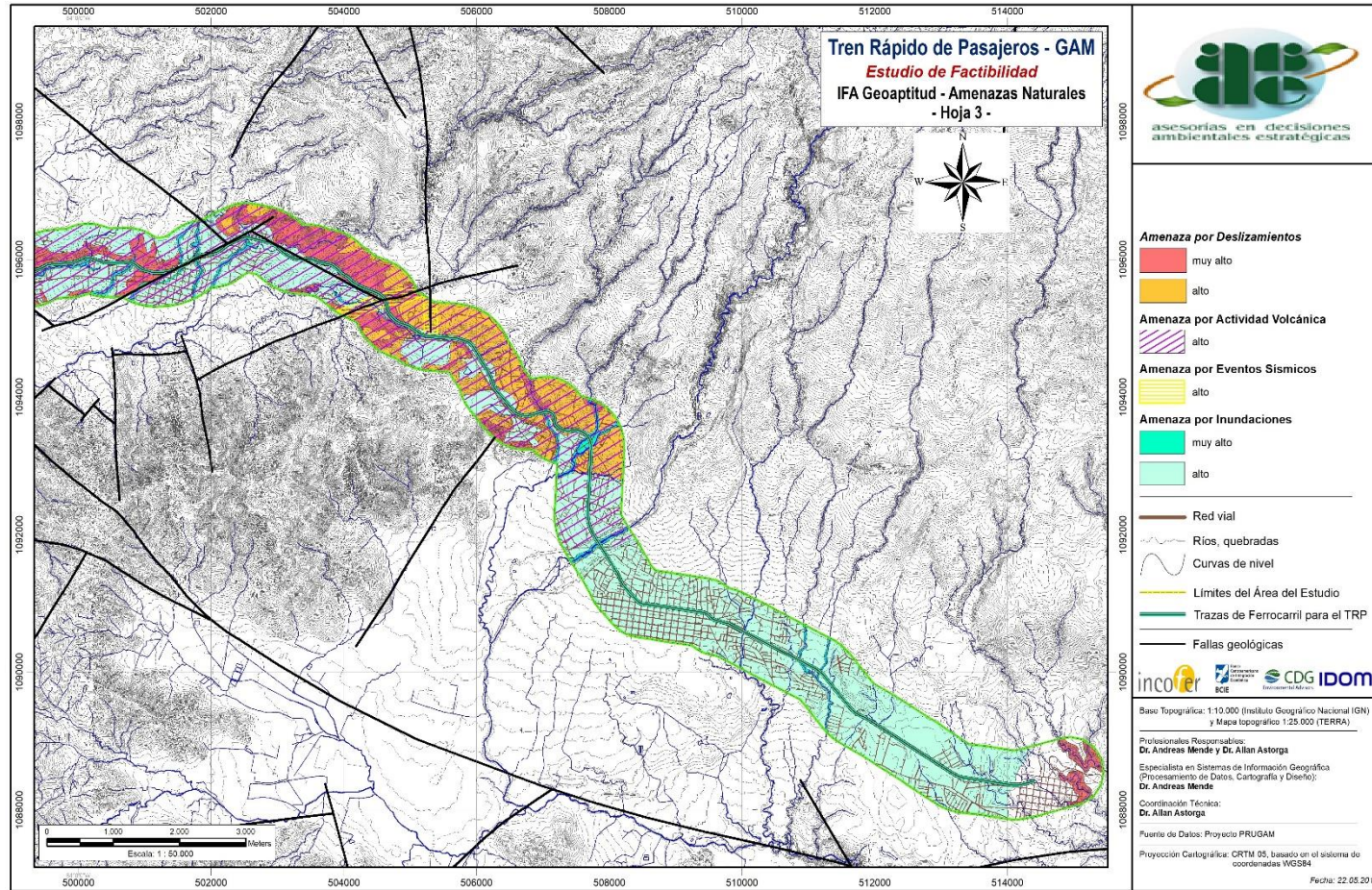
MG 12.1. Mapa Amenazas naturales, sección 1



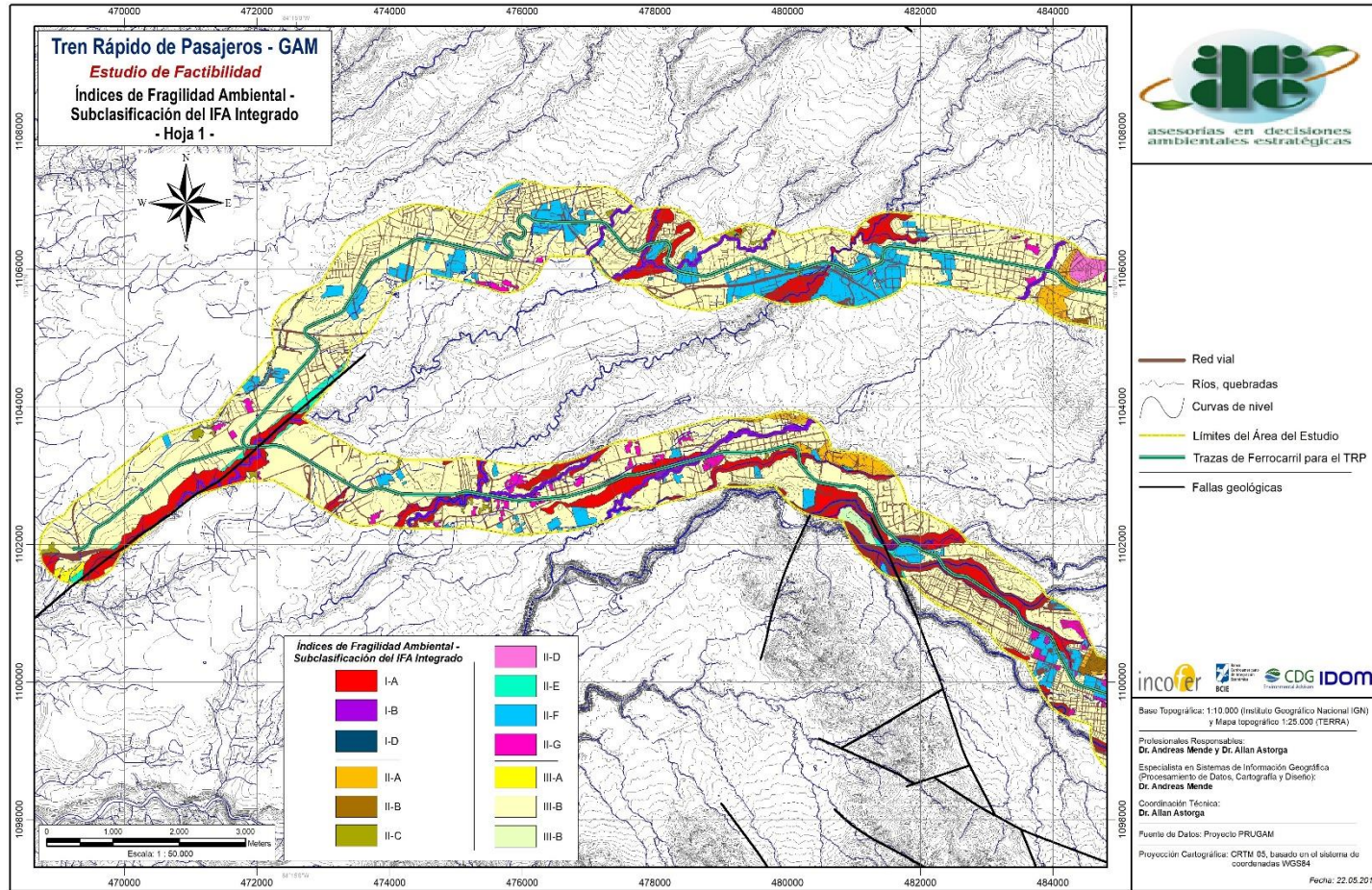
MG 12.2. Mapa Amenazas naturales, sección 2



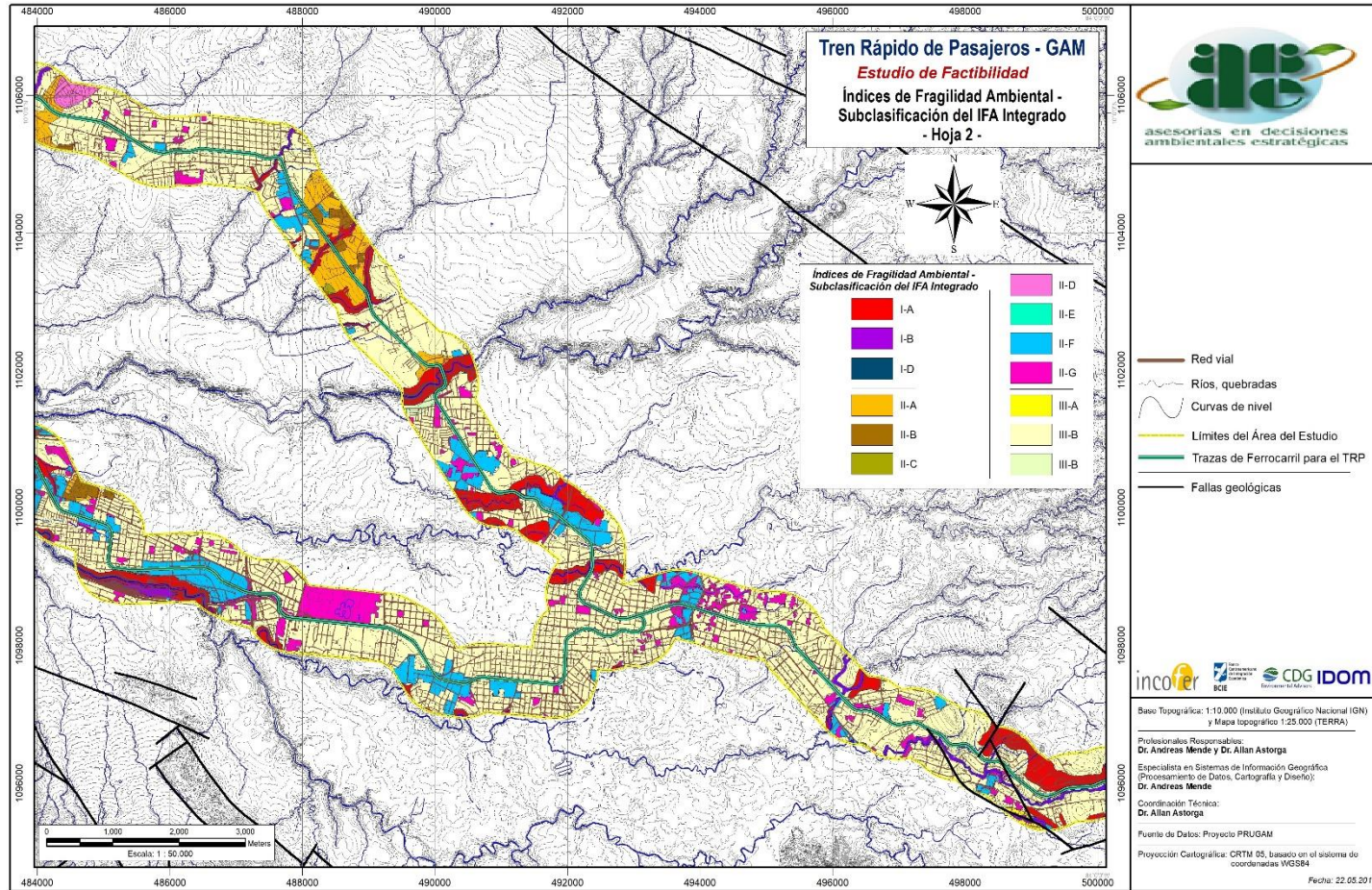
MG 12.3. Mapa Amenazas naturales, sección 3



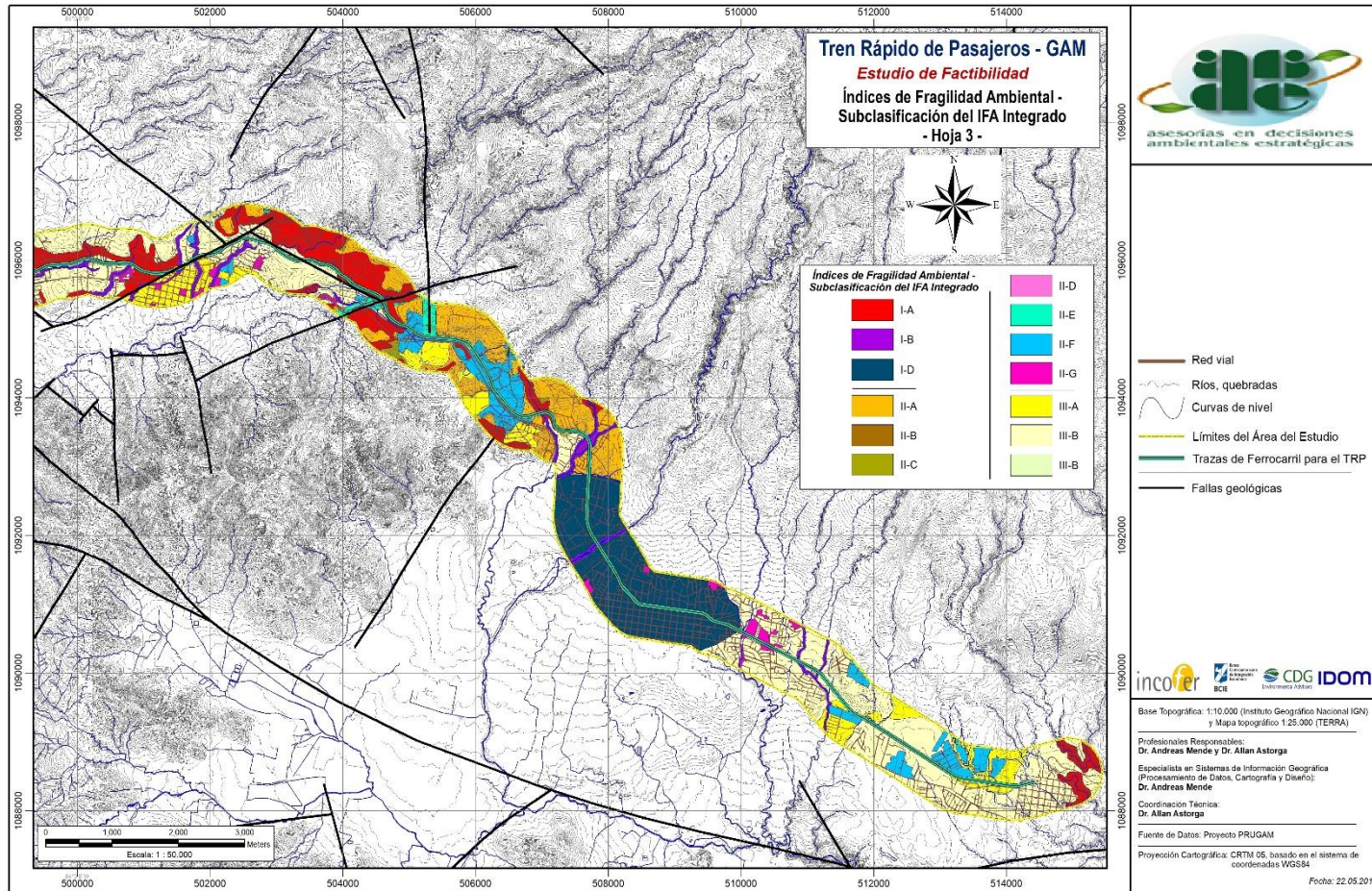
MG 13.1. Mapa IFA Subclasificación, sección 1



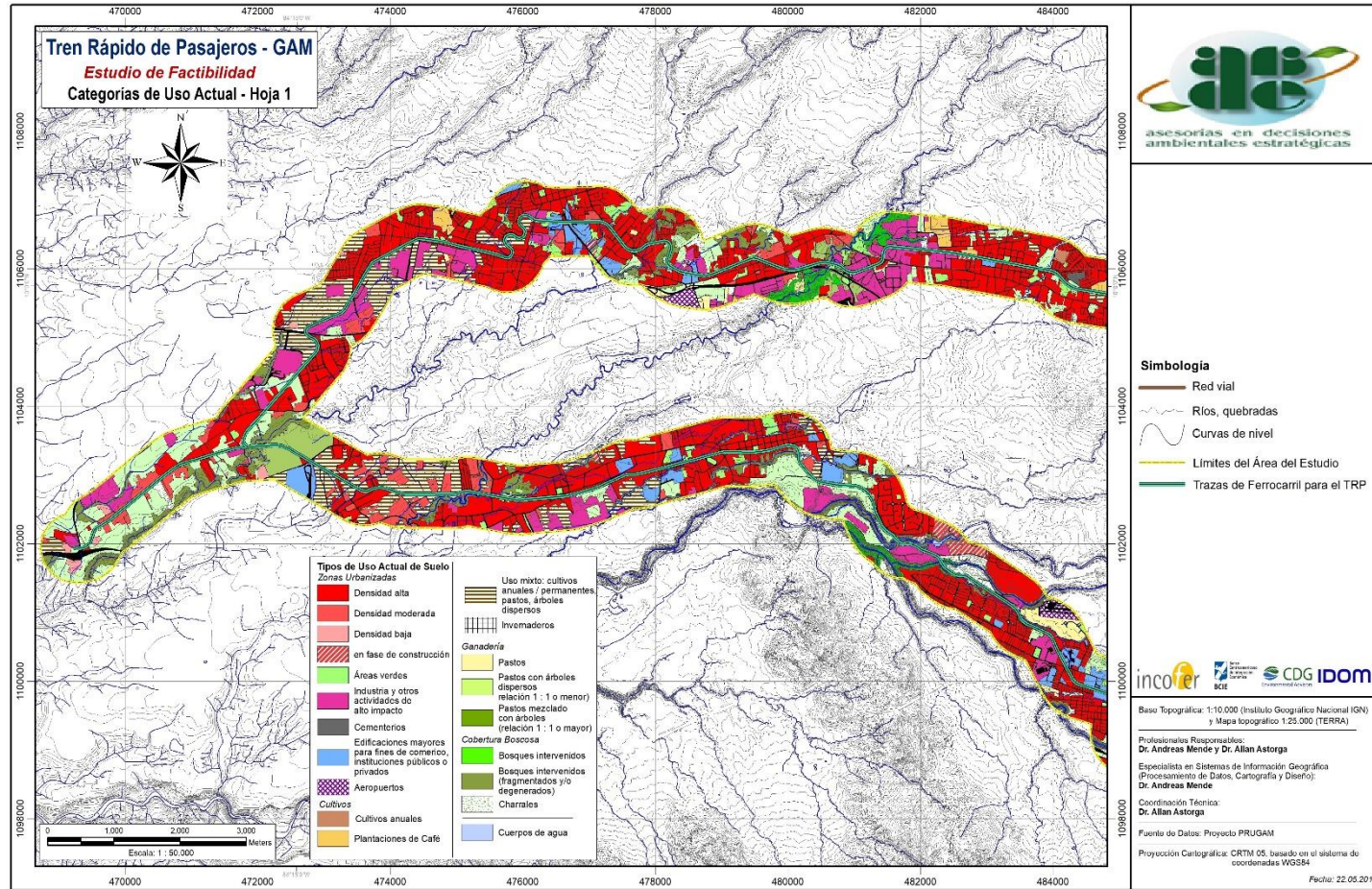
MG 13.2. Mapa IFA Subclasificación, sección 2



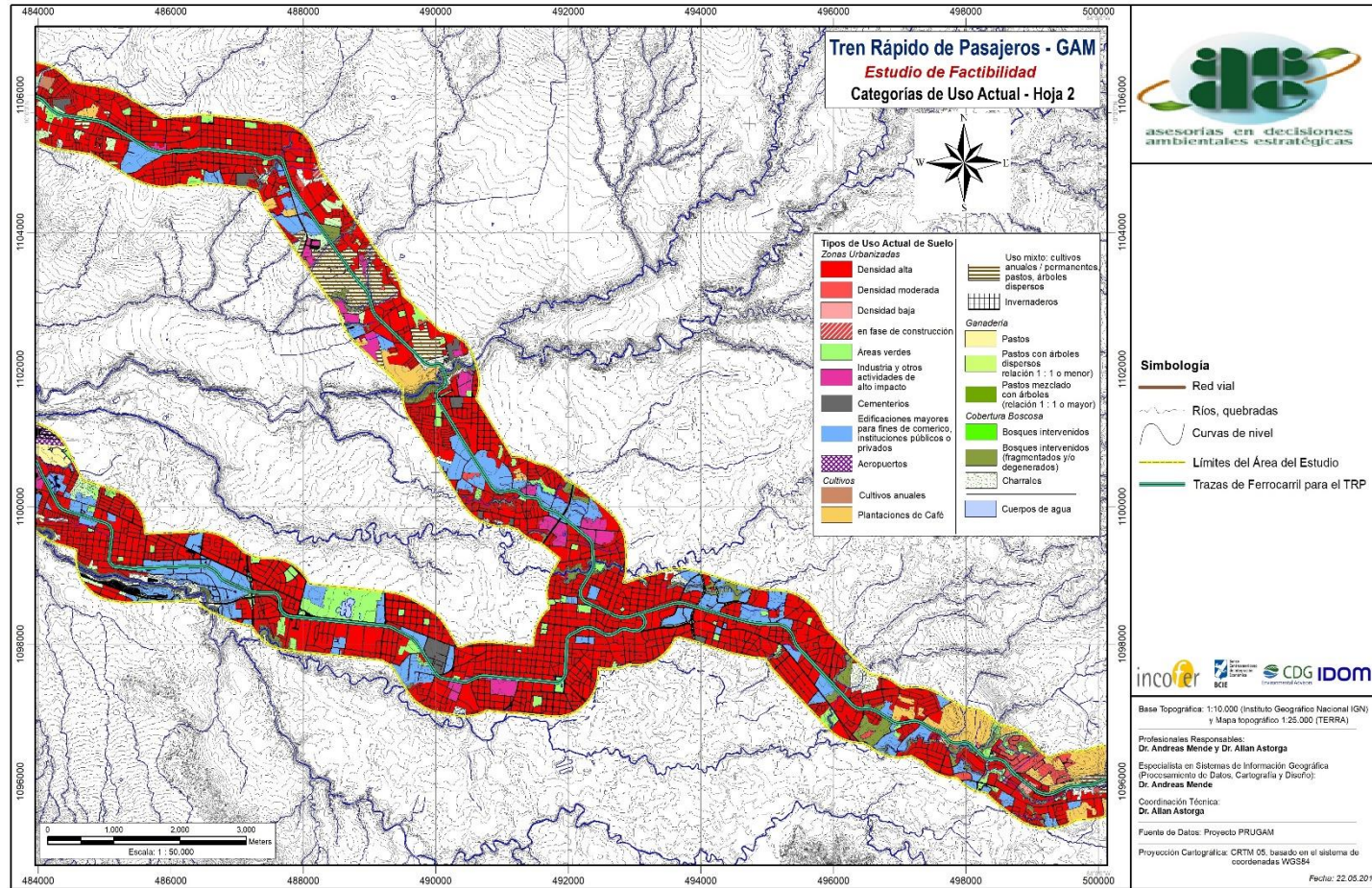
MG 13.3. Mapa IFA Subclasificación, sección 3



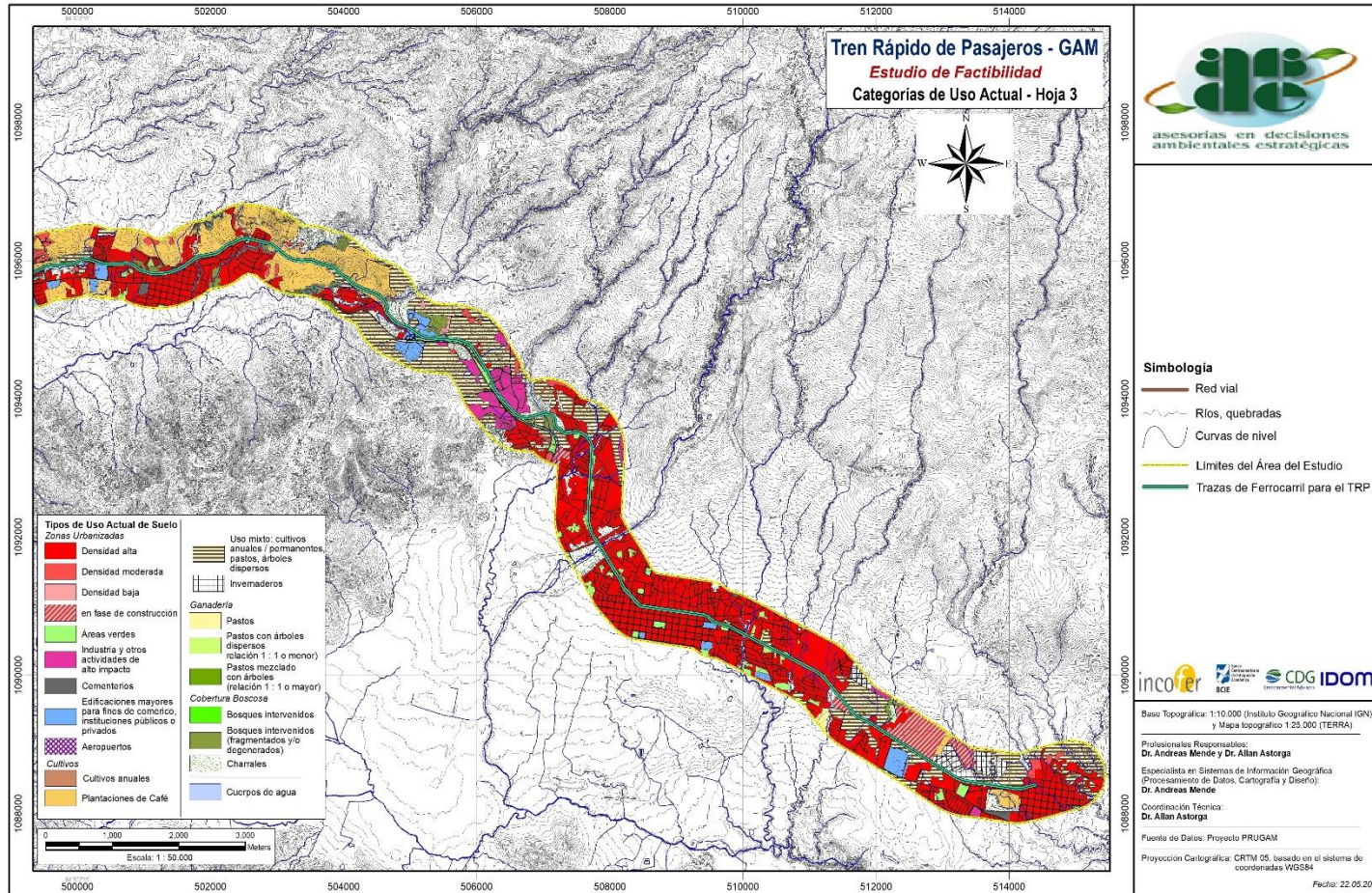
MG 14.1. Mapa Uso actual, curvas de nivel, sección 1



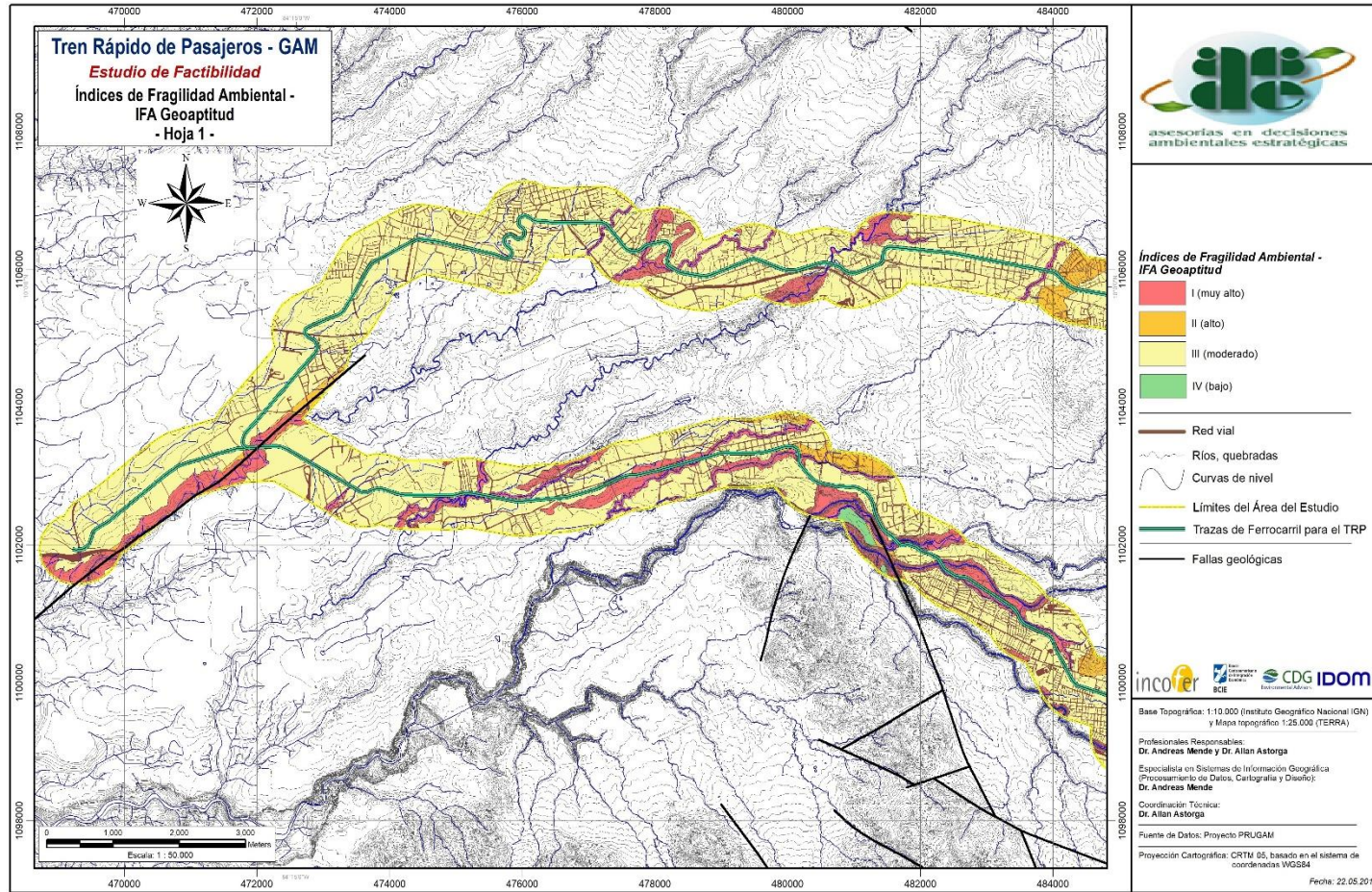
MG 14.2. Mapa Uso actual, curvas de nivel, sección 2



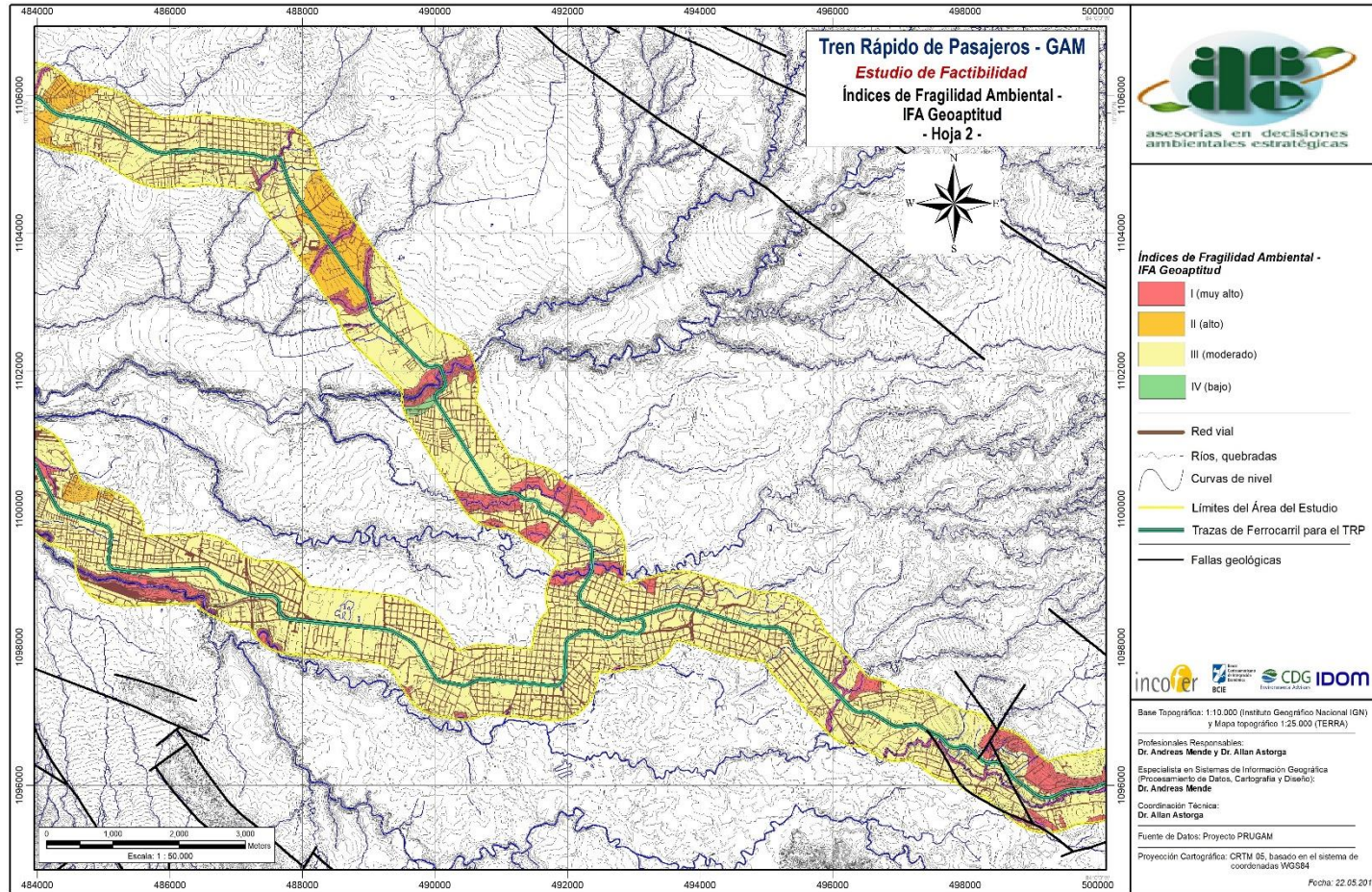
MG 14.3. Mapa Uso actual, curvas de nivel, sección 3



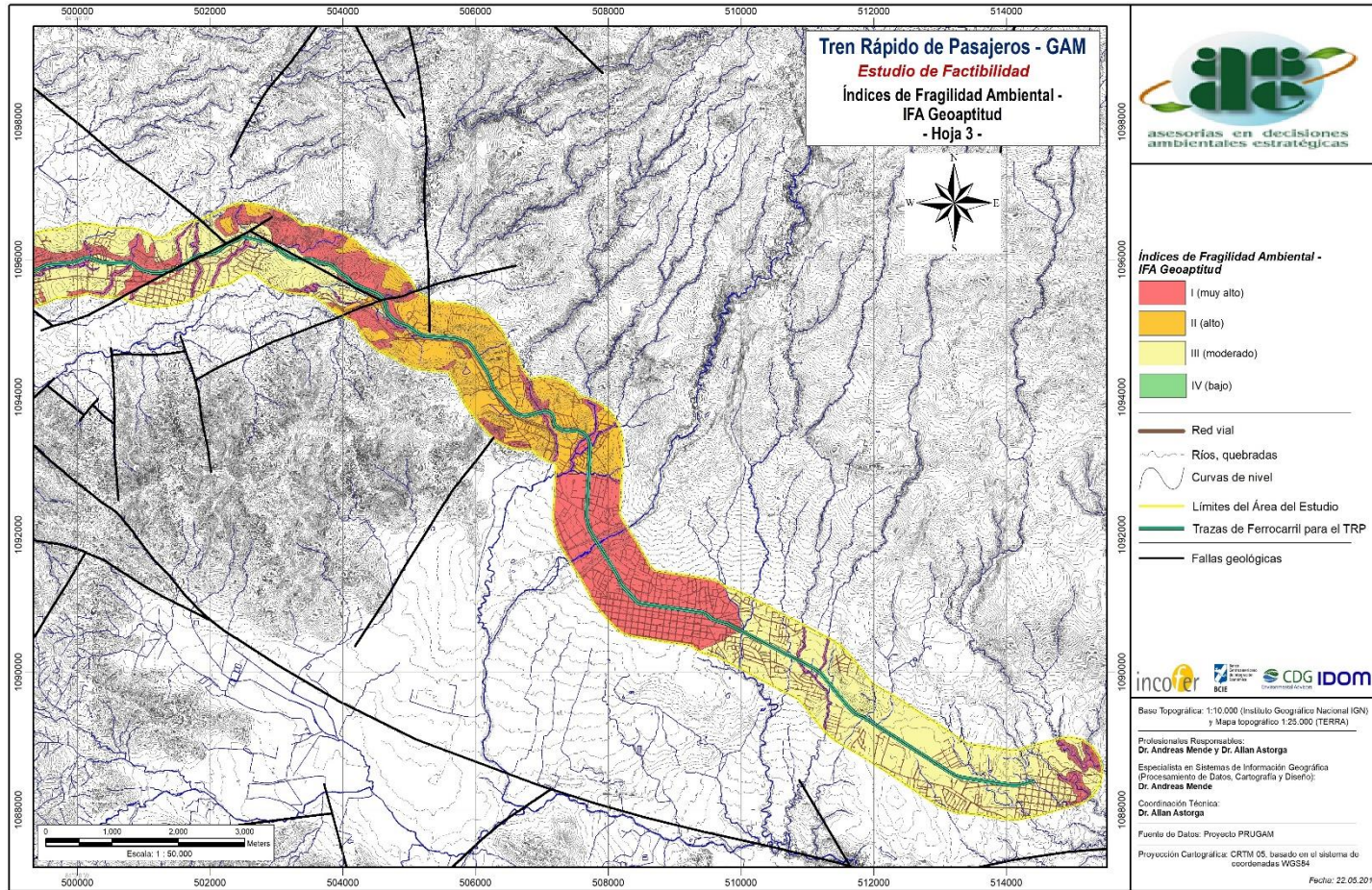
IFA Geopitud, sección 1



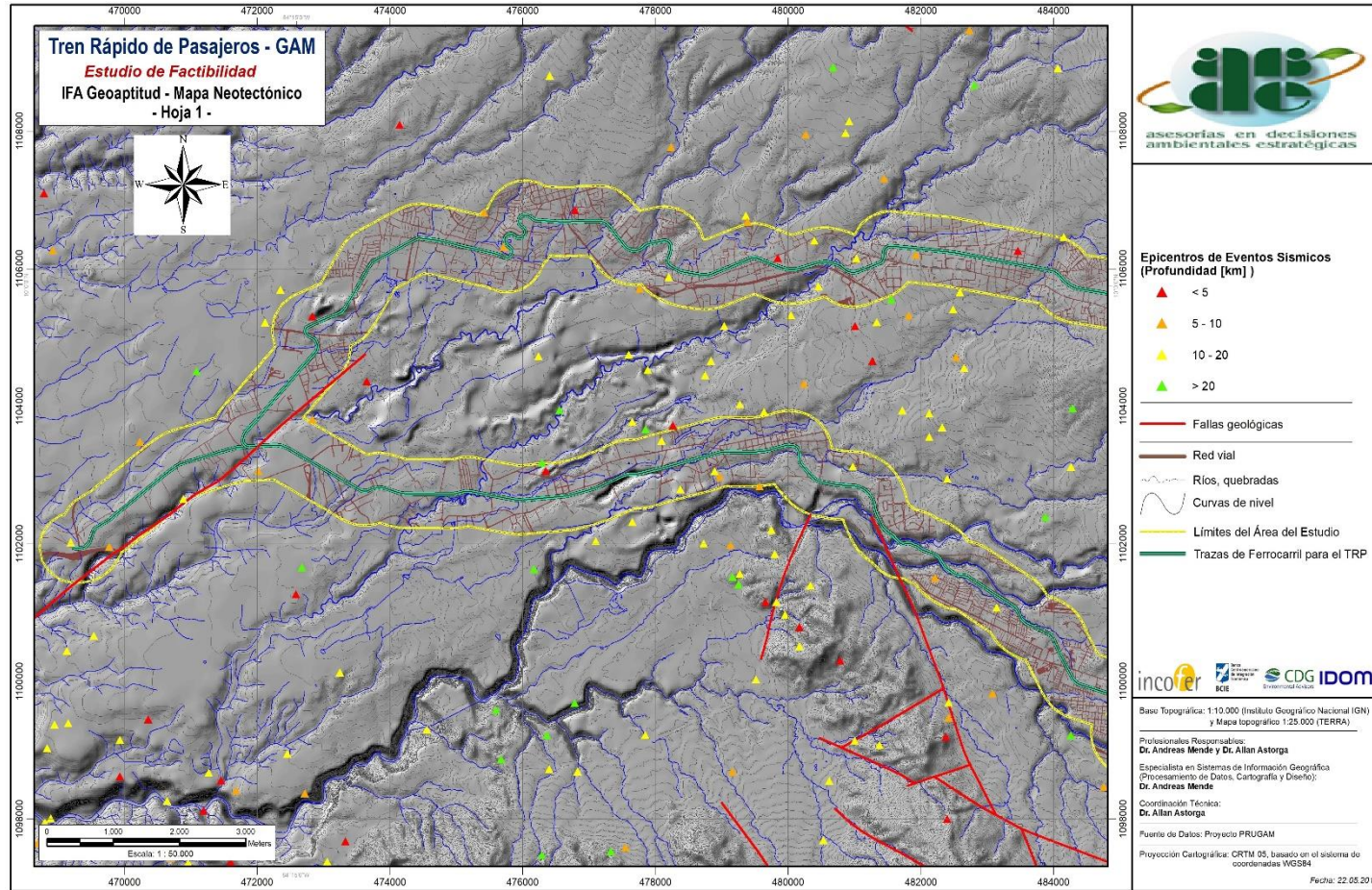
IFA Geoaptitud, sección 2



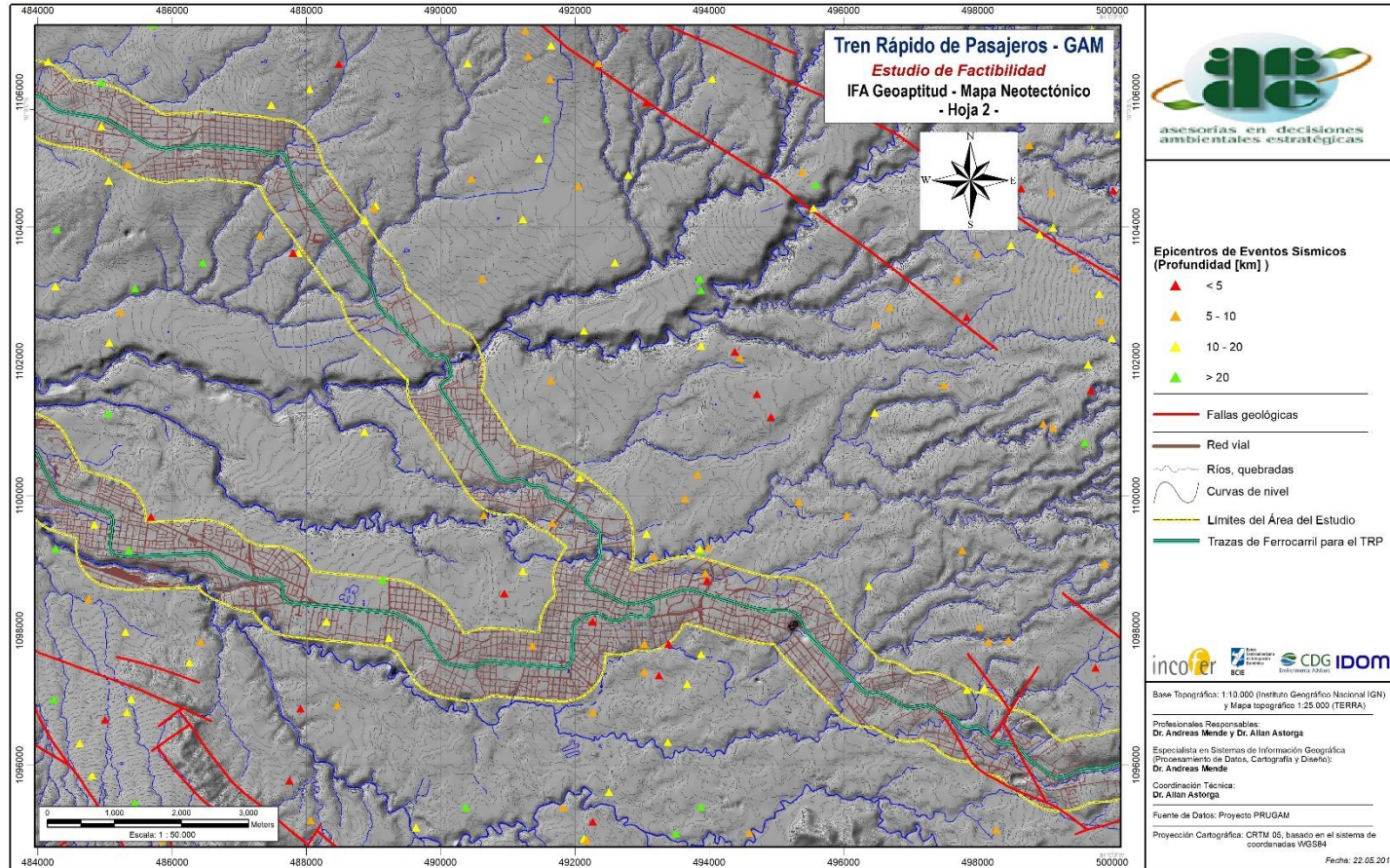
IFA Geoaptitud, sección 3



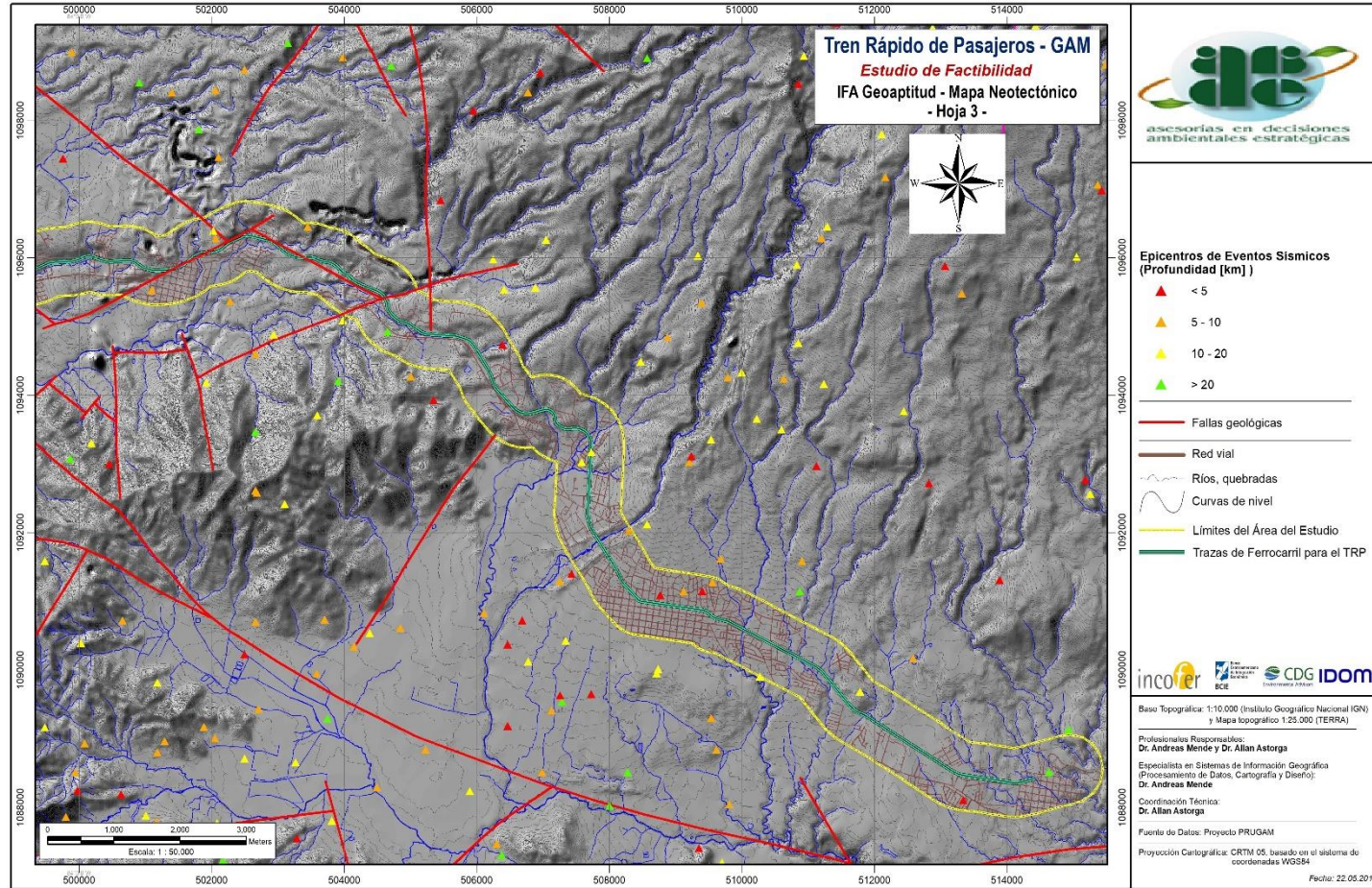
Neotectónica, sección 1



Neotécónica, sección 2



Neotectónica, sección 3

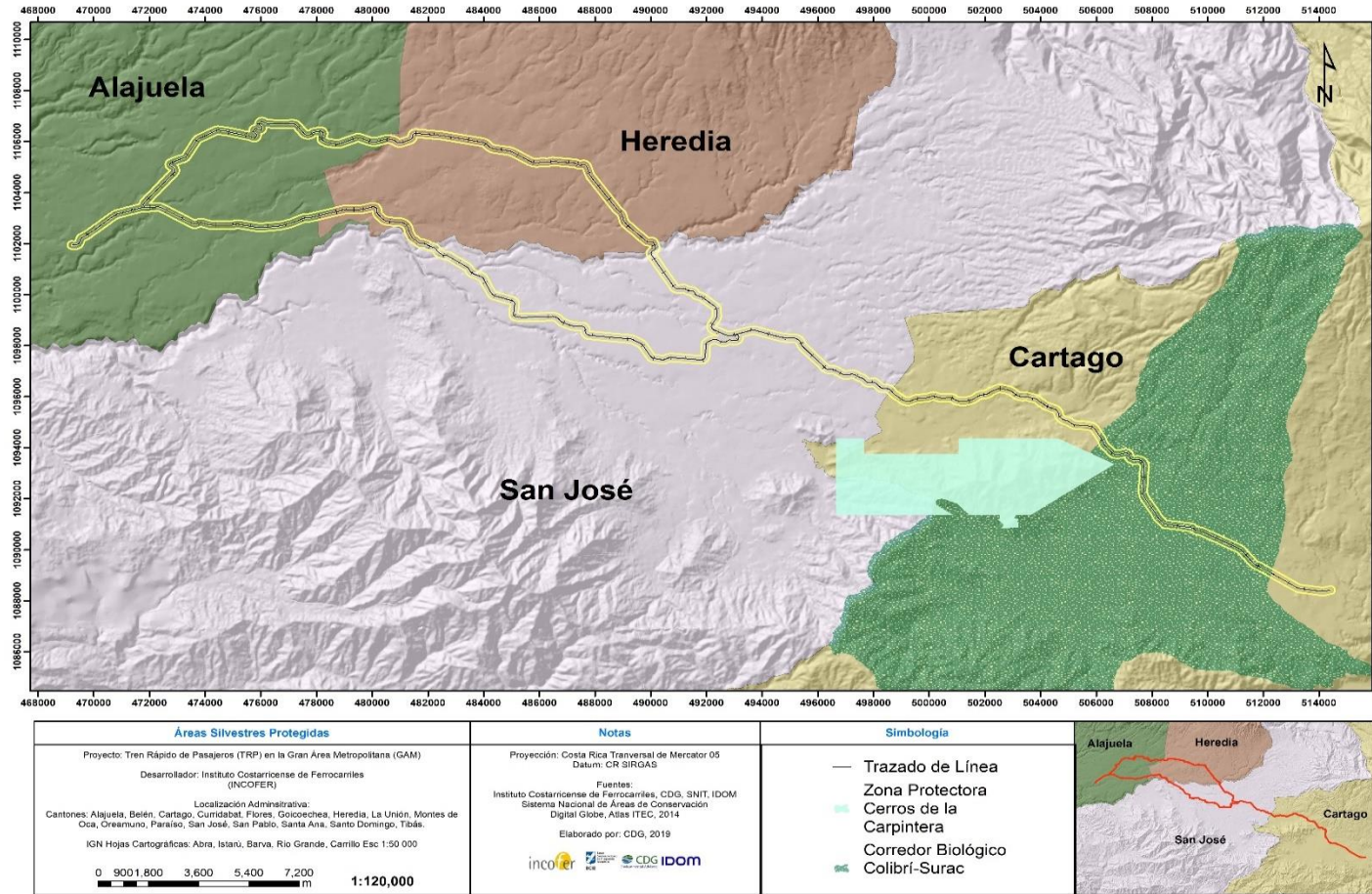




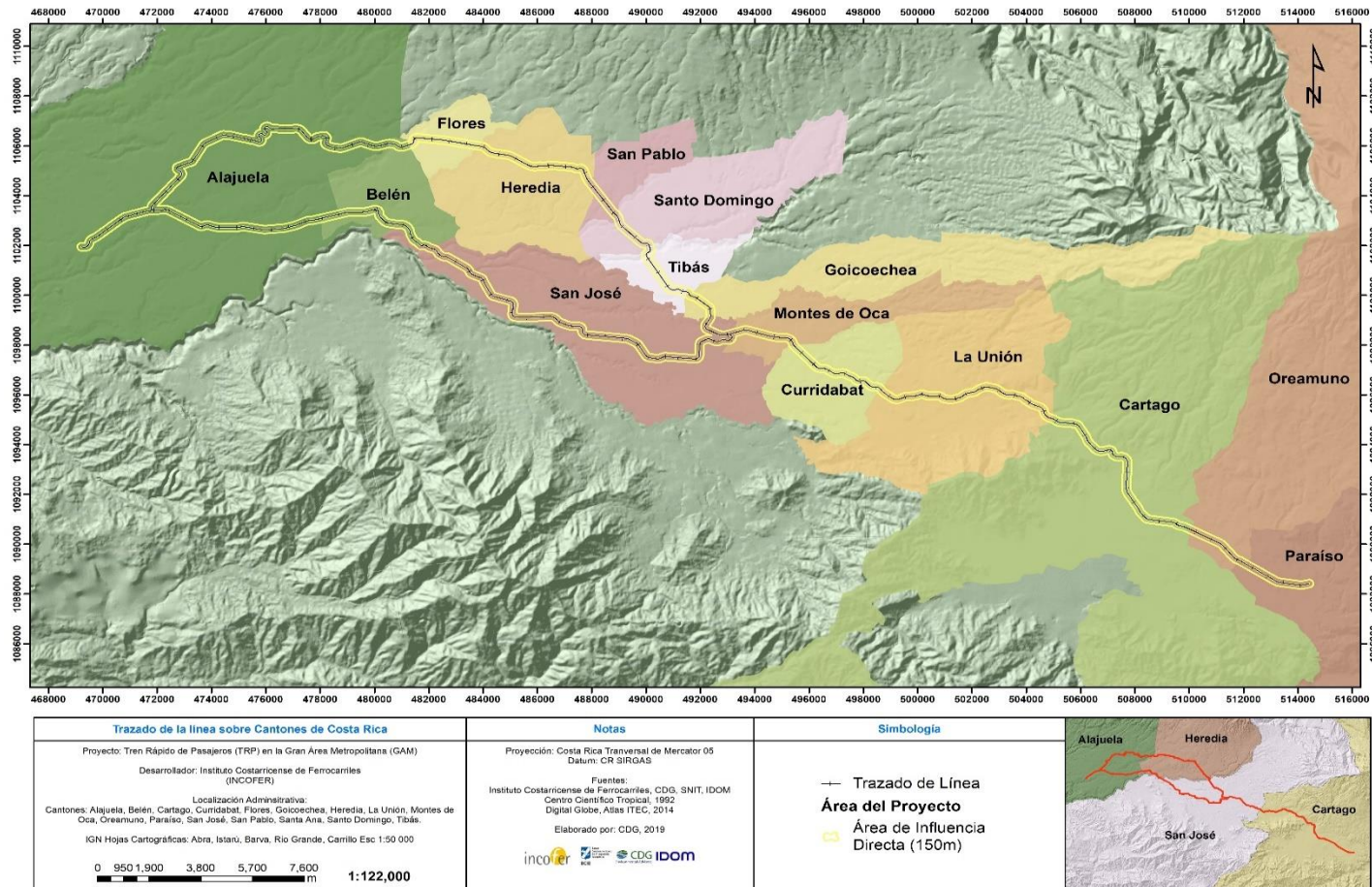
Anexo 5. Atlas de mapas ambientales



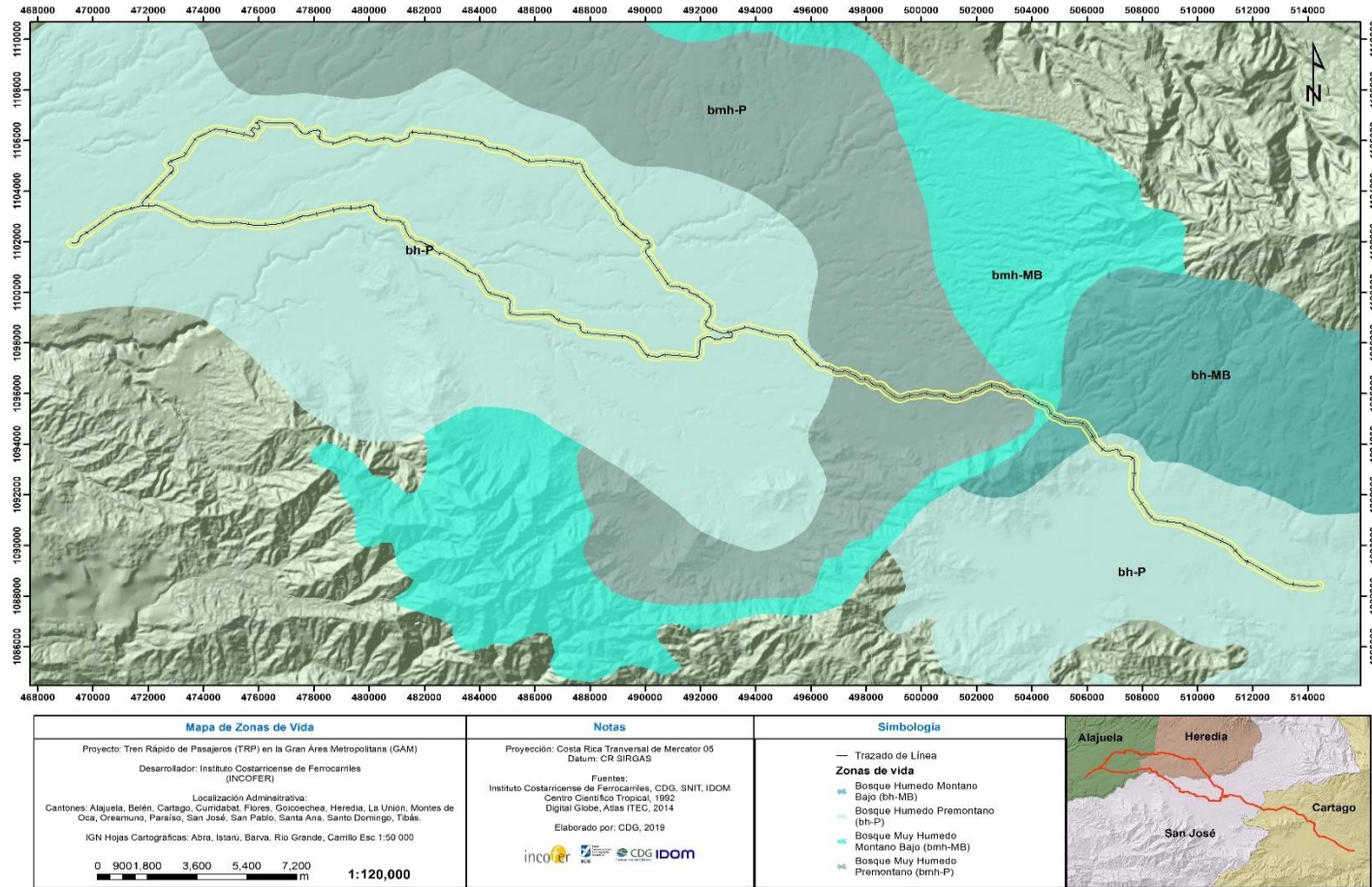
MA ASP.



MA Cantones.



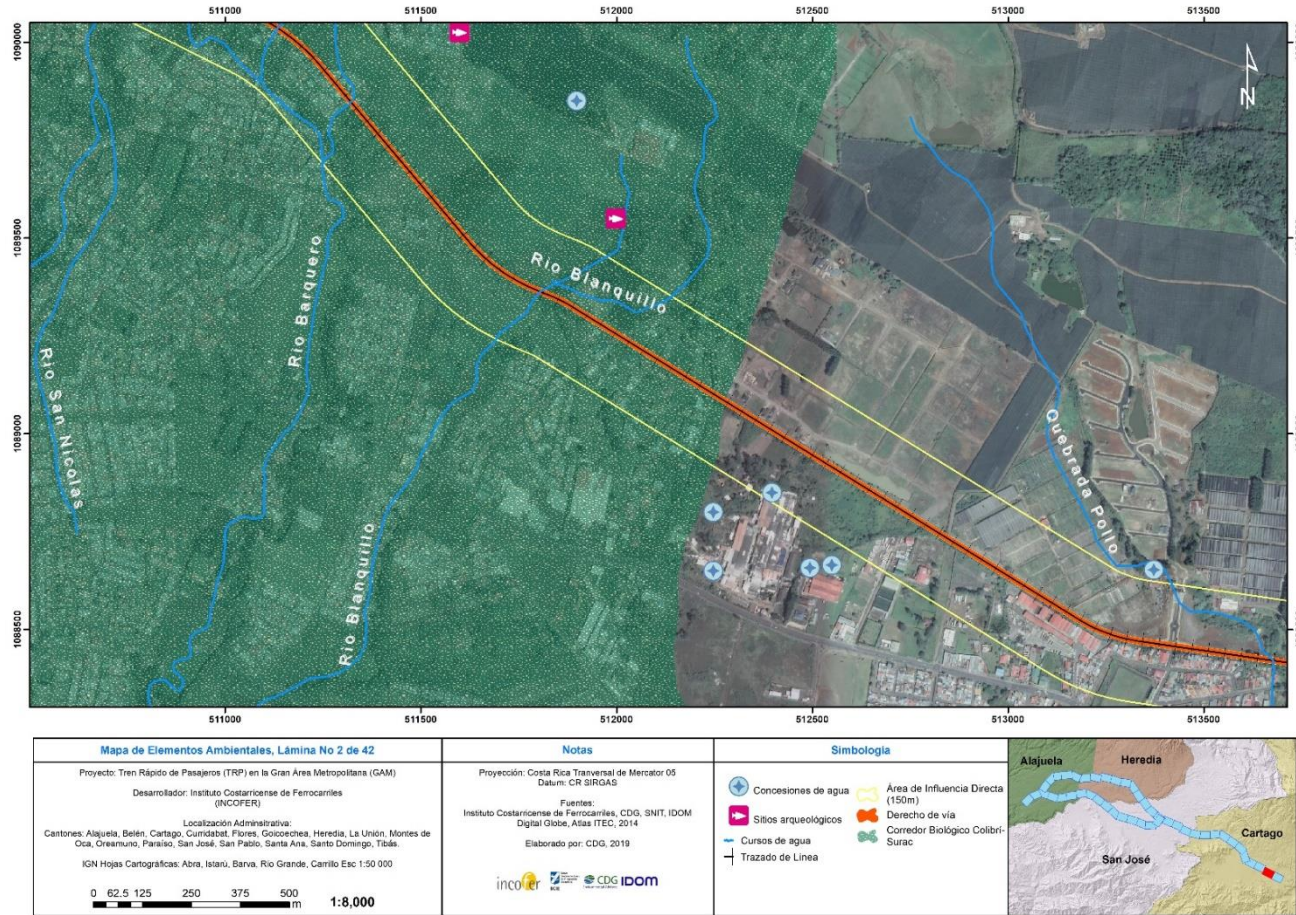
MA Zonas de Vida



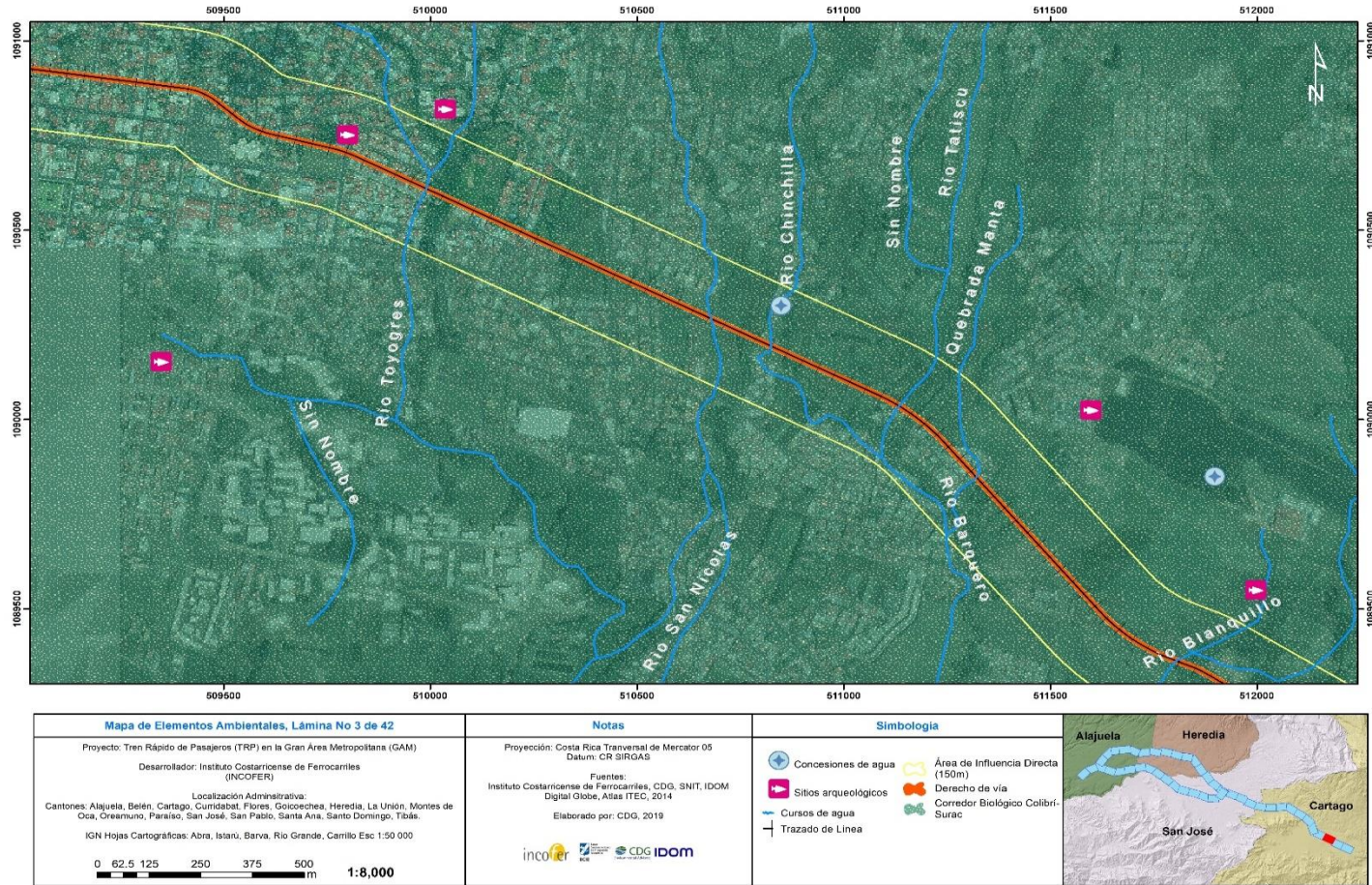
MA Lámina 1



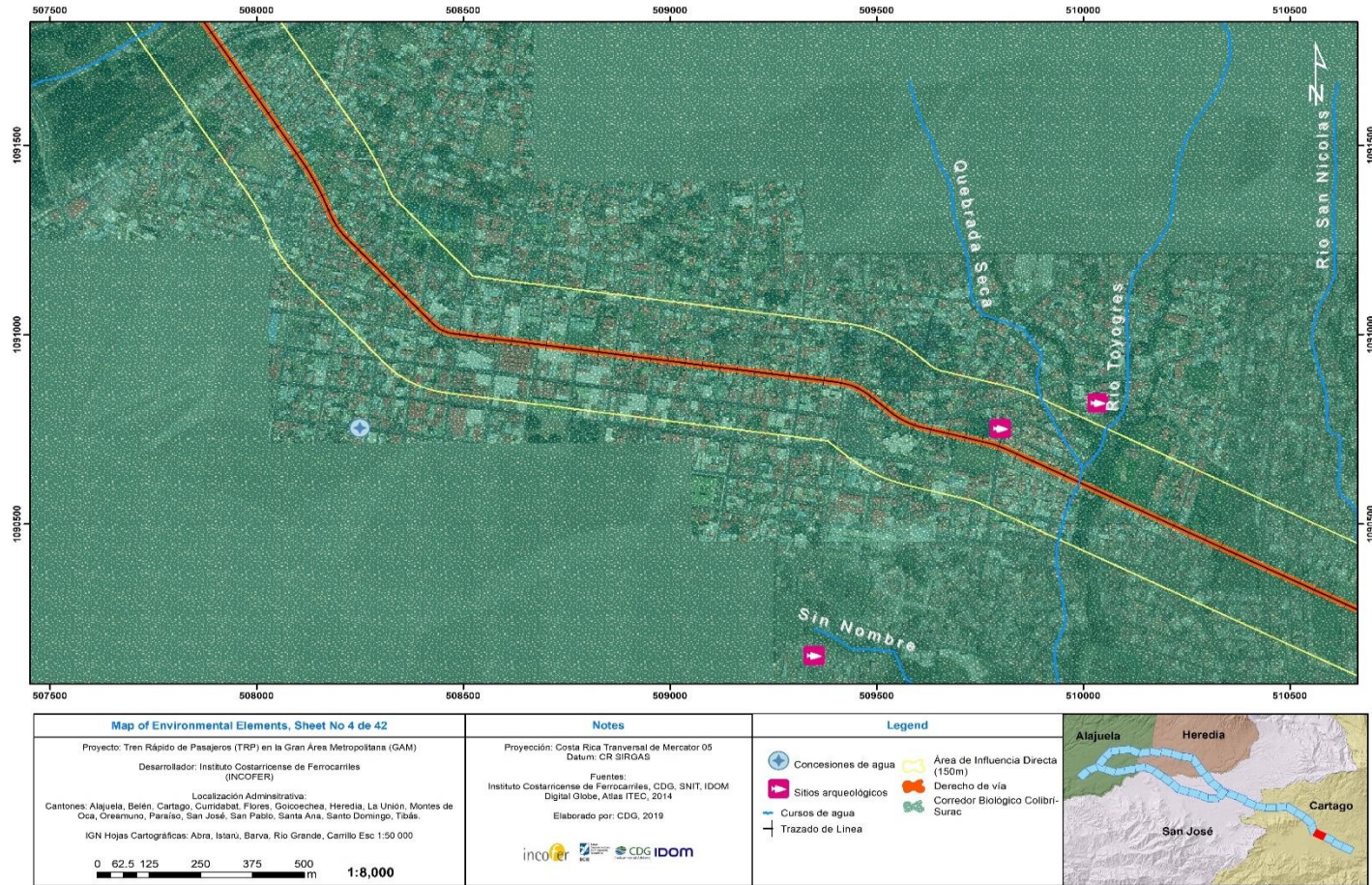
MA Lámina 2



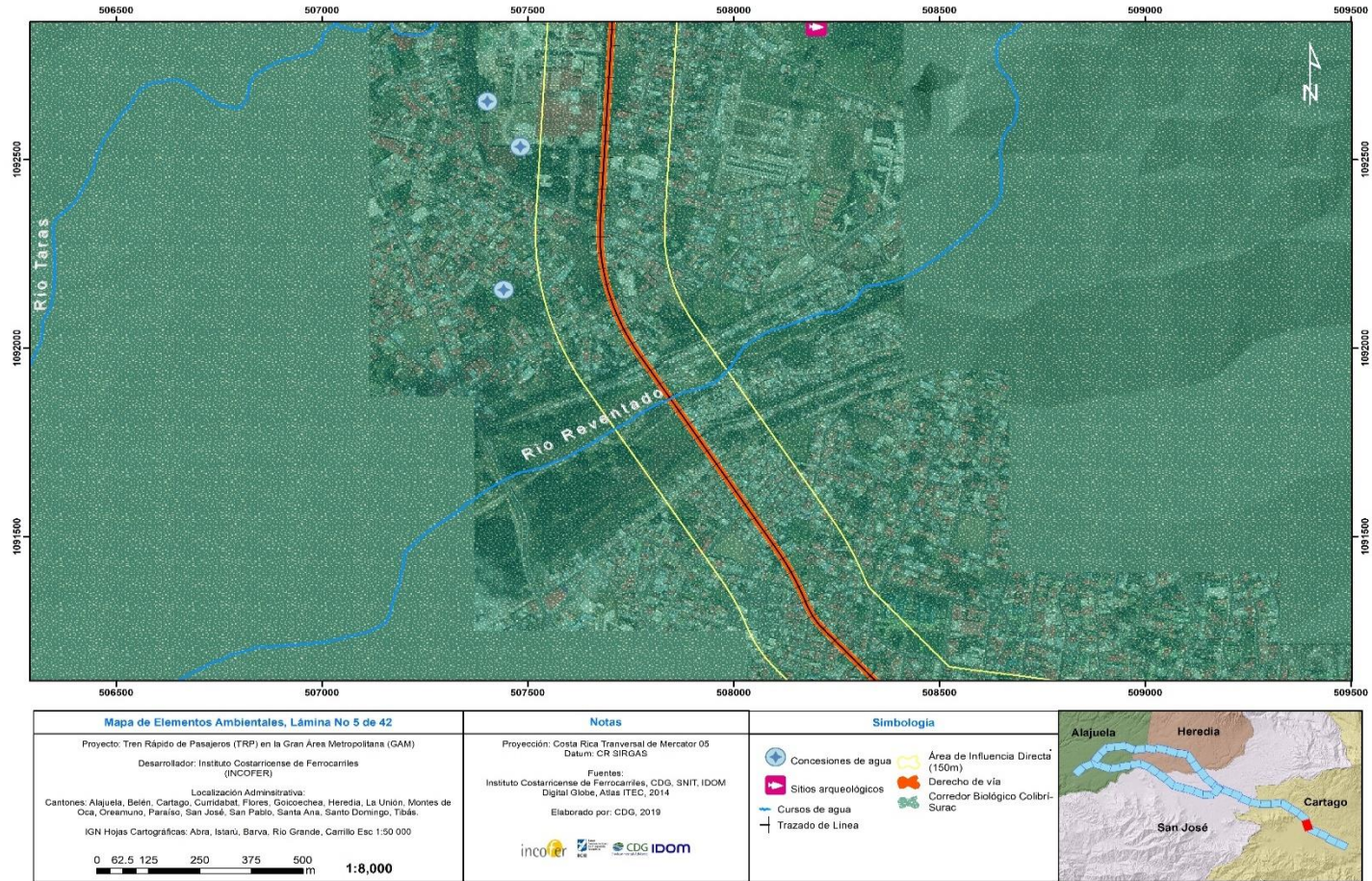
MA Lámina 3



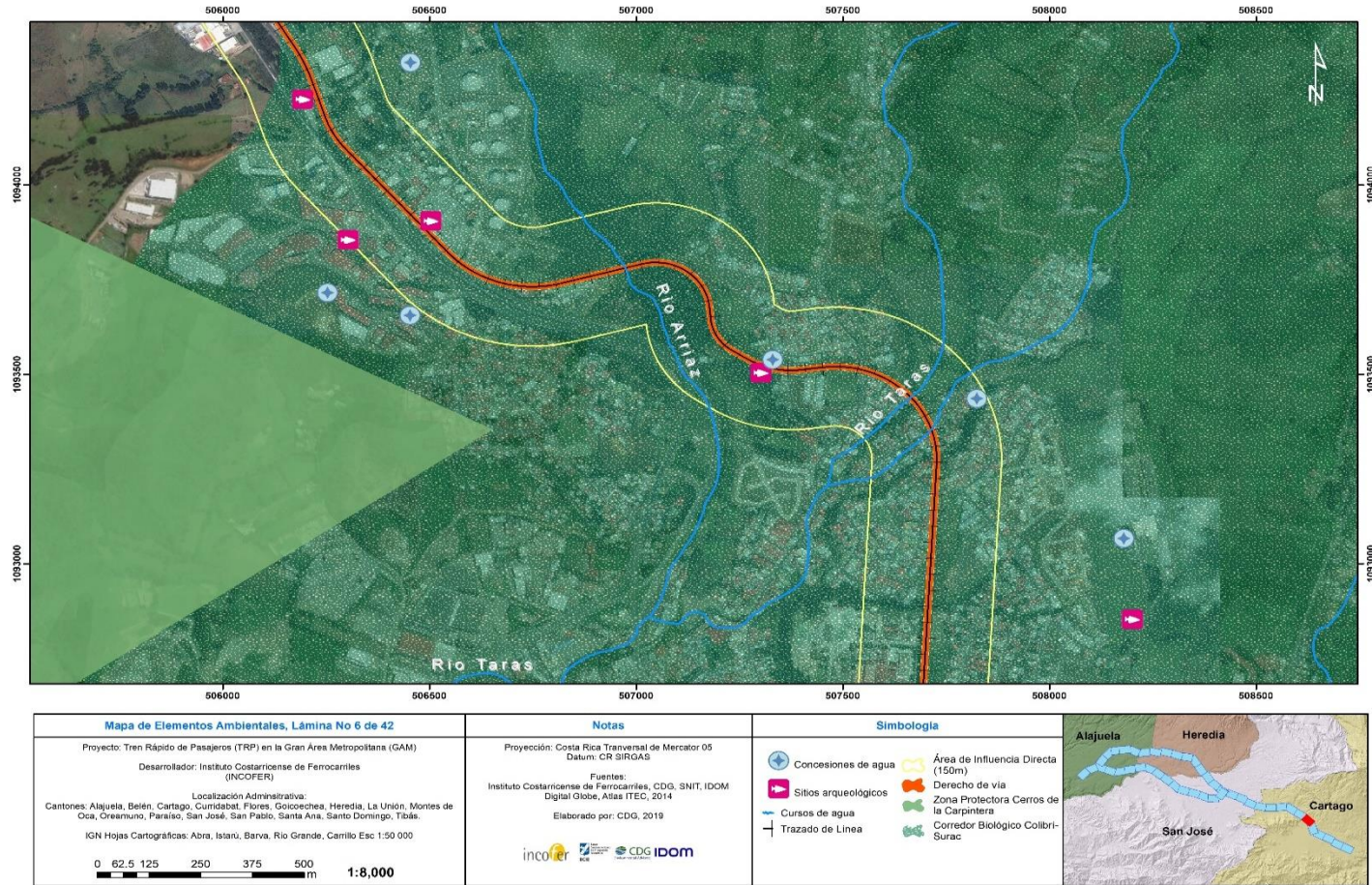
MA Lámina 4



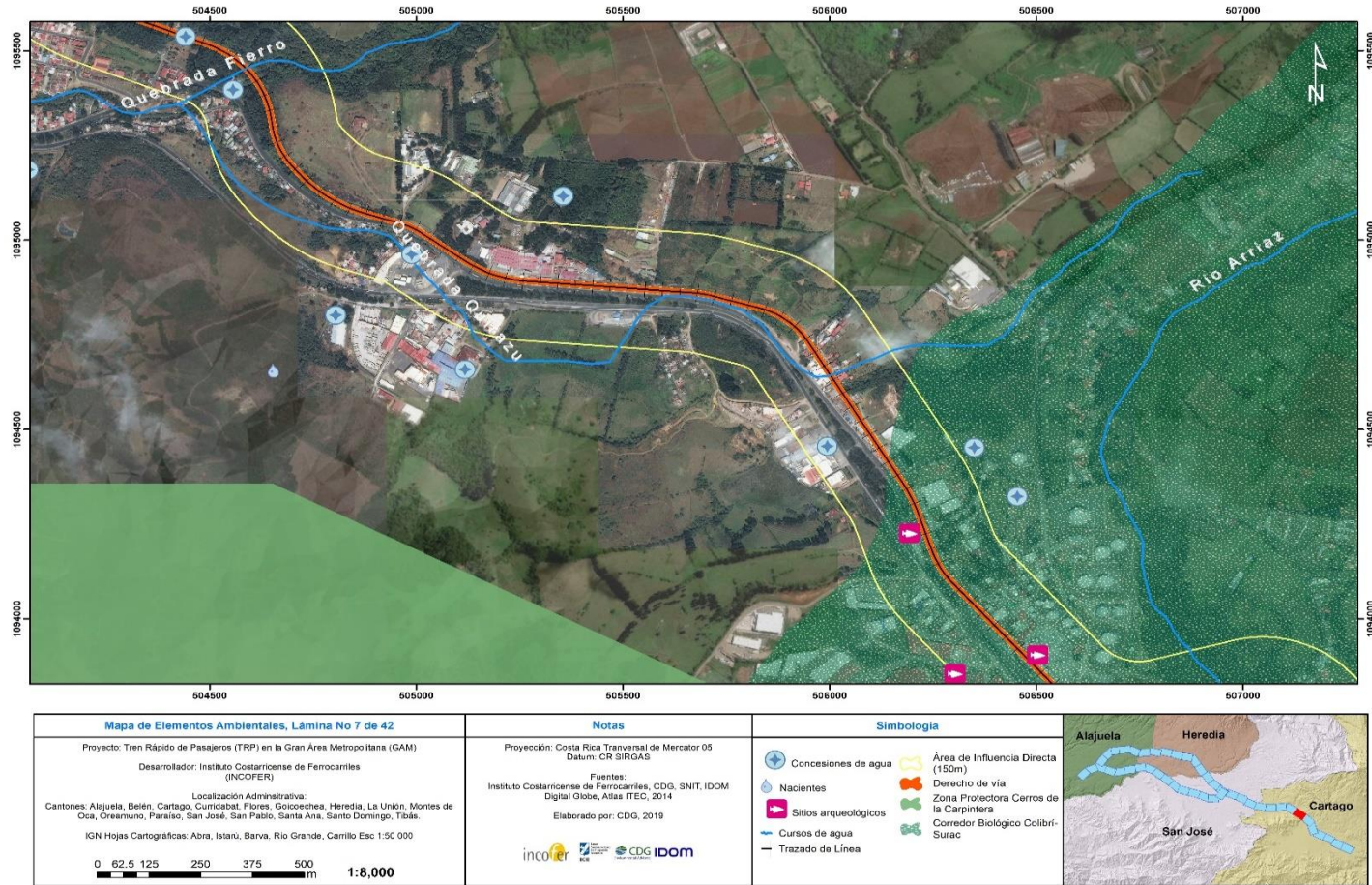
MA Lámina 5



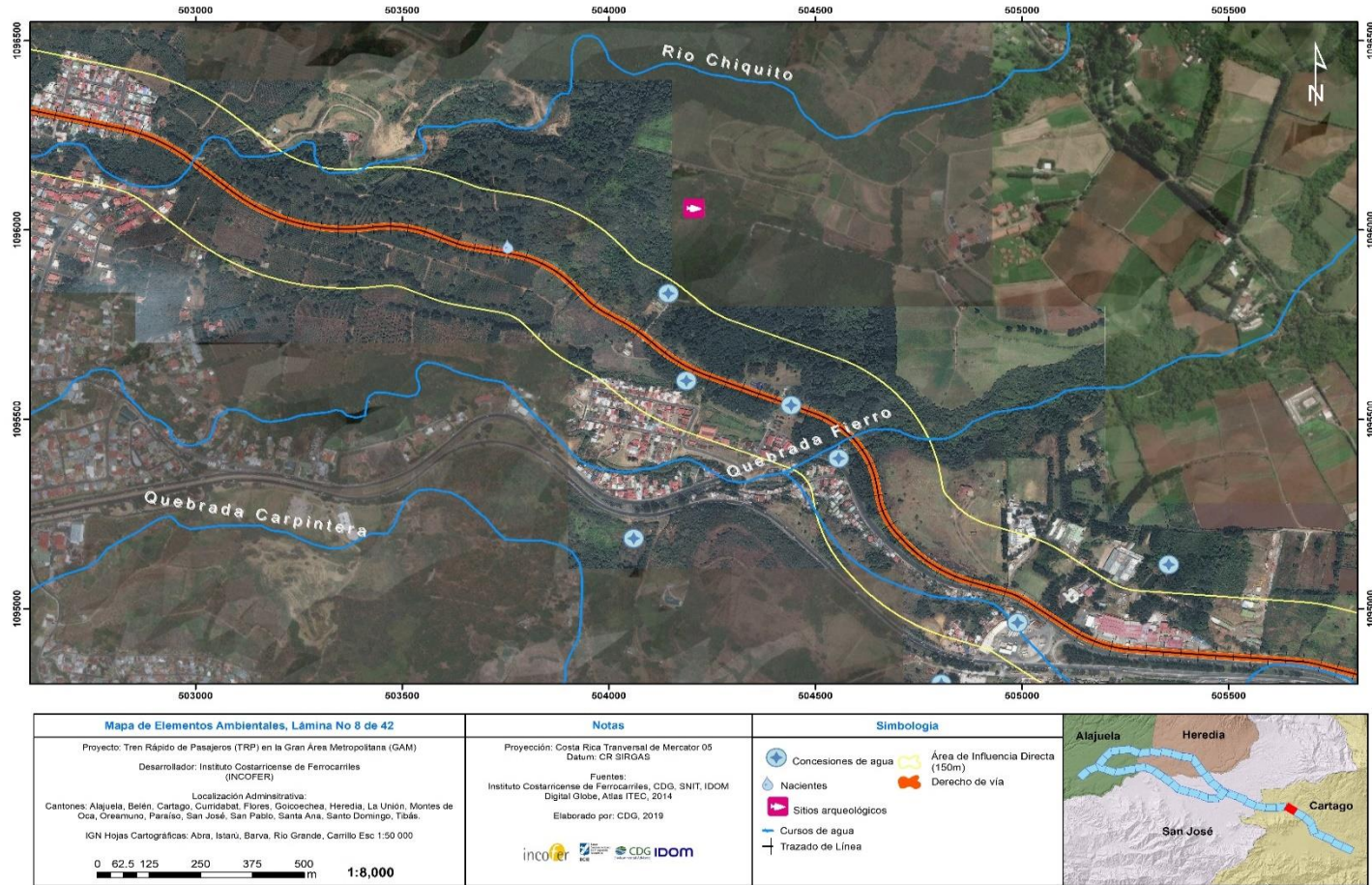
MA Lámina 6



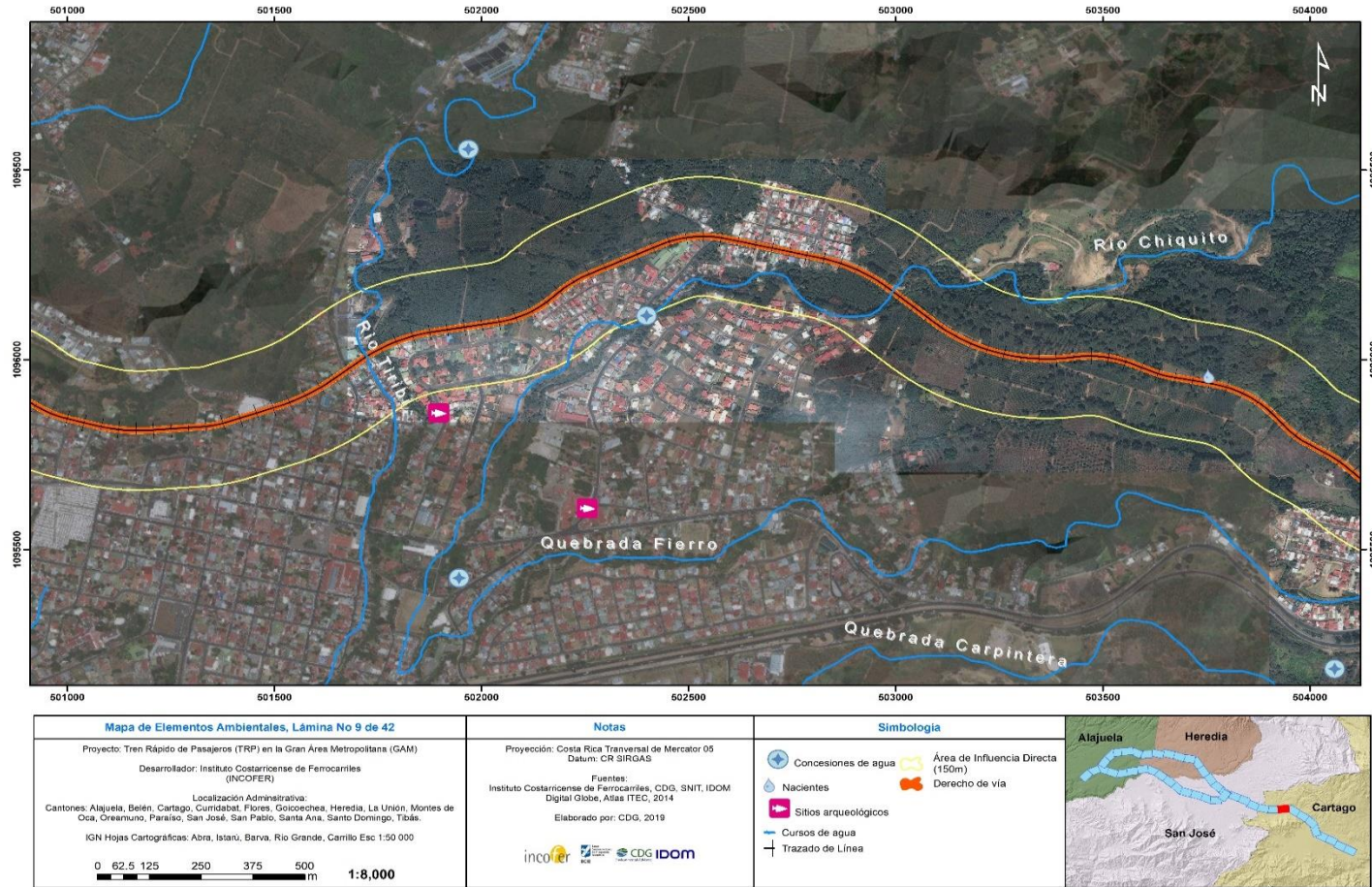
MA Lámina 7



MA Lámina 8



MA Lámina 9



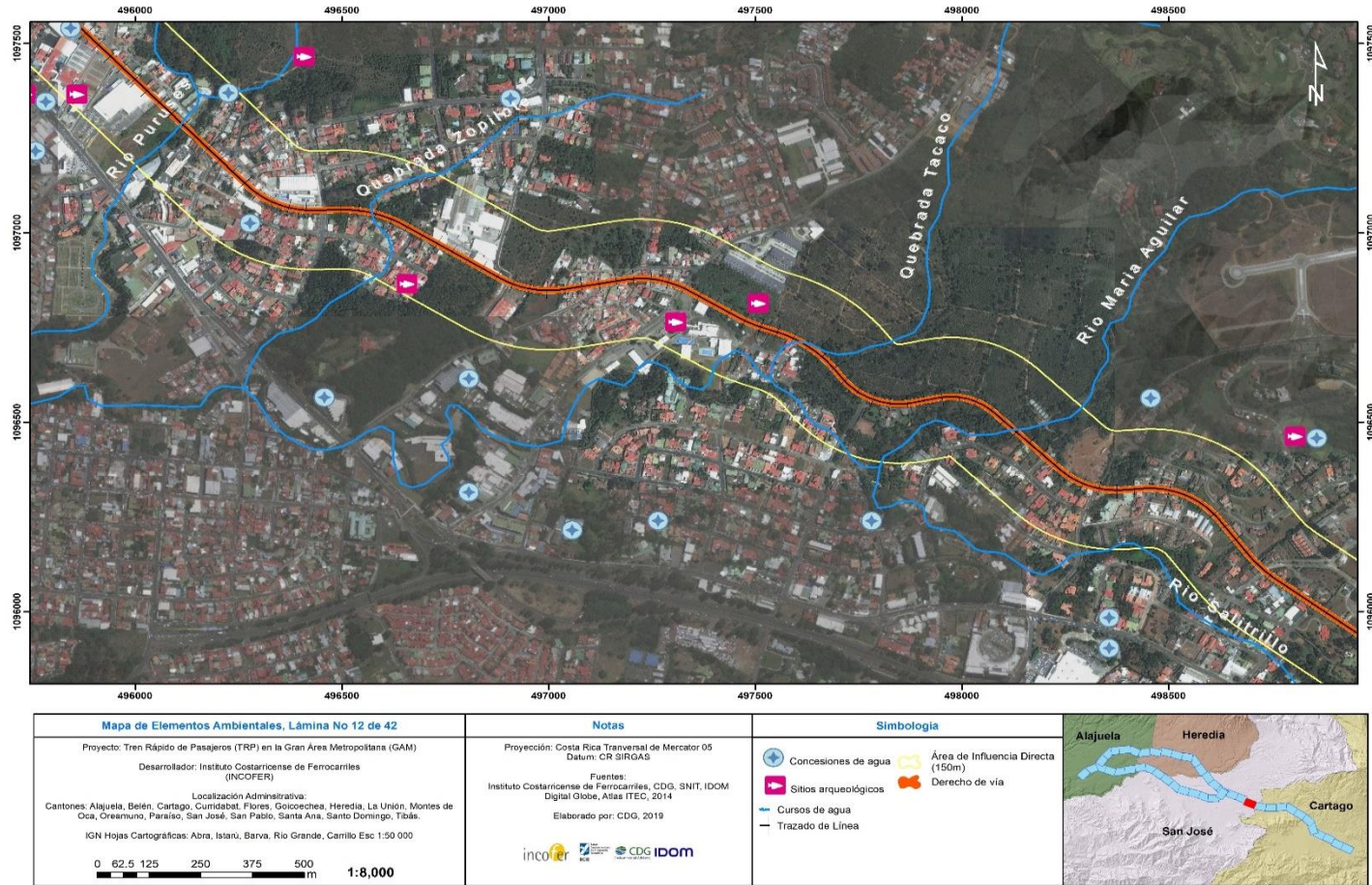
MA Lámina 10



MA Lámina 11



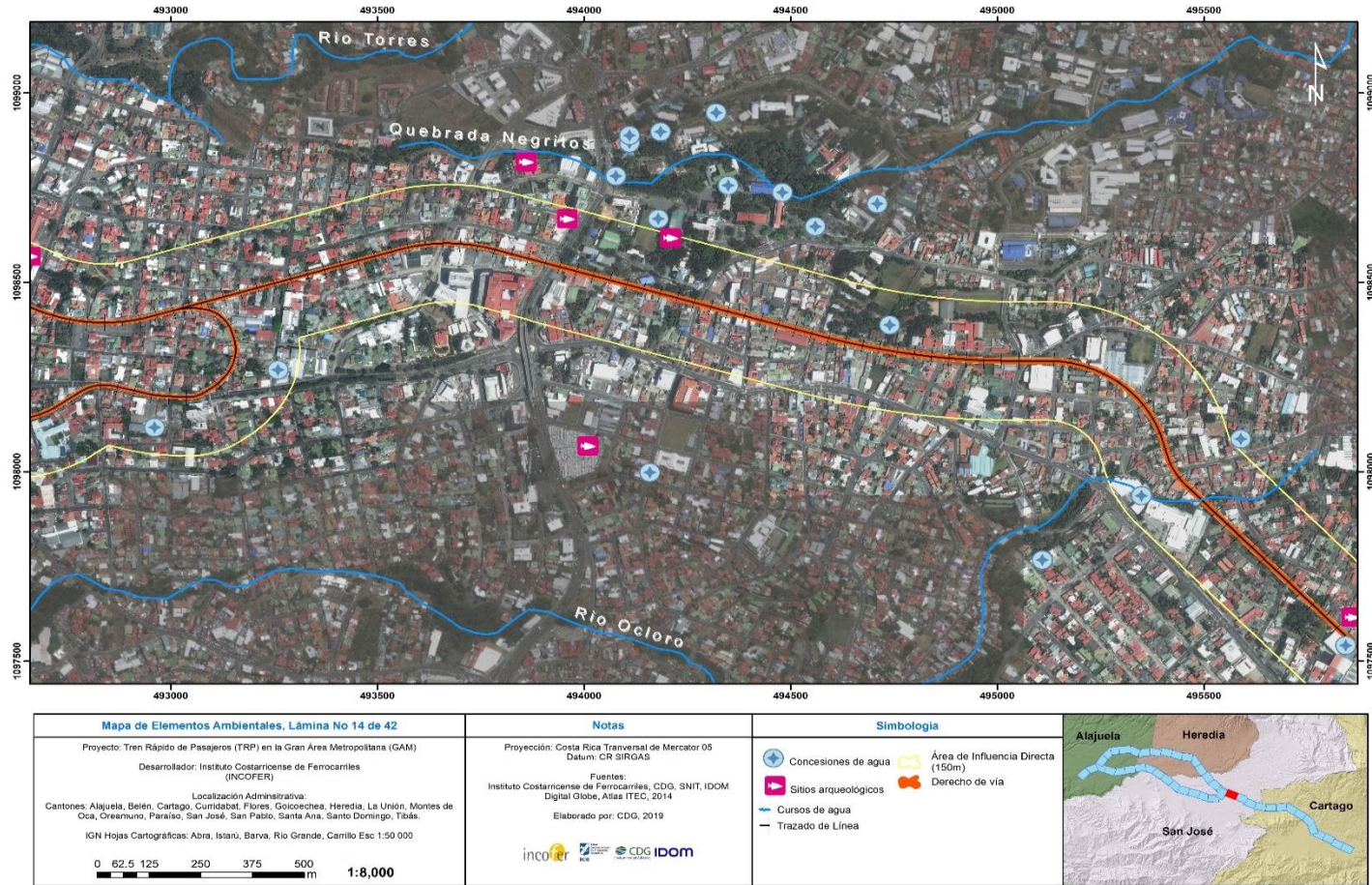
MA Lámina 12



MA Lámina 13



MA Lámina 14



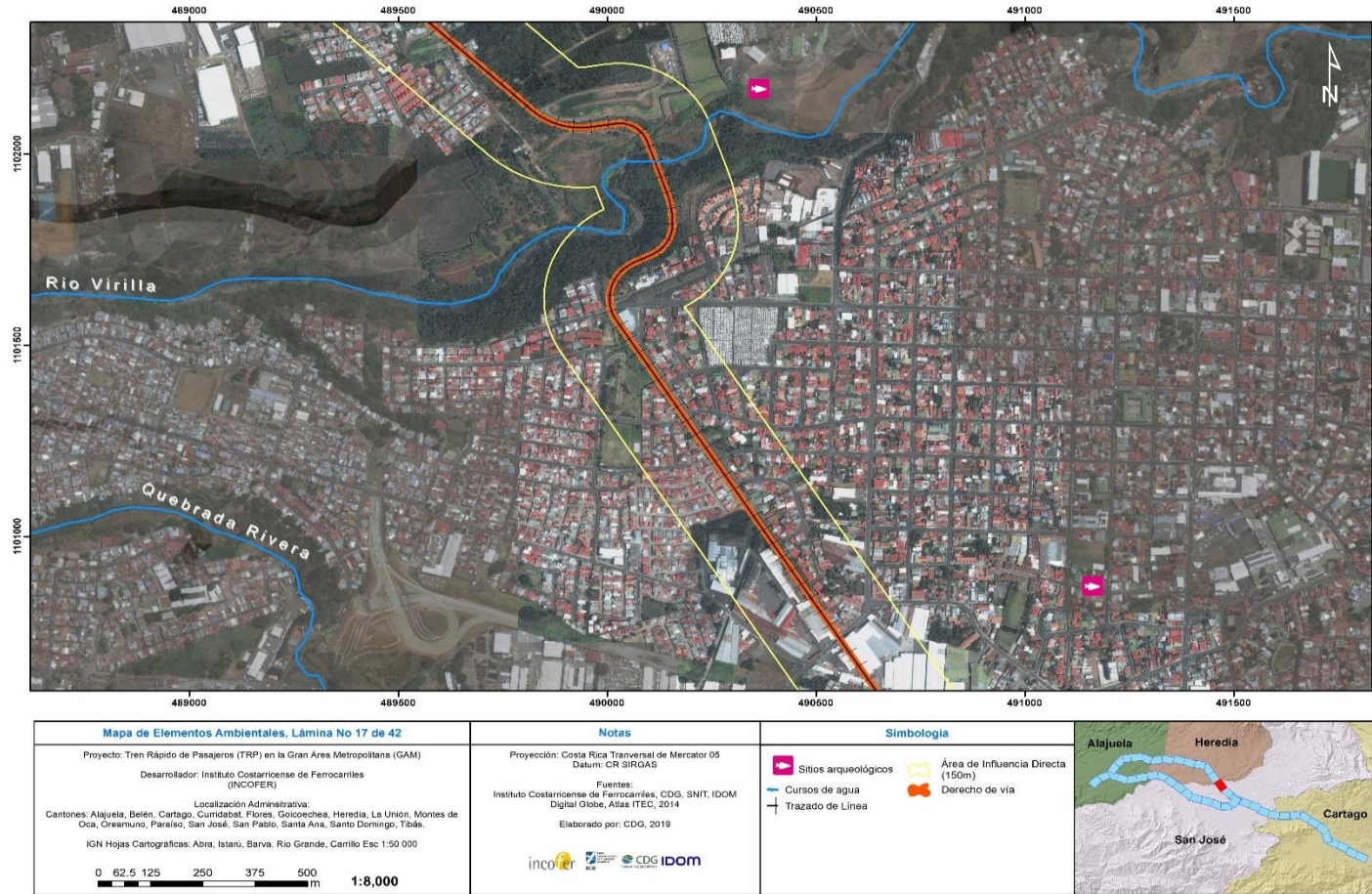
MA Lámina 15



MA Lámina 16



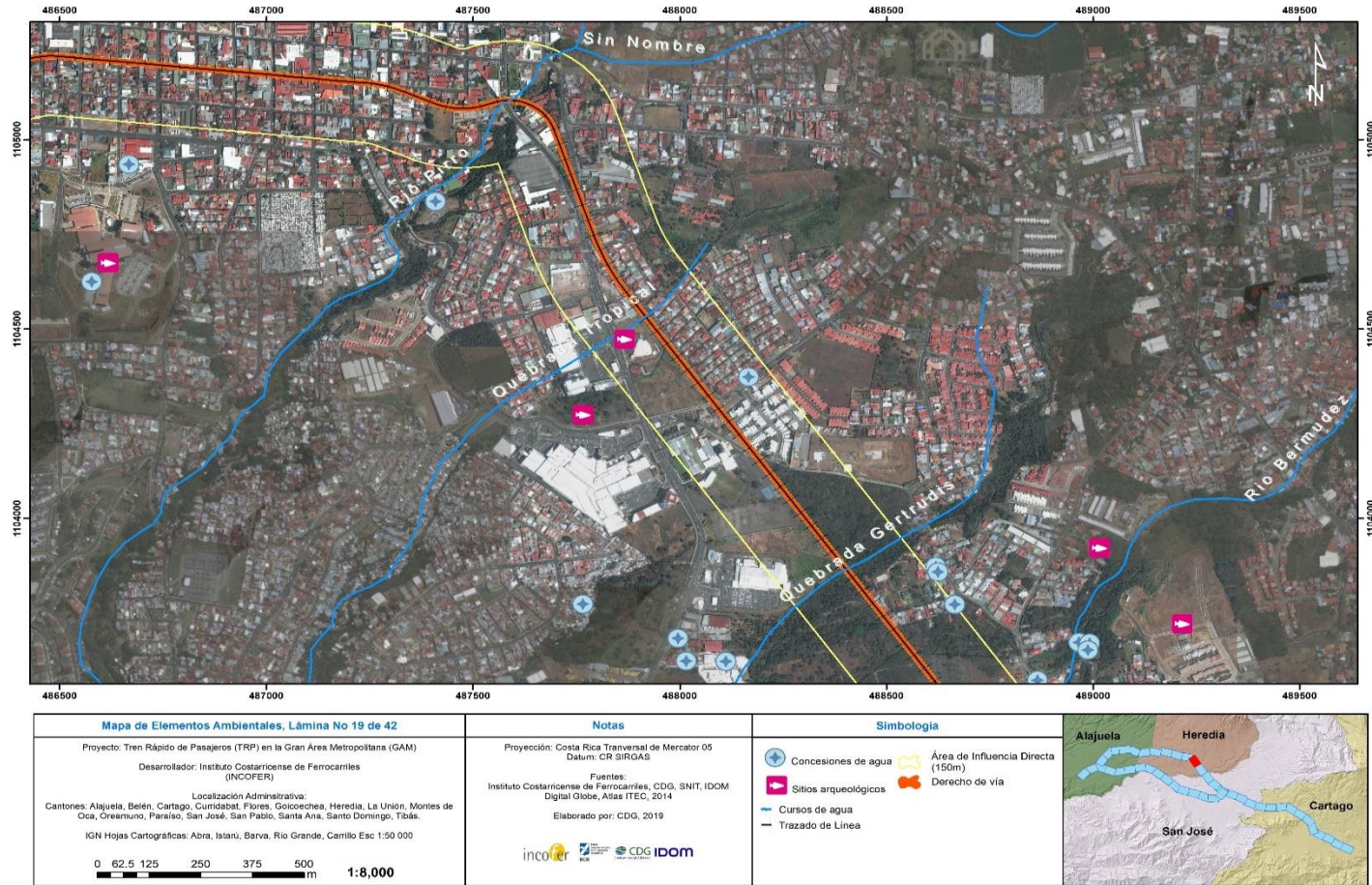
MA Lámina 17



MA Lámina 18



MA Lámina 19



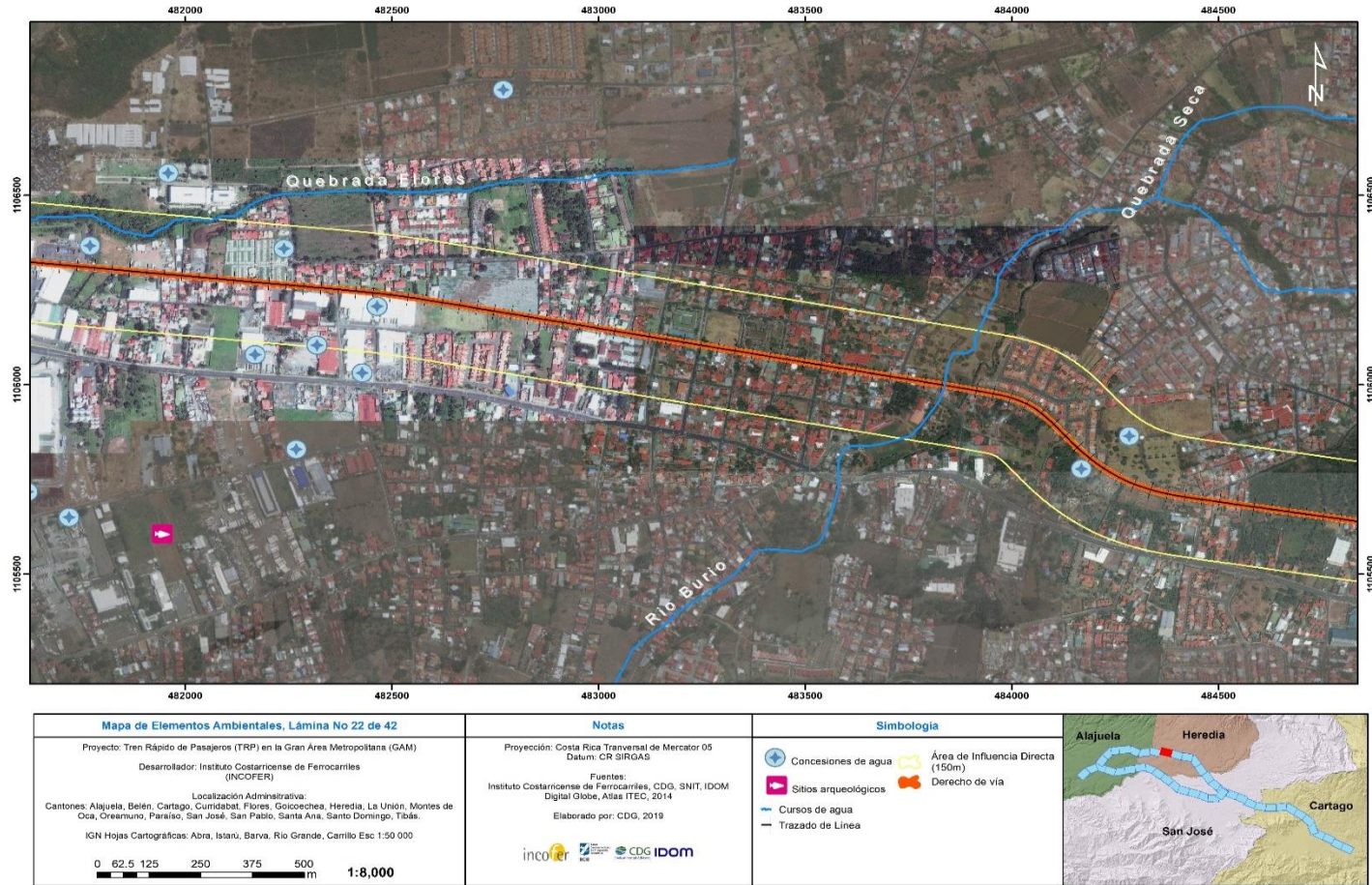
MA Lámina 20



MA Lámina 21



MA Lámina 22



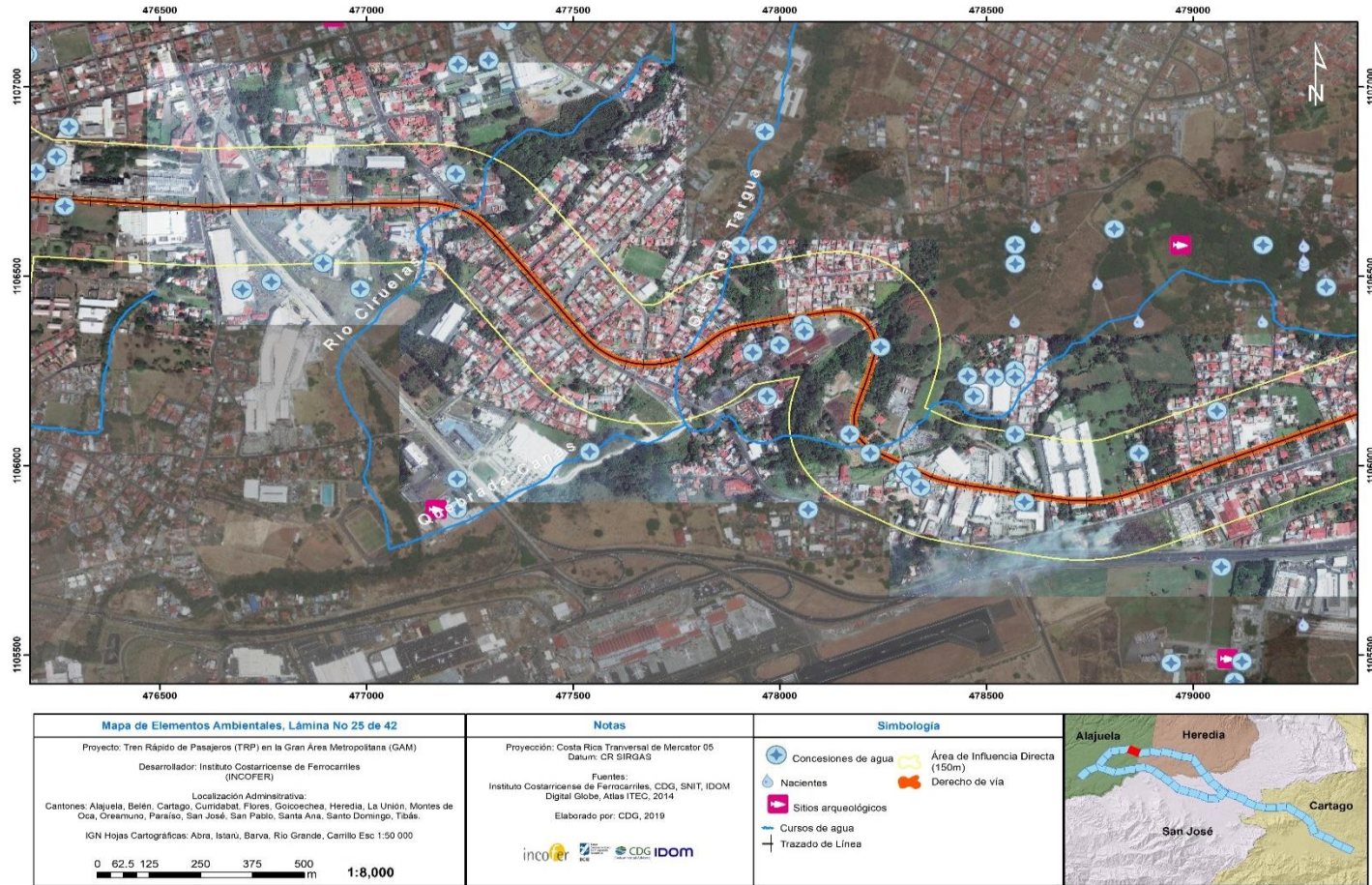
MA Lámina 23



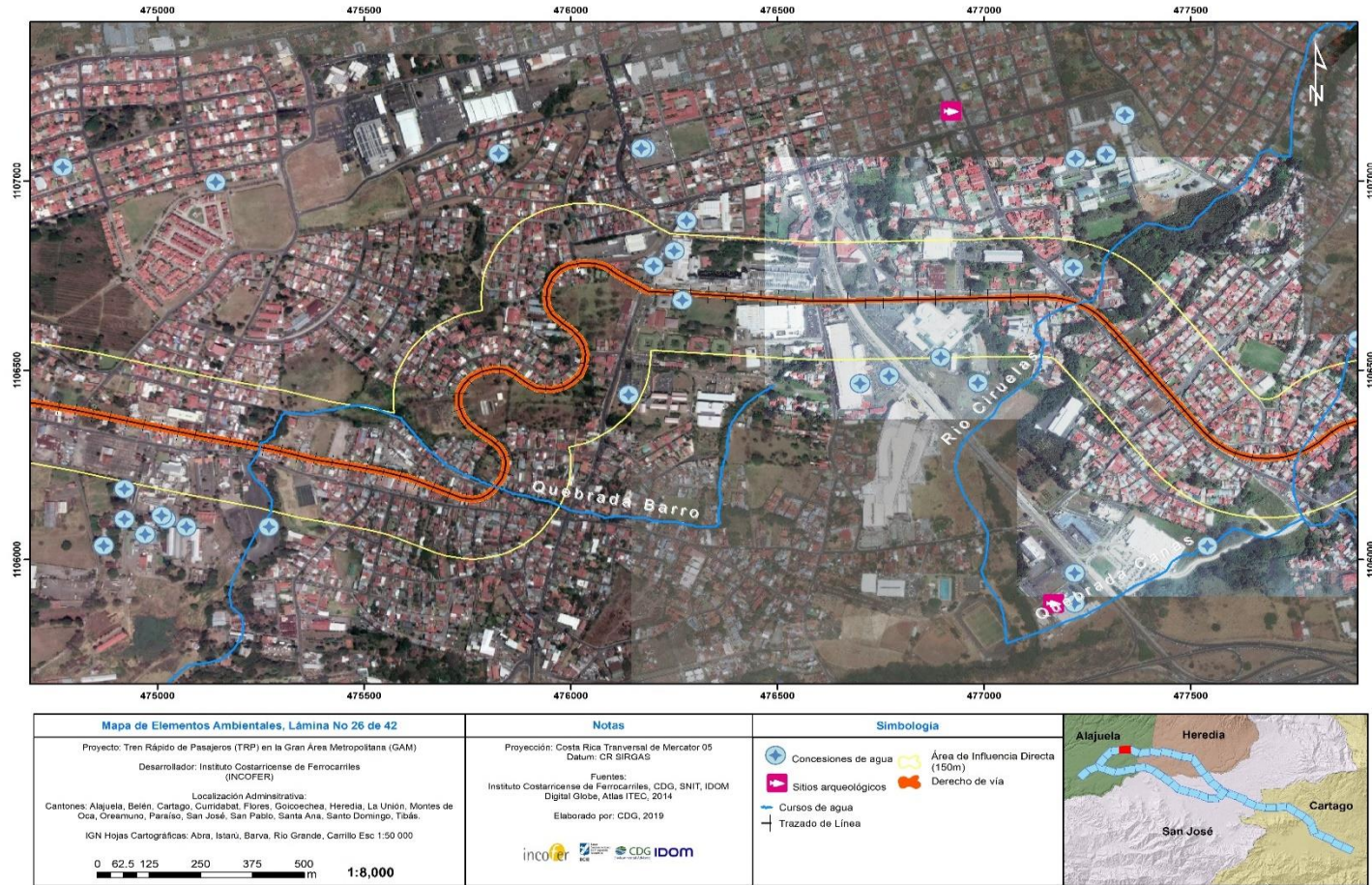
MA Lámina 24



MA Lámina 25



MA Lámina 26



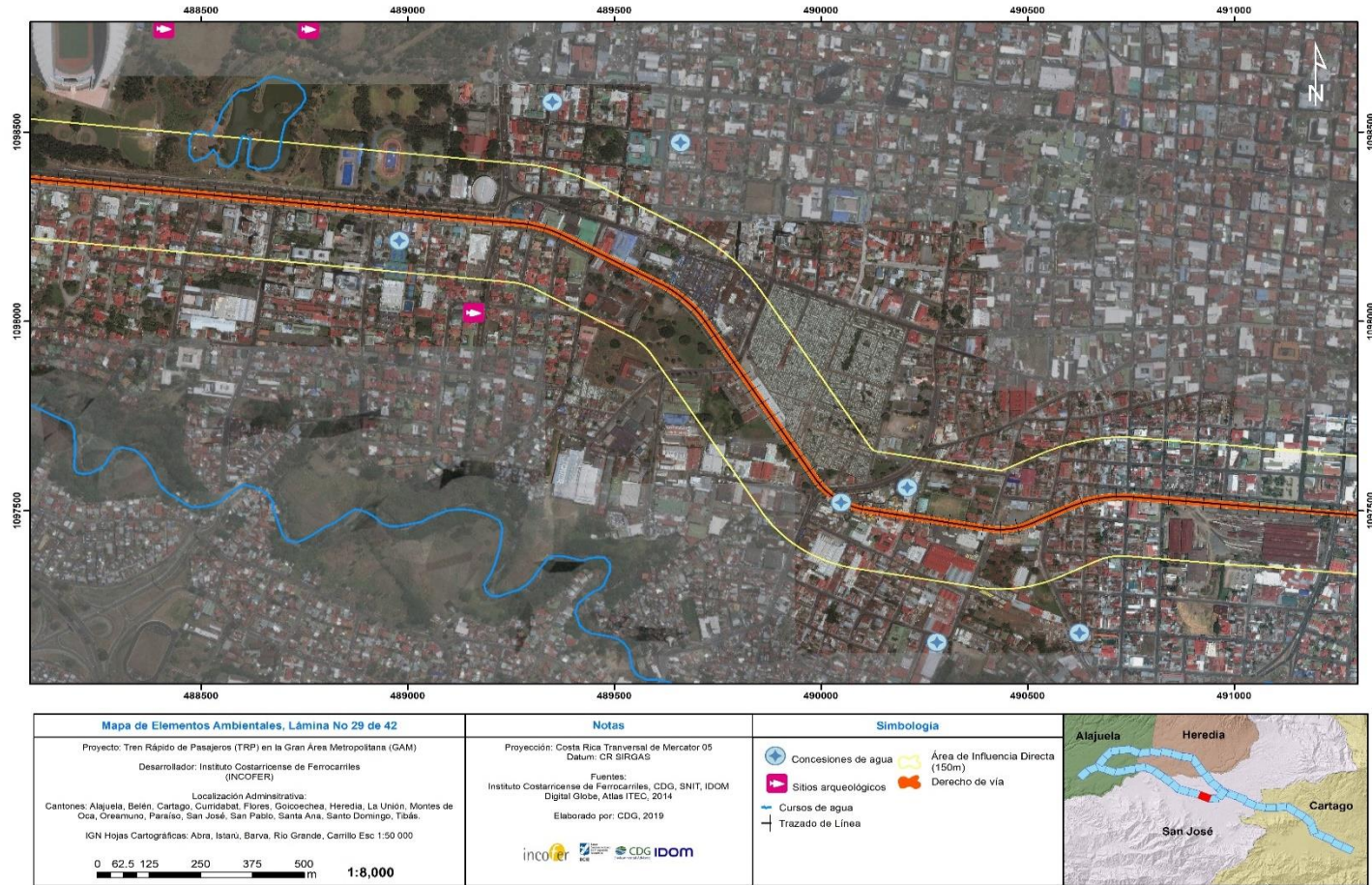
MA Lámina 27



MA Lámina 28



MA Lámina 29



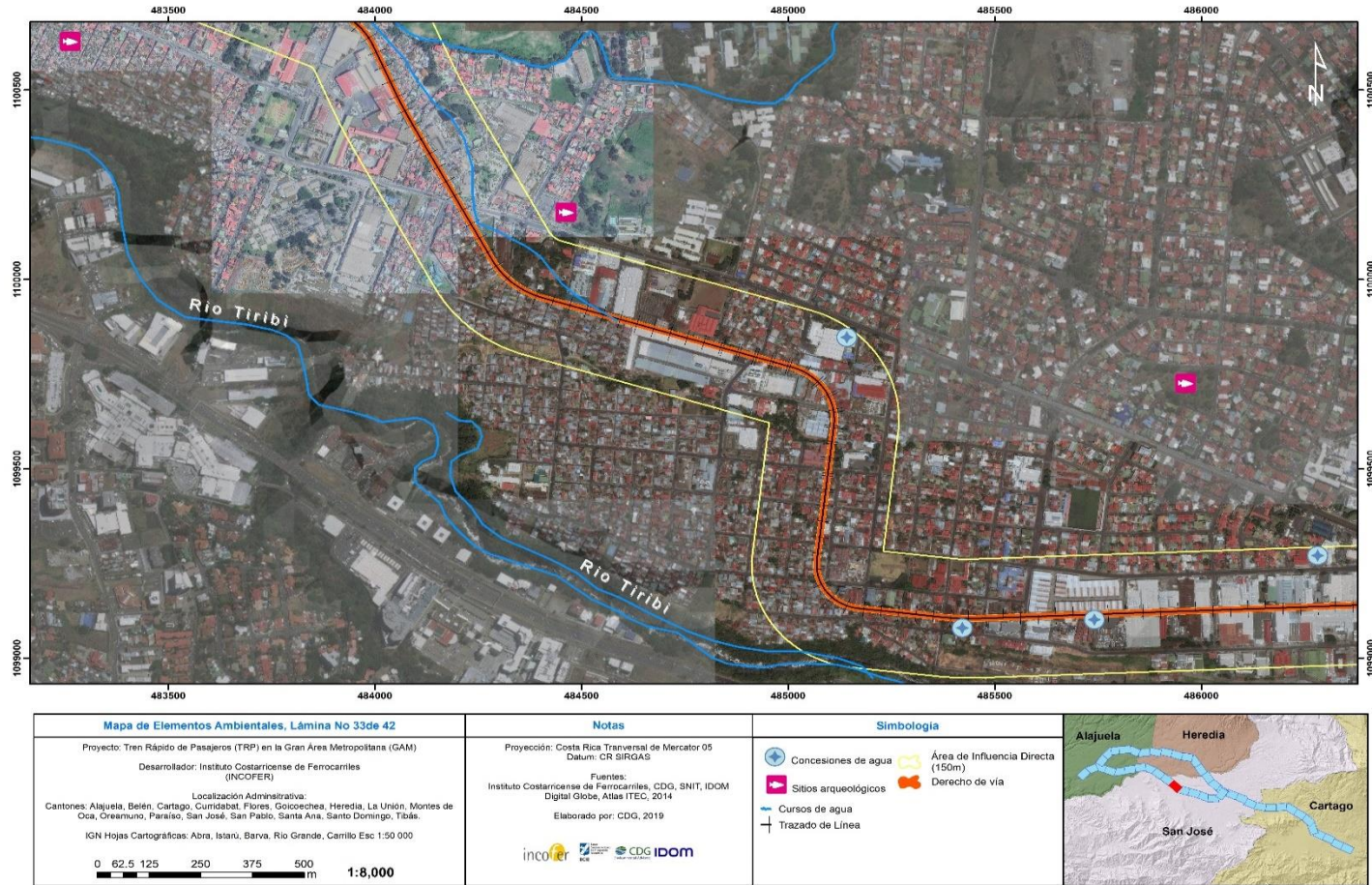
MA Lámina 30



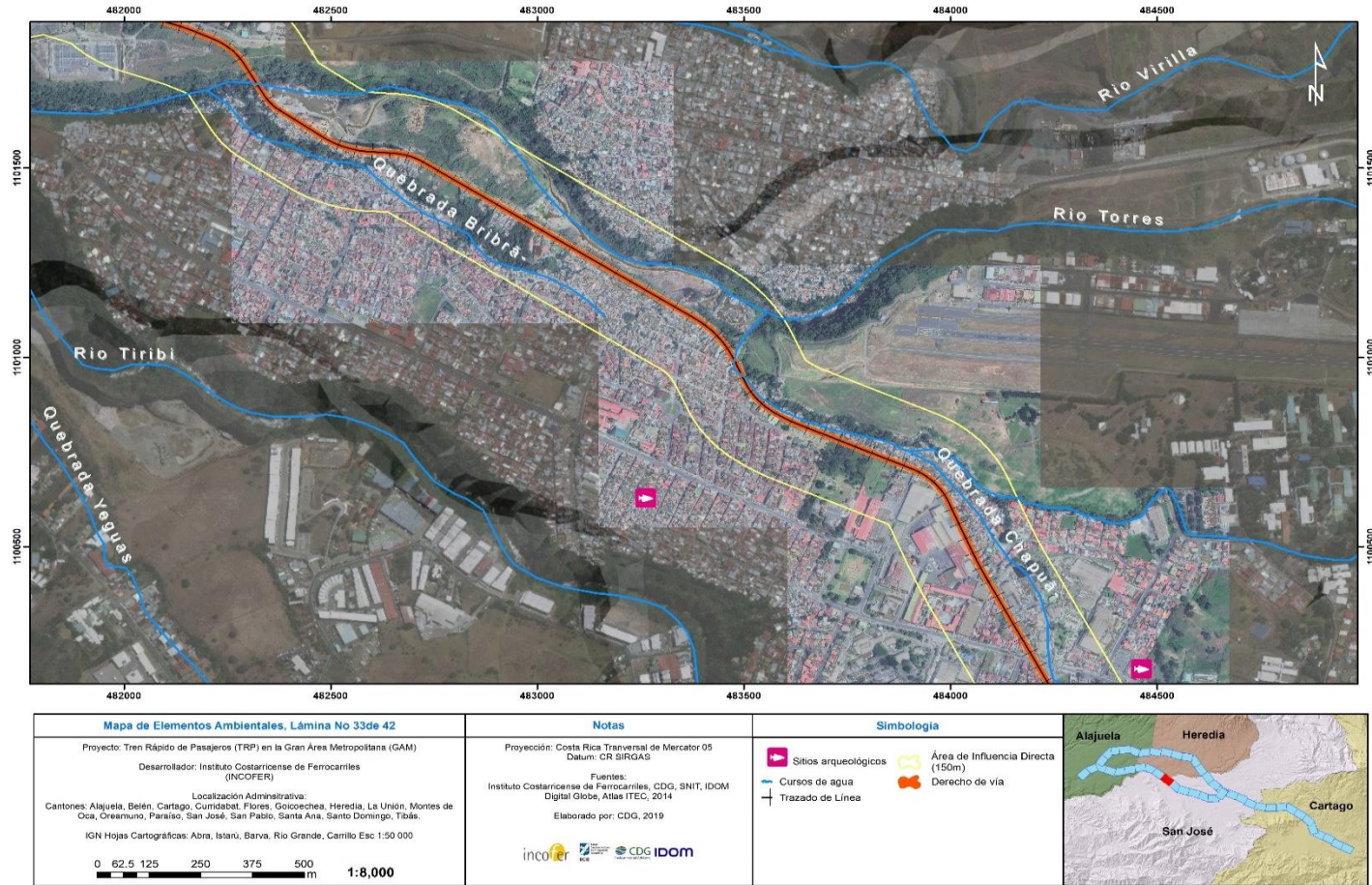
MA Lámina 31



MA Lámina 32



MA Lámina 33



MA Lámina 34



MA Lámina 35



MA Lámina 36



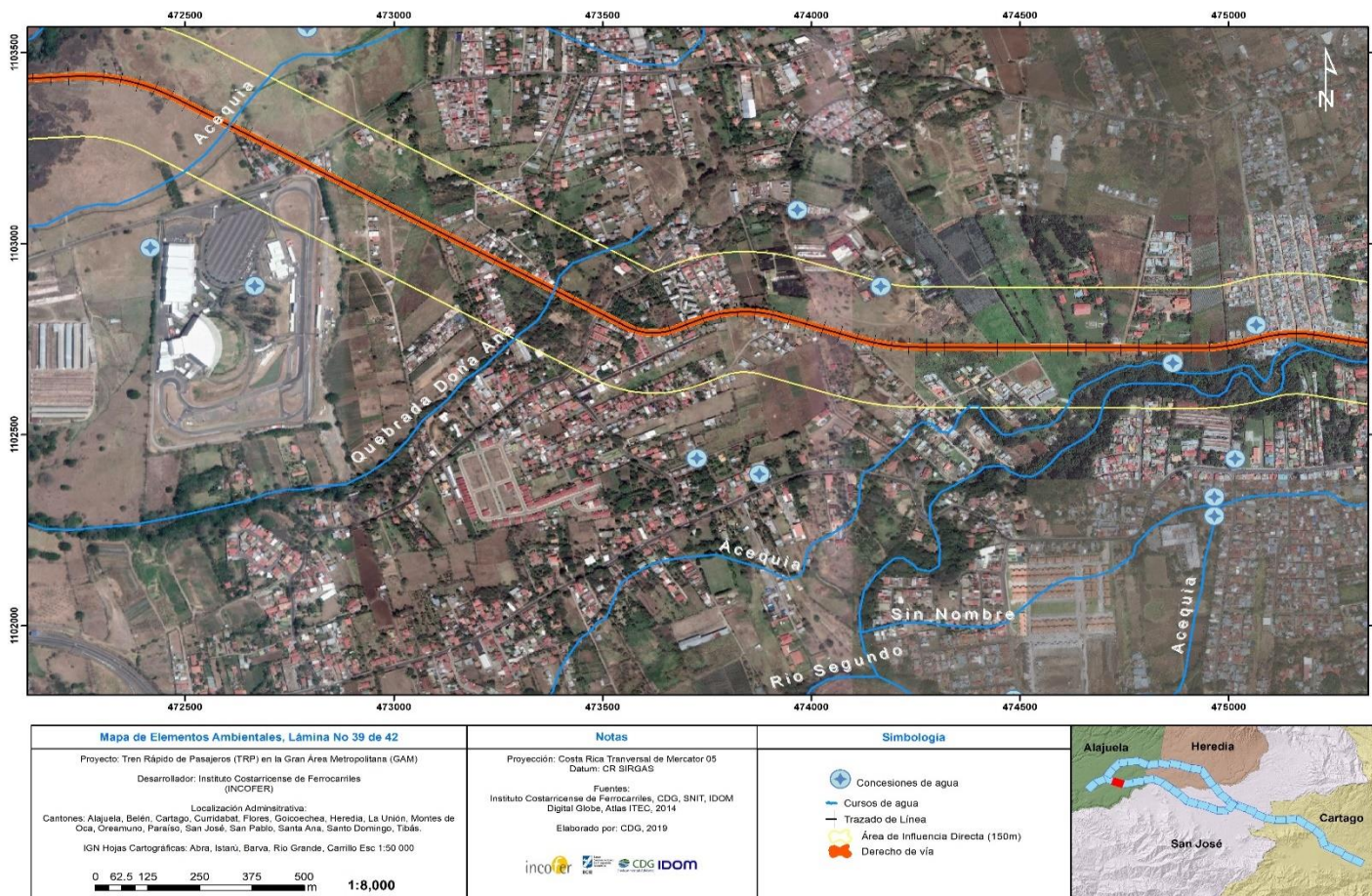
MA Lámina 37



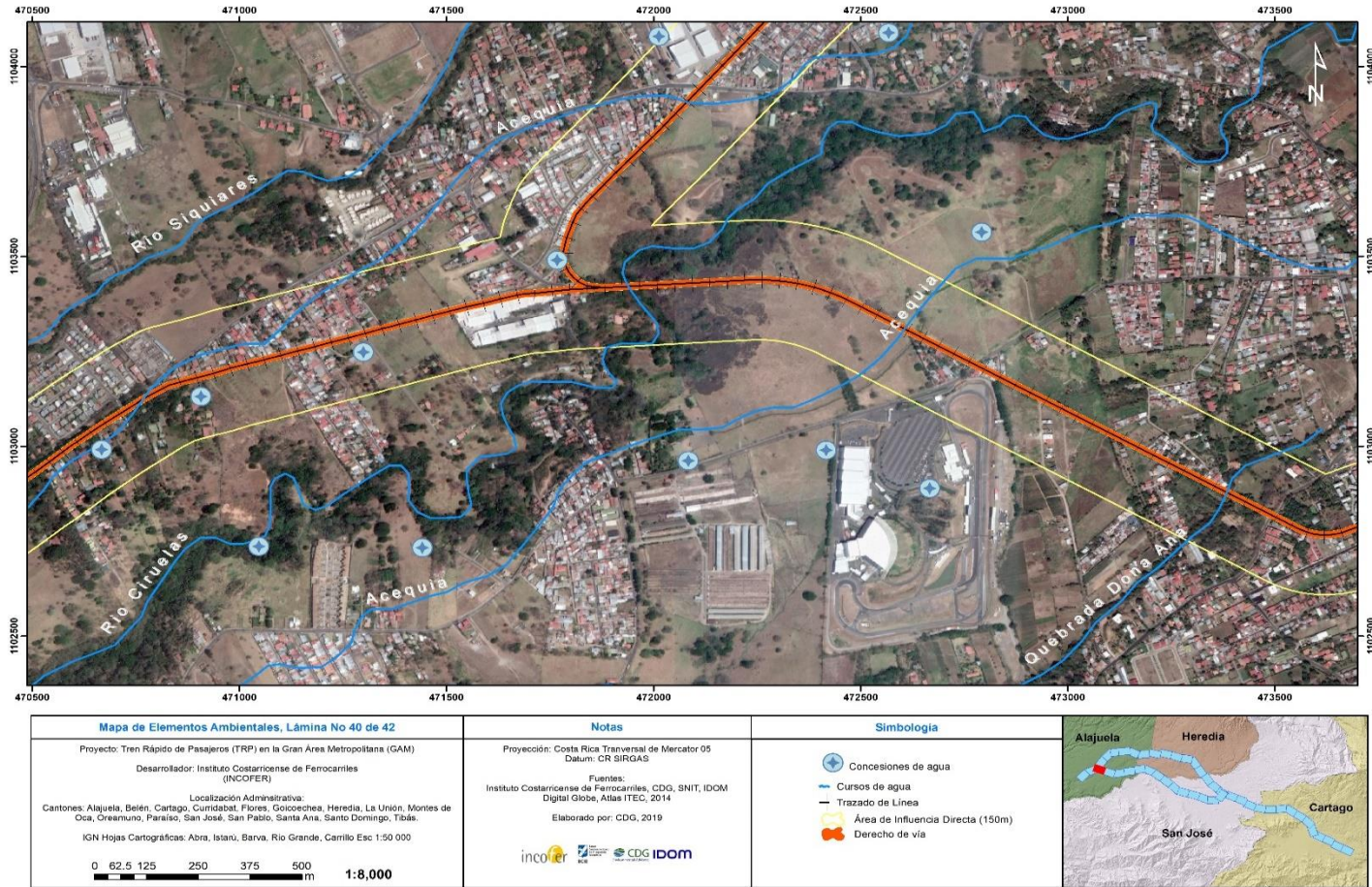
MA Lámina 38



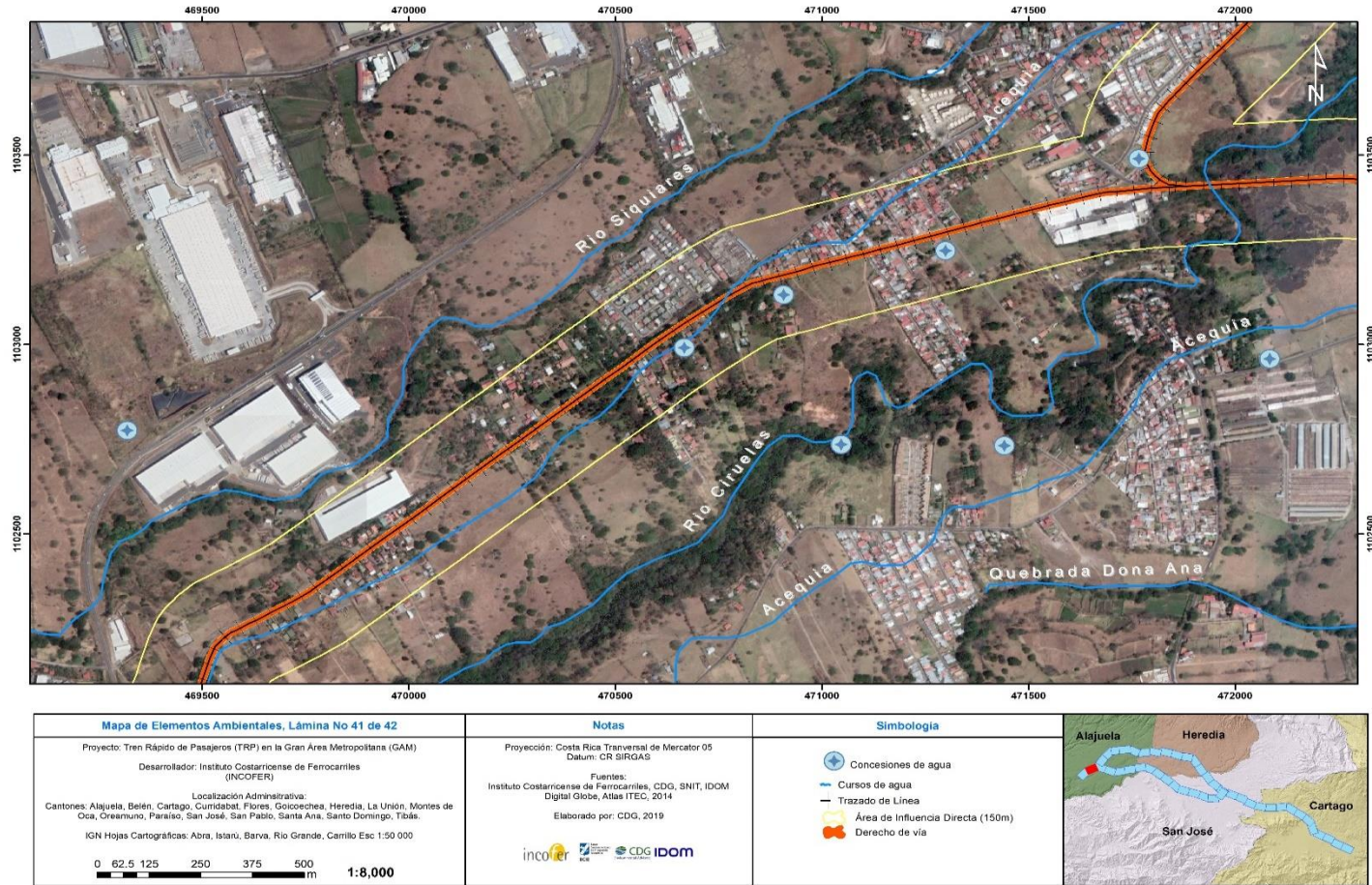
MA Lámina 39



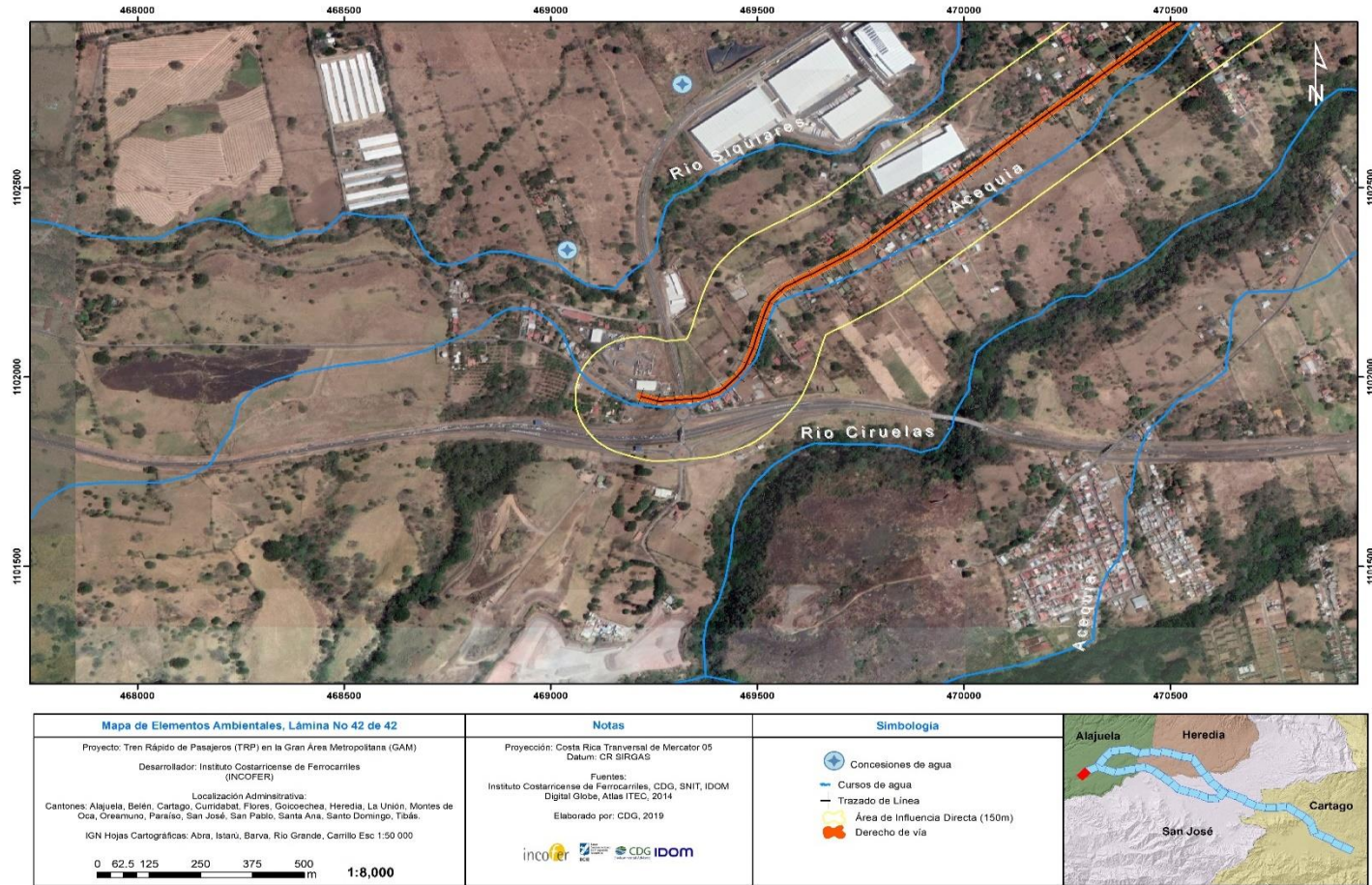
MA Lámina 40



MA Lámina 41



MA Lámina 42



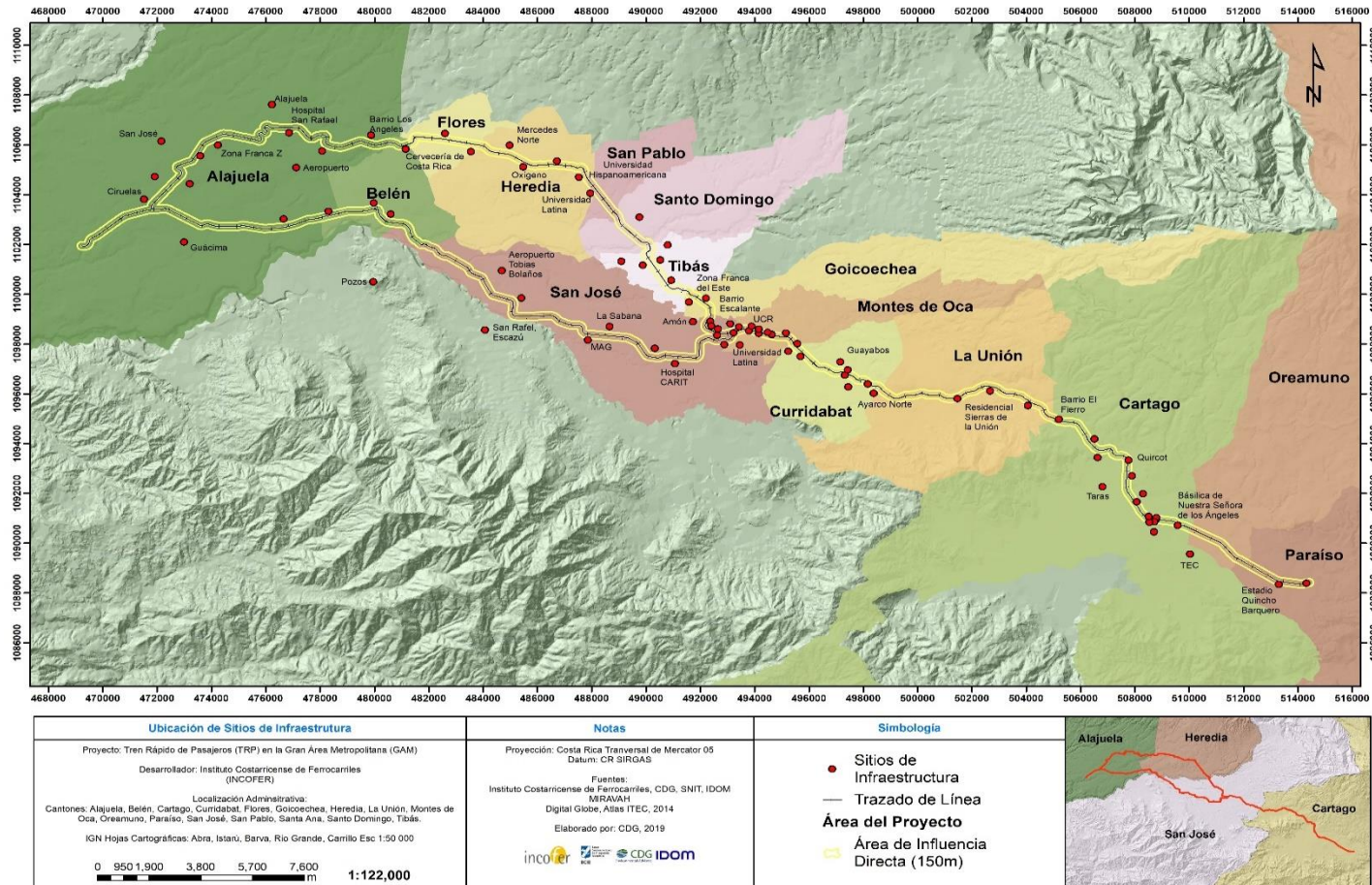




Anexo 6. Atlas de mapas sociales



MS Infraestructura social







Anexo 7. Zonificación del IFA para la GAM

Limitantes ambientales y recomendaciones de uso sostenible del suelo por zona (cf. Astorga et al., 2008).



Zona	IFA Geoaptitud	IFA Edafoaptitud	IFA Antropoaptitud	IFA Bioaptitud	Recomendaciones de uso del suelo
I-A	<p>Terrenos conformados por diferentes unidades geológicas:</p> <p>Formaciones con una estabilidad considerablemente reducida comprenden casi todas las formaciones volcánicas de la Cordillera Central (sobre todo la Formación Reventado Superior, Formación Sapper, Formación Birís, Formación Barva, así como cenizas y lahares (sub)recientes.</p> <p>Además las siguientes formaciones Terciarias de rocas sedimentarias muestran características geotécnicas muy débiles: Formación Coris, Formación Peña Negra y Formación San Miguel (en el caso de la última por razón del fenómeno de Karst).</p> <p>En el caso de la Formación Grupo de Aguacate (rocas volcánicas del Terciario) las características geotécnicas muestran una estabilidad muy variable desde muy duro y estable hasta profundamente meteorizado. Aparte de la litología primaria (vulcanitas macizas => estable, cenizas/lahares => muy</p>	<p>Presencia de suelos residuales de poca profundidad, con vulnerabilidad alta a los procesos de erosión.</p> <p>(Capacidad de Uso: VI a VIII).</p> <p>Por lo general corresponde con terrenos que tiene una aptitud forestal.</p>	<p>En la mayoría de los casos, los terrenos de esta categoría son usados para la ganadería (pastos, pastos con árboles dispersos y pastos mezclados con árboles); aparte de eso existen zonas con plantaciones anuales así como permanentes y en algunos casos zonas urbanizadas de baja a moderada densidad.</p> <p>Dado el alto peligro por la generación de deslizamientos, en muchos casos, estos tipos de uso humano se considera cuestionable, dado que no se adapta de forma eficiente a las limitantes técnicas que tiene el terreno.</p> <p>A pesar de esto, dadas su condiciones de altura, potencial paisajístico y de vistas, así como por sus condiciones climáticas, estos terrenos, en los últimos años son considerados como de potencial inmobiliario, turístico y ecoturístico.</p>	<p>Dentro de áreas con un creciente desarrollo urbano, como en el caso de la GAM, áreas de uso agropecuario muestran valor considerable como ecosistemas: se trata de unos de los últimos refugios para la vida silvestre.</p> <p>Algunos de esos sectores podrían jugar un papel importante como pequeños corredores biológicos entre áreas protegidas. En este aspecto son particularmente importantes, las áreas de protección de los cauces de agua.</p>	<p>Debido a la predominancia de relieves altos a muy pronunciados y la estabilidad de ladera sumamente reducida, terrenos de esta categoría se califican como zonas con altas limitaciones para la ocupación humana permanente. En la gran mayoría del espacio geográfico de esta categoría de IFA el uso más recomendado es el desarrollo de cobertura boscosa que retenga y proteja al suelo de los procesos erosivos.</p> <p>Al mismo tiempo, de esta forma se puede mejorar la capacidad de recarga acuífera. La cobertura boscosa aumenta el potencial de infiltración al subsuelo debido a la permeabilidad aumentada provocada por la red bien desarrollada de raíces; por otro lado las copas de los árboles actúan como esponjas con el potencial de retener una gran parte de las aguas pluviales que de lo contrario llegarían de forma directa a los cauces fluviales.</p> <p>Por la misma razón, es altamente recomendable el establecimiento de proyectos de reforestación con especies nativas y pioneras. Obviamente estos proyectos deben que ser realizados en común acuerdo con los propietarios privados de la zona en cuestión. En este contexto, el pago de servicios ambientales puede ser utilizado como una herramienta muy útil para promover este cambio de uso de suelo.</p> <p>Con el fin de usar los recursos naturales disponibles con más eficiencia se recomienda efectuar estudios geomorfológicos-geológicos más detallados (escala 1:5.000 o menos) para definir las zonas con mayor fragilidad ambiental, en las que un cambio de uso es más urgente. En su defecto, como alternativa a este elemento pueden seleccionarse para tal fin, los sectores dentro de esta zona que califiquen en condición de sobreuso crítico. De igual manera, se pueden establecer áreas para el desarrollo de obras de construcción, que presenten menos limitantes técnicas, de manera que sus diseños se adapten a las condiciones del terreno.</p> <p>Pese a que esta zona presenta importantes limitaciones para el desarrollo obras de ocupación humana</p>

	<p>inestable) sus características están controladas fuertemente por el grado muy variable de alteración hidrotermal (la estabilidad crece en función de una disminución del grado de alteración).</p> <p>Predominancia de relieve alto a muy pronunciado, que implica una alta importancia de procesos de erosión y denudación, estabilidad de taludes muy reducida, alto riesgo para la generación de deslizamientos y otros tipos de flujos de gravedad, especialmente en el caso del talud volcánico de la Cordillera Central así como zonas montañosas formadas por las Formaciones Peña Negra, Coris San Miguel y Grupo Aguacate, debido a su estabilidad geotécnica muy reducida.</p> <p>La mayoría de los terrenos de esta categoría actúan como zonas importantes de recarga acuífera, especialmente en el caso del talud volcánico de la Cordillera Central, casi todos los acuíferos importantes de la GAM se recargan predominantemente por medio de la infiltración de aguas dentro de este talud volcánico. Por la misma razón el peligro por la</p>				<p>permanente (residencial, ecoturístico, turístico, principalmente), cierto grado de ocupación de muy baja densidad (no mayor del 10 %) podría darse para ciertos sectores en los que estudios técnicos ambientales (geotecnia, geología, geomorfología, entre otros) definan con mayor precisión (escalas 1:5.000 o menos) las limitantes técnicas del terreno y permitan generar diseños que las superen. Debido a las condiciones ambientales señaladas las edificaciones de altura (más de 2 pisos) no se recomiendan. El desarrollo de edificaciones no deberá contemplar la tala de árboles, por el contrario, de forma paralela al desarrollo de baja densidad de infraestructura deberán ejecutarse intensos programas de reforestación y mejoramiento ambiental y paisajístico de esta zona. Otras obras humanas vinculadas a este tipo de desarrollo deberán adaptarse a esta condición ambiental.</p> <p>Debido a su alta importancia como zona de recarga acuífera, la aplicación de plaguicidas debe que ser realizado de forma controlada y restringida. Se recomienda el desarrollo de actividades agrícolas de tipo agricultura orgánica, así como la aplicación intensiva de buenas prácticas de uso, manejo y conservación del suelo.</p> <p>El uso de tanques sépticos convencionales para el tratamiento de aguas negras no es una solución recomendable. Deben utilizarse sistemas de tratamiento individuales o colectivos (en el caso de zonas ya urbanizadas) que prevengan la contaminación del suelo y de las aguas subterráneas.</p> <p>En las áreas de cambios topográficos pronunciados dentro de esta zona es posible que se presenten manantiales de diversos tipos y categorías. En consideración de ello, todo tipo de desarrollo que se plantee debe considerar, como parte de su evaluación ambiental, el análisis, tanto en su área del proyecto, como de su área de influencia (hasta 500 metros) la existencia de manantiales y sus áreas de protección, en particular los tubos de flujo, a fin de ajustar el uso del suelo a esas limitantes técnicas hidrogeológicas.</p>
--	---	--	--	--	---

	<p>contaminación de aguas subterráneas se evalúa como alto a muy alto.</p> <p>Localmente presencia de fallas regionales/ locales activas/potencialmente activas.</p>				<p>Dadas las condiciones de relieve que presenta esta zona, el desarrollo de actuaciones (construcciones humanas) de cualquier tipo, debe considerar siempre una adecuada inserción paisajística a fin de evitar deterioro del paisaje y contaminación visual.</p>
I-B	<p>Formaciones superficiales directamente relacionadas con los cauces de los ríos principales. Estabilidad geotécnica intermedia para el soporte de edificaciones.</p> <p>Moderada a alta actividad de erosión y sedimentación fluvial. Riesgo moderado a alto de inundaciones asociadas a los cauces fluviales. Agravamiento de la amenaza en el caso de presencia de residuos sólidos en los cauces.</p> <p>Presencia de acuíferos aluviales, moderada a alta vulnerabilidad a la contaminación de aguas subterráneas.</p> <p>En el caso de cauces del talud volcánico de la Cordillera Central está presente un peligro alto a muy grave al respecto de la amenaza por lahares y avalanchas, (especialmente en el caso del Río Reventado).</p> <p>Localmente, presencia de fallas locales</p>	<p>Suelos de fertilidad moderada a alta, dependiendo de su composición granulométrica entre gravas, arenas, lodos y arcillas.</p> <p>Los limitantes técnicos para la producción agronómica incluyen principalmente (1) un mayor grado de peligro por inundaciones y sedimentación/ erosión fluvial y (2) un grado aumentado de pedregosidad en el caso de una gruesa composición granulométrica.</p>	<p>Terrenos con predominancia de diferentes tipos de uso agropecuario, con menos frecuencia se encuentran áreas de cobertura boscosa así como zonas urbanizadas.</p>	<p>Dentro de áreas con un creciente desarrollo urbano, como en el caso de la GAM, áreas de uso agropecuario muestran valor considerable como ecosistemas: se trata de unos de los últimos refugios para la vida silvestre.</p>	<p>Debido a la condición de moderada a alta vulnerabilidad a los procesos de erosión y sedimentación y a las amenazas naturales (sobre todo inundaciones fluviales y en varios casos también lahares/avalanchas), se califican como terrenos con limitaciones altas para la ocupación humana.</p> <p>Tienen potencial de uso para fines agropecuarios siempre y cuando se tome en cuenta el peligro posible de una pérdida de esos recursos si acontecieran eventos vinculados a las amenazas naturales descritas.</p> <p>En razón de la moderada a alta vulnerabilidad para la contaminación de aguas subterráneas así como superficiales, la aplicación de plaguicidas debe que ser realizado de forma controlada y restringida. Lo más recomendable es el uso de prácticas de agricultura orgánica.</p> <p>Dentro o en las cercanías de las zonas urbanizadas, es recomendable el establecimiento de corredores de zonas verdes a ambos lados del cauce, que evitará pérdidas económicas así como de vidas humanas y al mismo tiempo aumentará la calidad de vida para los ciudadanos y de su entorno ambiental.</p> <p>En algunos casos, sería necesario el desarrollo de obras de contención y protección, a fin de disminuir las condiciones de vulnerabilidad, para lo cual se requerirá el desarrollo de estudios técnicos específicos que determinen su conveniencia y diseño.</p> <p>En el caso de cauces del talud volcánico de la Cordillera Central es muy importante considerar el peligro alto a muy grave al respecto de la amenaza por lahares y avalanchas, especialmente durante épocas con lluvias</p>

	activas/potencialmente activas.				<p>fuertes y/o aumentada actividad volcánica. El caso más grave se refiere al Río Reventado.</p> <p>La extracción de materiales geológicos en los cauces de los ríos y en las márgenes de éstos, deberá ser regulado y evaluado con mucho cuidado, dado que existe la posibilidad de que se encuentren zonas de manantiales y que, además, la actividad minera pueda provocar problemas de estabilidad de ladera. A pesar de esto, proyectos mineros bien planificados y ejecutados, podrían producir espacio para la movilización de las corrientes de agua, y evitar la carga del cauce, disminuyendo su potencial de desbordamiento y desarrollo de procesos erosivos.</p> <p>En todos los casos, la zona de protección de cauces, establecida por medio de la ley forestal debe que ser respetada de forma estricta.</p> <p>El principal uso de estas zonas debería ser el de corredores biológicos o zonas verdes.</p>
I-C	<p>Terrenos formados por diferentes unidades geológicas, cuyo comportamiento geotécnico varía en función de las características litológicas de la formación geológica correspondiente.</p> <p>En su gran mayoría se trata de terrenos con pendientes altas a pronunciadas, caracterizados por una alta importancia de los procesos de erosión y sedimentación así como una condición de alta vulnerabilidad a los deslizamientos y avalanchas.</p> <p>Áreas de cobertura boscosa dentro de zonas montañosas representan zonas claves para la</p>	<p>Predominancia de suelos residuales de poca profundidad, muy vulnerables a los procesos de erosión.</p> <p>(Capacidad de Uso: VII a VIII).</p> <p>Por lo general corresponde con terrenos que tiene una aptitud forestal.</p>	<p>La ocupación humana dentro de terrenos de esta categoría hasta la actualidad se presenta como muy reducido.</p> <p>A pesar de esto, dadas su condiciones de altura, potencial paisajístico y de vistas, así como por sus condiciones climáticas, estos terrenos, en los últimos años son considerados como de potencial inmobiliario, turístico y ecoturístico.</p>	<p>Esta categoría de IFA está definida principalmente por la presencia una cobertura de bosque primario.</p> <p>Las áreas en cuestión representan un valor extraordinario como ecosistema, especialmente por razón de la alta cuota de deforestación dentro del todo el área del GAM. Por lo mismo es una de las medidas claves de establecer un régimen de protección para los terrenos de esta categoría.</p>	<p>Dada la alta importancia de los terrenos de esta categoría como los últimos refugios verdaderos para la flora y fauna silvestre dentro del GAM, es de importancia extraordinaria conservar su cobertura boscosa, dentro de un régimen de protección, como por ejemplo el de Refugio de Vida Silvestre.</p> <p>En gran parte, se trata de zonas de recarga acuífera de valor estratégico, razón por lo cual los planes de manejo forestal y la explotación del bosque no debería ser realizado.</p> <p>Además, es muy recomendable intentar de extender las áreas de bosque por medio de proyectos de reforestación.</p> <p>Las actividades humanas que se desarrollen dentro de esta zona deberán ser muy restringidas y se deben concentrar más bien en un uso de investigación, educación y ecoturístico.</p> <p>Pese a que esta zona presenta importantes limitaciones para el desarrollo obras de ocupación humana permanente (residencial, ecoturístico, turístico,</p>

	<p>recarga acuífera: por un lado aumentan el potencial de infiltración al subsuelo debido a la permeabilidad aumentada provocada por la red bien desarrollada de raíces, por otro lado las copas de los árboles actúan como esponjas con el potencial de retener una gran parte de las aguas pluviales para llegar directamente a los cauces fluviales.</p> <p>Localmente, pueden presentarse fallas regionales/ locales activas/potencialmente activas.</p>				<p>principalmente), cierto grado de ocupación de muy baja densidad (no mayor del 10 %) podría darse para ciertos sectores en los que el régimen jurídico de uso del suelo así lo permita y además los estudios técnicos ambientales (geotecnia, geología, geomorfología, entre otros) definan con mayor precisión (escalas 1:5.000 o menos) las limitantes técnicas del terreno y permitan generar diseños que las superen. Debido a las condiciones ambientales señaladas las edificaciones de altura (más de 2 pisos) no se recomiendan. El desarrollo de edificaciones no deberá contemplar la tala de árboles, por el contrario, de forma paralela al desarrollo de baja densidad de infraestructura deberán ejecutarse intensos programas de reforestación y mejoramiento ambiental y paisajístico de esta zona. Otras obras humanas vinculadas a este tipo de desarrollo deberán adaptarse a esta condición ambiental. En esta misma línea, aplican las restricciones ambientales establecidas para la Zona 1 – A.</p>
I-D	<p>Terrenos formados por depósitos de abanicos activos del talud volcánico de la Cordillera Central con predominancia de depósitos de lahares/avalanchas y un contenido variable de sedimentos de origen fluvial (gravas, arenas y limos). La estabilidad y el soporte para edificios por lo general es reducida, especialmente en el caso de la presencia de lahares con un alto contenido de una matriz limo-arcillosa. Puede incluir suelos expansivos.</p> <p>Dada la estabilidad sumamente reducida del talud volcánico, especialmente en las barrancas de los cauces principales, terrenos de</p>	<p>Dada la alta actividad geodinámica dentro de los terrenos de esta categoría, dominan suelos muy jóvenes de poca profundidad. Por lo general muestran fertilidades moderadas.</p> <p>(Capacidad de Uso: III a IV)</p>	<p>Terrenos de esta categoría muestran dos tipos de uso distintos:</p> <p>(1) Dentro de una gran parte están presentes zonas urbanizadas, sobre todo la mayor parte de la ciudad de Cartago. Dado el peligro existente relacionado con la generación de flujos de gravedad, este tipo de uso representa un uso con fuertes limitaciones ambientales, particularmente cuando se asocia a un periodo de actividad del volcán Irazú.</p> <p>(2) Por otro lado, existen zonas extensas con presencia de actividades agropecuarias, una forma</p>	<p>Las zonas urbanizadas no presentan un valor de consideración en el marco de la protección de la fauna y flora silvestre.</p> <p>En cambio, áreas de uso agropecuario muestran valor considerable como ecosistemas en el caso de áreas con un creciente desarrollo urbanístico.</p>	<p>Debido a la condición de la alta actividad geodinámica, especialmente relacionado con la generación de diferentes tipos de flujos de gravedad dentro de las partes altas del talud volcánico de la Cordillera Central, se califican como terrenos con limitaciones altas para la ocupación humana.</p> <p>Tienen potencial de uso para fines agropecuarios siempre y cuando se tome en cuenta el peligro posible de una pérdida de esos recursos si acontecieran eventos vinculados a las amenazas naturales descritas.</p> <p>En consideración del hecho de que una gran parte de la ciudad de Cartago está construida dentro de terrenos de esta categoría de IFA y que, obviamente, no es viable en ninguna forma reubicar una cantidad tan grande de edificios a zonas menos vulnerables, es importante tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:</p> <p>(1) Efectuar un análisis lo más detallado posible (escala 1:5.000 o menos) sobre la geología y geomorfología de toda la cuenca del Río Reventado con el fin de cuantificar el riesgo relacionado con la generación de flujos de gravedad para las diferentes partes de la</p>

	<p>esta categoría muestran una alta actividad geodinámica. El peligro principal está relacionado con la generación de diferentes tipos de flujos de gravedad (p.e. flujos de lodo, avalanchas, derrumbes) dentro de las partes altas del talud volcánico, en especial dentro de las paredes de las barrancas. Los terrenos de los abanicos forman las zonas principales donde estos flujos depositan sus materiales, como por ejemplo en el caso de los flujos de lodo de los años 1963-65, que han afectado fuertemente el abanico del Río Reventado. Este tipo de flujos pueden moverse con altas velocidades que deja un tiempo muy reducido para salvar personas y bienes afuera de la zona afectada.</p> <p>En el caso del Volcán Casita en Nicaragua, una avalancha generada durante el huracán Mitch (1998) ha matado más que 2500 personas y ha destruido las dos ciudades "Rolando Rodríguez" y "El Porvenir".</p> <p>Presencia de acuíferos aluviales, moderada a alta vulnerabilidad a la contaminación de aguas subterráneas.</p>		<p>de uso de suelo mucho más adecuada.</p>		<p>cuidad de Cartago. Con esta base es posible tomar decisiones bien fundamentadas, referentes a cuáles áreas o sectores requerirían promover cambios de uso de suelo de tipo correctivo.</p> <p>(2) Establecer un sistema de alerta de prevención incluyendo sobre todo visitas de campo de forma periódica a las zonas más críticas, definidas en el marco del análisis geológico-geomorfológico (compare (1)). Es muy importante densificar las visitas de campo durante épocas críticas, es decir tiempos con lluvias fuertes y/o tormentas tropicales así como fases con un una actividad volcánica aumentada.</p> <p>(3) Establecer un plan de emergencia para el caso de una detección de un estado de alto peligro. En este sentido, es clave informar bien a la toda la población de Cartago que se localice dentro de áreas con mayor riesgo potencial, sobre la mejor forma de actuar en casos de emergencia.</p> <p>Por razón de la presencia de acuíferos vulnerables es de alta prioridad de establecer un sistema de tratamiento de aguas residuales bien elaborado, que incluye un sistema de alcantarillado así como plantas de tratamiento.</p> <p>En el caso de actividades agrícolas, la aplicación de plaguicidas debe que ser realizada de forma controlada y restringida. En todos los casos deberán aplicarse prácticas de uso, manejo y conservación de suelos que prevengan su degradación. Es muy recomendable el uso de agricultura orgánica.</p> <p>Las áreas todavía no urbanizadas, en donde las condiciones de los estudios geológicos – geomorfológicos y geotécnicos lo permitan, podrían ser objeto de desarrollo urbano controlado, con coberturas de hasta un 40 – 50 %, y densidades de población bajas a muy bajas.</p>
--	---	--	--	--	--

<p>I-E</p>	<p>Áreas relacionadas directamente con diferentes tipos de centros eruptivos de la Cordillera Central. Están conformados por los diferentes productos de la facies proximal de edificios volcánicos, incluyendo flujos de lava, bombas volcánicas, piroclastos y cenizas.</p> <p>Debido a su estructura caracterizada por un conjunto de capas muy irregulares de materiales con una dureza muy variable (p.e. piroclastos y cenizas con lava muy dura) se trata de estructuras muy débiles con alta importancia de procesos de erosión así como un peligro serio para la generación de diferentes tipos de flujos de gravedad. Predominancia de pendientes altas a pronunciadas.</p> <p>A parte de eso, obviamente está presente un peligro muy alto en el caso de erupciones volcánicas.</p> <p>Áreas de esta categoría de IFA representan áreas de recarga acuífera de muy alta importancia.</p>	<p>Dada la influencia directa de erupciones volcánicas así como la predominancia de pendientes alta resultando en una vulnerabilidad muy fuerte a los procesos de erosión, dominan suelos residuales con una profundidad muy reducida a casi nula.</p> <p>(Capacidad de Uso: VII a VIII).</p> <p>Por lo general corresponde con terrenos que tiene una aptitud forestal.</p>	<p>La ocupación humana dentro de terrenos de esta categoría hasta la actualidad se presenta como muy reducida.</p> <p>Dominan áreas de bosques naturales primarios a secundarios.</p>	<p>Áreas con cobertura de bosque representan un alto valor como ecosistema, especialmente en razón de la alta cuota de deforestación que ha ocurrido, históricamente, dentro del todo el área de GAM. Por esta razón, una de las medidas ambientales claves, es el establecer un régimen de protección para los terrenos de esta categoría.</p>	<p>Terrenos con limitantes técnicas muy significativas para el desarrollo de obras de ocupación humana, incluyendo sobre todo el peligro muy alto en el caso de erupciones volcánicas así como el alto riesgo por la generación de diferentes tipos de flujos de gravedad.</p> <p>Debido a las condiciones de geoaptitud de las rocas que conforman esta unidad, particularmente debido a la presencia de porosidad y permeabilidad, aunado a las condiciones de climáticas imperantes, en especial de precipitaciones altas, los terrenos de esta zona se califican como áreas de recarga acuífera de valor estratégico, razón por la cual, el uso del suelo debe estar restringido a esta condición.</p> <p>La cobertura boscosa existente debe ser protegida y salvaguarda al máximo. No se deben promover planes de manejo forestal que provoquen eliminación de árboles. Lo más recomendable es que los terrenos de esta zona se incluyan como parte de un régimen de protección.</p> <p>La ocupación humana en estas zonas debe estar restringida principalmente a fines de educación, investigación y ecoturismo.</p> <p>En el caso de que, por motivos de estas actividades fuese necesario desarrollar obras de infraestructura, las mismas deberán cumplir de forma estricta el desarrollo de medidas ambientales que les permitan desarrollarse provocando el mínimo impacto ambiental.</p> <p>En el caso de las áreas no cubiertas por bosques que se dediquen a la agricultura, la misma debe contemplar el hecho de que se trata de áreas de recarga acuífera de tipo estratégico, razón por lo cual el uso de plaguicidas no debe darse. Debe promoverse el desarrollo de agricultura orgánica.</p>
------------	---	--	---	---	--

<p>II-A</p>	<p>Terrenos conformados por diferentes unidades geológicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Formaciones con una estabilidad considerablemente reducida comprenden casi todas las formaciones volcánicas de la Cordillera Central (sobre todo la Formación Reventado Superior, Formación Sapper, Formación Birís, Formación Barva, así como cenizas y lahares (sub)recientes. - Además, las siguientes formaciones Terciarias de rocas sedimentarias muestran características geotécnicas muy débiles: Formación Coris, Formación Peña Negra y Formación San Miguel (en el caso de la última por razón del fenómeno de Karst). <p>En el caso de la Formación Grupo de Aguacate (rocas volcánicas del Terciario) las características geotécnicas muestran una estabilidad muy variable desde muy duro y estable hasta profundamente meteorizado. Excepto la litología primaria (volcanitas macizas => estable, cenizas/lahares => muy inestable) sus características</p>	<p>Terrenos con presencia de suelos residuales de profundidad baja a moderada, caracterizados por una condición moderada de vulnerabilidad a los procesos de erosión.</p> <p>(Capacidad de Uso: IV a VI)</p>	<p>En la mayoría de los casos, terrenos de esta categoría son usados para la ganadería (pastos, pastos con árboles dispersos y pastos mezclados con árboles); aparte de eso existen zonas extendidas con plantaciones anuales así como permanentes y en algunos casos zonas urbanizadas de baja a moderada densidad.</p> <p>Dada la presencia de cierto peligro por la generación de deslizamientos así como una importancia intermedia de procesos de erosión, este tipo de uso representan una carga ambiental considerable, especialmente en el caso de plantaciones anuales y zonas urbanizadas.</p>	<p>Dentro de áreas con un creciente desarrollo urbano, como en el caso de la GAM, áreas de uso agropecuario muestran valor considerable como ecosistemas: se trata de unos de los últimos refugios para la vida silvestre.</p>	<p>Terrenos con relieve moderado e importancia considerable de procesos de erosión y denudación no muestran condiciones muy favorables para la ocupación humana permanente.</p> <p>En el caso de zonas rurales, especialmente los terrenos con plantaciones anuales representan un tipo de uso bastante cuestionable. En la mayoría de los casos existe un alto peligro al respecto de la pérdida de la capa de suelo debido a la vulnerabilidad a los procesos de erosión. En estos casos, la medida mínima a aplicar, se trata del establecimiento de un conjunto de prácticas de conservación de suelos, siendo una de las más importantes, la de orientar el arado del suelo de forma paralela al contorno del terreno (es decir a las curvas de nivel) para evitar que los surcos de las tierras en trabajo actúan como pasos preferibles para las corrientes de agua que producen la erosión de suelos.</p> <p>En los casos donde la erosión ya está afectando fuertemente la capa de suelo, es necesario cambiar el tipo de uso de suelo a formas menos impactantes. Las mismas recomendaciones cuentan en el caso de plantaciones permanentes, aunque en este caso el peligro por la erosión de suelo es de menor gravedad.</p> <p>Pastos con una densidad variable de árboles significan un peligro reducido al respecto de la erosión de suelos y en su mayoría representan un tipo de uso aceptable para terrenos de esta categoría de IFA.</p> <p>El desarrollo de infraestructura de ocupación humana podría ser permitido, bajo la condición de que se trate de una cobertura baja (no mayor del 20 %) y que la planificación y localización responda al desarrollo de un estudio geológico - geotécnico local de estabilidad de taludes y que en el diseño y construcción de la obra se tomen en cuenta, tanto las recomendaciones técnicas emanadas de esos estudios como las limitantes técnicas definidas en el presente documento.</p> <p>La edificación vertical, debida a las condiciones de topografía y condiciones de geopotitud de las formaciones, debe ser restringida, y cualquier caso no debería superar los 4 pisos.</p>
-------------	---	--	--	--	---

	<p>litopetrofísicas están controladas fuertemente por el grado muy variable de alteración hidrotermal (la estabilidad crece en función de una disminución del grado de alteración).</p> <p>Predominancia de relieve moderado y condición de vulnerabilidad moderada a los procesos de erosión y denudación. Bajo a moderado peligro por deslizamientos.</p> <p>Potencial moderado a alto para la contaminación de aguas subterráneas, sobre todo en el caso del talud volcánico de la Cordillera Central debido a la presencia de coladas de lava en el subsuelo más profundo con un alto potencial acuífero. Muchas zonas de esta categoría de IFA representan un alto valor como zonas de recarga.</p> <p>En el caso del talud volcánico de la Cordillera Central está presente un peligro considerable por la amenaza de erupciones volcánicas, sobre todo relacionado a la caída de cenizas.</p> <p>Localmente presencia de fallas locales activas o potencialmente activas.</p>				<p>Como sistemas de tratamiento de aguas negras se sugiere el desarrollo de plantas de tratamiento, no obstante, el tratamiento mediante tanques sépticos podría ser viable siempre y cuando se realicen los estudios técnicos de hidrogeología ambiental local que determinen la viabilidad técnica de la solución propuesta. En todo caso, lo más recomendable, en el caso de que no sea posible la instalación de plantas de tratamiento de aguas residuales, instalar sistemas de tanques sépticos modificados, a partir de los cuales no se de contaminación al suelo y las aguas subterráneas.</p> <p>Los terrenos de estas zonas son áreas de recarga acuífera de valor intermedio, lo cual requiere ser considerado en el uso del suelo que se planifique, en particular en lo referente a usos humanos que impliquen actividades del moderado alto y alto riesgo ambiental.</p>
--	--	--	--	--	--

<p>II-B</p>	<p>Terrenos conformados por diferentes tipos de depósitos no litificados del Cuaternario, incluyendo depósitos de abanicos aluviales, depósitos de valles intramontañosos así como diferentes tipos de cuerpos recientes a subrecientes de flujos de gravedad como lahares o deslizamientos. La gran mayoría de estos depósitos muestran una estabilidad geotécnica moderada a baja. Puede incluir suelos expansivos.</p> <p>Terrenos de esta categoría de IFA principalmente están definidos por la presencia de una significativa actividad geodinámica externa, incluyendo sobre todo diferentes tipos de procesos de erosión y sedimentación como por ejemplo en el caso de abanicos aluviales, valles intramontañosos o los diferentes tipos de cuerpos recientes a subrecientes de flujos de gravedad.</p> <p>Presencia de acuíferos aluviales abiertos con una vulnerabilidad a la contaminación moderada a alta.</p> <p>Localmente presencia de fallas locales activas o potencialmente activas.</p>	<p>Terrenos con presencia de suelos fertilidad moderada.</p> <p>En el caso de abanicos aluviales y valles intramontañosos las principales limitantes incluyen la pedregosidad y una profundidad reducida de la capa del suelo.</p> <p>(Capacidad de Uso: III a IV)</p>	<p>Terrenos con predominancia de diferentes tipos de uso agropecuario, con menos frecuencia se encuentra zonas urbanizadas de densidad moderada a baja.</p>	<p>Dentro de áreas con creciente desarrollo urbano, como en el caso de la GAM, áreas de uso agropecuario muestran valor considerable como ecosistemas: se trata de unos de los últimos refugios para la vida silvestre.</p>	<p>Debido a la condición de moderada a alta vulnerabilidad a los procesos de erosión y sedimentación y a las amenazas naturales, se califican como terrenos con ciertas limitaciones significativas para la ocupación humana permanente.</p> <p>Tienen potencial de uso para fines agropecuarios siempre cuando se tome en cuenta el peligro posible de una pérdida de esos recursos si acontecieran eventos vinculados a las amenazas naturales descritas.</p> <p>Dentro o en las cercanías de las zonas urbanizadas, es recomendable el establecimiento de corredores de zonas verdes a ambos lados de los cauces de agua permanentes a fin de evitar o reducir las pérdidas económicas, así como de vidas humanas y al mismo tiempo aumentar la calidad de vida para los ciudadanos y de su entorno ambiental.</p> <p>En algunos casos, sería necesario el desarrollo de obras de contención y protección, a fin de disminuir las condiciones de vulnerabilidad, para lo cual se requerirá el desarrollo de estudios técnicos específicos que determinen su conveniencia y diseño.</p> <p>El desarrollo de infraestructura de ocupación humana podría ser permitido, bajo la condición de que se trate de una cobertura baja a moderada (no mayor del 40 %) y que la planificación y localización responda al desarrollo de un estudio geológico –geomorfológico-geotécnico local de estabilidad de taludes y que en el diseño y construcción de la obra se tomen en cuenta, tanto las recomendaciones técnicas emanadas de esos estudios como las limitantes técnicas definidas en el presente documento.</p> <p>La edificación vertical, condicionada por la topografía y geoaptitud de las formaciones, puede ser posible, siempre y cuando se ajuste a condiciones de impacto paisajístico. De 6 a 8 pisos es posible.</p> <p>Como sistemas de tratamiento de aguas negras se sugiere el desarrollo de plantas de tratamiento. En todo caso, lo más recomendable, en el caso de que no sea posible la instalación de plantas de tratamiento de</p>
-------------	--	--	---	---	---

					<p>aguas residuales, instalar sistemas de tanques sépticos modificados, a partir de los cuales no se de contaminación al suelo y las aguas subterráneas.</p> <p>Los terrenos de estas zonas son áreas de recarga acuífera de valor intermedio, lo cual requiere ser considerado en el uso del suelo que se planifique, en particular en lo referente a usos humanos que impliquen actividades del moderado alto y alto riesgo ambiental.</p> <p>En áreas de fuerte desarrollo urbano, la cobertura podría ser incrementada hasta un 60 % en caso de que se consideren medidas efectivas para que las aguas de pluviales (no contaminadas) recarguen el acuífero y no sobrecarguen el sistema de drenaje hídrico superficial.</p> <p>En todos los casos, la zona de protección de cauces, establecido por medio de la ley forestal debe ser respetado de forma estricta.</p>
II-C	<p>Terrenos formados por diferentes unidades geológicas, el comportamiento geotécnico varía en función de las características litológicas de la formación geológica correspondiente.</p> <p>En su gran mayoría se trata de terrenos con pendientes altas a pronunciadas, caracterizados por una alta importancia de los procesos de erosión y sedimentación así como una condición de alta vulnerabilidad a los deslizamientos y avalanchas.</p> <p>Áreas de cobertura boscosa dentro de zonas montañosas representan zonas claves para la recarga acuífera: por un lado aumentan el potencial</p>	<p>Predominancia de suelos residuales de poca profundidad, muy vulnerables a los procesos de erosión.</p> <p>(Capacidad de Uso: VII a VIII).</p> <p>Por lo general corresponde con terrenos que tiene una aptitud forestal.</p>	<p>La ocupación humana dentro de terrenos de esta categoría hasta la actualidad se presenta como reducida.</p> <p>A pesar de esto, dadas sus condiciones de altura, potencial paisajístico y de vistas, así como por sus condiciones climáticas, estos terrenos, en los últimos años son considerados como de potencial inmobiliario, turístico y ecoturístico.</p>	<p>Áreas con cobertura de bosque secundario representan un alto valor como ecosistema, especialmente en razón de la alta cuota de deforestación dentro del todo el área de GAM. Por lo mismo, es recomendable establecer un régimen de protección eficaz para los terrenos de esta categoría.</p>	<p>Dado la alta importancia de los terrenos de esta categoría como unos de los últimos refugios verdaderos para la flora y fauna silvestre dentro del GAM, es de alta importancia conservar su cobertura boscosa, bajo un régimen de protección según lo establecido en la legislación vigente.</p> <p>Además, es altamente recomendable extender las áreas de bosque por medio de proyectos de reforestación, dentro de un marco de recuperación de áreas frágiles degradadas por sobreuso.</p> <p>Los terrenos de estas zonas son áreas de recarga acuífera de valor intermedio, lo cual requiere ser considerado en el uso del suelo que se planifique.</p> <p>Pese a que esta zona presenta significativas limitaciones para el desarrollo obras de ocupación humana permanente (residencial, ecoturístico, turístico, principalmente), cierto grado de ocupación de baja cobertura (no mayor del 20 %) podría darse para ciertos sectores en los que el régimen jurídico de uso del suelo así lo permita y además los estudios técnicos ambientales (geotecnia, geología, geomorfología, entre otros) definan con mayor precisión (escalas 1:5.000 o</p>

	<p>de infiltración al subsuelo debido a la permeabilidad aumentada provocado por la red bien desarrollada de raíces, por otro lado las copas de los árboles actúan como esponjas con el potencial de retener una gran parte de las aguas pluviales de llegar directamente a los cauces fluviales.</p> <p>Localmente presencia de fallas regionales/ locales activas/potencialmente activas.</p>				<p>menos) las limitantes técnicas del terreno y permitan generar diseños que las superen.</p> <p>Debido a las condiciones ambientales señaladas las edificaciones de altura (de más de 4 pisos) no se recomiendan. El desarrollo de edificaciones no deberá contemplar la tala de árboles, por el contrario, de forma paralela al desarrollo de baja densidad de infraestructura deberán ejecutarse intensos programas de reforestación y mejoramiento ambiental y paisajístico de esta zona. Otras obras humanas vinculadas a este tipo de desarrollo deberán adaptarse a esta condición ambiental. En esta misma línea, aplican las restricciones ambientales establecidas para la Zona 1 – A.</p>
II-D	<p>Esta categoría está definida principalmente por la extensión de los flujos de lava más recientes del Volcán Irazú, los cuales están ordenados estratigráficamente en la Formación Cervantes. Se trata de flujos basalto - andesíticos con una textura escoriada a muy fracturada. Frecuentemente se ha encontrado tubos de flujo colapsados. Debido a la edad muy reciente de estos flujos, las lavas no están afectadas por la meteorización, por lo cual muestran una alta dureza de roca. La estabilidad para construcciones depende sobre todo de la textura interna de estos flujos de lava. Especialmente la presencia de cavernas subterráneas puede</p>	<p>Debido a la edad muy reciente de los flujos de lava de la Formación Cervantes, en la mayoría de los casos hasta el presente no se ha desarrollado una capa de suelo y en muchas partes el cuerpo rocoso está presente en la superficie topográfica. Solamente en el caso de depresiones internas existen zonas donde se ha desarrollado una capa de suelo que se ha formado en base de acumulaciones de cenizas recientes.</p> <p>(Capacidad de Uso: III a V)</p>	<p>Terrenos con predominancia de diferentes tipos de uso agropecuario, con menos frecuencia se encuentra zonas urbanizadas de densidad moderada a baja.</p>	<p>Dentro de áreas con un creciente desarrollo urbano, como en el caso de la GAM, áreas de uso agropecuario muestran valor considerable como ecosistemas: se trata de unos de los últimos refugios para la vida silvestre.</p>	<p>Terrenos con una variabilidad considerable al respecto de su aptitud para diferentes tipos de ocupación humana. En el caso de terrenos con relieves altos a muy escapados, el único uso apto es la cobertura boscosa. Por otro lado, depresiones internas, donde se ha desarrollado una capa de suelo en base de acumulaciones de cenizas recientes, pueden ser bastante útiles para la producción agropecuaria, debido a la alta fertilidad del suelo.</p> <p>En todos los casos, la limitante principal de los terrenos de esta categoría se refiere a la vulnerabilidad muy alta para contaminación de aguas subterráneas.</p> <p>Esta zona califica como un área de recarga acuífera de valor estratégico.</p> <p>Por esta misma razón, en el caso de actividades agrícolas y similares, la aplicación de plaguicidas debe ser realizada de forma muy controlada y muy restringida. Lo más recomendable es que se apliquen prácticas de agricultura orgánica, así como de manejo y protección de suelos.</p> <p>Dadas las limitaciones geológicas y geotécnicas que presenta esta zona, el desarrollo urbano en la misma debe ser controlado y de baja densidad. La cobertura máxima no debe superar el 20 % y la edificación vertical</p>

<p>generar graves problemas de estabilidad en el caso de edificios más pesados.</p> <p>La superficie topográfica de estos flujos de lava en la actualidad se presenta como muy irregular, incluyendo depresiones con un relieve suavizado en razón de la acumulación de cenizas recientes, pero también zonas muy escarpadas, especialmente en el caso de paredes de tubos de flujo colapsados.</p> <p>La mencionada textura escoreacea a muy fracturada genera una permeabilidad primaria muy alta, condiciones ideales para formar un acuífero de buena calidad. Además representan zonas muy importantes para la recarga acuífera, porque el cuerpo rocoso no está tapado por ninguna capa de suelo ni capa de meteorización, un factor que obstaculiza la infiltración de aguas pluviales al subsuelo. Por otro lado, el mismo hecho significa una muy alta vulnerabilidad a la contaminación de aguas subterráneas, porque no existe ninguna capa impermeable con el potencial de impedir que sustancias tóxicas lleguen rápidamente a entrar en</p>				<p>no es posible. Las áreas de urbanización deben establecerse con estudios geológicos – geotécnicos más detallados a escala 1:5.000 o menos.</p> <p>El uso de tanques sépticos no es una solución aceptable para el tratamiento de aguas residuales. Actividades de alto impacto o riesgo ambiental como plantas industriales o cultivos intensivos, como por ejemplo, invernaderos de flores y helechos, representan tipos de uso alto riesgo, que no pueden ser permitidos dentro de terrenos de esta categoría.</p>
---	--	--	--	---

	contacto con el cuerpo acuífero.				
II-E	<p>Terrenos dentro de la posible zona de influencia directa de fallas activas o potencialmente activas de escala regional, peligro de rupturas en la superficie en el caso de eventos sísmicos de alta energía.</p> <p>Estabilidad variable en función las unidades estratigráficas que lo conforman.</p> <p>La importancia de los procesos de erosión y sedimentación varía con las características específicas de la unidad geomorfológica correspondiente.</p> <p>El potencial de contaminación de acuíferos es variable.</p> <p>La condición de vulnerabilidad a los deslizamientos es variable.</p>	Las condiciones del suelo son variables, desde suelos delgados hasta suelos residuales espesos y de buena fertilidad	El grado de ocupación humana es variable desde zonas con cobertura boscosa hasta zonas urbanizadas de alta densidad.	Compare IFA Antropoaptitud	<p>Zonas con peligro de rupturas superficiales de fallas activas o potencialmente activas de escala regional, que significan un riesgo grave para cualquier tipo de construcciones. Por esta razón es muy recomendable efectuar estudios neotectónicos más detallados con el fin de tomar decisiones bien fundamentadas, referente a la necesidad de establecer zonas de seguridad donde no se puede permitir construcciones con ocupación humana permanente.</p> <p>Al respecto de la zonificación de Planes Reguladores lo más conveniente sería incluir todos los terrenos de esta categoría de IFA en una zona propia, donde cualquier tipo de proyecto de construcción debería elaborar un estudio neotectónico con el fin de analizar la amenaza por eventos sísmicos y fallamiento geológico con más detalle.</p> <p>De esta forma también es posible acumular información muy válida sobre los efectos de la actividad sísmica dentro del GAM. Lo ideal sería que toda esta información sería manejada por una sola institución, en este caso lo más conveniente sería la Comisión Nacional de Emergencias (CNE) tal y como lo establece el Decreto 32967- MINAE.</p> <p>Respecto a la infraestructura de ocupación humana que ya exista y que se localice en las cercanías o sobre el trazo de fallas geológicas activas, se recomienda el desarrollo de actividades encaminadas a revisar la estabilidad de la estructura, la identificación de puntos vulnerables o críticos, la información a los ocupantes y la elaboración de planes emergencia ante sismos, que tomen en cuenta los resultados de los análisis locales de las edificaciones.</p>
II-F	Esta categoría de IFA está definida principalmente por la presencia de diferentes tipos de ocupación humana con un alto grado de impacto ambiental.	Las condiciones de los suelo son variables.	Presencia de diferentes tipos de ocupación humana con un alto grado de impacto ambiental, incluyendo zonas de industria, tajos importantes	Terrenos de esta categoría de IFA ya perdieron su valor como ecosistema desde hace mucho tiempo.	En razón de la presencia de diferentes tipos de ocupación humana con un alto grado de impacto ambiental, lo esencial en el marco de la prevención de daños al ambiente en la cercanía directa así como en el área de influencia, es establecer una serie de reglamentos con el fin de iniciar prácticas de manejo

	<p>Las características del IFA Geopotencial varían según las unidades geológicas así como geomorfológicas presentes dentro de los terrenos en cuestión.</p>		<p>e invernaderos de flores y helechos.</p>		<p>responsable para las diferentes actividades con un alto grado de impacto o riesgo ambiental.</p> <p>En este sentido lo más importante es el control continuo del cumplimiento de los reglamentos establecidos. Aquí es fundamental, pensar primero en la forma como sería posible establecer un control eficaz y continuo antes que definir reglamentos.</p> <p>Otro aspecto importante se refiere a certificaciones ambientales, ofrecidos de parte de una variedad de organizaciones no-gubernamentales para empresas de producción industrial así como agroindustrial. En este marco hay que tomar en cuenta que existen varios casos en los cuales el cumplimiento de las normas ambientales definidas solamente está controlado por medio de visitas previamente anunciadas, un hecho que disminuye la eficacia del control de forma substancial.</p> <p>En consecuencia, resulta un elemento de gran importancia que el sistema de control y seguimiento ambiental de estas actividades de alto impacto o riesgo ambiental pueda ser fiscalizado, de manera detallada, por autoridades gubernamentales. Esta actividad de control es uno de los papeles esenciales de una buena práctica gubernamental.</p> <p>En el caso de cambios de uso del suelo para el desarrollo de nuevas actividades, las mismas requieren ser condicionadas desde el punto de vista ambiental para mejoren la situación preexistente.</p>
II-G	<p>Esta categoría de IFA está definida principalmente por la presencia de áreas verdes dentro de zonas urbanizadas.</p> <p>Las características del IFA Geopotencial varían según las unidades geológicas así como geomorfológicas presentes dentro de los terrenos en cuestión.</p>	<p>Las condiciones de los suelos son variables.</p>	<p>Áreas verdes residuales dentro de zonas urbanizadas representan un valor muy alto para los ciudadanos de zonas densamente urbanizadas, porque ofrecen unas de las pocas oportunidades fácilmente accesibles para los ciudadanos para disponer de sitios de esparcimiento o recreación,</p>	<p>Zonas Urbanizadas, desde el punto de vista de conservación de ecosistemas, no presentan mucho valor, porque la riqueza de flora y fauna silvestre ya se perdió desde hace mucho tiempo. Por la misma razón, zonas verdes residuales dentro de zonas urbanizadas representan un valor muy alto: forman islas ecológicas (biotopos</p>	<p>Terrenos de esta categoría representan zonas con una función clave para mantener el equilibrio social así como ecológico dentro de zonas densamente urbanizadas.</p> <p>Por un lado, ofrecen unas de las pocas oportunidades fácilmente accesibles para los ciudadanos para disponer de sitios de esparcimiento o recreación, como parte de la vida en la ciudad; por otro lado forman islas ecológicas (biotopos urbanos) donde se conserva una pequeña parte de la vida silvestre.</p> <p>En este contexto es esencial establecer planes de mantenimiento permanente con el fin de salvar estas</p>

			como parte de la vida en la ciudad.	urbanos) donde se conserva una pequeña parte de la vida silvestre.	zonas a largo plazo en una forma atractiva para las dos "comunidades presentes": los ciudadanos así como las partes residuales de la flora y fauna silvestre.
III-A	<p>Terrenos conformados predominantemente por depósitos de las planicies aluviales (limos, arenas y gravas) con estabilidad y dureza intermedia a baja; puede incluir suelos expansivos.</p> <p>Predominancia de relieves bajos a llanos en los que la condición de vulnerabilidad a los procesos de erosión y sedimentación se califica como muy reducida.</p> <p>Moderado a alto potencial para la contaminación de aguas subterráneas, conformado por acuíferos aluviales locales.</p> <p>Peligro moderado a bajo por la amenaza de erupciones volcánicas.</p>	<p>Predominancia de suelos fértiles que forman una buena base para la producción agropecuaria.</p>	<p>El grado de ocupación humana varía desde zonas usadas para los diferentes tipos de actividad agropecuaria hasta zonas urbanizadas de alta densidad.</p>	<p>El valor ecológico de los terrenos de esta categoría de IFA varía en función del tipo de uso actual de suelo (compare IFA Antropoaptitud).</p>	<p>Terrenos con pocas limitantes técnicas para el desarrollo de infraestructura de ocupación humana permanente y no permanente, siempre y cuando se tome en cuenta la sustitución geotécnica del suelo con limitada capacidad soportante, incluyendo presencia de suelos expansivos y el hecho de que existe un grado moderado a alto de vulnerabilidad a la contaminación acuífera.</p> <p>Es posible el desarrollo urbanístico de diverso tipo, residencial, comercial, industrial, mixto o similares. Este tipo de terrenos presenta capacidad de carga para asimilar densidades poblacionales altas a muy altas, pero con porcentajes de ocupación o cobertura restringidos a valores no mayores del 50 %.</p> <p>En consideración de ello, es posible plantear desarrollo de edificaciones verticales que consideren como parte intrínseca de su diseño, el existencia de áreas verdes que permitan la infiltración de aguas al subsuelo, disminuyan la impermeabilización del terreno y la generación de aguas de escorrentía superficial y además, utilicen sistemas de tratamiento de aguas residuales tales como Plantas de Tratamiento o alcantarillado sanitario que disponga de plantas subregionales como parte del proceso. La altura de las edificaciones debe responder a patrones de control de impacto paisajístico. Alturas de 12 hasta 14 pisos podrían ser posibles.</p> <p>En áreas de fuerte desarrollo urbano, la cobertura podría ser incrementada hasta un 70 % en caso de que se consideren medidas efectivas para que las aguas de pluviales (no contaminadas) recarguen el acuífero y no sobrecarguen el sistema de drenaje hídrico superficial.</p> <p>Como sistemas de tratamiento de aguas negras se sugiere el desarrollo de plantas de tratamiento, no obstante, el tratamiento mediante tanques sépticos sería viable siempre y cuando se realicen los estudios técnicos de hidrogeología ambiental local que</p>

					<p>determinen la viabilidad técnica de la solución propuesta. En los casos en que dichos estudios determinen que el uso de tanques sépticos convencionales no es viable, desarrollar soluciones alternativas con sistemas de tanques sépticos modificados que disminuyan la contaminación del suelo y del agua subterránea.</p> <p>Es importante analizar el comportamiento geotécnico del suelo en el marco de estudios geotécnicos para cualquier tipo de proyecto de construcción con el fin de tomar medidas apropiadas que garanticen su estabilidad y seguridad a largo plazo.</p> <p>Terrenos con pocas limitantes técnicas para el desarrollo de infraestructura de tipo industrial o comercial calificadas como de bajo y moderado impacto o riesgo ambiental. Tampoco se presentan limitantes técnicas significativas, excepto las ya señaladas sobre vulnerabilidad acuífera.</p> <p>Respecto al uso del suelo en actividades agrícolas y agropecuarias, el uso de plaguicidas debe ser sujeto de un control eficaz. Dadas las condiciones de vulnerabilidad a la contaminación acuífera sería recomendable el desarrollo de la agricultura orgánica, así como de buenas prácticas de uso, manejo y conservación del suelo.</p>
III-B	<p>Terrenos conformados principalmente por diferentes tipos de lahares. Este tipo de depósitos representan productos de avalanchas y otros flujos de gravedad, que se forman en las partes altas de edificios volcánicos. Consisten en brechas de soporte de matriz con bloques de volcanitas con diámetros muy variables en una matriz limo-arcillosa. En muchas partes estos depósitos se encuentran retrabajados</p>	<p>Predominancia de suelos de una fertilidad moderada a alta. (Capacidad de Uso: III a IV)</p>	<p>El grado de ocupación humana varía desde zonas usadas para los diferentes tipos de actividad agropecuaria hasta zonas urbanizadas de alta densidad.</p>	<p>El valor ecológico de los terrenos de esta categoría de IFA varía en función del tipo de uso actual de suelo (compare IFA Antropoaptitud).</p>	<p>Terrenos con pocas limitantes técnicas para el desarrollo de infraestructura de ocupación humana, excepto a la sustitución geotécnica del suelo con limitada capacidad soportante incluyendo presencia de suelos expansivos y el hecho de que existe un grado moderado a alto de vulnerabilidad a la contaminación acuífera.</p> <p>Es posible el desarrollo urbanístico de diverso tipo, residencial, comercial, industrial, mixto o similares. Este tipo de terrenos presenta capacidad de carga para asimilar densidades poblacionales altas a muy altas, con porcentajes de ocupación con valores de hasta un 60 % a 70%.</p> <p>Puede plantearse desarrollo vertical como horizontal, siempre y cuando se establezcan medidas apropiadas</p>

	<p>por medio de la erosión y sedimentación fluvial. El soporte geotécnico por lo general se encuentra reducido, especialmente en el caso de un alto contenido de una matriz limo-arcillosa. Puede contener suelos expansivos.</p> <p>Terrenos de esta categoría de IFA se ubican en las partes distales del talud volcánico de la Cordillera Central, donde dominan relieves bajos a llanos con poca importancia de procesos de erosión y sedimentación. Solamente en el caso de eventos catastróficos de avalanchas voluminosas, generadas en las partes altas del talud volcánico, los terrenos en cuestión podrían estar afectados de forma directa.</p> <p>En razón de la presencia de una matriz limo-arcillosa, los lahares por lo general no muestran un potencial acuífero de consideración. Hidrogeológicamente funcionan más como acuitardos. Por otro lado, es importante considerar que bajo estos depósitos se encuentran los acuíferos más importantes del Valle Central, los cuales están relacionados con diferentes tipos de flujos de lava con texturas brechosas a fracturadas.</p>				<p>para el manejo de aguas de escorrentía superficial. Alturas de 12 – 14 pisos son posibles, siempre que se diseñen según estudios geológico – geotécnicos locales y respetando de forma estricta el Código Sísmico.</p> <p>Como sistemas de tratamiento de aguas negras se sugiere el desarrollo de plantas de tratamiento, no obstante, el tratamiento mediante tanques sépticos sería viable siempre y cuando se realicen los estudios técnicos de hidrogeología ambiental local que determinen la viabilidad técnica de la solución propuesta. En este sentido obligatorio analizar si existe un peligro que una contaminación de la capa superficial puede afectar los acuíferos importantes que se encuentra abajo de la capa superficial de los lahares.</p> <p>Es importante analizar el comportamiento geotécnico del suelo en el marco de estudios geotécnicos para cualquier tipo de proyecto de construcción con el fin de tomar medidas apropiadas que garanticen su estabilidad y seguridad a largo plazo.</p> <p>Terrenos con pocas limitantes técnicas para el desarrollo de infraestructura de tipo industrial o comercial. Tampoco se presentan limitantes técnicas significativas, excepto las ya señaladas sobre vulnerabilidad acuífera.</p> <p>Respecto al uso del suelo en actividades agrícolas y agropecuarias, el uso de plaguicidas debe que ser sujeto de un control eficaz.</p>
--	--	--	--	--	---

	Localmente presencia de fallas locales activas o potencialmente activas.				
III-C	<p>Terrenos formados por diferentes unidades geológicas, el comportamiento geotécnico varía en función de las características litológicas de la formación geológica correspondiente.</p> <p>Esta categoría de IFA incluye zonas de bajo relieve dentro de zonas montañosas, donde procesos de erosión y sedimentación juegan un papel reducido.</p> <p>La mayoría de los terrenos en cuestión tienen importancia como zona de recarga acuífero, especialmente en el caso de la presencia de formaciones geológicas con permeabilidades como por ejemplo las areniscas de la Formación Coris o las calizas de la Formación San Miguel.</p>	<p>Presencia de suelos residuales de profundidad moderada, dado la predominancia de un relieve bajo, la vulnerabilidad a los procesos de erosión de suelos se encuentra reducida.</p> <p>(Capacidad de Uso: III a IV)</p>	<p>Terrenos con predominancia de diferentes tipos de uso agropecuario como por ejemplo fincas de café o pastos usados para la ganadería. Este tipo de ocupación humana se encuentra en un buen equilibrio con las condiciones naturales de los terrenos en cuestión.</p>	<p>Dentro de áreas con un creciente desarrollo urbano, como en el caso de la GAM, áreas de uso agropecuario muestran valor considerable como ecosistemas: se trata de unos de los últimos refugios para la vida silvestre.</p>	<p>Áreas con buena aptitud para la producción agropecuaria. La única limitante técnica de consideración se refiere a la importancia de la mayoría de los terrenos en cuestión como zonas de recarga acuífera, por lo cual es importante que la aplicación de plaguicidas está realizada de forma controlada y restringida.</p> <p>Dado su entorno rural, los terrenos en cuestión no son aptos para proyectos urbanísticos de una densidad alta. Su ocupación no debería superar el 30 %. Dependiendo de las condiciones de topografía podría plantearse el desarrollo vertical, pero no mayor de 4 pisos.</p> <p>Dada su condición rural, este tipo de terrenos tiene potencial para el desarrollo de proyectos turísticos, ecoturístico o de tipo recreativo.</p> <p>Independientemente del uso del suelo que se plantee en estos terrenos, dadas las condiciones de fragilidad desde el punto de vista hidrogeológico, se deberán plantear como solución al manejo de las aguas residuales, plantas de tratamiento o en su defectos sistemas de tanques sépticos modificados que prevengan cualquier tipo de contaminación del suelo y de las aguas subterráneas.</p> <p>En caso de que, por situaciones de planificación se desee cambiar el uso del suelo de actividad agrícola (zona rural) a zona urbana para el desarrollo urbanístico, el mismo es posible, en sus diferentes variantes: residencial, comercial, industrial de baja y moderado impacto, mixto o similares. En este caso, este tipo de terrenos presenta capacidad de carga para asimilar densidades poblacionales altas a muy altas, pero con porcentajes de ocupación o cobertura restringidos a valores no mayores del 50 %.</p> <p>En consideración de ello, es posible plantear desarrollo de edificaciones verticales que consideren como parte intrínseca de su diseño, el existencia de áreas verdes</p>

					<p>que permitan la infiltración de aguas al subsuelo, disminuyan la impermeabilización del terreno y la generación de aguas de escorrentía superficial y además, utilicen sistemas de tratamiento de aguas residuales tales como Plantas de Tratamiento o alcantarillado sanitario que disponga de plantas subregionales como parte del proceso. La altura de las edificaciones debe responder a patrones de control de impacto paisajístico. Alturas de 12 hasta 14 pisos podrían ser posibles.</p> <p>En áreas de fuerte desarrollo urbano, la cobertura podría ser incrementada hasta un 70 % en caso de que se consideren medidas efectivas para que las aguas de pluviales (no contaminadas) recarguen el acuífero y no sobrecarguen el sistema de drenaje hídrico superficial.</p>
--	--	--	--	--	--



Anexo 8. Diagnóstico de perspectiva de género



Estudio de género en el “Proyecto de Tren Rápido de Pasajeros en la Gran Área Metropolitana”.

1. OBJETIVO DE LA EVALUACIÓN

La presente evaluación de género es una propuesta diseñada para el proyecto titulado “Tren Rápido de Pasajeros en la Gran Área Metropolitana”, que tiene como objetivo identificar los posibles aspectos técnicos y oportunidades que se presentan que permita integrar en el proyecto el enfoque de género. Además el estudio identifica cuáles son los vacíos de información que existen y que son necesarios de trabajar para lograr una inclusión de género exitosa en cada una de las fases del proyecto.

2. CONTEXTO DEL PROYECTO

El transporte es base del modelo de desarrollo económico y social de cualquier región, dado que permiten a las personas acceder a los distintos puntos laborales o sitios de aprendizaje, además de que sirven para movilizar cualquier tipo de material o bienes, adquiriendo mayor importancia en los países en vías de desarrollo [Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF), 2009]. Sin embargo los sistemas de transporte urbano han sido olvidados dentro de los debates y tomas de decisiones entorno a la calidad de vida de los ciudadanos y se deja de lado lo dinámicos que son.

Dentro de esa dinámica tan amplia y diversa se toman en cuenta las percepciones que tienen las personas sobre el transporte urbano, desde distintas perspectivas, incluyendo la de género. Sin lo anterior es imposible hablar de un transporte urbano sostenible, es decir de que sea eficiente, asequible, verde (amigable con el ambiente) y seguro (Kunied & Gauthier, 2007). Y hacia esa conversión del transporte urbano hacia lo sostenible es que están comenzando a migrar los modelos a nivel mundial, a lo interno de cada país o región.

En Costa Rica el sistema de transporte urbano se concentra principalmente en la Gran Área Metropolitana, que es donde hay un mayor flujo de usuarios que se movilizan de forma privada y de forma pública. Sin embargo es en la parte pública, que en el país se conforma por buses, taxis y trenes, es donde se ha dado un servicio poco o nada sostenible, por lo cual han surgido iniciativas estatales de sectorización y mejora del transporte público para

lograr avanzar hacia las condiciones ideales que permitan un transporte sostenible en la Gran Área Metropolitana y así contribuir en la calidad de vida de las personas. Como parte de esas iniciativas se encuentra el proyecto de “Tren Rápido de Pasajeros en la Gran Área Metropolitana.

3. METODOLOGÍA

La metodología desarrollada se dividió en tres grandes componentes, que se describen a continuación:

- Inicialmente se realizó una revisión bibliográfica exhaustiva sobre la relación entre género y transporte, y cuál ha sido el impacto de género que se ha dado producto del desarrollo de proyectos similares en la región, lo que permite tener una perspectiva de los aspectos que se deben evaluar para adaptarlos a Costa Rica.
- También se realizó una colecta de datos bibliográficos, que permiten realizar una descripción de la población involucrada con el proyecto, tanto de usuarios como de los asentamientos informales ubicados alrededor de la infraestructura del tren, con esto podemos tener una perspectiva de los roles y comportamiento que presenta la población involucrada.

Como parte de esa recolecta de datos bibliográficos, también se buscó información que nos permita identificar el contexto de los asentamientos informales. Para lo anterior se realizó la recuperación de datos de informes oficiales del país, estadísticas y censos realizados en años anteriores, también se tomó en cuenta los diálogos sostenidos con miembros de asentamientos informales durante la gira de campo que se realizó durante el treinta de Abril y el tres de Junio del presente año.

- Finalmente, con respecto al estudio generado y las recomendaciones, se procedió a realizar el plan de acción, que incluye metas e indicadores para los principales resultados que se esperan obtener, que garanticen una perspectiva de género real en todo el proceso.

4. PRINCIPALES RESULTADOS DEL ANÁLISIS

4.1. Relación entre transporte público y género:

Los sistemas de transporte público son complejos y distintos, para entenderlos, estudiarlos y poderlos planificar de forma sostenible es necesario comprender la percepción que tienen las personas usuarias y aquellas que conviven de forma diaria con cualquiera de los componentes de los sistemas de transporte. En lo anterior es que se encuentra la relación entre transporte público y género, dado que los hombres y las mujeres mantienen formas distintas de relacionarse. Por lo tanto los patrones de desplazamiento y relación con el transporte van a depender de los comportamientos, responsabilidades y el papel que a nivel social y económicos desarrolla cada uno de los géneros [Organización de las Naciones Unidas (ONU), 2017].

Tomar en cuenta esa perspectiva de género al momento de planificar el transporte público, permite avanzar hacia la igualdad de género, lo que permitiría a las mujeres acceder a oportunidades que por variables como la movilización no habían podido antes.

Al estudiar esa relación entre género y transporte en el área urbana, que es el área de impacto del proyecto, se debe tomar en cuenta que las personas se relacionan de distintas formas con el transporte, lo cual abarca relaciones como usuarios, fuerza laboral y contacto por comunidades cercanas a las áreas de movilización. Por eso se procede a realizar una descripción para cada una de esas relaciones.

Con respecto a los usuarios, se da un uso distinto entre hombres y mujeres, siendo la mayoría de usuarios mujeres, esto porque tienen menor capacidad económica para adquirir un medio de transporte privado propio o bien porque por la naturaleza de los viajes, el transporte público representa una opción que les permite optimizar el tiempo. Las mujeres realizan un mayor número de desplazamientos, de una duración más corta y en tiempos más variados, además se categoriza la movilización de las mujeres como “viajes en cadenas” porque tratan de abarcar distintos puntos para cumplir con funciones diversas. Además las mujeres también pueden viajar solas o en compañía niños o adultos mayores, cuando viajan con esas compañías tienden a cargar materiales que faciliten el desplazamiento (Kunieda & Gauthier, 2007).

Lo anterior responde a las responsabilidades y funciones asociadas a las mujeres, como el mantenimiento del hogar, lo que implica desplazamiento para realizar compras, adquirir materiales, para asistir a centros de salud y para la movilización de menores de edad a los centros educativos o actividades extras, o bien para desplazarse para ellas mismas ir a cumplir con sus estudios. También las mujeres utilizan el transporte público para movilizarse a sus respectivos trabajos, pero se agrega una variable que se encuentra más en las mujeres y el empleo doméstico, es decir las mujeres también se movilizan para ir jornadas laborales con horarios distintos, lo que involucra que muchas necesiten transporte en horas en que incluso ya no hay servicios (Kunieda & Gauthier, 2007).

Por otra parte, los hombres tienden a movilizarse más en transporte privado, esto porque tienen mayor capacidad para adquirir medios privados, por lo tanto hay un menor porcentaje de usuarios hombres.

Los hombres como usuarios realizan menor cantidad de desplazamientos, de rutas medianas y largas, sin fragmentación o “paradas” intermedias, es decir viajan en una sola línea ida y vuelta. Además se movilizan más durante horas de mayor congestión y viajan frecuentemente solos y no deben llevar ninguna carga adicional al equipo que usan para trabajar.

Los viajes de los hombres responden a sus funciones laborales, es decir se desplazan para ir sus puntos de trabajo en mayor medida, también se da movilización para ir a realizar trámites más administrativos financieros, para acceder a centros de educación o para desplazarse a lugares de entretenimiento. En menor medida se identifican viajes de hombres para atender funciones del hogar (ONU, 2017).

La elección del transporte público también va a variar según el género, las mujeres toman en cuenta características como la accesibilidad en cuanto a precios, debido a que mantienen ingresos más bajos o nulos, por lo cual deben aprovechar de forma racional el dinero que disponen, también toman en cuenta la seguridad de los distintos tipos de transporte público, dado que en ellos se registran casos de violencia y de delitos sexuales. También toman en cuenta las rutas que realiza cada tipo, para evitar transitar por áreas más peligrosas o poco habitadas y consideran la eficiencia del servicio que desean utilizar,

esto porque necesitan desplazarse a distintos puntos, por lo cual tienen un agenda variada que necesitan completar [Ministerio de Trabajo y Telecomunicación (MTT), 2018].

Mientras que los hombres consideran de forma prioritaria, al realizar la elección de transporte público, aquel que sea más eficiente, que les permita llegar a tiempo a cumplir con su horario laboral, lo que los lleva a invertir dinero. También de forma secundaria toman en cuenta el acceso de precios, pero como se mencionó pueden generar una mayor inversión con tal de obtener calidad en el servicio. El tema de seguridad no es una característica prioritaria para los hombres al realizar la elección (Kunieda & Gauthier, 2007).

Al estudiar la relación entre género y transporte público, desde la parte de mercado laboral, se concluye en que es un campo tradicionalmente ocupado por hombres, por lo cual la presencia de las mujeres es muy baja, por más que distintos países se encuentran haciendo esfuerzos por promover y permitir la inclusión de las mujeres. Se identificó la existencia y consolidación de roles sociales, estereotipos y prejuicios, además de que existen condiciones que complican que las mujeres se involucren en el mercado laboral del transporte público. También las mujeres que se encuentran trabajando en esta área perciben un salario menor al de los hombres (MTT, 2018).

La presencia de mujeres puede darse desde la parte de construcción de la infraestructura o durante la ejecución de ésta, como choferes, seguridad, planificadoras, evaluadoras o puesto de medios y altos mandos, para la toma de decisiones (Instituto Vasco de la Mujer, 2013).

El último análisis de relación entre transporte público y género que se realizó fue desde la vivencia de las personas que habitan en lugares que conectan o se encuentran en áreas que pertenece al Estado para desarrollar la infraestructura para el transporte público. La pobreza y la exclusión social han generado que en dichas áreas se encuentren estos asentamientos informales, quienes desarrollan toda una relación con el transporte público dado que es el acceso a sus hogares o bien forman parte del desarrollo de esos asentamientos informales (Kunieda & Gauthier, 2007).

Las mujeres, que son las que habitan en mayor porcentaje en los asentamientos informales, y suelen encontrarse en condición de desempleadas o con trabajos ocasionales, por lo cual

se dedican en mayor medida a realizar funciones del hogar, un alto porcentaje de mujeres en asentamientos informales son jefas de hogar. Otra responsabilidad que realizan es que se desplazan para llevar a menores de edad a los centros educativos. Cuando cuentan con un empleo ocasional o informal, entonces se movilizan para ir a trabajar (Mora, 2014).

Mientras que los hombres en los precarios tienen otras funciones más de “jefes de hogar”, por lo cual los desplazamientos que realizan son para ir al trabajo, que puede ser un formal o informal.

Para cualquier movilización que realizan, deben primero salir de los barrios informales, cuyo acceso –como se mencionó anteriormente- suele ser la infraestructura construida para el transporte público. Además esa infraestructura es usada como una ruta más corta, lo que significa un ahorro de ingresos, lo cual es de gran impacto para las mujeres con trabajos ocasionales (Gutierrez & Reyes, 2017).

4.2. Realidad del proyecto:

La finalidad del proyecto es la implementación del tren rápido de pasajeros en la Gran Área Metropolitana, por esa razón en el análisis local, nos enfocamos en la realidad de las relaciones de las personas con respecto al tren, desde el enfoque de género de las persona usuarias, trabajadoras del área y personas que viven en precarios que se encuentran sobre el derecho de vía de la infraestructura del tren o sus alrededores. Para esta parte del análisis se encontró un vacío de información con respecto a los datos reales sobre el número de hombres y de mujeres en cada uno de los escenarios en estudio, por lo cual el análisis no se pudo profundizar a mayor detalle.

Con respecto a usuarios, el Instituto Costarricense de Ferrocarriles en el 2018 en su Reporte Anual de Estadísticas Operativas, reportó para el año 2017 un total de 3.983.902 (), es decir aproximadamente 331, 991 usuarios de forma mensual, siendo la ruta a Heredia la más usada. En el mismo reporte se evidencia un aumento en la cantidad de usuarios que utilizan el servicio del tren.

A pesar de no obtener los datos de la cantidad de mujeres y hombres que utilizan el servicio del tren, se realizó el estudio con los datos existentes a nivel general, extrapolarlo las situaciones a nivel regional.

El tren en Costa Rica es usado principalmente por personas trabajadoras y estudiantes, esto porque las estaciones se ubican en puntos céntricos y en las universidades (ProDUS, 2016), lo que significa que a pesar de aumentar la demanda, sigue sin satisfacer las necesidades diversos sectores, incluyendo a las mujeres que usan el transporte público para otras funciones más allá de movilizarse al trabajo, lo que hace que deban usar otros tipos de transporte público como buses o taxis, lo que genera una mayor demanda de vehículos contaminantes. El precio del tren es un precio justo y que permite el acceso de personas que no disponen de altos ingresos.

Con respecto a la infraestructura del tren, el acceso es complejo actualmente por lo que es una barrera para las personas con discapacidad y para las mujeres que deben llevar alguna carga extra como coches, dado que no hay una plataforma que les facilite el ingreso. Por lo anterior se puede visibilizar que el tren no toma en cuenta a las mujeres que en su rutina diaria involucra infantes, esto fue posible de observar durante las giras de reconocimiento de la ruta.

También en cuanto a infraestructura la falta de iluminación a lo interno del tren genera mayor inseguridad para las mujeres usuarias, esto mismo aplica para las estaciones del tren (Abarca, 2013). Además en distintos puntos del trayecto, se puede observar alrededor de la infraestructura áreas de “matorral”, lo que genera un impacto negativo a nivel paisajístico, promoviendo el sentimiento de inseguridad en las usuarias, además de que la presencia de “matorral” tan cercano a las vías del tren aumenta el peligro de un accidente [Corporación Financiera Internacional (IFC), 2007].

Con respecto al mismo tema de seguridad, se han reportado casos aislados de acoso sexual en viajes del tren, por lo cual el Instituto Costarricense de Ferrocarriles y el Instituto Nacional de la Mujer ha implementado la campaña “Triple Compromiso” que consiste en educación sobre el tema de acoso en espacios públicos y capacitación al personal del Instituto Costarricense de Ferrocarriles y de las empresas que prestan servicios logísticos

del tren. Aunque los casos de acoso sean poco frecuentes, es un aspecto que debe mejorar con la implementación del TRP para que las usuarias del servicio se sientan seguras.

En cuanto a la realidad del mercado laboral entorno al tren, como se mencionó existe también un vacío de información sobre proporción de trabajadores hombres y mujeres, sin embargo del estudio bibliográfico se puede observar que en Costa Rica la Presidenta Ejecutiva del Instituto Costarricense de Ferrocarriles, es una mujer, entonces se puede observar la presencia de mujeres en las tomas de decisiones referentes al tema del tren, sin embargo en la fase de ejecución, seguridad y manejo de los trenes, hay una presencia mayoritaria de hombres. Esto es algo que ha ido mejorando a lo interno del Instituto Costarricense de Ferrocarriles, con el ingreso en el mes de junio de la primera mujer ayudante de maquinista y la capacitación de otras más. Esta es otra oportunidad de mejora por medio de una estrategia para la promoción de la inclusión de mujeres en las distintas áreas laborales con respecto al tren.

Al estudiar la perspectiva de género desde el ámbito de los asentamientos informales que conviven con el área del tren, se corroboró que el tren pasa cerca de aproximadamente veinte asentamientos informales [Ministerio de Viviendas y Asentamientos Humanos (MIVAH), 2012]. En este caso tampoco se pudo verificar la cantidad de hombres y mujeres que habitan en estos asentamientos, debido al vacío de información.

Los asentamientos informales en estudio se encuentran distribuidos en las cuatro provincias que componen la Gran Área Metropolitana, que son San José, Cartago, Alajuela y Heredia, y se encuentran ubicados en zonas de alta vulnerabilidad. Los principales accesos a estos asentamientos informales son por la infraestructura desarrollada para el funcionamiento del tren, la cual con el presente proyecto será modificada, lo que en algunos puntos quitaría el acceso a esos barrios informales. Durante la gira de reconocimiento se observó que las personas en estos barrios no tienen conocimiento sobre el impacto que tendrá el proyecto en sus comunidades.

Como se mencionó anteriormente, en los asentamientos informales o precarios (denominación común) se da un alto índice de pobreza, lo que corresponde según los estudios, en mayor medida a las mujeres (Mora, 2014) quienes representan

aproximadamente el 25% de jefaturas de hogar [Programa Estado de la Nación (PEN), 2005] por lo tanto limitarles el acceso a trabajo o vivienda es cerrarles las oportunidades a esos grupos encabezados por mujeres, lo que aumentaría esa condición de pobreza en que se encuentran actualmente.

También en estos barrios informales se presenta problemas de inseguridad, lo que afectaría tanto a hombres como mujeres, pero aumenta el riesgo para las mujeres, además de que se reportan casos de violencia intrafamiliar, pero por el hecho de no poder usar las vías del tren como acceso, imposibilita que pueda darse una actuación eficaz de parte de la policía, por lo que la vulnerabilidad de las mujeres aumenta.

El uso de las vías del tren –como se mencionó- se da para acceder a los barrios informales, según las conversaciones con personas de distintos barrios informales, el uso de las mujeres es para movilizar a sus hijos e hijas a los centros educativos o espacios de recreación, además para realizar las compras o acudir a centros de salud. También algunas mujeres comentaban que usan la infraestructura para salir a estudiar o a trabajar. Mientras que los hombres hacen el uso para ir al trabajo, enfocándose principalmente en labores de construcción, en empresas y zonas francas.

Como parte de la infraestructura usada por las personas de barrios informales están los puentes del tren, que conectan a comunidades, el uso de estos se da principalmente para reducir la duración de las rutas y ahorrar en pasaje de buses. Esto ocurre entre Pavas y Belén y en puntos de Cartago principalmente. Otro uso que se da en los asentamientos informales, es para recreación para niñez y adolescencia, lo que aumenta el peligro de un accidente.

A nivel paisajístico estos barrios, al ser informales no cuentan con planes de gestión o control del paisaje, lo que causa un impacto negativo. Además en cuanto a seguridad, se han reportado robos de materiales de la infraestructura para el tren. Todo lo anterior incrementa el impacto negativo en la relación entre transporte público y género en los asentamientos informales.

4.3 Recomendaciones

Con respecto al estudio se pudo identificar una serie de elementos que permite realizar recomendaciones necesarias para incorporar mecanismos que aseguren la inclusión de la perspectiva de género en el proyecto, durante cada una de sus fases. Las recomendaciones se describen a continuación:

- Debido al vacío de información se recomienda inicialmente realizar un estudio que permita obtener los datos reales de género en las distintas áreas que se enfocaron durante el estudio como lo son de usuarios, mercado laboral y asentamientos informales. Es necesario contar con cifras sobre hombres y mujeres, para poder profundizar en los temas y garantizar que hay una participación con rumbo hacia la igualdad de género.

Además se debe generar un mecanismo de seguimiento, como encuestas, que permita actualizar los datos de forma anual o cada dos años. Con lo también se puede estudiar como varía esa relación entre transporte público y género a través del tiempo y con base en eso considerar las modificaciones necesarias.

- Sumado a la recomendación anterior, se debe agregar el trabajo con las personas que viven en asentamientos informales y que se relacionan de alguna forma con el tren rápido de pasajeros que se planea implementar. Este trabajo permite sensibilizar a las personas sobre la importancia de que el mismo exista y puede servir como plataforma para capacitarles y que se organicen para trabajar en alternativas. Se puede capacitar a mujeres lideresas para desarrollar acciones en positivo en sus barrios y que permitan que estos tengan una nueva imagen, que además brinde una sensación de seguridad a las personas usuarias del tren.

Este trabajo sería en mesas de acción, quienes conformen esas mesas podrían recibir capacitación de distintas instituciones estatales, pensando incluso en proyectos para el tema de ubicación en asentamientos formales para así mejorar las condiciones.

Como hay una alta presencia de mujeres, que tienden a estar en condición de pobreza, se podría pensar en capacitarlas para pequeños emprendimientos que puedan desarrollar, incluyendo la gestión de residuos.

- Se recomienda agregar más estaciones cuyas ubicaciones vuelva más eficiente el uso del tren para las mujeres, esto porque permitiría que ellas puedan desplazarse por distintos puntos, en rutas menos largas y optimizando el tiempo. Lo anterior se debe a que las mujeres realizan “viajes en cadenas” es decir cumplen distintas funciones en un solo viaje (Kunieda & Gauthier, 2007).
- La intermodalidad es otra recomendación necesaria, que busca una gestión eficaz, a bajo costo y beneficios socio-ambientales a través de la combinación de diferentes medios de transporte (EAE Business School, s.f.), con lo anterior se mejoran las condiciones para promover que las mujeres puedan hacer un uso más frecuente del tren, además resultaría más interesante para otros usuarios del transporte público.

Se plantea entonces implementar alianzas o acciones que permitan generar esas combinaciones, tal es el caso de la construcción de parques para bicicletas en las estaciones (Zucchini, 2015), también se plantea el trabajar con las Municipalidades donde encuentran las estaciones de mayor flujo, para generar un servicio cantonal de préstamo de bicicletas, así las personas usuarias pueden utilizarlas para movilizarse hacia sus distintos puntos.

- Se debe trabajar en el acceso al tren con rampas y plataformas que permitan el ingreso al tren de personas con discapacidad y que utilicen sillas de ruedas o muletas, o que sean personas no videntes, también de mujeres embarazadas o mujeres con carga extra como los coches. Además todas las unidades deben incluir un área amplia que el grupo mencionado anteriormente pueda usar durante la movilización (Zucchini, 2015).

Agregado a lo anterior se recomienda que las estaciones también sean de fácil acceso y que deben estar libres de obstáculos que generen barreras para las personas con discapacidad o mujeres embarazadas o con cargas extras (Zucchini, 2015).

- La iluminación, tanto en el tren como en las estaciones es otro factor que se debe considerar al momento de trabajar en las adaptaciones de la infraestructura existente para el tren. Los espacios oscuros generan mayor inseguridad y promueve esa sensación en las personas usuarias, por esta razón se recomienda que se

encuentren lo más iluminados posibles. Como un punto importante, se recomienda hacer uso de paneles solares (Abarca, 2013).

- El mantenimiento de la infraestructura es una recomendación importante para asegurar el correcto funcionamiento del tren rápido y evitar eventuales accidentes, como parte de ese mantenimiento, se recomienda aplicar control al matorral que se encuentra en las líneas del tren y rodeándolo. Esto aumenta las posibilidades de accidentes y genera además la sensación de inseguridad en las mujeres usuarias principalmente (IFC, 2007).

Como parte de ese mantenimiento se plantea un enfoque integrado de manejo de la vegetación, el cual permite que se mantenga limpia la infraestructura pero también involucra que se puedan sembrar especies de plantas en los bordes de la infraestructura, que se van a controlar pero que van a generar una sensación de seguridad. También ese enfoque plantea que se puedan controlar árboles para ubicarlos a mayor distancia de la línea, para lo cual se necesitaría un estudio forestal para saber que especies usar, esto generaría un impacto positivo a nivel paisajístico y sería hábitat para especies de aves o mamíferos. También se puede generar adaptaciones que impidan que cualquier vegetación ingrese a las vías del tren (IFC, 2007).

- Se necesita el fortalecimiento de la campaña “Triple Acoso”, para que las personas usuarias, sobre todo las mujeres, que son las principales víctimas, tengan claridad sobre el funcionamiento del mismo y sepan cómo actuar en caso de que las violenten o acosen. De igual forma se recomienda adicionar cámaras en los vagones, para el monitoreo diario. Con esto se promueve que las mujeres sientan tranquilidad al usar el tren. De momento, no se considera necesario la implementación de vagones exclusivos para mujeres.
- También se recomienda implementar una estrategia para la inclusión de mujeres en los trabajos relacionados al tren, desde la parte de construcción de las adaptaciones en la infraestructura del tren, hasta la parte de manejo y toma de decisiones. Para lo anterior se plantea iniciar capacitaciones sobre perspectiva de género para el personal actual, que permita empezar a romper estereotipos y prejuicios con

respecto a la inclusión de la mujer. Luego se recomienda avanzar con cursos gratuitos que permitan a las mujeres recibir las clases para obtener la licencia que les genera las condiciones para poder acceder a puestos como choferes de tren o de equipo asistente de los choferes (ONU, 2017).

También se debe adaptar el esquema de contrataciones, para poder cumplir con las jornadas y generar un servicio de calidad, es necesario contar con un equipo de mayor tamaño (IFC, 2007) por eso se recomienda darle prioridad a las mujeres que se postulen, siempre y cuando cumplan con los requisitos esenciales. Esto mismo se puede aplicar con respecto al proceso de construcción de las adaptaciones.

- Se deberá valorar la reubicación parcial de asentamientos informales que afecten el funcionamiento del TRP, siempre y cuando no sea posible evitar el reasentamiento mediante medidas de diseño y otras soluciones técnicas.
- Cuando sea factible dentro del diseño y aspectos técnicos del proyecto, se recomienda implementar puentes peatonales que comuniquen a las comunidades y asentamientos formales e informales, para evitar la circulación de peatones por el derecho de vía. Estos puentes pueden ir de forma paralela a los puentes del tren.
- Es necesario la implementación de vías alternas para que las mujeres en asentamientos informales puedan seguir con sus rutinas diarias de llevar a menores de edad a centros educativos o realizar las compras del hogar. Estas vías alternas no deben implicar un gasto de dinero o ampliación del tiempo.

5. PROPUESTA DE PLAN DE ACCIÓN PARA LA INCLUSIÓN DEL GÉNERO EN EL “PROYECTO DE TREN RÁPIDO DE PASAJEROS EN LA GRAN ÁREA METROPOLITANA”.

Actividades	Resultados	Indicadores
Meta: Generar una base de datos de género con respecto al tren		
Elaboración de encuestas rápidas para aplicar a las personas usuarias que permitan registrar el género, edad, ocupación y motivo de viaje.	Obtener un mecanismo que permita generar la recolecta los datos para la base de género y mantenerla actualizada al aplicar las encuestas cada uno o dos años.	Desagregación de datos por género.
Que las instituciones y empresas elaboren datos sobre los puestos laborales vinculados al tren que son ocupados por mujeres.	Generar un mecanismo de control de la participación de las mujeres en el mercado laboral vinculado al tren.	Desagregación de puestos por género.
Elaboración de encuestas para aplicar en los asentamientos informales que permita recopilar el género, edad y ocupación de las personas en dichas áreas.	Implementar un mecanismo de control en los asentamientos informales que se relacionan de forma directa con la infraestructura del tren, que permita evaluar dicha relación a través del género.	Desagregación de datos por género
Registrar los datos obtenidos mediante los mecanismos implementados en personas usuarias, instituciones/ empresas y asentamientos informales.	Elaboración de la base de datos.	Publicación de la base de datos.

Meta: Mejorar la infraestructura del tren.		
Construir más estaciones de tren.	Para facilitar las rutas de viaje que realizan las mujeres, desplazándose en “viajes de cadena”, lo que quiere decir que se movilizan por distintos puntos.	Número de estaciones construidas.
Condicionar las estaciones y los trenes con iluminación de calidad.	Para brindar seguridad a las personas usuarias y promover la sensación de seguridad en las mujeres usuarias.	Cantidad de lúmenes en trenes y estaciones.
Construir plataformas en las estaciones que permitan la accesibilidad a los trenes.	Para facilitar el acceso y movilidad de personas con discapacidad y de mujeres con cargas extras como coches.	Todas las estaciones cuentan con las plataformas de accesibilidad.
Brindar espacios en el tren para la movilidad de personas con discapacidad o mujeres con cargas extras como coches.	Para facilitar la movilidad de personas con discapacidad y de mujeres con cargas extras como coches.	Todas las unidades cuentan con el espacio disponible.
Elaborar una estrategia para el control del matorral que crece sobre la infraestructura del tren en distintos puntos del trayecto.	Prevenir posibles accidentes y mejorar el impacto paisajístico de los sitios que rodean a la infraestructura del tren, generando así una sensación de seguridad en las personas usuarias.	Presencia de matorral en la infraestructura del tren.
Meta: Promover la participación de las mujeres en puestos laborales vinculados al tren.		
Elaborar una estrategia para promover que las mujeres accedan al mercado laboral vinculado al tren. Esta estrategia debe incluir cursos gratuitos para obtener la licencia de conducir trenes y capacitaciones mediante instituciones estatales.	Que las mujeres accedan a puestos laborales que se encuentren vinculados al tren, para lograr una mejor planificación del servicio donde se involucren las situaciones vividas por las mujeres.	Número de mujeres que están en puestos de trabajos vinculados al tren.

También debe incluir la sensibilización del personal, para erradicar estereotipos o comportamientos.	Que el personal que trabaja en labores vinculadas al tren se encuentre libres de estereotipos o comportamientos que puedan funcionar como una barrera para el acceso de las mujeres a esos espacios.	
Meta: Fortalecer la campaña de prevención del acoso.		
Generar una comunicación eficiente con las personas usuarias del tren.	Que las mujeres usuarias sepan cual es mecanismo en caso de sufrir de acoso en las unidades o estaciones del tren.	Alcance de la comunicación.
Meta: Incluir el género en la intermodalidad.		
Trazar las rutas que utilizan las personas usuarias según sus necesidades, mediante el uso de una aplicación digital de fácil acceso y uso.	Que la intermodalidad involucre la necesidad de movilidad de las mujeres.	Número de posibles rutas.
Meta: Generar vías alternas para asentamientos informales.		
Construcción de puentes peatonales, de forma paralela a los puentes usados por el tren.	Evitar que las personas que habitan en asentamientos informales usen los puentes del tren como vía de acceso entre comunidades.	Cantidad de puentes peatonales construidos.
Estructurar nuevas rutas que inicien en los asentamientos informales y lleguen a centros educativos, centros de salud y puntos laborales.	Para evitar el uso frecuente de la infraestructura del tren por parte de las personas en asentamiento informales, sobre todo de las mujeres que deben realizar varios desplazamientos en distintos horarios.	Número de rutas alternas.

Anexo 9. Protocolos de actividades complementarias

Índice de contenidos

Documento 1: Estrategia de sensibilización

Documento 2: Mecanismo de sensibilización

Documento 3: Plan de Manejo de Control de Tránsito

Documento 4: Protocolo de Expropiación

Documento 5: Protocolos Movimientos de tierra-suelo-escombreras

Documento 6: Ley 7495 – Ley de expropiaciones





Documento 1: Estrategia de sensibilización

Nota: Este documento ha sido adaptado para propósitos del TRP, a partir del documento del mismo nombre elaborado por la Unidad de Gestión Ambiental y Social del MOPT en el 2013 para su incorporación en el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto “Ruta Nacional No. 257, Sección Sandoval – Moín”.



Estrategia de construcción de canales de interacción social para la mitigación de impactos sociales que podrían generarse en poblaciones, sectores y organizaciones sociales por la construcción y funcionamiento de la infraestructura proyectada.

Objetivo

POBLACIÓN META/ACTOR	ACCIÓN	RESPONSABLES	COSTOS
Gobiernos locales donde pasa el trayecto del tren	Promover un encuentro interinstitucional en el cual el INCOFER detalla las obras que se realizarán y los posibles impactos que éstas generen, así como las medidas propuestas.	-Unidad de Gestión del INCOFER. -Unidad Ejecutora del proyecto. -Representes municipales.	
Líderes/as comunales y miembros/as de organizaciones sociales interesadas en el proyecto	-Programar y ejecutar eventos de divulgación y comunicación en los cuales funcionarios/as del INCOFER y de la Unidad Ejecutora del proyecto aclaren las dudas que la ejecución de las obras pueda ocasionar.	-Unidad de Gestión del INCOFER. -Unidad Ejecutora del proyecto. -Representes municipales.	
Poblaciones donde pasa el trayecto del tren	-Publicar un documento redactado en un lenguaje sencillo, en el cual se informe al/la lector/a del detalle de las obras, posibles impactos y medidas propuestas	-Unidad de Gestión del INCOFER. -Unidad Ejecutora del proyecto. -Representes municipales.	

PROYECTO: TREN RÁPIDO DE PASAJEROS
ADAPTADO DE: RUTA NACIONAL N° 257, SECCIÓN SANDOVAL – MOÍN
ELABORADO POR: UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL, MOPT
ESTRATEGIA DE SENSIBILIZACIÓN

POBLACIÓN META/ACTOR	ACCIÓN	RESPONSABLES	PLAZO
Población nacional	Difundir en al menos 4 medios de comunicación masiva (escrita, radio y televisión) información de las obras, posibles impactos y medidas propuestas.	-Unidad de Gestión del INCOFER. -Unidad Ejecutora del proyecto.	
Afectados/as por el proceso de liberación de terrenos dentro del derecho de vía.	Organizar una actividad de divulgación con los/as residentes de la franja donde se encuentran los terrenos que se van a liberar para realizar las obras con el propósito de explicarles cuál será la condición bajo las cuales se va a realizar la liberación, así como cuáles son puntualmente los terrenos afectados.	-Unidad de Gestión del INCOFER. -Unidad Ejecutora del proyecto.	
Población nacional Población local de las áreas de influencia	Publicación en la página web del Instituto Costarricense de Ferrocarriles las memorias de los foros realizados en los cuales se plantearon dudas y preocupaciones y con las respuestas a éstas.	-Unidad de Gestión del INCOFER. -Unidad Ejecutora del proyecto.	

Nota: Este documento ha sido adaptado para propósitos del TRP, a partir del documento del mismo nombre elaborado por la Unidad de Gestión Ambiental y Social del MOPT en el 2013 para su incorporación en el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto “Ruta Nacional No. 257, Sección Sandoval – Moín”.

Documento 2: Mecanismo de sensibilización

Nota: Este documento ha sido adaptado para propósitos del TRP, a partir del documento del mismo nombre elaborado por la Unidad de Gestión Ambiental y Social del MOPT en el 2013 para su incorporación en el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto “Ruta Nacional No. 257, Sección Sandoval – Moín”.



Mecanismo de sensibilización del Proyecto construcción para el Proyecto del Tren Rápido de Pasajeros (TRP)

I. Antecedentes

Con la implementación del proyecto para la construcción del Tren Rápido de Pasajeros dentro del área metropolitana, se ha identificado a través del Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos (MIVAH) zonas que será afectadas por el desarrollo de las obras.

El proceso de comunicar a las comunidades ha sido en forma focalizada y con un carácter exploratorio, permitiendo identificar una metodología para la información y sensibilización del proyecto a la población afectada por el proyecto de la construcción del Tren Rápido de Pasajeros

Los insumos del proceso de consulta inicial servirán para la confección del proceso de información y sensibilización.

II. Objetivo

1. Proponer mecanismo de información y sensibilización de la población cercana al proyecto, de manera que se pueda dar a conocer con mayor amplitud los pros y contras del proyecto de la construcción del Tren Rápido de Pasajeros

2. Describir los instrumentos que permitan la comprensión de la realidad sociocultural en torno al proyecto de la construcción del Tren Rápido de Pasajeros.

III. Población Objeto de Estudio

La población directa objeto de atención en el proyecto de la construcción del Tren Rápido de Pasajeros es la siguiente:

1) **Población vecinal en asentamientos informales**

Provincia	Cantón	Distrito	Nombre del asentamiento
Alajuela	Alajuela	Guácima	La Managüita
Alajuela	Alajuela	San Rafael	El Futuro
Alajuela	Alajuela	Alajuela	11 de abril - Los Molinos
Cartago	Cartago	San Nicolás	La Esperanza
Cartago	Cartago	San Nicolás	Barrio Miguel Trejos
Cartago	Cartago	San Nicolás	Miraflores
Cartago	Cartago	Carmen	Barrio Maria Auxiliadora
Cartago	Cartago	Carmen	Barrio Nuevo
Cartago	Cartago	Carmen	Barrio Linda Vista
Cartago	Cartago	Carmen	Barrio Sagrado Corazón
San José	San Jose	Pavas	Bella Vista de Pavas
San José	San Jose	Pavas	Nueva Esperanza de Pavas 1
San José	San Jose	Pavas	Nueva Esperanza de Pavas 2
San José	San Jose	Pavas	Santa Fe
San José	San Jose	Pavas	Línea del Tren
San José	San Jose	Pavas	Bendición 1
San José	San Jose	Pavas	Bendición 2
Heredia	Santo Domingo	Santa Rosa	12 Junio
San José	Tibás	Cinco Esquinas	El Plantel
San José	Tebas	Colima	El Progreso

2) **Otros actores que serán parte del proceso de información y sensibilización del proyecto de la construcción Tren Rápido de Pasajeros son:**

- a. Plantel de RECOPE
- b. Universidad Latina y Universidad de Costa Rica
- c. CCSS, Hospitales de Alajuela y Calderón Guardia.

d. Cervecería de Costa Rica

3) **Actores indirectos que serán parte del proceso de sensibilización:**

a. Asociaciones de Desarrollo Comunitario que fueron consultada en el proceso exploratorio.

b. Gobierno Local correspondiente al distrito objeto de atención

c. Gobierno municipal.

d. Instituto Costarricense de Electricidad

IV. Metodología para el proceso de información y sensibilización del proyecto de la del Tren Rápido de Pasajeros

La metodología de trabajo para el proceso de información y sensibilización a las comunidades afectadas describe 2 momentos estratégicos:

4.1. Etapa de información

La etapa describe los espacios que serán objeto de información para la población afectada y para la población general.

Objetivo	Acción estratégica	Plan de acción
Proponer mecanismo de información de la población cercana al proyecto de manera que se pueda dar a conocer con mayor amplitud los pros y contras del proyecto de la construcción del Tren Rápido de Pasajeros	Diseño de afiches, volantes	Pegar afiches en centros de concentración masiva
		Afiches en iglesias, terminal de buses
	Información virtual (analizar viabilidad)	Diseño de página internet
		Diseño de blog
		Diseño de página Facebook
	Diálogo personalizado con personas de la comunidad	Reuniones de información con afectados directos
		Reuniones de información con afectados indirectos
Reuniones de información con grupo independientes		

Responsables de la ejecución: Regencia Ambiental

Responsable del Seguimiento y control: Regencia Ambiental

Componentes que se considerarán en el proceso de información:

1. Oportunidad de las comunidades.
2. Oportunidades de desarrollo
3. Proceso de indemnización
4. Reubicación
5. Consulta participativa-interactiva
6. Efervescencia que el proyecto
7. Mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes.
8. Iniciativas de desarrollo local.
9. Líderes comunales en el proceso de divulgación del proyecto
10. Espacios de encuentro entre el INCOFER y la comunidad

4.2. Etapa de sensibilización

La etapa de sensibilización es un momento programado con grupos focalizados de personas, las que deben ser informadas con claridad, evacuar preguntas y exponer los contenidos del proyecto.

PROYECTO: TREN RÁPIDO DE PASAJEROS
ADAPTADO DE: RUTA NACIONAL Nº 257, SECCIÓN SANDOVAL – MOÍN
ELABORADO POR: UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL, MOPT
MECANISMO DE SENSIBILIZACIÓN

Objetivo	Acción estratégica	Plan de acción
Proponer mecanismo de sensibilización de la población cercana al proyecto de manera que se pueda dar a conocer con mayor amplitud los pros y contras del proyecto del Tren Rápido de Pasajeros	Mecanismo de atención de consultas	A través de vía telefónica
		A través de email de funcionarios públicos
		A través de página virtual
		A través de oficio
	Talleres de información con grupos focalizados	Talleres con organizaciones sociales presentes en el territorio afectado por el proyecto
		Jornadas de trabajo con sector privado presente en el territorio afectado por el proyecto
		Presencia en concejos municipales para exponer el proyecto y su proceso.
	Coordinación institucional	Coordinación con organizaciones de Estado presentes en las áreas de influencia que se vinculen al proyecto.
		Coordinación con empresas privadas presentes en las áreas de influencia que se vinculen al proyecto.

Responsables de la ejecución: Regencia Ambiental

Responsable del Seguimiento y control: Regencia Ambiental

Componentes que se considerarán en el proceso de sensibilización:

1. Diseño del trazado del proyecto
2. Afectación ambiental
3. Afectación Social
4. Percepción de los diferentes actores afectados y no afectados
5. Coordinación interinstitucional
6. Atención de consultas
7. Seguimiento y control del proceso
8. Periodos de la obra

Documento 3: Plan de Manejo de Control de Tránsito

Nota: Este documento ha sido adaptado para propósitos del TRP, a partir del plan del mismo nombre preparado por el MOPT en el 2016 para su incorporación como Anexo 27 del Estudio de Impacto Ambiental del proyecto “Rehabilitación y Ampliación de Ruta Nacional No. 32, Sección intersección con Ruta No. 4 – Limón”, elaborado por CDG Environmental Advisors.



TREN RÁPIDO DE PASAJEROS (TRP)

PLAN DE MANEJO DE TRANSITO*

CONSIDERACIONES BASICAS PARA EL MANEJO Y CONTROL DEL TRANSITO

INTRODUCCIÓN

El siguiente documento corresponde a las consideraciones básicas que deberá ser contempladas para la preparación del Plan de Manejo de Transito, con la finalidad de mantener un flujo continuo y seguro de los usuarios de las intersecciones sobre rutas las rutas donde está trazada la línea férrea.

Debe tomarse en consideración cada uno de los elementos y actores que se ven afectados durante las obras, por lo cual, es necesario realizar un levantamiento *in situ* de los elementos que componen las rutas, a saber:

- Topografía de la zona.
- Geometría de la vía, cantidad de carriles, anchos, longitud, radios de giro, curva verticales y horizontales.
- Señalización existente (vertical y horizontal)
- Ubicación y geometría de las intersecciones de la ruta a intervenir
- Cantidad y ubicación de los diferentes accesos directos a las rutas (tanto de calles existentes, como de desarrollos ubicados sobre la ruta).
- Ubicación de elementos propios del derecho de vía: espaldones, cordones, caños y aceras.
- Ubicación de puentes, pozos pluviales, canales, cunetas, postes de fluido eléctrico.
- Definición de etapas constructivas y sus correspondientes zonas de trabajo.

Todo lo anterior debe ser conocido previo a la presentación de la propuesta de señalización de control de la obra, ya que todos y cada uno de los elementos mencionado pueden

contribuir o limitar la claridad y eficiencia que se busca lograr con el plan de manejo de tránsito.

Este Plan deberá ser revisado, sin omitir lo propuesto del presente plan y en su caso ampliar o mejorar, por el o los profesionales atinente.

PRINCIPIOS BÁSICOS

Para lograr un manejo de control efectivo del tránsito, se deben tomar en cuenta estrategias o elementos básicos, los cuales según el Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes consisten:

1. Mantener como prioritaria la seguridad de manera continua en todas las áreas de control (tránsito y trabajo), tomando en cuenta los mismos aspecto y criterio de seguridad vial que gobiernen el diseño de carreteras
2. La fluidez del tránsito debe ser impactada lo menos posible, libre de obstáculos distintitos a los dispositivos de canalización y evitando cambios abruptos e inesperados en la geometría de la zona de control de tránsito.
3. Los conductores y peatones deberán ser advertidos mientras se aproximen y atraviesen una zona de control de tránsito, mediante la señalización oficial que debe cumplir con las especificaciones de tamaño en función de la velocidad de la ruta, y retro-reflectividad.
4. Situaciones como accidentes deberán preverse generando en los espacios de trabajo zonas de holgura llamadas “zonas de amortiguamientos lateral”, transiciones de entrada y salida por medio del uso de los diferentes dispositivos de control y señalización.
5. Brindar capacitación al personal de obras, para evitar que los mismos afecten la seguridad de la zona de control de tránsito.
6. En cada uno de los frentes de trabajo se deberá asignar a un encargado de mantener y supervisar el orden de las zonas de control. Revisar que la señalización se mantenga durante las obras sin importar las condiciones climatológicas y que la misma sea retirada por completo luego de finalizadas las obras.

7. Difundir sobre los trabajos al público general, en donde claramente se publique en los diferentes medios de comunicación la fecha de inicio de las obras así como, las rutas alternas a los usuarios.

ELEMENTOS BÁSICOS DEL PLAN DE MANEJO DE TRANSITO

Como toda obra civil, los planes de manejo de tránsito deben ser realizados con antelación, estar a cargo de un profesional responsable y quedar debidamente diseñado y plasmados en los planos que respalden la colocación y planificación llevada a cabo en el campo durante la etapa constructiva.

Respecto a los planos de diseño finales, estos deben contener la siguiente información:

1. Ubicación geográfica del sitio donde se realizarán las obras.
2. Información de la ruta que será intervenida: Numero de ruta y tramo (s).
3. Situación actual de la vía y tramos a intervenir. (Levantamiento topográfico y geométrico, incluyendo señalización actual).
4. Planos de rutas alternas debidamente señalizadas, para garantizar un flujo expedito del tránsito que usualmente utiliza la ruta que será intervenida.
5. Diseño de la propuesta de control de obra, que a su vez deberá cumplir con todas los lineamientos estipulados en el Capítulo 6 del Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes de Control (SIECA).
6. Especificaciones de los dispositivos de control y señalización (tipo, tamaño, separación), los cuales también deberán cumplir con lo establecido por Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes de Control (SIECA).
7. Presentación de los plano con el formato establecido por el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos, con la información de la empresa encargada de las obras y firma del profesional responsable del control de las obras y dispositivos de tránsito,

PROYECTO: TREN RÁPIDO DE PASAJEROS
ADAPTADO DE: RUTA NACIONAL Nº 32
SECCIÓN INTERSECCIÓN RÍO FRÍO – LIMÓN
PLAN DE MANEJO DE CONTROL DEL TRÁNSITO

Documento 4: Protocolo de Expropiación

Nota: El siguiente protocolo resume el proceso establecido en la Ley de Expropiaciones No. 9268. Este documento describe el proceso avalado por el Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI) para obras viales, tal y como se presentó en el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto “Rehabilitación y Ampliación de Ruta Nacional No. 32, Sección intersección con Ruta No. 4 – Limón”, elaborado por CDG Environmental Advisors.



PROTOCOLOS
PROCESO EXPROPIATORIO RESUMIDO
SEGÚN LEY 9286 Y SUS REFORMAS

PROYECTO

PROYECTO: TREN RÁPIDO DE PASAJEROS (TRP)

Actividades Previas

Instituto Costarricense de Ferrocarriles (INCOFER)

- 1- Aprobar el diseño y alcance del proyecto.
- 2- Definir las áreas de terreno requeridas.
- 3- Generar los planos de catastro de inmuebles a expropiar.
- 4- Solicitud formal inicio del proceso expropiatorio.

Gestiones Administrativas

A- Apertura expediente administrativo

- 1- Analizar documentación para expropiación.
- 2- Comunicar a las partes interesadas.
- 3- Conformar el expediente.

B- Declaratoria de interés público

1. Generación de resolución de declaratoria de interés público.
2. Publicación de la relación en la Gaceta.

C- Generación Avalúo Administrativo

1. Realizar estudio de Mercado.
2. Realizar visita a inmueble.
3. Emisión del informe de valoración.

D- Gestión Inscripción del inmueble

- 1- Propietario acepta avalúo de inmueble sin impedimento legal.
- 2- Realizar depósitos de fondos y autorización de inscripción.
- 3- Envía a la notaría del Estado.
- 4- Comparecen las partes y firman escritura.

E- Gestión en vía Judicial

- 1- 1-Propietario no Acepta evalúo y/o inmueble tiene impedimento legal.
- 2- 2-Realizar acuerdos de expropiación.
- 3- Envía a la PGR para que se presente demanda ante juzgado contencioso.
- 4- Se emite resolución inicial por el juzgado.
- 5- Transcurrido el plazo de Ley se puede disponer del inmueble.

Documento 5: Protocolos de Movimientos de tierra-suelo-escombreras

Nota: Este documento ha sido adaptado y ampliado para propósitos del TRP, a partir del protocolo del mismo nombre preparado por el MOPT en el 2016 para su incorporación como Anexo 26 del Estudio de Impacto Ambiental del proyecto “Rehabilitación y Ampliación de Ruta Nacional No. 32, Sección intersección con Ruta No. 4 – Limón”, elaborado por CDG Environmental Advisors.

Este protocolo del MOPT a su vez se basa en el trabajo realizado por la MSc. Lizbeth Navarro P. y la Ing. Silvia Campos F. para el proyecto “Rehabilitación y Ampliación de Ruta Nacional No. 1, Sección Cañas – Liberia.”



PROTOCOLOS
DISPOSICIÓN FINAL DE TIERRA Y MATERIAL DE VEGETACION DISMINUIDO
DISPOSICION DE TIERRA COMO RELLENO
ESCOMBRERAS

PROYECTO
PROYECTO: TREN RÁPIDO DE PASAJEROS (TRP)

Contenido

1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	ALCANCES	1
1.2	1OBJETIVOS.....	2
1.3	METODOLOGÍA.....	3
2	INFORMACIÓN GENERAL	5
2.1	INFORMACIÓN SOBRE LA PERSONERÍA JURÍDICA.	5
2.2	INFORMACIÓN EQUIPO PROFESIONAL QUE ELABORÓ EL ESTUDIO.	5
2.3	TÉRMINOS REFERENCIA DEL TRABAJO REALIZADO.	6
3	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.	7
3.1	UBICACIÓN POLÍTICO-ADMINISTRATIVA.	10
4	JUSTIFICACIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO	11
4.1	CONCORDANCIA CON EL PLAN DE USO DE LA TIERRA.	11
4.2	ÁREA DEL PROYECTO Y ÁREAS DE INFLUENCIA.....	12
4.2.1	Área del Proyecto.....	12
4.2.2	Área de Influencia.....	12
4.3	FASES DEL DESARROLLO.....	13
5	DESCRIPCIÓN DE LA NORMATIVA LEGAL.	15
5.1	MARCO JURÍDICO RELACIONADO AL PROCESO DEL EIA.....	15
5.2	DISPOSICIONES EN MATERIA DE PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE ESTABLECIDAS EN LA LEY DE CONTRATACIÓN ADMINISTRATIVA.....	17
6	DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE GEOFÍSICO	19
6.1	INTRODUCCIÓN.....	19

6.2	GEOLOGÍA	19
6.2.1	<i>Marco tectónico regional</i>	19
6.2.2	<i>Geología Regional</i>	24
6.2.3	<i>Geología local (Estratigrafía)</i>	26
6.2.4	<i>Geología Estructural</i>	36
6.2.5	<i>Fallas geológicas</i>	38
6.2.6	<i>IFA Geoaptitud Litopetrofísica</i>	42
6.3	GEOMORFOLOGÍA	43
6.3.1	<i>Geomorfología regional</i>	43
6.3.2	<i>Geomorfología Local</i>	48
6.3.3	<i>IFA Geodinámica Externa</i>	51
6.4	HIDROGEOLOGÍA.....	53
6.4.1	<i>Introducción</i>	53
6.4.2	<i>Hidrogeología regional</i>	54
6.4.3	<i>Hidrogeología Local</i>	65
6.4.4	<i>Factor de Geoaptitud Hidrogeología</i>	69
6.5	ESTABILIDAD DE LADERA (DESLIZAMIENTOS)	72
6.5.1	<i>Introducción</i>	72
6.5.2	<i>Resultados para el área de estudio</i>	77
6.6	OTRAS AMENAZAS NATURALES.....	79
6.6.1	<i>Introducción</i>	79
6.6.2	<i>Amenaza Sísmica</i>	80
6.6.3	<i>Factor de Amenaza por potencial de ruptura en superficie por fallas geológicas activas</i>	88
6.6.4	<i>Factor Amenaza por Actividad Volcánica</i>	90
6.6.5	<i>IFA Geoaptitud Amenazas naturales (Georiesgos)</i>	92
6.7	ELEMENTOS AMBIENTALES SENSIBLES POR FRAGILIDAD AMBIENTAL	92
6.7.1	<i>IFA Subclasificación y sitios ambientalmente sensibles</i>	92
7	DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE BIOLÓGICO.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
7.1	INTRODUCCIÓN.....	95
7.2	AMBIENTE TERRESTRE	95
7.2.1	<i>Estatus de Protección del AP</i>	95
7.2.2	<i>Zonas de vida</i>	96
7.2.3	<i>Asociaciones naturales presentes</i>	98
7.2.4	<i>Cobertura vegetal actual por asociación natural</i>	98
7.2.5	<i>Especies indicadoras por ecosistema natural</i>	103

7.2.6	<i>Especies Endémicas, Poblaciones Amenazadas y en Peligro Extinción</i>	109
7.2.7	<i>Fragilidad de Ecosistemas</i>	109
8	DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE SOCIOECONÓMICO	111
8.1	USO ACTUAL DE LA TIERRA EN SITIOS ALEDAÑOS.....	111
8.1.1	<i>Uso urbano</i>	111
8.1.2	<i>Industrial-comercial</i>	112
8.1.3	<i>Agropecuario</i>	113
8.1.4	<i>Entorno</i>	114
8.1.5	<i>Efectos del proyecto sobre el Uso del Suelo</i>	114
8.2	TENENCIA DE LA TIERRA EN SITIOS ALEDAÑOS.....	115
8.3	CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN.....	115
8.3.1	<i>Características Demográficas</i>	116
8.3.2	<i>Características Culturales y Sociales</i>	123
8.3.3	<i>Características Económicas</i>	126
8.4	SEGURIDAD VIAL, CONFLICTOS ACTUALES DE CIRCULACIÓN VEHICULAR.....	129
8.4.1	<i>Análisis de vialidad</i>	129
8.5	SERVICIOS DE EMERGENCIA DISPONIBLES.....	133
8.5.1	<i>Cruz Roja</i>	133
8.5.2	<i>Bomberos</i>	134
8.5.3	<i>Fuerza pública</i>	134
8.5.4	<i>Hospitales</i>	135
8.6	SERVICIOS BÁSICOS DISPONIBLES.....	135
8.7	PERCEPCIÓN LOCAL SOBRE EL PROYECTO.....	137
8.8	MECANISMOS DE NEGOCIACIÓN EMPLEADOS PARA LA EXPROPIACIÓN Y REUBICACIÓN DE LAS COMUNIDADES.....	139
8.9	INFRAESTRUCTURA COMUNAL.....	139
8.10	ÁREAS SOCIALMENTE SENSIBLES.....	140
8.10.1	<i>Asentamientos informales</i>	140
8.10.2	<i>Perspectiva de Género</i>	155
9	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	157
9.1	RESUMEN DEL PROYECTO.....	157
9.2	ELEMENTOS DEL PROYECTO GENERADORES DE IMPACTOS AMBIENTALES.....	158
9.2.1	<i>Fase Constructiva</i>	158
9.2.2	<i>Fase Operativa</i>	160
9.3	FACTORES MEDIO AMBIENTE SUSCEPTIBLES DE SER IMPACTADOS.....	161
9.4	IMPACTOS AMBIENTALES QUE PRODUCIRÁ EL PROYECTO Y SUS OPCIONES.....	163

9.5	IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS	165
9.6	SELECCIÓN DE LA OPCIÓN DEL PROYECTO.	169
10	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	171
10.1	MEDIO FÍSICO	171
10.1.1	<i>Fase Constructiva.</i>	171
10.1.2	<i>Etapa Operativa.</i>	178
10.2	MEDIO BIÓTICO	180
10.2.1	<i>Fase Constructiva</i>	180
10.2.2	<i>Etapa Operativa.</i>	183
10.3	MEDIO SOCIOECONÓMICO.....	184
10.3.1	<i>Fase Constructiva.</i>	184
10.3.2	<i>Fase operativa.</i>	187
11	PRONÓSTICO-PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL (P-PGA).....	189
11.1	ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO Y EJECUTOR DE MEDIDAS.....	189
11.2	PRONÓSTICO-PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL.	189
12	ANÁLISIS DE RIESGO Y PLANES DE CONTINGENCIA.....	217
12.1	TIPOS DE RIESGOS Y AMENAZAS.....	217
12.2	PLAN DE EMERGENCIAS	217
13	CALIDAD AMBIENTAL DEL AP, ÁREA INFLUENCIA BIOFÍSICA Y SOCIAL.....	219
13.1	PRONÓSTICO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL ÁREA INFLUENCIA BIOFÍSICA Y SOCIAL.	219
13.2	COMPROMISOS AMBIENTALES Y CONCLUSIONES DEL PROYECTO.....	220
14	BIBLIOGRAFÍA.....	229
15	ANEXOS.....	249
I.	ANTECEDENTES	429
II.	OBJETIVO.....	429
1.	PROPONER MECANISMO DE INFORMACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN DE LA POBLACIÓN CERCANA AL PROYECTO, DE MANERA QUE SE PUEDA DAR A CONOCER CON MAYOR AMPLITUD LOS PROS Y CONTRAS DEL PROYECTO DE LA CONSTRUCCIÓN DEL TREN RÁPIDO DE PASAJEROS	429
2.	DESCRIBIR LOS INSTRUMENTOS QUE PERMITAN LA COMPRENSIÓN DE LA REALIDAD SOCIOCULTURAL EN TORNO AL PROYECTO DE LA CONSTRUCCIÓN DEL TREN RÁPIDO DE PASAJEROS. ...	429
III.	POBLACIÓN OBJETO DE ESTUDIO	429
1)	POBLACIÓN VECINAL EN ASENTAMIENTOS INFORMALES.....	430

PROYECTO: TREN RÁPIDO DE PASAJEROS
ADAPTADO DE: RUTA NACIONAL N° 32
SECCIÓN INTERSECCIÓN RÍO FRÍO – LIMÓN
PROTOCOLO ACTIVIDADES DE DISPOSICION FINAL DE TIERRA Y MATERIAL DISMINUIDO
DISPOSICION DE TIERRA COMO RELLENO Y ESCOMBRERAS

2) OTROS ACTORES QUE SERÁN PARTE DEL PROCESO DE INFORMACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN DEL PROYECTO DE LA CONSTRUCCIÓN TREN RÁPIDO DE PASAJEROS SON:	430
A. PLANTEL DE RECOPE	430
B. UNIVERSIDAD LATINA Y UNIVERSIDAD DE COSTA RICA	430
C. CCSS, HOSPITALES DE ALAJUELA Y CALDERÓN GUARDIA.	430
D. CERVECERÍA DE COSTA RICA	431
3) ACTORES INDIRECTOS QUE SERÁN PARTE DEL PROCESO DE SENSIBILIZACIÓN:	431
A. ASOCIACIONES DE DESARROLLO COMUNITARIO QUE FUERON CONSULTADA EN EL PROCESO EXPLORATORIO.....	431
B. GOBIERNO LOCAL CORRESPONDIENTE AL DISTRITO OBJETO DE ATENCIÓN	431
C. GOBIERNO MUNICIPAL.....	431
D. INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD	431
IV. METODOLOGÍA PARA EL PROCESO DE INFORMACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN DEL PROYECTO DE LA DEL TREN RÁPIDO DE PASAJEROS.....	431
1. OPORTUNIDAD DE LAS COMUNIDADES.....	433
2. OPORTUNIDADES DE DESARROLLO	433
3. PROCESO DE INDEMNIZACIÓN	433
4. REUBICACIÓN	433
5. CONSULTA PARTICIPATIVA-INTERACTIVA.....	433
6. EFERVESCENCIA QUE EL PROYECTO	433
7. MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE VIDA DE SUS HABITANTES.	433
8. INICIATIVAS DE DESARROLLO LOCAL.	433
9. LÍDERES COMUNALES EN EL PROCESO DE DIVULGACIÓN DEL PROYECTO	433
10. ESPACIOS DE ENCUENTRO ENTRE EL INCOFER Y LA COMUNIDAD.....	433
1. DISEÑO DEL TRAZADO DEL PROYECTO	434
2. AFECTACIÓN AMBIENTAL	434
3. AFECTACIÓN SOCIAL.....	434
4. PERCEPCIÓN DE LOS DIFERENTES ACTORES AFECTADOS Y NO AFECTADOS.....	434
5. COORDINACIÓN INTERINSTITUCIONAL.....	434
6. ATENCIÓN DE CONSULTAS.....	434
7. SEGUIMIENTO Y CONTROL DEL PROCESO	434

INTRODUCCIÓN

PROYECTO: TREN RÁPIDO DE PASAJEROS
ADAPTADO DE: RUTA NACIONAL N° 32
SECCIÓN INTERSECCIÓN RÍO FRÍO – LIMÓN
PROTOCOLO ACTIVIDADES DE DISPOSICION FINAL DE TIERRA Y MATERIAL DISMINUIDO
DISPOSICION DE TIERRA COMO RELLENO Y ESCOMBRERAS

El movimiento de tierra y escombros serán utilizados como tales y podrán ser manejados como material de relleno y conformación de terrenos dentro del área del proyecto, siempre que cumplan los requerimientos técnicos necesarios.

La disposición final de los escombros excedentes del movimiento de tierra, no aprovechados en el proyecto, y que se dispongan fuera del AP, deberán contar con los requerimientos y permisos correspondientes emitidos por las autoridades correspondientes, gestionado por cada uno los Contratistas, comunicado a la Regencia ambiental, para su incorporación a los Informes Regenciales, con copia al Desarrollador.

Los escombros o residuos que se producirán como consecuencia del movimiento de tierras y la remoción (desmonte y descapote*) de vegetación contemplado como parte del proyecto no serán objeto de beneficio y/o comercialización para su aprovechamiento como producto mineral y por tanto no están cubiertos por lo establecido en el Código de Minería vigente y su reglamento.

Objetivo

Establecer acciones para el manejo las actividades de disposición final de tierra y material vegetación disminuida (Escombreras) en el Área de Proyecto, con la finalidad de prevenir, minimizar y controlar los impactos producidos hacia el suelo y vegetación.

Meta:

Conservar en condiciones óptimas la mayor parte del suelo y vegetación producto del movimiento y remoción.

Impactos a manejarse:

- Afectación y contaminación a cursos de agua, viviendas, comercios, interrupción de flujo vehicular.
- Afectación cobertura vegetal adyacente.
- Alteración de la calidad paisajística

Indicador de cumplimiento:

Volumen de suelo conservado/volumen de suelo removido

Tipo de medida a ejecutar o establecer:

- Control de erosión
- Prevención de generación de polvo.
- Mitigación de áreas descubiertas de vegetación.
- Corrección de las áreas intervenidas
- Minimizar afectación al suelo y vegetación

Acciones consideradas

- Descartar sitios que podrían afectar cuerpos de agua con sedimentos. Las zonas de disposición final de material deberán quedar suficientemente alejadas de los cuerpos de agua, para asegurar que en ningún momento el nivel de agua, durante la ocurrencia de crecientes o avenidas, sobrepase el nivel más bajo de los materiales colocados en el área de acopio.
- Se prohíbe lanzar el material de excavación o de corte a los cursos de agua.
- Estimar la distancia de traslado, con el fin de disminuir el paso de vagonetas y vehículos sobre la calzada, para alcanzar el objetivo de traslado de tierra y material disminuido.
- Regular la velocidad de las vagonetas en las áreas de trabajo y exigir que cuando circulen cargadas fuera del área de construcción se realice con las góndolas cubiertas por el toldo, Toda vagoneta o vehículo que transporte material en la calzada deberá ir cubierto con el toldo-y éste debe estar sujeto. El toldo o lona debe caer al menos 30 cm del borde superior del cajón de la vagoneta. Según lo establece SIECA C.6.6 Y CR.2010-111.05 c). Verificar que las llantas no contengan barro que quede disperso en la calzada. Lo anterior en prevención de accidentes.
- No se permite la quema de ningún tipo de residuo orgánico o inorgánico. La quema no será un medio de disposición final válido.

Selección del sitio y definición de uso:

PROYECTO: TREN RÁPIDO DE PASAJEROS
ADAPTADO DE: RUTA NACIONAL N° 32
SECCIÓN INTERSECCIÓN RÍO FRÍO – LIMÓN
PROTOCOLO ACTIVIDADES DE DISPOSICION FINAL DE TIERRA Y MATERIAL DISMINUIDO
DISPOSICION DE TIERRA COMO RELLENO Y ESCOMBRERAS

1. El Contratista identifica el sitio dentro del derecho de vía y verifica en planos que el sitio seleccionado no esté comprometido por las labores constructivas.
2. El Contratista verifica que en el sitio seleccionado no haya obras públicas como fibra óptica, pozos de agua, paso de acueductos rurales, entre otros.
3. Somete a consideración de la Regencia Ambiental y en conjunto hacen una visita preliminar al sitio propuesto.
4. La Regencia Ambiental ubica política y geográficamente el sitio; utilizar GPS, coloca las coordenadas según mapa, incluye fotografías de al menos 4 ángulos.
5. La Regencia Ambiental somete a consideración del Ingeniero (s) de la obra (Contratistas); y al destacado en sitio por el INCOFER, el sitio propuesto y el uso del mismo.
6. La Regencia Ambiental en conjunto coordinación con el o los Contratistas, definen el destino de cada sitio: si se propone que sea solo tierra la empresa (s) constructora (s) deberá seguir el Protocolo específico. Si es para fomentar el abono orgánico o humus, este puede contener además de tierra, material vegetal disminuido; ramas pequeñas, raíces y hojarasca, así como astillas que con en la etapa de embellecimiento puedan ser utilizados.
7. Una vez aceptado por el ingeniero del INCOFER (Desarrollador), la Regencia Ambiental procede a dar numeración al sitio, según tabla específica para este fin, que permita ubicar cada lugar con facilidad y dar seguimiento ambiental y tomar medidas de control en caso de requerirse. Igualmente, la numeración permitirá que en la etapa de embellecimiento se pueda aprovechar el material ya descompuesto en las labores de embellecimiento.
8. El sitio debe reunir condiciones de acopio o almacenamiento para la colocación del material de los residuos según sea el tipo destino futuro. La reutilización posterior (generación de humus o relleno. Respecto a la capa vegetal se deben considerar las siguientes medidas:
 - 8.1 El suelo orgánico debe ser separado con la finalidad de conservarlo y posteriormente reutilizarlo en las áreas intervenidas
 - 8.2 El sitio de almacenamiento temporal (debe localizarse en un área que no se ubiquen sustancias peligrosas y para que no se contamine con suelo estéril.

PROYECTO: TREN RÁPIDO DE PASAJEROS
ADAPTADO DE: RUTA NACIONAL N° 32
SECCIÓN INTERSECCIÓN RÍO FRÍO – LIMÓN
PROTOCOLO ACTIVIDADES DE DISPOSICION FINAL DE TIERRA Y MATERIAL DISMINUIDO
DISPOSICION DE TIERRA COMO RELLENO Y ESCOMBRERAS

- 8.3 El material o residuos de descapote debe apilarse pasto sobre pasto, tierra sobre tierra. La altura no debe superar 1.5 metros, en superficie plana, que impida compactación.
 - 8.4 El suelo debe manipularse con el menor contenido de humedad posible.
 - 8.5 Se recomienda que el área de acopio, no obstruya los flujos vehiculares, peatonales o trabajadores de la obra.
 - 8.6 El sitio de acopio deberá señalizarse (acordonado) y que no se presente el riesgo por lluvias, los sedimentos se dirijan a los cuerpos de agua.
 - 8.7 Se recomienda que los residuos de suelo se cubran, para evitar la dispersión por el viento y protección de la lluvia.
 - 8.8 Prohibir el paso del personal y maquinaria sobre el área de almacenaje o acopio.
 - 8.9 Los materiales provenientes del descapote que no fueron reutilizados, deberán ser retirados por el (los) Contratista (s) a los sitios autorizados para la disposición final de residuos sólidos.
9. El Contratista realiza el levantamiento topográfico del sector para estimar la capacidad de almacenamiento, de tal manera que este no se vea saturado y no se comprometa el paisaje.
10. En los sitios seleccionados para convertirlos en sitios para aprovechamiento futuro, se debe mezclar el material vegetal con tierra en prevención de incendios.
11. Aprobación por parte del ingeniero del INCOFER de los sitios seleccionados.

Una vez el sitio sea seleccionado y definido el uso, se aplican los siguientes protocolos.

PROTOCOLO N° 1

DISPOSICION FINAL DE TIERRA Y MATERIAL DE VEGETACION DISMINUIDO

Se debe de realizar el relleno y colocación de material con la supervisión del ingeniero de la empresa y del Desarrollador, así como, de la regencia ambiental del proyecto.

1. Colocar rótulos informativos sobre lo que se está colocando, según sea el caso: tierra o materia orgánica reducida. En el caso de que sea materia orgánica indicar mediante texto que este material se transformará en humus y se aprovechará en las labores de embellecimiento, con esto se educa a la población y se evitan comentarios infundados.
2. El inicio de los taludes del relleno deberá de estar alejados al menos 1,5 metros de la propiedad privada, con el fin de prevenir deslizamientos que podrían afectar estas.
3. En el caso de los sitios seleccionados para colocar tierra; ver el protocolo específico para este fin.
4. En caso de que el material se encuentre muy seco y se esté generando polvo, contar con una tanqueta de agua para el riego del material o cubrirlo, para evitar la dispersión por el viento y protección de la lluvia.
5. En casos de presentarse zonas desprovistas de suelo orgánico, se podrá reutilizar el material en la restauración de estos sitios, con la finalidad de promover la revegetación del área.
6. Se protegerá los individuos (árboles) del AP y área de influencia. Se prohibirá la colocación de material que afecte el fuste o raíces de árboles o arbustos.

PROTOCOLO N° 2

DISPOSICIÓN DE TIERRA COMO RELLENO

Se debe de realizar el relleno y colocación de material con la supervisión del Ingeniero Responsable (Contratista (s)) y de la Regencia Ambiental del proyecto.

1. Colocar rótulos informativos sobre lo que se está colocando, según sea el caso: tierra o materia orgánica reducida. En el caso de que sea materia orgánica indicar mediante texto que este material se transformará en humus y se aprovechará en las labores de embellecimiento.
2. El inicio de los taludes del relleno deberá de estar alejados al menos 1,5 metros de la propiedad privada, con el fin de prevenir deslizamientos que podrían afectar estas.
3. En caso de que el material se encuentre muy seco y se esté generando polvo, contar con una tanqueta de agua para el riego del material.
4. El Contratista definirá el área para disposición de tierra con estimación del volumen a depositar.
5. El Contrista deberá establecer la cota máxima del terreno inicial y la cota máximo final.
6. Los cuerpos de agua deberán tener señalamiento de los retiros de ley, demarcados con cinta amarilla y estacas, antes de iniciar las labores de relleno.
7. Según corresponda la empresa constructora deberá realizar obras para el manejo de las aguas pluviales dentro del sitio (cunetas, contra cuneta, sedimentadores, desenergizadores).
8. El Contratista deberá indicar, al final de las labores de depósito de material, el perfil del sitio.
9. El Contratista deberá aplicar una compactación efectiva según el tipo de material, igual que bermas, y taludes, los mismos será aprobados de forma inmediata por la administración.
10. De ser necesario, posterior a las obras, la regencia ambiental recomendará la estabilización de los taludes con siembra de zacate tipo vetiver o similar, así como labores de reforestación en el sitio.

Toda actividad de aplicación de los protocolos, deberá entregar documentado al Regente ambiental, para su incorporación al Informe de Regencia, con copia al Desarrollador y al Proceso de Gestión Ambiental.

PROTOCOLO N° 3 ESCOMBRERAS

Consideraciones generales

- Antes de iniciar la limpieza vegetal del terreno se deben colocar balizas con cinta indicando los límites de la escombrera y demarcando los retiros del frente de trabajo.
 - Si la propiedad colinda con algún cuerpo de agua, se recomienda un retiro de 30 metros mínimo del borde del cauce.
 - Se debe mantener un retiro mínimo de 1,5 metros de límite de propiedades colindantes, o más si así lo establece el uso de suelo.
- La escombrera se podrá utilizar para el depósito de escombros de construcción/demolición, tierra, lodos y residuos vegetales. Las escombreras solo pueden recibir materiales inertes y no contaminantes. Los materiales reciclables o reutilizables deben separarse previamente para ser aprovechados. Los materiales potencialmente contaminantes deben ser tratados como desecho y trasladados a sitios adecuados para su disposición final de acuerdo a su grado de peligrosidad. Los rieles que deben ser removidos se cortan en secciones de un tamaño manejable para el transporte (2-3 metros) y llevados a centros de reciclaje.
- Para el reciclaje de traviesas, se puede aplicar la trituración para recuperar las barras de refuerzo de acero y utilizar el material triturado como agregado en la construcción de carreteras, cuando se trata de astilleras de concreto. Las traviesas de madera pueden astillarse para reutilizarse, quemarse o eliminarse en rellenos sanitarios autorizados para manejar residuos con propiedades químicas filtrantes. La eliminación de traviesas de madera mediante la incineración o el reciclaje tendrá en cuenta las emisiones a la atmósfera asociadas y los residuos de producto secundario de las sustancias preservantes químicas y contaminación por hidrocarburos, entre otros.
- El balasto forma gran parte de los desechos de una operación ferroviaria. El balasto existente en la vía actual ha sido expuesto a contaminación por fugas de combustible deberá ser llevado a un relleno sanitario con capacidad de recibir residuos con propiedades químicas filtrantes. También existe la posibilidad de tratar el balasto mediante procesos de lavado, para ser depositado como material de relleno, o reutilización en la vía férrea o bien como agregado para otros tipos de construcción. Para eso se debe acondicionar un espacio de suelo impermeabilizado con debida canalización y tratamiento de las aguas de drenaje. Esto se recomienda

realizar en un sitio separado de la escombrera, que se pueda acondicionar para el manejo de las sustancias y subproductos generados por la operación de lavado de balasto.

- Previo al inicio de la operación de la escombrera, se debe definir en qué sectores del terreno se depositarán los diferentes tipos de materiales.
- Previo al inicio de la actividad, se deben definir los puntos de acceso y circulación de maquinaria en el sitio.
- El depósito de tierra deberá realizarse de manera que sea posible extenderla en capas horizontales y compactarla con el paso del tractor.
- El diseño operativo debe considerar la altura máxima de taludes, tomando en cuenta las características del terreno y de los materiales.
- Se deben conformar cunetas perimetrales para dirigir las aguas de escorrentía hacia su punto de desfogue. Durante la conformación se debe asegurar que las cunetas tengan la pendiente que garantice que las aguas discurren sin inconvenientes.
- Se deben construir sedimentadores para bajar la carga de sedimentos de las aguas de escorrentía previo a su desfogue. La capacidad de los sedimentadores será de 1 m³.
- Las cunetas y los sedimentadores deben contar con el mantenimiento periódico adecuado que asegure su operación óptima.
- Para las fosas de lodos, se recomiendan dimensiones aproximadas 10 m de ancho x 10 m de largo x 5 m de profundidad y guardar una distancia entre fosas de 3 metros aproximadamente.
- En cada fosa, a la altura de 4,5 metros medidos desde el fondo de la excavación se colocará una tubería que servirá como punto de salida para evacuar las aguas clarificadas de las fosas. Cada tubería desfogará en una cuneta que recolectará las aguas de las fosas y posteriormente ser enviadas al punto de desfogue definido.
- Las fosas se manejarán en serie, esto es, que la segunda fosa se utilizará una vez que la primer haya alcanzado su capacidad y de esta manera sucesivamente con el resto de las fosas. Esto permitirá dar un mayor tiempo para la sedimentación y secado de los sedimentos del lodo.
- Se procurará, en caso de que el estado de los lodos lo permitan, retirar el sedimento seco y esparcirlo en el depósito de tierra dentro de la escombrera. Esto con el objetivo de restituirle capacidad a las fosas.
- Se deberá mantener un adecuado acceso a las fosas, de modo que durante la descarga de las vagonetas se garantice que la totalidad de los lodos sean depositados en las fosas.
- El encargado de la escombrera deberá mantener un registro actualizado con el volumen de tierra que ha sido depositado, para así no sobrepasar la capacidad indicada en el diseño.

Disponibilidad de servicios

Debido al tipo de actividad, no es requerida la disponibilidad de servicios públicos en las propiedades en las cuales se habilitarán las escombreras. Sin embargo, es necesario contar con una zona de descanso a la sombra, agua potable y cabañas sanitarias en proporción suficiente para el número de trabajadores. En caso de que exista otro frente de trabajo operando cercano a la escombrera con zonas de descanso y cabina sanitaria, el personal que se encuentre laborando en la escombrera podrá utilizar estas instalaciones.

Cierre técnico

Para el cierre técnico se hará una inspección de campo en presencia del equipo de gestión ambiental y los ingenieros responsables del diseño de la escombrera. La inspección tendrá como objetivo la verificación de los criterios técnicos y ambientales plasmados en el diseño y en el Plan de Manejo de la escombrera.

El ingeniero civil responsable de la obra certificará mediante una nota las condiciones en las cuales es entregada la escombrera y demás recomendaciones técnicas pertinentes según intereses del propietario para el uso posterior de la propiedad. De igual manera, el equipo de gestión ambiental emitirá criterio sobre los componentes de manejo ambiental y las recomendaciones que correspondan.



Documento 6: Ley 9286 – Ley de Expropiaciones



N° 9286

**REFORMA INTEGRAL DE LA LEY N.º 7495,
LEY DE EXPROPIACIONES, DE 3 DE MAYO
DE 1995, Y SUS REFORMAS**

ARTÍCULO ÚNICO.-

Se reforma integralmente la Ley N.º 7495, Ley de Expropiaciones, de 3 de mayo de 1995, y sus reformas. Su texto dirá:

"LEY DE EXPROPIACIONES

CAPÍTULO I

DISPOSICIONES GENERALES

Artículo 1.- Objeto. La presente ley regula la expropiación forzosa por causa de interés público legalmente comprobado. La expropiación se acuerda en ejercicio del poder de imperio de la Administración Pública y comprende cualquier forma de privación de la propiedad privada o de derechos o intereses patrimoniales legítimos, cualesquiera sean sus titulares, mediante el pago previo de una indemnización que represente el precio justo de lo expropiado.

Artículo 2.- Adquisición de bienes o derechos. Cuando, para cumplir con sus fines, la Administración Pública necesite adquirir bienes o derechos deberá sujetarse a las regulaciones vigentes sobre la contratación administrativa, salvo que, a causa de la naturaleza de la obra, los estudios técnicos determinen los bienes o los derechos por adquirir; en tal caso, deberán seguirse los trámites que se establecen en esta ley.

Artículo 3.- Estudios previos. Ningún propietario o poseedor, por cualquier título, podrá oponerse a que se practiquen, sobre sus bienes inmuebles, los estudios necesarios para construir, conservar o mejorar una obra pública. También, están obligados a mostrar los bienes muebles, para su examen, cuando en ellos exista un interés público previamente declarado. En caso de negativa del propietario, por vía incidental, se le deberá solicitar autorización al juez competente en la materia y esos actos se realizarán ante una autoridad jurisdiccional.

Si tales estudios provocan algún daño, este se indemnizará siguiendo los trámites previstos en esta ley para la ocupación temporal.

Antes de realizar los estudios, el funcionario comisionado comunicará por escrito, al interesado, la fecha, la hora, el tipo de estudio y los motivos que lo originan.

Artículo 4.- Medidas precautorias. La Administración Pública podrá adoptar las medidas necesarias para no alterar las condiciones del bien que se pretende expropiar.

Cuando se trate de bienes de valor artístico, histórico o arqueológico, esas medidas deberán ser adoptadas, necesariamente y en forma oportuna, por el órgano expropiador. Como parte de ellas, podrá impedirse que esos bienes salgan del país durante el trámite de la expropiación.

Esas medidas se practicarán por un plazo máximo de un año. La Administración deberá indemnizar por los daños que causen las limitaciones irrazonables al derecho de propiedad, especialmente cuando afecten el uso económico del bien.

Artículo 5.- Capacidad activa. Solo el Estado y los entes públicos podrán acordar la expropiación forzosa, cuando el bien afecto a la expropiación sea necesario para el cumplimiento de los fines públicos. La expropiación la acordará el Poder Ejecutivo o el órgano superior del ente expropiador, según corresponda.

Artículo 6.- Sujetos pasivos. Las diligencias de expropiación se tramitarán en tantos expedientes separados cuantos sean los titulares de los inmuebles y los derechos por expropiar; pero en el caso de los copropietarios, se tramitarán en uno solo.

Si el inmueble, mueble o derecho afecto a la expropiación está en litigio, como partes de las diligencias de expropiación se tendrán a quienes aparezcan en el expediente como directamente interesados, a los propietarios o los titulares de las cosas o derechos, a quienes figuren, con derechos sobre la cosa, en el Registro Nacional.

Artículo 7.- Terceros interesados. Durante el trámite de las diligencias de expropiación se oír a todos los que justifiquen tener, sobre el bien por expropiar, intereses que puedan sufrir perjuicio.

Artículo 8.- Subrogación de derechos. Las transmisiones de derechos que son objeto de expropiación no impedirán continuar con el procedimiento expropiador. El nuevo titular subrogará al anterior en sus obligaciones y derechos.

Artículo 9.- Intervención de la Procuraduría General de la República. Tanto en las etapas conducentes de los procedimientos administrativos de gestoría y adquisición de terrenos, como en las diligencias de expropiación, se deberá tener como parte a la Procuraduría General de la República, la cual participará de forma activa, debida y diligente, cuando el sujeto pasivo sea una persona con discapacidad, ausente o carezca de personería jurídica o de capacidad para actuar.

La Procuraduría General de la República y, particularmente la Notaría del Estado, en lo relacionado con el despliegue de actuaciones correspondientes a los trámites de adquisición o expropiación de terrenos, queda plenamente facultada y obligada a actuar o gestionar, debiendo proceder con la mayor diligencia y rapidez para la realización y concreción de los trámites de interés.

El Registro Nacional dará trámite preferente a la atención e inscripción de documentos emitidos por la Notaría del Estado y por notarios públicos, relativos o tendientes a la afectación o a la adquisición y el traspaso de bienes inmuebles que sean necesarios para la realización de obras públicas y que presenten la respectiva declaratoria de interés público.

En caso de retardarse indebidamente el trámite acá indicado, se aplicarán las sanciones que correspondan.

Artículo 10.- Intervención del Patronato Nacional de la Infancia. Se tendrá como parte al Patronato Nacional de la Infancia (PANI), cuando en las diligencias de expropiación exista una persona menor de edad involucrada. Esta institución no solo deberá apersonarse, sino también seguir con interés el curso del procedimiento hasta la fijación del justiprecio por resolución firme. Además, será responsable de que se cumpla con lo dispuesto en el artículo 33 de esta ley.

Artículo 11.- Intereses. La administración estará obligada a reconocer intereses al expropiado, de oficio y a la tasa legal vigente, a partir de la desposesión del bien y hasta el pago efectivo. Cuando exista un depósito del avalúo administrativo, los intereses se calcularán sobre la diferencia entre este y el justiprecio.

Artículo 12.- Exacciones y gravámenes. El bien expropiado se adquirirá libre de exacciones y gravámenes. No obstante, sobre él podrán conservarse servidumbres,

siempre que resulten compatibles con el nuevo destino del bien y exista acuerdo entre el expropiador y el titular del derecho de servidumbre.

Cuando sobre lo expropiado pesen gravámenes o cargas, el juez separará, del monto de la indemnización, la cantidad necesaria para cancelarlos y girará los montos respectivos, a quien corresponda, previa audiencia al expropiado y a los terceros con interés legítimo.

Cuando se trate de servidumbres trasladadas que existen al margen de la finca expropiada, como gravamen, pero no en la realidad física del inmueble, el notario dará fe, en la escritura pública, de que la servidumbre no existe en la materialidad y carece de interés actual, con vista en un informe técnico elaborado por la administración expropiante, lo que será suficiente para que el Registro Nacional cancele sin más trámite el asiento.

En aquellos casos en los cuales el propietario del inmueble a expropiar acepta el avalúo administrativo y el bien inmueble soporta limitaciones impuestas por la Ley N.º 4240, Ley de Planificación Urbana, de 15 de noviembre de 1968, y sus reformas; la Ley N.º 7575, Ley Forestal, de 13 de febrero de 1996, y sus reformas; la Ley N.º 5060, Ley General de Caminos Públicos, de 22 de agosto de 1972, y sus reformas; la Ley N.º 276, Ley de Aguas, de 27 de agosto de 1942, y sus reformas; Ley N.º 139, Ley de Informaciones Posesorias, de 14 de julio de 1941, y sus reformas y la Ley N.º 2755, Ley sobre Localización de Derechos Indivisos, de 9 de junio de 1961, y sus reformas, o cualesquiera otra, la Notaría del Estado procederá a la confección de la escritura de traspaso correspondiente a favor de la administración expropiante.

En todos estos casos el Registro Nacional, a solicitud del notario autorizante, procederá a cancelar los asientos de inscripción sobre el inmueble expropiado. Si se trata de segregaciones, la cancelación se hará únicamente sobre el lote a expropiar.

Artículo 13.- Afectación de derechos y servidumbres. Las disposiciones de esta ley serán aplicables para constituir servidumbres y para todo tipo de afectación de bienes y derechos. Cuando, por el tipo de afectación, se le limite sustancialmente la disponibilidad del bien o el derecho, la tramitación como afectación será improcedente y deberá ejecutarla la expropiación integral.

Artículo 14.- Servidumbre constituida. El establecimiento de una servidumbre a favor de la Administración se comunicará a las instituciones que, por ley o reglamento, otorgan permisos de construcción o reconstrucción, para que los concedan solo si previamente se cuenta con la autorización expresa de la administración dominante. Se

prohíbe a estas instituciones otorgar permisos en contra de lo dispuesto en este artículo. Cualquier decisión administrativa opuesta a este mandato será absolutamente nula.

Cuando un ente público distinto de la administración dominante deba establecer una servidumbre que afecte la anterior, ese ente deberá correr con los gastos que demande la modificación de la servidumbre. En caso de conflicto, el Tribunal de lo Contencioso-Administrativo y Civil de Hacienda resolverá, en única instancia, siguiendo en lo compatible y necesario el trámite de esta ley.

Artículo 15.- Arrendamiento o venta del bien expropiado. El expropiador podrá dar en arrendamiento la totalidad del bien expropiado o parte de él que no necesite de inmediato; además, podrá dar en venta cosechas o bienes accesorios que no vayan a utilizarse en la obra o el servicio público. En igualdad de condiciones, se le dará preferencia al expropiado.

El contrato respectivo deberá formalizarse de acuerdo con lo indicado en la ley.

Artículo 16.- Restitución. Transcurridos diez años desde la inscripción del inmueble expropiado a nombre del Estado, el expropiador podrá devolver a los dueños originales o a los causahabientes, que lo soliciten por escrito, las propiedades o las partes sobrantes que no se hayan utilizado totalmente para el fin respectivo.

El interesado deberá cubrir, al ente expropiador, el valor actual del bien, cuya valoración se determinará de acuerdo con los trámites previstos en esta ley.

Transcurridos los diez años establecidos en el presente artículo, los expropiados o sus causahabientes tendrán tres años para ejercer el derecho de restitución reconocido en esta norma.

Artículo 17.- Expropiaciones parciales. Cuando se trate de la expropiación parcial de un inmueble y la parte sin expropiar sea inadecuada para el uso o la explotación racional, el expropiado podrá exigir la expropiación de la totalidad del inmueble.

Se considerarán sobrantes inadecuados los terrenos urbanos que, a causa de la expropiación, queden con frente, fondo o superficie inferiores a lo autorizado por las disposiciones normativas existentes para edificar.

Cuando se trate de inmuebles rurales, en cada caso las superficies inadecuadas se determinarán tomando en cuenta la explotación efectuada por el expropiado.

Las partes podrán determinar, de común acuerdo, la superficie inadecuada para incluirla en la transferencia del dominio. En un juicio de expropiación, el juez fijará esa superficie.

CAPÍTULO II PROCEDIMIENTO ADMINISTRATIVO

SECCIÓN I

REQUISITOS PREVIOS A LA EXPROPIACIÓN

Artículo 18.- Declaratoria de interés público. Para la expropiación de un bien será indispensable un acto motivado, mediante el cual el bien requerido se declare de interés público. Tal acto, en caso de un ministerio, será firmado por el ministro del ramo y, en los demás casos, por el jerarca del ente expropiador, salvo disposición de ley en contrario.

La declaratoria de interés público deberá notificarse al interesado o su representante legal y será publicada en el diario oficial.

Artículo 19.- Declaración genérica de interés público. Cuando por ley se declare genéricamente el interés público de ciertos bienes, el reconocimiento, en cada caso concreto, deberá realizarse por acuerdo motivado del Poder Ejecutivo o por el jerarca del ente expropiador, salvo ley en contrario.

Artículo 20.- Anotación provisional y definitiva. La resolución de declaratoria de interés público del bien se anotará de manera provisional ante el Registro Nacional.

Practicada la anotación, la transmisión de la propiedad o la constitución de cualquier derecho real sobre el bien se entenderá efectuada sin perjuicio del ente anotador. La anotación caducará y se cancelará de oficio si, dentro del año siguiente, no se presentara el mandamiento de anotación definitiva, expedido por el Juzgado de lo Contencioso-Administrativo y Civil de Hacienda.

SECCIÓN II

DETERMINACIÓN DEL JUSTO PRECIO

Artículo 21.- Solicitud del avalúo. Sin perjuicio de lo dispuesto en el artículo 4 de esta ley, cuando se requiera adquirir bienes o afectar derechos para fines de interés público, la Administración deberá solicitar a la dependencia especializada respectiva o, si esta no existiera, a la Dirección General de Tributación, que practique el avalúo administrativo correspondiente por medio de su propio personal o con la ayuda del personal necesario, según la especialidad requerida. El avalúo deberá rendirse en un plazo máximo de un mes, contado a partir del recibo de la solicitud.

Artículo 22.- Determinación del justo precio. Para determinar el justo precio, aparte de los criterios estipulados en el inciso b) del artículo 39, el perito deberá cumplir las siguientes disposiciones:

El avalúo administrativo deberá indicar todos los datos necesarios para valorar el bien que se expropia y describirá, en forma amplia y detallada, el método empleado.

En cuanto a los inmuebles, el dictamen contendrá obligatoriamente una mención clara y pormenorizada de lo siguiente:

- a) La descripción topográfica del terreno.
- b) El estado y uso actual de las construcciones.
- c) El uso actual del terreno.
- d) Los derechos de inquilinos o arrendatarios.
- e) Las licencias o los derechos comerciales, si procedieran conforme a la ley, incluidos, entre otros, todos los costos de producción, directos e indirectos, impuestos nacionales, municipales y seguros.
- f) Los permisos y las licencias o las concesiones para la explotación de yacimientos, debidamente aprobados y vigentes conforme a la ley, tomando

en cuenta, entre otros, los costos de producción, directos e indirectos, el pago de las cargas sociales, los impuestos nacionales, municipales y los seguros.

g) El precio estimado de las propiedades colindantes y de otras propiedades de la zona o el de las ventas efectuadas en el área, sobre todo si se tratara de una carretera u otro proyecto similar al de la parte de la propiedad valorada, para comparar los precios del entorno con el de la propiedad que se expropia, así como para obtener un valor homogéneo y usual conforme a la zona.

h) Los gravámenes que pesan sobre la propiedad y el valor del bien, fijado por el propietario para estas transacciones.

i) Cualesquiera otros elementos o derechos susceptibles de valoración e indemnización.

Cuando se trate de zonas rurales, extensiones considerables o ambas, el precio se fijará por hectárea. En caso de zonas urbanas, áreas menores o ambas, el precio podrá fijarse por metro cuadrado.

En cualquier momento del proceso, la administración expropiante, el propietario o el juez podrán pedir opiniones técnicas a la Dirección General de Tributación, que podrá elaborar estudios de campo, si se estimara necesario. Esta opinión será rendida en el plazo de cinco días hábiles a partir de recibida la petición.

Para fijar el valor del bien, se considerarán solo los daños reales permanentes pero no se incluirán ni se tomarán en cuenta los hechos futuros ni las expectativas de derecho. Tampoco podrán reconocerse plusvalías derivadas del proyecto que origina la expropiación.

En el caso de los bienes muebles, cada uno se valorará separadamente y se indicarán las características que influyen en su valoración.

Artículo 23.- Revisión del avalúo administrativo. Cuando por razones de caso fortuito o fuerza mayor se varíe la naturaleza del bien o su cabida, la administración o el interesado podrán solicitar una revisión del avalúo para ajustarlo a las nuevas características del bien. Si el propietario aceptara el nuevo valor, se procederá al traspaso directo.

Si el propietario hubiera aceptado el valor del bien y hubieran transcurrido más de seis meses sin que se le haya pagado, podrá pedir que el valor pactado se actualice conforme a los índices de inflación registrados por el Banco Central de Costa Rica.

Artículo 24.- Fijación de valores. El perito deberá determinar el valor del bien expropiado a la fecha de su dictamen. También, determinará los posibles daños que se causen al derecho de propiedad por limitaciones irrazonables sufridas al aplicar las medidas precautorias. Además, solo considerará las mejoras necesarias introducidas después de la declaración de interés público.

Artículo 25.- Notificación del avalúo. El avalúo se notificará al propietario del inmueble, para lo cual será de aplicación lo dispuesto en la Ley N.º 8687, Ley de Notificaciones Judiciales, de 4 de diciembre de 2008. En la misma comunicación del avalúo se le concederá al administrado un plazo de cinco días hábiles para manifestar su conformidad con el precio asignado al bien, bajo el apercibimiento de que su silencio será tenido como aceptación del avalúo administrativo. Si aceptara el precio, la administración remitirá el expediente a la Notaría del Estado, a efectos de que proceda a confeccionar la escritura de traspaso correspondiente.

Aceptado el avalúo administrativo o transcurrido sin respuesta el plazo para oponerse, el avalúo quedará firme y no cabrá oposición posterior en ninguna etapa del proceso administrativo.

El expropiado no podrá oponerse en vía judicial, cuando haya aceptado expresamente el avalúo en vía administrativa.

Aun cuando el propietario no acepte el avalúo administrativo podrá cambiar de criterio en cualquier momento, lo cual permitirá a la administración expropiante suscribir el traspaso directo. Si el caso ya está en la etapa judicial, el juez dictará sentencia de inmediato, conforme al valor del avalúo administrativo. Para tales efectos, el expropiado podrá pedir que el valor se actualice conforme a los índices de inflación registrados por

Cuando se ignore o esté equivocado el lugar para notificaciones al expropiado, por culpa de este, deberá notificarse el avalúo administrativo, por edictos que se publicarán por una sola vez, en dos de los periódicos de mayor circulación en el país.

Las publicaciones se harán en días diferentes y deben contener:

- a) La descripción del inmueble a expropiar.

- b) El monto del avalúo administrativo.
- c) El plazo del emplazamiento, que será de tres días hábiles a partir de la última publicación.
- d) La advertencia de que transcurrido este plazo se continuará con las diligencias de expropiación.

Artículo 26.- Arbitraje. En cualquier etapa de los procedimientos, las partes podrán someter a arbitraje sus diferencias, de conformidad con las regulaciones legales y los instrumentos vigentes del derecho internacional. Dicho arbitraje no impedirá la entrada en posesión del bien expropiado por parte de la Administración, de conformidad con lo dispuesto en esta ley. Cuando la diferencia verse sobre la determinación del precio justo y el diferendo se rija por la legislación procesal costarricense, el arbitraje será de peritos y los gastos correrán por cuenta del ente expropiador.

Los peritos deberán ajustarse a los criterios de valoración establecidos en el artículo 22 y a los honorarios indicados en el artículo 36, ambos de esta ley.

Cuando se recurra a mecanismos de arbitraje estipulados en instrumentos internacionales vigentes en Costa Rica, se estará a las regulaciones allí contenidas.

Si la diferencia versa sobre la naturaleza, el contenido, la extensión o las características del derecho o bien por expropiar, la discrepancia se resolverá antes de determinar el justo precio, mediante un arbitraje de derecho, con los gastos a cargo de ambas partes.

CAPÍTULO III

EXPROPIACIÓN

SECCIÓN ÚNICA

PROCESO ESPECIAL DE EXPROPIACIÓN

Artículo 27.- Acuerdo de expropiación. La Administración dictará un acuerdo de expropiación en los siguientes casos:

- a) Si existiera disconformidad oportuna del expropiado con el avalúo administrativo.
- b) Si el bien o derecho expropiado estuviera en litigio o soportara anotaciones, exacciones o gravámenes.
- c) Si el titular o poseedor del bien o derecho por expropiar estuviera ausente o careciera de capacidad para actuar o de representante legal.
- d) Si el propietario hubiera aceptado expresa o tácitamente un valor del bien, pero luego se negará a otorgar la escritura del traspaso, y estuviera renuente pese a haber sido compelido por el juzgado, la Administración podrá pedir al juez que comparezca a firmarla por el propietario.

Artículo 28.- Inicio del proceso especial de expropiación y depósito del avalúo administrativo. Dictado el acuerdo de expropiación, en los términos del artículo anterior, la administración expropiante deberá iniciar el proceso especial de expropiación ante el Juzgado de lo Contencioso Administrativo y Civil de Hacienda. Una vez conformado el expediente judicial, la Administración depositará el monto del avalúo administrativo, como requisito indispensable y previo a la entrada en posesión del bien expropiado.

Artículo 29.- Objeto de litigio. En el proceso especial de fijación del justiprecio, solo se discutirán asuntos relacionados con la revisión del avalúo administrativo del bien expropiado, según las condiciones en que se encontraba, para fijar el monto final de la indemnización.

Artículo 30.- Resolución inicial y selección del perito. Recibida la solicitud de la Administración, el Juzgado de lo Contencioso-Administrativo y Civil de Hacienda expedirá, de oficio, el mandamiento de anotación definitiva, en el registro público correspondiente, de los inmuebles y derechos por expropiar.

En la misma resolución, el juez nombrará un perito idóneo según su especialidad y experiencia, para que revise el avalúo administrativo.

El juez escogerá al perito de entre la lista que presenten los colegios profesionales a la Dirección Ejecutiva del Poder Judicial, que la publicará en el Boletín Judicial una vez aprobada. Para el nombramiento deberá seguirse un riguroso orden rotativo, con base en un registro que llevará el Poder Judicial.

La Procuraduría General de la República, la institución expropiante o el expropiado podrán oponerse al nombramiento del perito que no sea idóneo. Contra lo resuelto por el juez cabrá apelación para ante el superior.

El juez fijará también los honorarios del perito, de conformidad con lo dispuesto por el artículo 36 de la presente ley.

En la resolución inicial, se le concederá al expropiado un plazo de quince días hábiles para desalojar el inmueble, siempre que la Administración haya depositado el monto del avalúo administrativo y que, a criterio del juez, este monto corresponda al principio de precio justo, según los precedentes para casos similares.

De reunir las características del párrafo anterior, en esta resolución se ordenará la entrada en posesión del bien. Contra esta resolución no procederá recurso alguno.

Artículo 31.- Nombramiento de un representante legal. Cuando el bien o el derecho expropiado pertenezca a una entidad que carezca de representante legítimo o a una persona que haya fallecido, y aún no se haya iniciado el proceso sucesorio, el juez procederá conforme a lo dispuesto en los artículos 262 y 266 del Código Procesal Civil, pero el plazo entre la primera publicación del edicto de convocatoria y el de la celebración de la junta se reducirá a diez días hábiles.

Artículo 32.- Entrada en posesión. Si transcurrido el plazo de quince días establecido en el artículo 30 de esta ley el inmueble no ha sido desocupado, el juez ordenará el desalojo inmediato; para ello, de ser necesario, se auxiliará con la fuerza pública y pondrá a la Administración en posesión del bien.

Dicho plazo será de dos meses, cuando se trate de un inmueble utilizado para habitación familiar.

Artículo 33.- Retiro del monto del avalúo administrativo. En aquellos casos en que se hubiera iniciado el proceso especial de expropiación, de conformidad con el artículo 28 de esta ley, el expropiado podrá solicitar al juez de lo Contencioso-Administrativo y Civil de Hacienda el giro del monto del avalúo administrativo previamente depositado por la administración expropiante, sin perjuicio del derecho que

le asiste para pedir su revisión en este mismo proceso, de conformidad con lo dispuesto en esta ley.

De previo a ordenar el giro, el juez deberá tomar las previsiones para cancelar los gravámenes, las anotaciones y exacciones ordenadas en el artículo 12 de esta ley.

La indemnización correspondiente a personas menores de edad sin representante legal se depositará en el Patronato Nacional de la Infancia (PANI), mientras esta situación continúe. Dicha entidad procurará que la suma retirada obtenga tanto rendimiento como sea posible.

Artículo 34.- Aceptación del cargo de perito. Notificado el perito, contará con un plazo improrrogable de ocho días hábiles para aceptar el cargo ante el Juzgado de lo Contencioso-Administrativo y Civil de Hacienda. Vencido el plazo sin haber concurrido a aceptar el cargo, de oficio se le excluirá por un año de la lista de peritos si, a criterio del juez, no medió causa justificada para la no aceptación, y se nombrará a otro perito.

Artículo 35.- Plazo para rendir el dictamen. El perito deberá rendir el dictamen original y dos copias, dentro del plazo improrrogable de un mes contado a partir de la aceptación del cargo.

Si no cumpliera dentro del plazo, se le removerá del cargo y se le excluirá por un año de la lista de peritos. El juez procederá de inmediato a nombrar a otro perito.

El dictamen deberá sujetarse a lo dispuesto en el artículo 22 de esta ley y su objeto será revisar el avalúo administrativo para que se ajuste al valor del bien en el momento en que fue valuado.

Si el perito se apartara del avalúo administrativo, deberá explicar pormenorizadamente las razones por las que varía de criterio y estima que el bien tiene otro valor.

Artículo 36.- Honorarios de los peritos. El juzgado fijará los honorarios del perito de acuerdo con las tarifas por hora de trabajo vigentes en cada colegio profesional o las establecidas en el decreto de salarios mínimos, de conformidad con el esfuerzo y el tiempo necesarios para su labor. Estos últimos se calcularán según las horas profesionales empleadas en el informe. En ningún caso procederá estimar, fijar ni pagar a los peritos honorarios que se calculen como un porcentaje del valor del bien.

A petición de parte o del juez, los colegios profesionales fiscalizarán a los peritos en cuanto a los métodos de cálculo utilizados por ellos en los avalúos, así como en cuanto al valor final asignado al bien.

El pago de los honorarios del perito de primera instancia correrá por cuenta del promovente. Otros peritajes o pruebas que lleguen a realizarse serán sufragados por el proponente.

El juez ordenará girar los honorarios del perito solo cuando haya transcurrido la audiencia concedida sobre el dictamen, si las partes no hubieran pedido adición ni aclaración o cuando, solicitadas estas, el perito haya cumplido lo dispuesto por el juzgado.

Artículo 37.- Perito tercero en discordia. A solicitud de parte, el juez nombrará un perito tercero en discordia. También podrá nombrarlo de oficio. En cuanto a la aceptación, el plazo para rendir el dictamen, sus condiciones o sus requisitos, se seguirán las normas anteriores.

Artículo 38.- Audiencia sobre dictamen pericial. El juez concederá a las partes una audiencia de diez días hábiles sobre los dictámenes periciales, y de cinco días sobre sus adiciones o aclaraciones.

Artículo 39.- Valoración de la prueba y sentencia. En todo proceso de expropiación, el juez deberá practicar un reconocimiento judicial del inmueble sujeto a expropiación, con el fin de formarse un mejor criterio de la validez y realidad de las pericias efectuadas y asegurarse de que el valor asignado por el perito u otras pruebas se ajusten a las circunstancias reales. Al reconocimiento serán citados las partes, los peritos u otras personas entendidas en la materia para que expongan, de viva voz, las observaciones o consideraciones vertidas sobre los avalúos.

Asimismo, las partes podrán aportar al proceso otros elementos de prueba, como por ejemplo:

- a) Informes de asociaciones o cámaras de corredores de bienes raíces sobre el bien en cuestión o sobre precios de la zona o de inmuebles similares.

- b) Fotografías, publicaciones o anuncios hechos por el propietario, los colindantes o vecinos, por cualquier medio, que ofrezcan en venta la finca expropiada u otros inmuebles de la zona.
- c) Valor declarado por el propietario o fijado por la Administración para efectos de cancelación de impuestos locales o nacionales.
- d) Valor del bien o de los colindantes, fijado para trámites bancarios.
- e) Informes de expertos o peritos.
- f) Índices de precios oficiales o de entidades privadas.

Artículo 42.- Resolución de segunda instancia. Vencido el plazo fijado en el artículo anterior o evacuada la prueba para mejor resolver, el Tribunal de lo Contencioso-Administrativo y Civil de Hacienda dictará la resolución final, dentro de los quince días hábiles siguientes.

Artículo 43.- Recursos. Mediante escrito motivado, los autos que se dicten en el proceso podrán ser apelados para ante el Tribunal de lo Contencioso-Administrativo y Civil de Hacienda, en el efecto devolutivo, dentro del plazo de cinco días hábiles, solo cuando tengan relación con las siguientes materias:

- a) La designación de los peritos.
- b) La fijación de los honorarios de los peritos.
- c) Lo concerniente al retiro, el monto y la distribución de avalúo.
- d) Los autos que resuelvan sobre nulidades de actuaciones y resoluciones.
- e) Los autos que resuelvan los incidentes de nulidad de las actuaciones periciales.

En los demás casos, los autos solo tendrán recurso de revocatoria, que deberá ser interpuesto en el plazo de tres días hábiles.

Artículo 44.- Archivo de las diligencias. En cualquier momento, la administración expropiante podrá solicitar el archivo del expediente. Cuando lo solicite en la vía judicial deberá cubrir las costas procesales y personales.

Artículo 45.- Pago del justo precio. El justiprecio será pagado en dinero efectivo, salvo que el expropiado lo acepte en títulos valores. En este caso, los títulos se tomarán por su valor real, que será certificado por la Bolsa Nacional de Valores, por medio de sus agentes o, en su defecto, por un corredor jurado. Firme la sentencia, el pago de la diferencia con el avalúo administrativo será realizado de inmediato y, en lo conducente, serán aplicables las normas sobre ejecución de sentencia contenidas en la Ley N.º 8508, Código Procesal Contencioso-Administrativo, de 28 de abril de 2006.

Artículo 46.- Depósito del ajuste del justiprecio. Cuando el expropiado no retire el ajuste del justiprecio, este permanecerá depositado a la orden del juzgado que conoció de la expropiación.

Los propietarios del justiprecio o sus representantes legales podrán solicitar su giro en cualquier tiempo.

Artículo 47.- Inscripción. Firme la resolución que fija la indemnización, el expropiante pondrá el expediente a disposición de la Notaría del Estado, para que proceda a protocolizar las piezas correspondientes y gestione la inscripción del bien a favor del expropiante o promovente según corresponda, aun cuando el bien no esté inscrito. Esta protocolización tendrá carácter de título supletorio. El Registro Nacional está obligado a cancelar todas las anotaciones, las exacciones y los gravámenes que pesen sobre el bien expropiado, con fundamento en la escritura de protocolización de piezas, sin necesidad de ningún otro trámite.

Artículo 48.- Exoneraciones. La inscripción en el Registro Nacional de los planos y las escrituras que se otorguen por la aplicación de esta ley estará exenta del pago de impuestos, timbres, derechos de registro y demás cargas fiscales.

CAPÍTULO IV

MODALIDADES DE INDEMNIZACIÓN

SECCIÓN I

REUBICACIÓN

Artículo 49.- Reubicación del expropiado. A título de indemnización y por así acordarlo con el expropiado, la administración expropiadora podrá reubicar al expropiado en condiciones similares a las disfrutadas antes de la expropiación.

Artículo 50.- Reubicación de poblaciones. Cuando para realizar una obra de utilidad o interés público sea necesario trasladar poblaciones, el Poder Ejecutivo o la administración expropiadora coordinará la reubicación respectiva.

Los entes y las dependencias que deban participar en la ejecución del respectivo proyecto incluirán, en sus presupuestos, las partidas complementarias requeridas para prestar sus servicios. Además, deberán velar por que se cumpla con las normas técnicas en la instalación y el funcionamiento de los servicios.

Artículo 51.- Disconformidad con la reubicación. Cuando el administrado considere que el inmueble donde se le reubicó es de condición inferior al que ocupaba antes, podrá recurrir al Juzgado de lo Contencioso-Administrativo y Civil de Hacienda para que se resuelvan sus pretensiones siguiéndose, en cuanto sea compatible, el procedimiento que esta ley establece para las diligencias judiciales de expropiación.

SECCIÓN II

INDEMNIZACIÓN POR OCUPACIÓN

TEMPORAL Y OTROS DAÑOS

Artículo 52.- Ocupación temporal de bienes. Cuando la Administración Pública requiera ocupar temporalmente el bien de un particular, deberá dictar una resolución motivada para declarar de necesidad pública esa ocupación.

Esta resolución deberá razonarse en la forma debida. Se indicará expresamente el plazo, el cual no podrá exceder de cinco años, y la indemnización que proceda. Además, deberá notificarse a los afectados por la ocupación.

Artículo 53.- Disconformidad con la indemnización. Si el administrado no está conforme con los términos de la resolución mencionada en el artículo anterior, dentro de los ocho días hábiles siguientes a la notificación respectiva, podrá recurrir ante el jerarca de la Administración e indicar, expresamente, el fundamento de su disconformidad.

La Administración deberá resolver dentro de los dos meses siguientes, con lo cual dará por agotada la vía administrativa.

Artículo 54.- Trámite judicial. Si el administrado no está de acuerdo con la resolución a la que se refiere el artículo anterior, la Administración interesada podrá acogerse a los trámites que prescribe el capítulo III de esta ley, en lo aplicable, a fin de obtener la autorización judicial para entrar en posesión del bien.

Artículo 55.- Indemnización por otros daños. Cuando, por razones graves de orden o seguridad pública, epidemias, inundaciones y otras calamidades deban adoptarse medidas que impliquen destrucción, detrimento efectivo, ocupación de bienes o de derechos particulares, sin las formalidades previas para aplicar los diversos tipos de expropiación que exige esta ley, el particular perjudicado tendrá derecho de indemnización, de acuerdo con las normas de los preceptos relativos a la ocupación temporal del inmueble. La Administración deberá iniciar, tan pronto como le sea posible, el expediente respectivo.

Artículo 56.- Daños subsiguientes. Los daños y perjuicios, distintos de los que han sido objeto de indemnización, que surjan a consecuencia directa de la ocupación, serán valorados nuevamente por la Administración, siguiendo para ello el procedimiento anteriormente descrito, todo a instancia del interesado.

CAPÍTULO V

DISPOSICIONES FINALES

SECCIÓN ÚNICA

Artículo 57.- Responsabilidad de los funcionarios administrativos. Los funcionarios que intervengan en el proceso administrativo y no se sujeten a los plazos que esta ley establece responderán personalmente, ante el administrado, por los daños que su demora pueda causarle, sin perjuicio de las sanciones administrativas correspondientes ni de la responsabilidad de la Administración.

Artículo 58. Responsabilidad de los funcionarios judiciales. Cuando los funcionarios judiciales incumplan, injustificadamente, los plazos que esta ley establece, incurrirán en responsabilidad personal, sin perjuicio de las sanciones administrativas correspondientes. La Procuraduría General de la República o el ente expropiador deberán enderezar las acciones que correspondan para resarcir, a la Administración Pública, de los perjuicios económicos que se le hayan causado.

Artículo 59.- Responsabilidad de los peritos. Al preparar los informes, los peritos serán responsables personalmente por los daños y perjuicios provocados a la Administración cuando, mediante sentencia, se acoja un dictamen pericial cuya sobrevaloración se determine posteriormente. En tales casos, la Administración expropiante promoverá, contra los peritos, las acciones administrativas, civiles y penales que correspondan.

De ocurrir sobrevaloración de peritajes, se excluirá al perito de la lista de la Dirección Ejecutiva del Poder Judicial, incluso si el dictamen fuera desestimado en sentencia. Los particulares podrán acudir a la vía civil para reclamar cualquier daño que se les cause y se origine en los informes de los peritos.

Artículo 60.- Especies fiscales y autenticación. Las diligencias de expropiación se tramitarán exentas del pago de especies fiscales. Las gestiones que plantee personalmente el expropiado, en la vía administrativa o judicial, no requieren autenticación.

Artículo 61.- Prescripción y caducidad. Los derechos y las acciones que se deriven de la presente ley prescriben en diez años, contados a partir del día siguiente a aquel en el que el Estado tomó posesión del bien o lo afectó.

El reclamo, por vía administrativa, caducará y se tendrá por no interpuesto si transcurren cinco años sin que el interesado active las diligencias.



Transitorio único.- Los procesos de expropiación pendientes a la fecha de entrada en vigencia de esta ley continuarán tramitándose de conformidad con las disposiciones vigentes en el momento de iniciarlos.

Rige a partir de su publicación."

Dado en la Presidencia de la República, San José, a los once días del mes de noviembre del año dos mil catorce.

Anexo 10. Propuesta de plan de emergencias.

Nota: El siguiente plan ha sido elaborado en concordancia con los requisitos establecidos por la normativa vigente, tales como el Decreto Ejecutivo No. 39.408-MTSS, “Reglamento de Comisiones y Oficinas o Departamentos de Salud Ocupacional”, y la Norma CNE-NA-INTE-DN-01-2014, “Norma de Planes de Preparativos y Respuesta ante Emergencias para Centros Laborales o de Ocupación Pública”.



1. PLAN DE EMERGENCIAS Y PREVENCIÓN DE ACCIDENTES.

Tal y como lo define la Comisión Nacional de Emergencias, el Plan de Emergencias, es el producto de una serie de análisis, observaciones y evaluaciones planificadas, dirigidas y calendarizadas en un documento, que tiene como fin servir de guía para las fases de prevención, mitigación, preparación, respuesta y rehabilitación, acciones que deben llevarse a cabo frente a situaciones de emergencia, o de inminente desastre, provocadas por la vulnerabilidad que presentan las personas, las edificaciones o los sistemas frente a las amenazas propias de la naturaleza, como pueden ser los sismos, las inundaciones, los huracanes, actividad volcánica, deslizamientos, o bien provocados por el hombre como son los incendios, los derrames de productos peligrosos y las explosiones.

El plan de emergencia es la planificación y organización humana para la utilización óptima de los medios técnicos previstos con la finalidad de reducir al mínimo las posibles consecuencias humanas y/o económicas que pudieran derivarse de una emergencia.

De la definición se desprende que el plan de prevención y atención de emergencia persigue optimizar los recursos disponibles, por lo que su implantación implica haber dotado previamente al edificio de la infraestructura de medios materiales o técnicos necesarios en función de las características propias del edificio y de la actividad que en el mismo se realiza.

Ello a su vez comporta haber previamente, realizado una identificación y análisis de los riesgos o deficiencias del edificio o Proyecto a desarrollar, imprescindible para conocer la dotación de medios de prevención-protección que se precisan en el mismo.

1.1. Justificación del Plan de Prevención y Atención de Emergencias:

En este documento se elaboró el esquema de actuaciones que el eventual contratista deberá seguir en caso de presentarse una situación de emergencia durante el desarrollo del Proyecto Tren Rápido de Pasajeros de la GAM.

Basados en los riesgos potenciales, así como en los medios de protección con los que se debe contar, es que se detallan en el presente plan de prevención y atención de emergencia los protocolos de prevención y actuación a desarrollar.

Es importante planear las reacciones y acciones que se deben llevar a cabo en el momento de presentarse una emergencia, para evitar así la pérdida de vidas humanas y disminuir sustancialmente los riesgos de pérdidas materiales y ambientales.

Las emergencias deben ser previstas mediante un Plan que permita que todas las personas puedan desplazarse hasta un lugar seguro, en un tiempo adecuado en función del riesgo previsible y con las necesarias garantías de seguridad.

Es importante recordar que el elemento pánico produce más lesionados y pérdidas de vida que la misma emergencia, por cuanto afecta la evacuación ordenada y segura.

La prevención y la preparación son la mejor manera de enfrentar las situaciones de emergencias.

1.2. Objetivos:

Objetivo general:

Brindar mayor seguridad a trabajadores, personal del proyecto, y usuarios de la vía, en caso de presentarse una situación de peligro en sus instalaciones temporales o alrededores, de manera que se logren reducir las situaciones de pánico, lesiones graves o la pérdida de vidas humanas y bienes materiales y ambientales.

Objetivos Específicos:

- Proteger la integridad física de todos los posibles afectados por una situación de emergencia durante la construcción y operación del Proyecto de Tren Rápido de Pasajeros de la GAM.
- Reducir las pérdidas que puedan ocasionar una emergencia.
- Contar con personal capacitado en la atención de emergencias.
- Contar con los procedimientos bien definidos que permitan enfrentar una emergencia, sin poner en peligro a quienes los ejecuten.
- Procurar el pronto reinicio de las labores.

1.3. Definiciones.

EMERGENCIA:

Situación generada por la manifestación de un evento, que modifica severamente las condiciones normales de vida, haciendo necesaria la intervención inmediata. Es todo hecho, situación o circunstancia imprevista que altera un normal proceso de funcionamiento y puede dar como resultado un peligro para la vida humana, animal y/o daños a la propiedad.

Se considera emergencia a todo estado de perturbación de un sistema que puede poner en peligro la estabilidad del mismo, ya sea en forma parcial o total. El concepto de sistema puede estar referido a una pequeña clínica, un hospital o toda una comunidad.

Por el impacto y trascendencia de los efectos de la emergencia sobre el sistema que incluso puede hacerlo desaparecer, los responsables de administrarlo, vale decir la alta Dirección, debe:

“ESTABLECER: UNA POLÍTICA GENERAL SOBRE EMERGENCIAS, EN CONOCIMIENTO DE TODO EL PERSONAL”

DESASTRE: Es un evento de origen natural o provocado por el hombre, que ocurre en la mayoría de los casos en forma inesperada, causando alteraciones intensas en la población, los bienes y el medio en general.

AMENAZA: Es un fenómeno que potencialmente puede afectar a la vida y a la actividad humana adversamente.

Algunos ejemplos: los terremotos, las erupciones volcánicas, el desplome económico, las crisis políticas, las epidemias, los deslizamientos de tierra, la deforestación, entre otros.

ZONA DE AMENAZA: Es el área de cobertura de ocurrencia de la posible amenaza, independientemente de la presencia o no, de bienes o personas.

EVACUACIÓN: Es la acción de desalojar una unidad, servicio o lugar, en el que se ha declarado una emergencia.

VÍA DE EVACUACIÓN: Camino expedito, señalizado, continuo y seguro que desde cualquier punto de la instalación, conduzca a la zona de seguridad.

ZONA DE SEGURIDAD: Lugar de refugio temporal al aire libre, que debe cumplir con las características de ofrecer seguridad para la vida de quienes lleguen a ese punto, para su designación se debe considerar que no existan elementos que puedan producir daños por caídas (árboles, cables eléctricos, estructuras antiguas, entre otros).

ESCALA: Estructura independiente y trasladable, compuesta por largueros unidos transversalmente por peldaños o barrotes horizontales y a igual distancia. Puede tener sustentación propia (escala de tijera) o no (escala de mano).

ESCALERA: Parte de una vía de circulación, compuesta de una serie de peldaños o escalones horizontales colocados a intervalos verticales iguales, adosada a la estructura de una edificación.

FLUJO DE OCUPANTES: Cantidad de personas que pasan a través del ancho útil de la vía de evacuación, en una unidad de tiempo, Se expresa en personas/minutos.

INCENDIO: Fuego de grandes proporciones que provoca daños a las personas y a las instalaciones.

CONATO DE INCENDIO: Fuego iniciado, descubierto y apagado a la brevedad y que no ocasiona daño o el ocasionado es menos que leve.

EXPLOSIÓN: Fuego a mayor velocidad, produciendo rápida liberación de energía, aumentando el volumen de un cuerpo, mediante una transformación física y química.

SISMO: Movimiento de tierra, (se hablará in extenso, en el apartado de procedimiento en caso de sismo).

VULNERABILIDAD: Es la condición en que se encuentran las personas y los bienes expuestos frente a una amenaza, los cuales por su grado de información y capacitación o, por su cantidad, ubicación, la conformación material, disposición funcional, entre otros, de que disponen, tienen un determinado grado de capacidad o inhabilidad, para afrontar o soportar la acción de cualquier evento posible. La vulnerabilidad humana se relaciona con el grado en que la gente puede ser susceptible a la pérdida, los daños, el sufrimiento y la muerte. La vulnerabilidad incluye varios factores: físicos, económicos, sociales, políticos y religiosos.

LA CAPACIDAD: Son los recursos internos y externos que las personas, las familias y las comunidades tienen para enfrentar situaciones que amenazan sus vidas y su bienestar.

RIESGO: Es el resultado obtenido al relacionar o combinar la intensidad de un evento probable (amenaza) y su vulnerabilidad.

ZONA DE RIESGO: Se define, como el área donde existen los mayores grados de amenaza y, la mayor presencia de personas o bienes susceptibles de ser afectados.

FACTORES DE RIESGO: Son aquellos efectos identificados y medibles que se constituyen en amenazas concretas.

EXTINTOR PORTÁTIL DE INCENDIO: Es un aparato que contiene polvo, líquido o gas, los cuales pueden ser expulsados bajo presión con el propósito de suspender o extinguir un incendio.

1.4. Tipos de evacuación existentes:

Evacuación Parcial.

- Se realizará cuando sea necesario evacuar en una situación de emergencia.
- Las instrucciones serán impartidas por el Jefe o encargado de la Operación del Proyecto
- Tienen, además, la responsabilidad de acompañar y conducir a los funcionarios de su área, desde su lugar de trabajo, hacia la zona de seguridad por la vía de evacuación que les corresponda.

Evacuación Total.

- Se realizará cuando sea necesario evacuar a un mismo tiempo, todas las dependencias de la empresa.
- La orden de evacuación total será impartida por el Jefe del Plan de Evacuación, o el subjefe de plan.
- La orden de evacuación, será comunicada al Personal en general, del sistema telefónico existente.

1.5. Descripción de los tipos de desastres:

Por su origen se clasifican en:

a. Naturales: son los que no podemos evitar, entre ellos tenemos:

- Terremotos.
- Tornados.
- Inundaciones.
- Maremotos.

b. Causados por el Hombre: entre los cuales tenemos:

- Incendios.
- Desastres tecnológicos.
- Explosiones.
- Actos terroristas.
- Derrames de sustancias tóxicas, entre otros.

Por su magnitud se pueden llegar a clasificar en:

a. Magnitud limitada:

- Afectan solo una parte del lugar que se identifica como zona de desastre.
- Permite utilizar todo tipo de recurso en el lugar.
- Genera pocas lesiones personales y generalmente no se dan casos de muerte.

b. Mediana magnitud:

- La infraestructura sufre algunos daños, los recursos materiales del lugar no se podrán utilizar en su totalidad y los recursos humanos se pueden ver afectados por cantidad de lesionados.
 - La incorporación a la atención de los resultados es gradual.
- c. Enorme magnitud:
- Destruye totalmente la infraestructura.
 - Todos los servicios durante la fase de emergencia serán aportados desde fuera del lugar del desastre;
 - Los recursos humanos sufren grandes pérdidas de vidas y heridos.
 - Gran daño anímico a los no lesionados.

1.6. Análisis del nivel de amenazas y vulnerabilidad:

Se basa en la observación, el reconocimiento y el estudio de las condiciones de riesgo que se podrían llegar a presentar, tanto a nivel interno como externo del Proyecto, para determinar los peligros potenciales y aquellas situaciones que podrían considerarse especiales durante una emergencia; ya sea por sus consecuencias o daños que puedan provocar a las personas, instalaciones, sistemas y ambiente en general.

Esta etapa nos permite contar con el material necesario para proponer las medidas correctivas para enfrentar dichos riesgos. (Aspectos a evaluar): Nivel Externo y Nivel Interno.

Amenazas existentes:

Sismos y terremotos: al estar Costa Rica ubicada en una zona sísmica, cualquier lugar dentro del territorio nacional es vulnerable a la ocurrencia de sismos.

Incendios estructurales: la vulnerabilidad en el caso de incendio va a variar dependiendo del área del Proyecto donde se desarrolle, y la rapidez con que se evacuen las personas por sí mismas. Es importante indicar, que este tipo de riesgo se debe contemplar principalmente para los edificios administrativos, campamentos, plantas mezcladoras de concreto y asfalto, bodegas para maquinarias y equipos, bodegas en general.

Incendios Forestales: es un riesgo potencial en la zona, debido a las extensas áreas de pastos y matorrales, el riesgo es latente, pero con la implementación de las medidas acá planteadas se reducen considerablemente.

Emergencias médicas o traumáticas: aquí se pueden llegar a presentar variadas emergencias médicas tales como: ataques de asma bronquial, crisis hipertensivas, ataques de epilepsia, caídas a nivel y caídas a alturas, golpes con herramientas, accidentes de tránsito, accidentes originados por maquinaria pesada, electrocuciones, entre otros.

Explosiones: este tipo de emergencias se podría llegar a presentar en este Proyecto, ocasionado por algún vehículo que se llegue a parquear frente a las instalaciones del centro de control, o bien de los que transitan por los diferentes caminos de acceso.

Acto terrorista: aunque en nuestro país es difícil encontrar esta modalidad, no debemos descartar la posibilidad que esto suceda, por ello es importante estar preparados para afrontar dicha situación si ocurriera.

1.7. Ubicación de los cuerpos de respuesta o atención a emergencias:

Bomberos: los cuerpos de Bomberos más cercanos al Proyecto se localizan en varias sedes cantonales cerca. El tiempo estimado de respuesta de las unidades es de 15 minutos aproximadamente. Número de teléfono: 118.

Cruz Roja: los puestos más cercanos se ubican en los centros cantonales cercanos, su tiempo de respuesta es de 15 minutos aproximadamente. Número de teléfono: 911.

1.8. Organización Administrativa de la Prevención:

Componentes y sus respectivas funciones y responsabilidades:

Conscientes en que la Organización es un factor clave para la atención, mitigación y rehabilitación ante situaciones de emergencias, es que la administración de la empresa a cargo del desarrollo, operación y mantenimiento del Proyecto Tren Rápido de Pasajeros de la GAM:

Comité de Emergencias:

Sera el responsable de coordinar la ejecución de las actividades que se realizan antes, durante y después de una emergencia. El adecuado funcionamiento de dicho Comité de Emergencia va a depender de la aprobación y del apoyo de las máximas jerarquías, para garantizar el cumplimiento y efectividad del presente Plan de prevención y atención de Emergencias.

Los integrantes del Comité de Emergencia deberán tener poder de decisión y de mando para poder conducir al grupo en un estado de emergencia.

Estructura propuesta para el Comité de Emergencia:

1. Coordinador General.
2. Coordinador de la brigada.
3. Brigada mixta de Prevención y Atención de Emergencias: (Evacuación y Rescate, Comunicación, Primeros Auxilios, Prevención y Combate de Incendios).

Descripción de las funciones del Comité de Emergencias:

➤ Antes:

- Evaluar las características de la instalación o zona del proyecto y proponer las medidas correctivas para eliminar o reducir los peligros existentes.

- Supervisar el funcionamiento del Equipo de Respuesta a Emergencias según lo establecido en el Plan de Prevención y Atención de Emergencias.
- Coordinar con otras empresas y/o instituciones actividades y capacitación referentes a la prevención de desastres, como por ejemplo, prácticas de extintores, RCP, Primeros Auxilios, entre otros.
- Divulgar el Plan de Prevención y Atención de Emergencias, así como las medidas de seguridad y protección a seguir entre los colaboradores.
 - Durante:
 - Crear un Puesto de Mando.
 - Poner en práctica el Plan de Prevención y Atención de Emergencias.
 - Después:
 - Evaluar la efectividad del Plan de Prevención y Atención de Emergencias.
 - Elaborar el informe respectivo.
 - Adoptar las medidas correctivas necesarias para mejorar la capacidad de respuesta con base a los datos de la evaluación.

Funciones de las brigadas de emergencias durante la fase de una emergencia o desastre.

Los integrantes de la Brigada de Emergencia, serán responsables de:

- Controlar y apagar cualquier fuego incipiente que se produzca dentro de las instalaciones del Proyecto.
- Recomendar medidas de prevención de incendios.
- Velar por el buen funcionamiento de los equipos para la atención de emergencias.
- Participar en los entrenamientos y prácticas que se programen en el Proyecto.
- Apoyar en los casos de evacuación del personal.

Distribución de funciones:

Coordinador general de la emergencia:

- Controlar y dirigir toda actividad y acciones relacionadas con el plan de prevención y atención de emergencias que se desarrollan en el Proyecto.
- Facilitar a todo el personal el conocimiento necesario.
- Supervisar que cada área se encuentre el mínimo de personal capacitado según lo establecido en el Plan de prevención y atención de Emergencias.
- Suministrar información a la prensa;
- Diseñar un programa anual de capacitación en emergencias para cada área del Proyecto.
- Participar en los programas de inducción de personal recién ingresado.
- Solicitar ayuda de los cuerpos de emergencia 911 y pedir a la operadora de la central telefónica que se comunique con tales entidades y espere la respectiva información.
- El Coordinador General es la persona responsable de activar la alarma de emergencia, y hacer los reportes que irán dirigidos a las altas autoridades de la empresa, previa investigación de las causas que provocaron el incidente.
- Así mismo, será el responsable de indicar el momento de la evacuación del personal en caso de ser esto necesario, ya sea de un área o en su totalidad de las instalaciones del Proyecto.

Coordinador de la Brigada:

- Recibir información e indicaciones sobre incendios, derrames u otras situaciones que se consideren de emergencia en el Proyecto.
- Dirigir las acciones para reducir o controlar cualquiera de las emergencias que se puedan presentar, procurando en primer término la seguridad del personal y las instalaciones del Proyecto.
- Solicitar la presencia de los cuerpos de ayuda externa si así lo considera necesario. En caso de un incendio de grandes multitudes la solicitud de ayuda debe ser inmediata.
- Procurar el entrenamiento constante de todos los grupos y revisión anual de los procedimientos establecidos.

- Verificar el buen estado de todos los equipos de respuesta a emergencias en cada área del Proyecto.
- Tendrá bajo su responsabilidad todo lo concerniente a la coordinación de la atención y traslado de personas lesionadas.
- Tendrá bajo su responsabilidad todo lo concerniente a incendios, derrames u otra situación que se considere como emergencia.
- Será el responsable de coordinar la evacuación del personal.
- Traslada el personal hasta los sitios denominados como seguros.

Funciones de la Brigada:

Evacuación y Combate de Incendios:

- Le corresponderá desalojar al personal que se encuentre en el Proyecto y personas particulares que no hayan sido lesionados en el evento.
- Controlará que el plan de evacuación se lleve a cabo según lo establecido.
- Buscará y extraerá a todas las posibles víctimas del evento sin causarles más lesiones de las ya presentadas.
- Contará con personal capacitado para desconectar todos los dispositivos eléctricos y maquinaria.
- Deberá controlar las posibles situaciones de incendios o minimizarlas hasta que llegue la ayuda exterior (cuerpo de bomberos).
- Deberá revisar el estado de los equipos contra incendios existentes en el Proyecto al menos una vez al mes.
- Traslada personas evacuadas, además de materiales necesarios para la extinción o los salvamientos de materiales.
- Deberán colaborar con la implementación de las medidas preventivas en caso de incendio.
- En el momento de la emergencia y/o evacuación se encargarán de controlar que no ingresen personas no autorizadas ajenas al Proyecto.
- Estar vigilante a señales externas de incendio en propiedades vecinas.

- Alertar a los bomberos de incendios en áreas cercanas al AP.

Primeros Auxilios:

- Brindará los cuidados básicos a las víctimas de una catástrofe, de acuerdo con su nivel de capacitación.
- Revisará mensualmente los botiquines de emergencias existentes en el Proyecto, garantizando su adecuado equipamiento y ubicación.
- Los integrantes de esta brigada serán capacitados, certificados y entrenados por otras personas u organizaciones autorizadas por la autoridad competente.

Persona encargada de Comunicación:

- Hará el conteo de los evacuados.
- Dirigirá a los cuerpos de rescate a la escena de la emergencia y suministrará toda la información necesaria.

Coordinador General:

- Controlará y dirigirá toda la actividad y acciones relacionadas con el plan de prevención y atención de emergencias de la empresa.
- Facilitará a todo el personal el conocimiento de los planes establecidos.
- Supervisará que en cada área del Proyecto el equipo contra incendios se encuentre en perfecto estado de funcionamiento y en los lugares establecidos para cada uno.
- Supervisará que en cada área se encuentre el mínimo de personal capacitado según lo establecido en el "Plan de prevención y atención de emergencias".
- Suministrará información a la prensa.
- Coordinará con la administración superior la toma de decisiones en caso de situaciones que afecten el Proyecto (terremotos, erupciones volcánicas, huracanes, disturbios civiles entre otros).

- Diseñará un programa anual de capacitación en emergencias para todo el personal del Proyecto.
- Participará en los programas de inducción de personal recién ingresado.

1.9. Planes de respuesta rápida:

DESASTRES NATURALES.

a. Terremotos.

La forma más adecuada de enfrentar un evento sísmico de gran impacto, es prever su ocurrencia. Por lo tanto, se deben tomar las siguientes medidas preventivas en el Proyecto:

1. Construir la edificación temporales acorde a las especificaciones sismo resistente.
2. Prevenir la caída de objetos pesados como estanterías durante un evento sísmico, fijando al suelo esta tipo de objetos.
3. Realizar simulacros, para ensayar las acciones a tomar en caso de ocurrir un sismo.
4. Es preciso designar rutas de evacuación, en caso de contar con áreas descubiertas y seguras cercanas a la edificación, tales como: patios o parques, que no estén circundados por cableado eléctrico.
5. Se deben asignar responsabilidades a cada colaborador de la empresa durante un evento de esta naturaleza, por ejemplo: debe existir un responsable de evacuar a los visitantes, desconectar los sistemas eléctricos, entre otros.
6. De no existir sitios seguros en caso de sismo alrededor de la edificación, es preciso ubicar los puntos o áreas más seguras, donde permanecer durante la ocurrencia del sismo.

Medidas a tomar durante el sismo:

- Mantenga la calma y el orden;
- Siga el plan de evacuación previamente establecido durante los simulacros;

- Si no es posible evacuar a un sitio más seguro, permanezca al lado de un objeto grande y resistente, como una mesa o sillón. NUNCA intente ubicarse debajo de estos objetos, se ha probado que no es seguro.
- Aún y cuando la estantería esté fijada al piso, evite ubicarse cerca de esta durante un evento sísmico. Recuerde que contienen objetos que pueden caer sobre usted y lastimarlo.
- Evite las escaleras son un elemento débil. Procure que la gente no intente huir por esta vía, generalmente lo único que se obtiene como resultado son accidentes.
- Llame a emergencias luego del evento, en caso de haber heridos o personas en crisis.

DESASTRES ANTRÓPICOS.

a. Incendio.

Medidas preventivas:

- No mantenga material inflamable cerca de fuentes de energía o tomacorrientes.
- Revise el correcto funcionamiento de los extintores con que cuenta el Proyecto. Según el procedimiento de uso indicado en el protocolo sobre Manejo de Extintores Portátiles de Incendios.
- Mantener las rondas cortafuego alrededor del área de las edificaciones, plantas o campamentos.
- Mantener los hidrantes en buen estado y funcionando.

Procedimiento general a seguir en caso de incendio:

- Pulse la alarma. En caso de no tener una alarma, alerte a sus compañeros.
- Mantenga la calma. Camine rápido pero sin correr.
- Si el incendio es pequeño (está apenas iniciando), procure retirar del conato los objetos que puedan servir como combustible (papel, plásticos, entre otros) y apáguelo utilizando el extintor portátil de incendios que tenga al alcance.

- Si la medida anterior ya no es posible, abandone el lugar empleando las salidas de emergencia y llame a los bomberos.
- Si el lugar concentra mucho humo, salga del recinto gateando. En el proceso mantenga la boca y nariz cubiertas con un pañuelo húmedo.
- Si en su ruta de escape se encuentra alguna puerta, tóquela con el dorso de la mano, si está caliente busque otra salida.
- Llamar a los bomberos.

Ante una persona envuelta en fuego:

- Tire a la persona al suelo.
- Envuelva a la persona en una manta o alfombra.
- Retire la frazada y rocíe a la persona con agua hasta que quede totalmente mojada.

b. Terrorismo.

Prevención:

- Ante una amenaza de bomba o indicio de colocación en la edificación de un objeto sospechoso, avise a la policía o llame al servicio de emergencias.
- No toque el objeto y evacúe la zona en forma ordenada.
- Espere fuera de las instalaciones a las autoridades y comuníqueles cuáles son las zonas de mayor riesgo dentro del edificio o la construcción.
- Informe acerca de las características de la persona o grupo de ellas que abandonaron el artefacto u objeto.
- Ubíquese en todo momento detrás de algún muro o barrera para evitar la onda explosiva.
- Aléjese de los ventanales.
- Finalmente, acate las instrucciones de las autoridades.

Plan de evacuación:

En caso de una situación real de emergencia se necesitará del trabajo en equipo por parte de todo el personal del Proyecto, y no debe olvidarse de contar con el apoyo de los cuerpos de socorro externos.

Aviso interno de emergencia:

a. Dependiendo del tipo de emergencia se avisará internamente la existencia de la misma por medio de:

- Alarma (varios tonos según la clasificación de emergencia, puede ser un tono en caso de incendio, dos tonos en caso de inundación, tres tonos para evacuar, entre otros).
- Radio comunicadores.

b. La evacuación de las instalaciones será efectiva al escuchar la Alarma o sirena de Evacuación (existen tres tipos:

Incendio, evacuación general por erupción volcánica, y amenaza de bomba su diferencia es de sonido), o una orden directa del supervisor o jefe. La totalidad del personal debe abandonar las instalaciones tan pronto reciba la señal de evacuación.

c. Al recibir el aviso interno de emergencia el Comité de Evacuaciones deberán movilizarse en forma inmediata al centro de mando para iniciar los trabajos correspondientes.

Aviso externo de la emergencia:

Ante una emergencia, se avisará a los organismos externos de ayuda hasta que el Comité autorice las llamadas. Estas alertas serán comunicadas entre los miembros del Comité de Evacuaciones en forma de clave, por medio de radio comunicadores.

Procedimientos para la atención de emergencias:

Se propone la implementación de procedimientos para la atención de emergencias los cuales deberán ser revisados y aprobados por la administración de la empresa y comunicados a todo el personal para su conocimiento, con el fin poner en práctica todas las actividades necesarias para así poder hacer frente a una emergencia.

Los procedimientos propuestos de evacuación se detallan a continuación:

Procedimiento general para evacuación en caso de emergencia:

- Siga las instrucciones de las personas responsables de llevar a cabo una evacuación en el Proyecto;
- Forme una hilera hacia la salida o zona de seguridad más cercana, siguiendo la ruta normal de evacuación.
- Recuerde, camine no corra.
- Si se presenta una gran cantidad de humo debe avanzar a gatas, para evitar irritaciones en la vista o problemas respiratorios.
- No se devuelva por ningún efecto personal, ya que lo material se repone, pero la vida humana no;
- El personal debe dirigirse y ubicarse en el punto de reunión (ZONA DE SEGURIDAD) según donde se encuentre y nunca quedarse cerca de paredes.
- Todas las personas permanecerán en el lugar designado hasta que los miembros de la Brigada de

Emergencia del Edificio o entes Gubernamentales como Cruz Roja, Bomberos, Guardia de Asistencia Rural o Policía Municipal indiquen lo contrario.

Procedimiento de evacuación en caso de emergencia por Incendio:

Lo más importante es evitarlo, manteniendo las instalaciones eléctricas en buen estado, no utilizando artefactos eléctricos en mal estado, no tirando cigarrillos ni fósforos en lugares inadecuados, y asegurándose de mantener en lugares apropiados todo el material inflamable existente en la empresa.

En caso de que ocurra se deberá hacer lo siguiente:

Las personas encargadas de accionar los extintores deben desconectar el fluido eléctrico y de gas en cada sección.

Se deben nombrar encargados por áreas.

Antes:

1. Recibir capacitación sobre el modo adecuado de utilización de los extintores portátiles de incendios.
2. Identificar las áreas de mayor exposición y los tipos de fuego posibles;
3. Tener al alcance el equipo básico de prevención y combate de incendios, ubicados según el área más expuesta y de acuerdo al tipo de fuego.
4. Definir el sistema de alarma que se va a utilizar y los procedimientos para la extinción.
5. Coordinar las capacitaciones de todo el personal y realizar simulacros.
6. Garantizar el buen estado de los extintores portátiles de incendios.
7. Conocer el teléfono de los bomberos, la Cruz Roja y de un servicio de urgencias y ambulancia que pueda acudir a la empresa en el momento de la emergencia.
8. Mantener los líquidos inflamables en recipientes cerrados y en lugares donde no representen peligro.
9. Realizar un mantenimiento preventivo en las instalaciones eléctricas.
10. Evitar que los conductores de los vehículos realicen labores de mecánica en las áreas de parqueo.

11. Evitar que las personas arrojen vidrios en la zona boscosa tanto interna como externa de la empresa.
12. Evitar que se mantengan o se dejen veladoras encendidas en las instalaciones.
13. Garantizar la instalación de sensores de humo, en los diferentes lugares donde hay almacenamiento de papeles, o líquidos inflamables, así como también en los pasillos.
14. Mantener las rondas cortafuegos alrededor del proyecto siempre libres de vegetación.

Durante:

1. Comunicar al comité de emergencias o activar la alarma inmediatamente e informar a las autoridades competentes.
2. El comité de emergencias o persona a cargo en el momento de la emergencia debe de solicitar o proceder que sé de aviso de inmediato a los Bomberos y si es necesario solicitar la ayuda de otras instituciones como Cruz Roja o Guardia Rural o Policía Municipal.
3. Se asignará a una persona la cual esperará a los Bomberos para que le indique la ubicación del evento y el tipo de materiales que hay en el lugar.
4. Si el incendio se controla antes de que lleguen los Bomberos, deberán esperar en el lugar para combatir un reinicio del mismo, en caso de no poder controlarlo se debe de evacuar el lugar inmediatamente.
5. Se procederá con la evacuación del área afectada y si es necesario del resto de la instalación.
6. Si existen heridos deberán trasladarse primero a un sitio seguro y luego se procederá a brindarle la atención adecuada.
7. Las personas que no tienen ninguna función especial en caso de emergencia, bajo ninguna circunstancia deberán permanecer en el lugar de la emergencia si se ha dado el orden de evacuar.
8. Al darse la orden de evacuación, se deberá abandonar la labor que se está realizando y obedecer.
9. Las personas capacitadas deben de acudir al sitio del incendio para iniciar el combate del mismo, siempre y cuando se cuente con el equipo indicado.

10. Suspender el suministro eléctrico a la zona de la emergencia.

Después:

1. Todo el personal del Proyecto, clientes y visitantes, deben reunirse en el punto de encuentro.
2. Procure tranquilizar a las personas.
3. El coordinador a cargo debe constatar que en este punto de encuentro se encuentre la totalidad de su personal a cargo.
4. No obstruya la labor de los bomberos y organismos de socorro.
5. Cerciórese que no ha quedado ningún foco de nuevos incendios.
6. Una vez apagado el incendio, cerciórese a través de personal experto, que la estructura no haya sufrido debilitamiento.
7. Evalúe la efectividad del Plan de prevención y atención de Emergencia y elaborar el informe respectivo.
8. Adopte las medidas correctivas necesarias, para una mejor respuesta en un futuro.

Detección del fuego:

- La persona que detecta el fuego a lo interno del proyecto o bien en propiedades vecinas, deberá informar inmediatamente a algún miembro de la Brigada de Emergencias, quienes indicarán los pasos a seguir según el procedimiento establecido para estos casos así como deberá pedir ayuda al Cuerpo de Bomberos.

Solicitud de ayuda:

- La Brigada de emergencias debe llamar Inmediatamente al Cuerpo de Bomberos al Número 118 en caso de incendio y al 911 en caso de otras emergencias.
- Debe suministrar la siguiente información:

Lugar de donde se llama, puesto de la persona, dirección exacta, sitio dentro de las instalaciones donde está ocurriendo el evento, tipo de emergencia, riesgo inmediato y número de teléfono del que está llamando.

- Debe esperar si es posible la rectificación de la llamada por parte del Cuerpo de Bomberos.

Ataque al fuego:

- La brigada debe acudir al lugar del incendio y proceder a la extinción del fuego.
- Debe cerciorarse antes del tipo de material que está en combustión para proceder a usar el extintor adecuado.
- Si es un fuego externo, rodear el perímetro del AP con el fin de atacar cualquier foco de incendio.

Evacuación:

- La brigada debe ayudar a la evacuación del personal de las áreas afectadas o con peligro de ser afectadas.
- Deben comprobar que todo el personal abandone las instalaciones inmediatamente.
- Al darse la orden de evacuación todo el personal debe abandonar en forma rápida y ordenada por las salidas establecidas, sin llevar nada en las manos ni fumando.

Apoyo al cuerpo de ataque:

- Un miembro de la brigada esperará las máquinas o ambulancia en la entrada y los conducirá al lugar del evento.
- Ayudaran los bomberos si lo solicitan, les mostraran los hidrantes o tomas de aguas.

Desconexión del fluido eléctrico:

- En caso de incendio la brigada o quien éste designe, será el responsable de desconectar el fluido eléctrico y cerrar tuberías.

RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS EN CASO DE INCENDIO:

- A la señal de alarma de incendio salir ordenadamente hacia el sitio indicado, usando las rutas de evacuación instaladas.
- Las personas encargadas del manejo de los extintores deben usarlos si se requiere;
- El Comité de Comunicaciones debe llamar a los bomberos por medio del teléfono o radioteléfono;
- Se recomienda el uso de pañuelos húmedos cubriendo nariz y boca mientras se dispersa el humo o se esté en contacto con éste.
- La persona encargada de aislar el fluido eléctrico debe hacerlo antes de abandonar el área;
- En el salón de computadores cerrar el fluido eléctrico antes de abandonar el área, esto lo debe hacer quien allí está en el momento.

Procedimiento de evacuación en caso de emergencia por sismos:

Los sismos se presentan en cualquier momento, pueden tener magnitudes e intensidades muy variadas, generalmente la máxima intensidad del movimiento se alcanza a los pocos segundos después de que el sismo es detectado.

Los daños que causa un sismo pueden ser estructurales o humanos. Es muy importante aplicar las medidas de seguridad tan pronto se detecte el evento.

Antes:

1. Definir zonas de seguridad en caso de suscitarse este evento y vigilar que las rutas de salida se mantengan en buen estado.
2. Inspeccionar periódicamente las instalaciones para detectar posibles riesgos u obstáculos a la hora de una evacuación.

Durante:

1. Suspenda cualquier actividad que está realizando de inmediato.
2. Desconecte todos los equipos que se están utilizando.
3. Colóquese en un lugar seguro y luego busque la zona de seguridad más cercana.
4. Si se lo indican evacue la zona.
5. Sitúese lejos de lámparas estantes, todo aquello que pueda caer.

Después:

1. Evacúe hasta su zona de seguridad y hacer conteo de personas.
2. Alejarse de materiales u objetos que puedan caerse.
3. No entre al edificio hasta no haya concluido la inspección y se haya determinado que todo está en perfectas condiciones y seguro.
4. Es importante tomar algunas medidas tan pronto como se detecta un sismo y en caso de que la Intensidad del mismo permita algún tipo de acción.
6. Suspender el trabajo inmediatamente.
7. Desconectar todos los equipos utilizados y cerrar el paso de los suministros de materiales líquidos o gaseosos.
8. Evacuar la zona en caso de que el sismo sea de proporciones importantes.
9. Alejarse de cables eléctricos pues si se revientan pueden quedar con energía y provocar descargas eléctricas, alejarse de objetos que puedan caer como televisores y estantes altos con materiales y de ventanas ya que pueden romperse los vidrios y lastimar personas.
10. Las personas en caso de sismos deberán permanecer en sus respectivas áreas de trabajo. Más aún, los lugares de trabajo deberán revisarse con regularidad para garantizar que sean suficientemente seguros y no atenten contra la vida de las personas que laboran en el Proyecto;

Procedimiento de evacuación en caso de emergencia médica o traumática:

Antes:

1. Identificar las posibles emergencias médicas o traumáticas que puedan traer una complicación en caso de una emergencia.
2. Tener disponible y a la mano el equipo de primeros auxilios.
3. Capacitar a los colaboradores de cómo actuar en caso de una emergencia médica o traumática.

Durante:

1. Evaluar el estado de la persona, brindar la asistencia médica que necesite y determinar la necesidad de solicitar personal especializado (Cruz Roja o Médico).
2. No mover el paciente hasta que esta inmovilizado y solo moverlo en caso necesario (movimiento de emergencia).
3. Informar a la jefatura superior de lo acontecido.

Después:

1. Evaluar el resultado de la acción y elaborar el informe respectivo.
2. Adoptar las medidas correctivas necesarias para mejorar la capacidad de respuesta con base a la evaluación.

En caso de presentarse un accidente severo:

- Se debe avisar inmediatamente al encargado del Proyecto.
- Comunicar la emergencia al coordinador del comité de emergencia.
- La persona que detecta la persona accidentada debe eliminar cualquier condición que pueda agravar la lesión de la persona afectada, siempre y cuando se encuentre en capacidad para hacerlo;
- El jefe de la Brigada determinará el procedimiento a seguir.

- El jefe de la Brigada será el responsable de autorizar para que soliciten la ayuda correspondiente a las instituciones de apoyo.
- Se mantendrá dentro de la empresa una zona destinada a la atención de heridos o accidentados.
- La zona de seguridad mantendrá un botiquín adecuadamente equipado; además, existirá un botiquín portátil.
- El personal de la Brigada, para estar preparada a brindar la atención necesaria a cualquier emergencia por lesión o enfermedad repentina debe estar capacitada.
- Cualquier persona que sufra un accidente de gravedad deberá ser transportada por la Cruz Roja u otra ambulancia. En lo posible se evitará el transporte de heridos en otro tipo de vehículos, salvo que la condición así lo amerite. Si la lesión es leve, el personal entrenado primeros auxilios la asistencia requerida.

Procedimiento de evacuación en caso de explosión:

Antes:

1. Hacer revisiones periódicas a las instalaciones y a los vehículos existentes en el sitio del proyecto.

Durante:

1. Si se detectara un potencial fuente de explosión debe informarla al coordinador del comité de emergencias, solicite ayuda a los Bomberos en caso de considerarse necesario.
2. De ocurrir una explosión, si hay lesionados sáquelos a la parte del frente del edificio, si está capacitado (a) bríndele los primeros auxilios y proceda a llamar a la Cruz Roja y Bomberos.
3. Las personas no lesionadas trasladarlas hacia la parte del frente del edificio en la vía pública, hasta que la emergencia sea controlada.

Después:

1. Hacer una investigación exhaustiva de lo ocurrido, generar un informe al Comité de Emergencias y proceder a la corrección del problema.

1.10. Inventario de recursos que debe tener el Proyecto a su disposición, incluye:

1. Personal capacitado en los siguientes temas: uso de extintores portátiles de incendios, primeros auxilios, normas generales de seguridad, normas para el trabajo con electricidad, entre otros.
2. Equipo de comunicación portátil o estacionario.
3. Equipos de rescate, primeros auxilios.
4. Fuentes de agua.

1.11. Recomendaciones para la planificación e implementación del Plan de prevención y atención de Emergencias:

- Usar maquinaria en buenas condiciones.
- Contratar personal capacitado para la operación de la maquinaria.
- Establecer un programa de mantenimiento preventivo de la maquinaria.
- Realizar reparaciones de la maquinaria fuera del A.P. en un taller de mantenimiento cercano al mismo.
- Respetar la legislación vigente en cuanto a temas de contaminación por derrame de hidrocarburos o generación de ruido.

Es importante considerar algunas medidas ambientales básicas que a modo de lineamiento general deben ser tomadas en cuenta, como son las siguientes:

- Usar agregados de construcción de buena calidad.
- Especificar en los contratos de transporte de materiales que dicho transporte deberá cumplir con las medidas básicas establecidas en la legislación vigente para la actividad en cuestión.
- Almacenar en lugares acondicionados para ese fin, los materiales de construcción de tipo peligroso que se utilicen en la actividad, tales como pinturas, solventes y otros acabados.
- Recoger los empaques, cartuchos y otros materiales similares utilizados para empacar o recubrir las materias primas de construcción y trasladarlos hasta un relleno sanitario autorizado; es además terminantemente prohibido quemar estos desechos en el sitio de obra.
- Establecer dentro del AP áreas de carga y descarga de materiales así como sitios de acopio, los cuales deben cumplir con la legislación vigente.
- Crear un plan de recuperación de las zonas de acopio de tal manera que al final del Proyecto las mismas se encuentre en las mismas condiciones que antes de iniciar la actividad.

Durante el periodo de construcción, el movimiento de tierras produce una alteración del drenaje natural de las aguas pluviales. Esta alteración se acentúa aún más cuando se levantan las obras propiamente dichas, ya que se produce un efecto sobre la capacidad de infiltración de esas aguas que tenía el terreno y más bien la impermeabilización producida, aumenta el caudal de aguas de escorrentía que deben dirigirse hacia un cuerpo de agua receptor. En consideración de todo esto, se hace necesario aplicar una serie de medidas a fin de reducir algunos de los efectos ambientales más negativos, tales como:

- Diseñar el sistema de drenaje considerando la capacidad de carga del cuerpo de agua receptor para asimilar el aumento del caudal de aguas pluviales o de escorrentía que va a representar la nueva obra.
- Tomar las medidas apropiadas para la evacuación provisional de las aguas pluviales, con el fin de evitar acumulaciones, erosión y arrastre de sedimentos.

- Evitar el desarrollo de la actividad de movimientos de tierras durante los periodos de lluvias intensas, a fin de disminuir al mínimo, el acarreo de sedimentos desde las áreas de trabajo hacia los cauces receptores.
- Construir cuando se requiera, barreras para retención u otras soluciones similares o recolectar estas aguas a través de cunetas y llevarlas a una trampa rudimentaria de sedimentación antes de su descarga, velando constantemente porque las obras temporales construidas no se conviertan en un foco de desarrollo de vectores que transmitan enfermedades a los habitantes de las áreas circunvecinas.
- Recubrir, cuando se requiera, las paredes y el fondo de las cunetas con materiales granulares estables con el fin de prevenir la erosión.
- Reducir la velocidad del flujo en la cuneta mediante la construcción de escalones (pozos quebra gradientes), variando de esa forma la pendiente o mediante la instalación de obstáculos (sacos de arena, cedazos, piedras, entre otros) a intervalos regulares.
- Desviar las aguas de escorrentía fuera de las áreas susceptibles a deslizamientos.
- Mantener cuadrillas que den mantenimiento a obras provisionales de aguas pluviales después de cada lluvia que afecte el área de Proyecto; es importante que el Regente Ambiental y el Ingeniero de Proyecto le indiquen al personal asignado para esta actividades cual es la importancia de su tarea y como debe realizarla.

Como toda actividad laboral, la construcción, requiere que se apliquen medidas de seguridad y de higiene ocupacional, a fin de evitar accidentes laborales para los empleados y de terceras personas (Ver Reglamento de Construcciones, en lo referente al tema y protocolos emitidos por el Ministerio de Salud y el Ministerio de Trabajo), se debe cumplir con los siguientes puntos:

- Cumplir con la reglamentación y normativa técnica establecida por las autoridades sobre Seguridad laboral e higiene ocupacional.
- Establecer un Programa de seguridad y salud en el trabajo, acorde con la legislación vigente, adaptado a las condiciones del sitio donde se desarrollarán las labores. Este programa deberá ser conocido por los trabajadores del Proyecto.

- Definir los lineamientos y medidas de seguridad que deberán aplicar los trabajadores para su seguridad personal, como para prevenir y evitar la caída de objetos, y con ello la afectación de personas o cosas que se encuentren en niveles más bajos.
- Colocar el Manual de uso de los productos peligrosos en las bodegas correspondientes de manera que se asegure su disponibilidad para los empleados.
- Proporcionar a los empleados, capacitación inicial y entrenamiento continuo en salud y seguridad.
- Crear políticas para el uso del equipo de protección personal (EPP), y entrenar al personal en el uso correcto de este equipo.
- Colocar extintores y botiquines portátiles para primeros auxilios en el sitio de obra, donde puedan localizarse inmediatamente ante una emergencia y se encuentren protegidos, pueden ser bodegas de materiales, oficina, campamentos, talleres temporales los cuales se mantendrán en condiciones operables.
- Colocar en un lugar visible un rótulo con los números de teléfono de los cuerpos de socorro.
- Diseñar e implementar una luminosidad tanto para la construcción, como para la obra final, en que se genere la mínima afectación de la fauna silvestre que exista en el entorno inmediato al área del Proyecto.
- Rotular los servicios básicos a fin de tener una referencia que permita su rápida identificación y acceso en caso de inspección técnica o ambiental.
- Colocar surtidores de agua o hidrantes para ser utilizados en caso de emergencias por incendio.
- Realizarse los estudios técnicos básicos, tanto en el campo, como en las instituciones relacionadas a fin de establecer si por el área del Proyecto ya existen algunos servicios de manera que los mismos no sean afectados por la construcción de las obras en el Proyecto.
- Planificar e implementar medidas ambientales que disminuyan la condición de riesgo cuando los servicios deben atravesar zonas ambientalmente frágiles.
- Establecer un sistema de iluminación que favorezca el desarrollo de las actividades y no genere molestias a los vecinos.

- Realizar labores de construcción respetando los límites establecidos para el horario nocturno (Ver Decreto No. 78718-S).
- Disponer recipientes para la recolección de los residuos sólidos, lo cuales deben estar debidamente

rotulados. En la medida de lo posible se promoverá la clasificación de los residuos a fin de que se favorezca su reuso, reciclado y su manejo y disposición diferencial en función de su naturaleza y grado de peligrosidad.

- Evitar, en todo lo posible, la disposición de residuos en áreas aledañas a la obra a fin de prevenir su afectación y daño. En el caso de producirse accidentes o incidentes no planificados que provoquen impactos en estas áreas se deberá proceder de inmediato a su limpieza y restauración.
- Delimitar de forma estricta las áreas de trabajo y las áreas de cobertura vegetal que permanecerán intactas de forma tal que se respeten dichos límites y no se generen alteraciones y afectaciones innecesarias.
- Evitar que la disposición de desechos sólidos en las áreas de cobertura vegetal.
- Evitar la extracción especies de esas áreas verdes, por el contrario se velará por su protección y resguardo.
- Realizar las labores de limpieza y mantenimiento necesarios.
- Sembrar nuevas especies autóctonas de la zona. No se deberán introducir especies exóticas a fin de preservar la calidad biológica de los biotopos naturales.
- Rotular las especies presentes a fin de facilitar el reconocimiento y comprensión por parte de los trabajadores del Proyecto así como de los residentes del mismo y de terceras personas que lo visiten.
- Capacitar a los trabajadores del Proyecto de construcción en lo referente a la protección y mantenimiento de la cobertura vegetal.
- Transportar los escombros a sitios previamente autorizados en el permiso de construcción.
- Tratar los escombros conforme lo establece la legislación vigente en el país en materia de residuos sólidos ordinarios y peligrosos.

- Remover los escombros de la zona a la mayor brevedad y llevarlos a sitios de acopio o sitios de disposición final. Está prohibido establecer sitios de acopio en las zonas de riesgo y en las áreas de protección de los cauces y cuerpos de agua.
- Evitar la quema de basura.
- Almacenar los desechos peligrosos separados de los desechos sólidos ordinarios.
- Los desechos de construcción se deben almacenar en lugares separados y rotulados en espacios para madera (ej. Restos de formaleta, los cuales se deberán desarmar y quitar los clavos) metales (restos de varilla, clavos, pedazos de láminas de zinc, discos de cortadoras, hojas de segueta, etc.).
- Para esto la empresa constructora deberá destinar un peón o coordinará con una empresa que brinde el servicio y que se dedique a esa tarea al finalizar la jornada de trabajo; para que el día siguiente el AREA DE PROYECTO que le corresponde, este libre de residuos para la jornada correspondiente, de esta forma se garantizará un ambiente de orden y limpieza constante.
- Los desechos domésticos se depositarán en bolsas para ser recogidos por el servicio municipal.
- Dotar al campamento y al área de trabajo de cabañas sanitarias. Para esto se recomienda que el desarrollador/contratista haga un contrato con la empresa encargada de suministrar el servicio, en el cual se detallen aspectos como frecuencia de limpieza y disposición final de las aguas residuales. La empresa que presta el servicio debe adjuntar una copia del permiso de funcionamiento emitido por el Ministerio de Salud, para la actividad que está desarrollando, así como una carta de anuencia de la empresa que recibirá y tratará los desechos líquidos de las cabañas sanitarias.
- Definir un adecuado mantenimiento y ajuste, de forma tal que la maquinaria cumpla los requisitos establecidos por la legislación vigente (Revisión Técnica de Vehículos) y que de manera, se garantice el mínimo impacto ambiental al aire, por emisiones y ruido.
- Usar solo el equipo estrictamente necesario, y con la mayor eficiencia posible, de forma tal que se limiten al máximo las fuentes de impacto ambiental.
- Humedecer las superficies a fin de evitar que se levanten nubes de polvo desde las zonas de trabajo, durante los períodos de época seca o de ausencia de lluvias en la zona.

- Proteger por medio de plásticos, los apilamientos temporales de escombros de tierra, a fin de evitar que los mismos sirvan de fuente de contaminación del aire del área del Proyecto y su área de influencia directa.
- Cubrir la carga de las vagonetas para evitar la generación de polvo.
- Cumplir con la normativa vigente en cuanto a ruido se refiere (Ver decreto No. 78718-S).
- El constructor es responsable de la prevención de incendios forestales en el sitio de obra; las actividades en el AP deben ajustarse a la normativa establecida al respecto, por la entidad forestal nacional.
- Además de lo antes mencionado, seguir las reglas siguientes para la prevención de incendios forestales:
 - Avisar a la autoridad responsable de la protección del área arborizada, en el caso de que el Proyecto se localice una zona colindante con un área protegida o de cobertura boscosa significativa, donde se efectúan los trabajos.
 - No encender fogatas en áreas no autorizadas;
 - Colocar en todo equipo motorizado o mecanizado que se use en áreas arborizadas, un extintor en buen estado
 - y conforme a normas reconocidas;
 - Colocar en todos los motores, tubos de escape con pared anti-chispas.
- Cumplir con las medidas ambientales generales establecidas sobre el tema de amenazas naturales y antrópicas incluidas en el Código de Buenas Prácticas Ambientales publicado el Ministerio del Ambiente y Energía, así como por aquellos otros lineamientos específicos que pudiese emitir la autoridad de emergencia local o nacional sobre el tema.
- Colaborar en todo lo posible con la Comisión de Emergencias Local o Nacional en caso de que se presente una situación de emergencia en las cercanías del área del Proyecto.
- Todo el personal de la empresa responsable del diseño, planeación y ejecución del Proyecto debe tener claro el tema del alcance de la gestión ambiental integral, de manera que no se vea el asunto como un trámite que se realiza ante una entidad y luego puede olvidarse. El análisis y la gestión ambiental son la imagen misma de la empresa y el Proyecto. De manera que la integración del tema ambiental, como parte intrínseca de las diferentes acciones que se ejecuten, es el medio para asegurar que dichos trámites se simplifican y que se realizan sin la mayor complicación.
- Bajo el principio de responsabilidad ambiental cada entidad debe cumplir con lo que le corresponde y le manda la ley respecto a la protección del ambiente y el manejo racional

de los recursos naturales. Es responsabilidad del ciudadano en general cumplir con una buena gestión ambiental, con más razón las empresas o Proyectos de construcción que por su naturaleza generan efectos significativos en el ambiente.

- El Proyecto debe contar, al igual que dispone de responsables de diversas áreas del proceso constructivo, con un responsable en el tema de la supervisión ambiental que vele por su planeamiento, ejecución y control.
- Se deben definir normas internas de seguridad sobre desplazamiento al parque y dentro de éste, sobre accesos a los generadores, sobre transporte, descarga e izado de material, entre otros.
- Se debe contar con equipo de seguridad, tales como: equipos de protección individual (EPI), equipos de control frente a caídas, equipos auxiliares de seguridad, elevación de cargas, sistemas de señalización, mantenimiento de equipos, formación y capacitación técnica, elevadores guiados por sirgas, elevadores guiados por guías fijas, levadores guiados por cremallera (Funcionamiento).
- Normas de uso. Emergencia. Sistema de evacuación), medios técnicos de extinción de fuegos, equipamiento y capacitación para brindar los primeros auxilios.
- Se debe contar con la póliza de riesgos del trabajo totalmente al día.

1.12. Tipo de acciones que la empresa llevará a cabo para suministrar información preventiva y dirigida a las personas que se ubican dentro del Proyecto en forma temporal o eventual:

Para comunicarle al personal del Proyecto las acciones a realizar en caso de una situación de emergencia, se realizará en forma escrita y se aprovechará un espacio en las reuniones de personal que se realizarán cada mes, las personas responsables de brindar esta información serán el Coordinador del Comité de Emergencias de la empresa o el encargado del Proyecto.



En el caso de informar a los clientes/visitantes sobre qué hacer ante una emergencia en las instalaciones del Proyecto, se logrará a través de las personas encargadas de cada área donde se encuentren.

Además se mantendrá información relacionada con este tema en una pizarra informativa cerca de la entrada principal del edificio administrativo.



Anexo 11. Desglose Preliminar de Costos de la Gestión Ambiental



Categoría	Costo Anual \$	Responsable	Monitoreo	Fase
Inventario forestal y corta de árboles	Inventario 20.000 Ejecución 50.000	INCOFER, Concesionario, Regente Ambiental, Regente Forestal	Semanal	Diseño y Construcción
Manejo y recolección de desechos	Diseño y actualización del plan 10.000 Monitoreo 50.000	INCOFER, Concesionario, Regente Ambiental	Semanal	Construcción y Operación
Pasos de Fauna	Evaluación y diseño 50.000 (una vez por tramo) Monitoreo 72.000	INCOFER, Concesionario, Regente Ambiental	Mensual	Construcción y Operación
Rescate de Fauna	Diseño y actualización del plan 10.000 Monitoreo y rescate 50.000	INCOFER, Concesionario, Regente Ambiental	Según demanda	Construcción y Operación

Arqueología y Patrimonio	Inventario 30.000 (una vez por tramo) Monitoreo 36.000 Rescate 40.000 (una vez)	INCOFER, Concesionario, Regente Ambiental, Museo Nacional	Semanal	Diseño y Construcción
Monitoreo Calidad de Aguas	60.000 (personal y pruebas de laboratorio)	INCOFER, Concesionario, Regente Ambiental	Mensual	Construcción y Operación
Control de Polvo	100.000	INCOFER, Concesionario, Regente Ambiental	Diario	Construcción
Control de Lodos	75.000	INCOFER, Concesionario, Regente Ambiental	Diario	Construcción
Control de vial tránsito	30.000	INCOFER, Concesionario	Diario	Construcción

Manejo de sustancias químicas y peligrosas	Diseño y actualización del plan 15.000 Monitoreo 72.000	INCOFER, Concesionario, Regente Ambiental	Semanal	Construcción y Operación
Manejo de desechos líquidos (vaciado de casetas sanitarias y ecotanques)	250.000 (alquiler y mantenimiento de equipos)	INCOFER, Concesionario, Regente Ambiental	Semanal (según demanda)	Construcción
Atención a la Comunidad	Diseño y actualización del plan 10.000 Monitoreo 48.000	INCOFER, Concesionario, Regente Ambiental	Mensual	Diseño, Construcción y Operación
Monitoreo de Nivel de Ruido	50.000	INCOFER, Concesionario, Regente Ambiental	Mensual	Construcción y Operación
Plan de Compensación Forestal	Siembra y mantenimiento de zonas verdes 50.000	INCOFER, Concesionario, Regente Ambiental, Regente Forestal	Mensual	Operación

Plan de Emergencias	Diseño y actualización 15.000 Monitoreo 48.000 Equipo 75.000	INCOFER, Concesionario, Regente Ambiental, Brigada de Emergencias	Mensual	Diseño, Construcción y Operación
Plan de Salud y Seguridad Ocupacional	Diseño y Actualización 15.000 Equipo 175.000 Monitoreo 72.000	INCOFER, Concesionario, Regente Ambiental, Consejo de Salud Ocupacional	Semanal	Construcción y Operación
TOTAL ESTIMADO	\$9.100.000*			

***Supuestos:**

- Trabajo en 3 tramos
- Periodo de construcción activa de 5 años
- Aplicación de medidas durante 2 años de operación

