



## Estudio de Impacto Ambiental

Proyecto:  
“Rehabilitación y Ampliación de la  
Ruta Nacional N° 32, Sección:  
La Intersección con la Ruta Nacional N° 4 – Limón.”

Expediente D1-8883-2012-SETENA  
Resolución N° 2813-2012 SETENA

Desarrollador:  
Consejo Nacional de Vialidad CONAVI  
Cédula jurídica 3-007-231686

Elaborado por:  
CDG Environmental Advisors  
Empresa Consultora N° 008-2006-SETENA

Julio, 2016



## 1. INDICE GENERAL.

1.	INDICE GENERAL .....	2
2.	DECLARATORIA DE IMPACTO AMBIENTAL (DIA) .....	9
3.	INTRODUCCIÓN.....	9
3.1.	ALCANCES.....	9
3.2.	OBJETIVOS.....	11
3.3.	METODOLOGIA. ....	12
3.4.	DURACIÓN EN LA ELABORACIÓN DEL ESIA. ....	12
4.	INFORMACIÓN GENERAL .....	13
4.1.	INFORMACION SOBRE LA PERSONERÍA JURÍDICA. ....	13
4.2.	INFORMACION EQUIPO PROFESIONAL QUE ELABORO EL ESIA.....	13
4.3.	TÉRMINOS REFERENCIA DEL ESIA REALIZADO.....	14
5.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	15
5.1.	UBICACIÓN GEOGRÁFICA. ....	25
5.2.	UBICACIÓN POLÍTICO-ADMINSITRATIVA. ....	25
5.3.	JUSTIFICACIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO. ....	26
5.4.	CONCORDANCIA CON EL PLAN DE USO DE LA TIERRA. ....	27
5.5.	ÁREA ESTIMADA PROYECTO Y ÁREAS DE INFLUENCIA. ....	27
5.5.1.	Área del Proyecto.....	27
5.5.2.	Área de Influencia.....	28
5.6.	FASES DEL DESARROLLO.....	29
5.6.1.	Actividades a realizar en cada Fase del Proyecto.....	29
5.6.2.	Tiempo de Ejecución.....	30
5.6.3.	Flujograma de actividades.....	31
5.6.4.	Infraestructura a Desarrollar.....	31
5.7.	FASE DE CONSTRUCCIÓN.....	34
5.7.1.	Equipo y maquinaria a utilizar.....	34
5.7.1.1.	Materiales a utilizar.....	36
5.7.1.2.	Rutas de movilización de equipo.....	38
5.7.1.3.	Frecuencia de movilización.....	38
5.7.1.4.	Mapeo de las rutas más transitadas.....	39
5.7.2.	Necesidad de recursos durante la construcción.....	41
5.7.2.1.	Agua.....	41
5.7.2.2.	Electricidad.....	41
5.7.2.3.	Alcantarillado (aguas residuales).....	41
5.7.2.4.	Vías de acceso.....	42
5.7.2.5.	Mano de Obra.....	42
5.7.2.6.	Campamentos.....	42
5.7.3.	Disposición y Manejo de Desechos.....	42



5.7.3.1.	Sólidos.....	42
5.7.3.2.	Líquidos.....	43
5.7.3.3.	Gaseosos.....	44
5.7.3.4.	Reciclables y/o reutilizables.....	44
5.7.4.	<i>Inventario, manejo materias primas y sustancias tóxicas.....</i>	44
5.8.	FASE DE OPERACIÓN.....	44
5.8.1.	<i>Equipo y materiales a utilizar.....</i>	45
5.8.1.1.	Materiales a utilizar.....	46
5.8.1.2.	Rutas de movilización de equipo.....	47
5.8.1.3.	Frecuencia de movilización.....	47
5.8.1.4.	Mapeo de rutas más transitadas y accesos.....	48
5.8.2.	<i>Necesidad de recursos en esta fase.....</i>	49
5.8.2.1.	Agua.....	49
5.8.2.2.	Energía Eléctrica.....	49
5.8.2.3.	Alcantarillado (aguas residuales).....	49
5.8.2.4.	Mano de Obra.....	50
5.8.3.	<i>Disposición, manejo de desechos y residuos.....</i>	50
5.8.3.1.	Sólidos comunes y especiales.....	50
5.8.3.2.	Líquidos.....	50
5.8.3.3.	Gaseosos.....	51
5.8.3.4.	Reciclables y/o reusables.....	51
5.8.4.	<i>Inventario, manejo de materias primas, sustancias peligrosas.....</i>	51
<b>6.</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LA NORMATIVA LEGAL.....</b>	<b>52</b>
6.1.	MARCO JURIDICO RELACIONADO AL PROCESO DEL EIA.....	52
6.2.	DISPOSICIONES EN MATERIA DE PROTECCION AL MEDIO AMBIENTE ESTABLECIDAS EN LA LEY DE CONTRATACION ADMINISTRATIVA.....	54
6.3.	DISPOSICIONES JURIDICAS ESPECÍFICAS A SER APLICADAS DURANTE LA FASE DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO.....	55
6.3.1.	<i>Proceso de expropiación.....</i>	55
6.3.2.	<i>Trámite de obtención de permisos de uso del suelo.....</i>	57
6.3.3.	<i>Protección de la Flora y Fauna.....</i>	57
6.3.4.	<i>Permisos de corta.....</i>	59
6.4.	LEGISLACIÓN RELACIONADA CON LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL.....	61
6.4.1.	<i>Contaminación Atmosférica.....</i>	61
6.4.2.	<i>Contaminación Visual.....</i>	62
6.4.3.	<i>Contaminación Sónica.....</i>	63
6.4.4.	<i>Contaminación del Agua.....</i>	63
6.4.5.	<i>Disposición de Desechos Sólidos.....</i>	65
6.4.5.1.	Manejo de desechos peligrosos.....	66
6.4.6.	<i>Carga y descarga de materiales en vía pública.....</i>	68
6.4.7.	<i>Aprovechamiento de Depósitos de Tajos y Canteras.....</i>	68
6.4.8.	<i>Legislación relacionada con la instalación de campamentos.....</i>	69
6.4.9.	<i>Ejecución de actividades con posible incidencia en los Recursos Arqueológicos.....</i>	70



6.4.10.	<i>Normas relacionadas al almacenamiento de Hidrocarburos.</i>	71
6.4.11.	<i>Legislación relacionada a las medidas de Salud y Seguridad Ocupacional y Protección de los Trabajadores.</i>	71
6.4.11.1.	<i>Condiciones de Salud Ocupacional.</i>	72
6.4.11.2.	<i>El suministro, uso y mantenimiento de los equipos de protección personal.</i>	73
6.4.11.3.	<i>La reducción por medio de medidas técnicas adecuadas, del impacto del ruido y de las vibraciones que puedan perjudicar a los trabajadores.</i>	73
6.4.11.4.	<i>Medidas específicas de seguridad para los trabajadores de construcciones.</i>	74
6.5.	<b>ANÁLISIS DE LAS DISPOSICIONES JURIDICAS APLICABLES DURANTE LA FASE DE OPERACIÓN DEL PROYECTO.</b>	75
6.5.1.	<i>Del Desarrollo de Actividades de Mantenimiento de la carretera.</i>	75
6.5.2.	<i>De la colocación de Rótulos y Vallas publicitarias.</i>	77
6.5.3.	<i>Del Desarrollo de actividades sobre la vía pública y en los terrenos colindantes.</i>	77
6.5.4.	<i>De las Obligaciones de los transeúntes y de los colindantes a la carretera.</i>	80
6.5.5.	<i>De la señalización y demarcación de la carretera.</i>	80
6.5.6.	<i>Cumplimiento de las medidas ambientales consideradas en el Plan de Gestión Ambiental presentado a la SETENA.</i>	81
<b>7.</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE FÍSICO.</b>	<b>83</b>
7.1.	<b>GEOLOGÍA.</b>	83
7.1.1.	<i>Aspectos geológicos regionales.</i>	83
7.1.1.1.	<i>Contexto geotectónico.</i>	83
7.1.1.2.	<i>Contexto estratigráfico y estructural regional.</i>	84
7.1.2.	<i>Aspectos geológicos locales.</i>	90
7.1.3.	<i>Análisis estructural y evaluación.</i>	98
7.1.4.	<i>Mapa geológico del AP y AID.</i>	100
7.1.5.	<i>Caracterización geotécnica.</i>	100
7.1.6.	<i>Estabilidad de taludes.</i>	100
7.2.	<b>GEOMORFOLOGÍA.</b>	101
7.2.1.	<i>Descripción geomorfológica regional.</i>	101
7.2.2.	<i>Descripción geomorfológica local.</i>	108
7.2.3.	<i>Mapa geomorfológico.</i>	112
7.3.	<b>CLIMA.</b>	112
7.3.1.	<i>Precipitación.</i>	114
7.3.2.	<i>Temperatura.</i>	115
7.3.3.	<i>Humedad Relativa.</i>	116
7.3.4.	<i>Brillo solar.</i>	116
7.3.5.	<i>Viento.</i>	116
7.4.	<b>HIDROLOGÍA.</b>	117
7.4.1.	<i>Aguas superficiales.</i>	117
7.4.1.1.	<i>Calidad del agua.</i>	127
7.4.1.2.	<i>Cotas de inundación.</i>	129
7.4.1.3.	<i>Caudales (promedios, máximos y mínimos).</i>	129
7.4.2.	<i>Agua subterránea.</i>	130



7.4.2.1.	Aspectos hidrogeológicos regionales. ....	130
7.4.2.2.	Información de pozos y manantiales.....	132
7.4.2.3.	Caracterización de acuíferos en el AP y AID. ....	133
7.4.2.4.	Vulnerabilidad a la contaminación (GOD). ....	135
7.4.2.5.	Mapa de elementos hidrogeológicos. ....	137
7.5.	CALIDAD DEL AIRE. ....	137
7.5.1.	<i>Ruido y vibraciones.</i> ....	139
7.5.2.	<i>Olores.</i> ....	139
7.5.3.	<i>Gases.</i> ....	140
7.6.	AMENAZAS NATURALES. ....	140
7.6.1.	<i>Amenazas sísmica.</i> .....	140
7.6.2.	<i>Fallas geológicas activas.</i> .....	145
7.6.3.	<i>Amenaza por Tsunamis.</i> .....	151
7.6.4.	<i>Amenazas volcánicas.</i> ....	153
7.6.5.	<i>Movimientos en masas.</i> ....	156
7.6.6.	<i>Erosión.</i> .....	159
7.6.7.	<i>Inundación.</i> .....	159
7.6.8.	<i>Huracanes.</i> .....	161
7.6.9.	<i>Licuefacción, subsidencia y hundimientos.</i> ....	162
7.6.10.	<i>Mapa de susceptibilidad.</i> .....	165
<b>8.</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE BIOLÓGICO.</b> .....	<b>166</b>
8.1.	INTRODUCCIÓN.....	166
8.2.	AMBIENTE TERRESTRE.....	166
8.2.1.	<i>Estatus de Protección del AP.</i> .....	166
8.2.2.	<i>Zonas de vida.</i> .....	167
8.2.3.	<i>Asociaciones naturales presentes.</i> .....	168
8.2.4.	<i>Cobertura vegetal actual por asociación natural.</i> .....	169
8.2.5.	<i>Especies indicadoras por ecosistema natural.</i> ....	175
8.2.6.	<i>Especies Endémicas, Poblaciones Amenazadas y en Peligro Extinción.</i> ....	184
8.2.6.1.	<i>Flora.</i> .....	184
8.2.6.2.	<i>Fauna.</i> .....	184
8.2.7.	<i>Fragilidad de Ecosistemas.</i> .....	184
8.2.7.1.	<i>Impactos esperados sobre flora y fauna local y migratoria.</i> .....	184
8.3.	AMBIENTE ACUÁTICO (AGUAS CONTINENTALES).....	185
<b>9.</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE SOCIOECONÓMICO.</b> .....	<b>186</b>
9.1.	USO ACTUAL DE LA TIERRA EN SITIOS ALEDAÑOS.....	186
9.1.1.	<i>Uso urbano.</i> ....	186
9.1.2.	<i>Industrial-comercial.</i> .....	187
9.1.3.	<i>Agropecuario.</i> ....	187
9.1.4.	<i>Protección y amortiguamiento.</i> ....	188
9.1.5.	<i>Zonas de riesgo-uso restringido.</i> .....	188
9.1.6.	<i>Efectos del proyecto sobre el Uso del Suelo.</i> ....	189
9.2.	TENENCIA DE LA TIERRA EN SITIOS ALEDAÑOS.....	190



9.3.	CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN. ....	191
9.3.1.	<i>Características Demográficas.</i> .....	191
9.3.2.	<i>Características Culturales y Sociales.</i> .....	198
9.3.3.	<i>Características Económicas.</i> .....	201
9.4.	SEGURIDAD VIAL, CONFLICTOS ACTUALES DE CIRCULACION VEHICULAR. ....	203
9.4.1.	<i>Análisis de vialidad.</i> .....	203
9.4.1.1.	Antecedentes. ....	203
9.4.1.2.	Identificación del problema. ....	203
9.4.1.3.	Estimación de la demanda vehicular actual y proyectada.....	204
9.4.1.4.	Estimación de la oferta de transporte.....	207
9.4.1.5.	Optimización de la situación base. ....	209
9.4.1.6.	Alternativas de solución. ....	209
9.4.1.7.	Selección de la alternativa de solución. ....	209
9.5.	SERVICIOS DE EMERGENCIA DISPONIBLES.....	210
9.6.	SERVICIOS BÁSICOS DISPONIBLES.....	213
9.7.	PERCEPCIÓN LOCAL SOBRE EL PROYECTO. ....	214
9.7.1.	<i>Estudio cualitativo.</i> .....	220
9.7.2.	<i>Estudio cuantitativo.</i> .....	220
9.7.3.	<i>Proceso participativo-interactivo.</i> .....	220
9.8.	MECANISMOS DE NEGOCIACIÓN EMPLEADOS PARA LA EXPROPIACIÓN Y REUBICACIÓN DE LAS COMUNIDADES. ....	220
9.9.	INFRAESTRUCTURA COMUNAL. ....	220
<b>10.</b>	<b>SITIOS ARQUEOLÓGICOS.....</b>	<b>226</b>
10.1.	ANTECEDENTES. ....	226
10.2.	SITIOS REGISTRADOS. ....	227
10.3.	MATERIALES O RASGOS CULTURALES IDENTIFICADOS EN EL AP. ....	235
10.4.	SITIOS HISTÓRICOS Y CULTURALES. ....	235
10.5.	PAISAJE.....	235
10.6.	MAPA DE ÁREAS SOCIALMENTE SENSIBLES. ....	235
<b>11.</b>	<b>DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.....</b>	<b>236</b>
11.1.	RESUMEN DEL PROYECTO. ....	236
11.2.	ELEMENTOS DEL PROYECTO GENERADORES DE IMPACTOS AMBIENTALES. ....	237
11.2.1.	<i>Fase Constructiva</i> .....	237
11.2.2.	<i>Fase Operativa</i> .....	239
11.3.	FACTORES MEDIO AMBIENTE SUSCEPTIBLES DE SER IMPACTADOS. ....	239
11.4.	IDENTIFICACIÓN Y PRONÓSTICOS DE IMPACTOS AMBIENTALES. ....	241
11.5.	IMPACTOS AMBIENTALES QUE PRODUCIRÁ EL PROYECTO Y SUS OPCIONES. ....	243
11.6.	SELECCIÓN DE LA OPCIÓN DEL PROYECTO. ....	245
11.7.	MAPA SUSCEPTIBILIDAD AMBIENTAL INTEGRAL VRS COMPONENTE PROYECTO. ....	246
<b>12.</b>	<b>EVALUACIÓN DE IMPACTOS Y MEDIDAS CORRECTIVAS. ....</b>	<b>247</b>
12.1.	MEDIO FÍSICO/QUÍMICO. ....	249
12.1.1.	<i>Medidas de Mitigación.</i> .....	251



12.1.1.1. Fase Constructiva.....	251
12.1.1.2. Etapa Operativa.....	256
12.1.2. Matriz de Impactos Depurada.....	258
12.2. MEDIO BIÓTICO.....	260
12.2.2. Medidas de Mitigación.....	261
12.2.2.1. Fase Constructiva.....	261
12.2.2.2. Etapa Operativa.....	264
12.2.3. Matriz de Impactos Depurada.....	265
12.3. MEDIO SOCIOECONÓMICO.....	266
12.3.1. Medidas de mitigación.....	268
12.3.1.1. Fase Constructiva.....	268
12.3.1.2. Fase operativa.....	269
12.3.2. Matriz de Impactos Depurada.....	270
12.4. ANÁLISIS DE LOS EFECTOS ACUMULATIVOS.....	272
12.5. ANÁLISIS DE LOS EFECTOS SINERGÉTICOS DE OTROS PROYECTOS EN CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN.....	272
12.6. SÍNTESIS DE LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS.....	272
<b>13. PRONÓSTICO-PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL (P-PGA).....</b>	<b>276</b>
13.1. ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO Y EJECUTOR DE MEDIDAS.....	276
13.2. CUADRO DEL PRONÓSTICO-PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL.....	276
13.3. MONITOREO Y REGENCIA.....	319
13.4. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN.....	319
13.5. PLAN DE RECUPERACIÓN AMBIENTAL POST-OPERACIÓN.....	320
13.6. COSTOS DE LA GESTIÓN AMBIENTAL.....	320
<b>14. ANÁLISIS DE RIESGO Y PLANES DE CONTINGENCIA.....</b>	<b>321</b>
14.1. FUENTES DE RIESGO AMBIENTAL.....	321
14.2. EVALUACIÓN DE RIESGO AMBIENTAL.....	321
14.3. PLAN DE CONTINGENCIA.....	322
<b>15. CALIDAD AMBIENTAL DEL AP, AREA INFLUENCIA BIOFÍSICA Y SOCIAL.....</b>	<b>325</b>
15.1. PRONOSTICO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL ÁREA INFLUENCIA BIOFÍSICA Y SOCIAL.....	325
15.2. SÍNTESIS DE LOS COMPROMISOS AMBIENTALES DEL PROYECTO.....	326
15.3. POLÍTICA AMBIENTAL DEL PROYECTO.....	326
<b>16. MONTO GLOBAL DE LA INVERSIÓN.....</b>	<b>327</b>
<b>17. OTROS TÉRMINOS ESPECÍFICOS.....</b>	<b>329</b>
17.1. UBICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LAS ESCOMBRERAS.....	329
17.2. CENSO FORESTAL.....	329
17.3. IDENTIFICION Y CARACTERIZACIÓN DE MATERIAL DE PRÉSTAMO.....	329
17.4. PROGRAMA DE EMERGENCIA Y PREVENCIÓN ACCIDENTES.....	330
17.5. ESTUDIO CUANTITATIVO / CUALITATIVO Y PROCESO PARTICIPATIVO / INTERACTIVO DE DIVULGACIÓN DEL PROYECTO.....	330



17.6.	UBICACIÓN DE CAMPAMENTOS Y SERVICIOS PÚBLICOS QUE DEMANDA.....	330
17.7.	ESTUDIO DE IMPACTO VIAL APROBADO POR EL MOPT.....	330
17.8.	PLANTAS DE ASFALTO Y CONCRETO E IMPACTOS QUE GENERARÁ.....	331
17.9.	DECLARATORIA DE CONVENIENCIA NACIONAL DEL PROYECTO.....	334
<b>18.</b>	<b>EQUIPO PROFESIONAL DEL ESIA.....</b>	<b>334</b>
<b>19.</b>	<b>LITERATURA CONSULTADA.....</b>	<b>335</b>
<b>20.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>338</b>
20.1.	ANEXO 1. DECLARATORIA DE IMPACTO AMBIENTAL Y NOTAS DE RECIBIDO ALCALDÍAS Y SINAC.....	339
20.2.	ANEXO 2. DOCUMENTOS LEGALES DE LA EMPRESA DESARROLLADORA.....	340
20.3.	ANEXO 3. HOJA DE RESPONSABILIDAD PROFESIONAL.....	341
20.4.	ANEXO 4. DISEÑO DEL PROYECTO Y DETALLE DE ESTRUCTURAS.....	342
20.5.	ANEXO 5. MAPA DE UBICACIÓN HOJA CARTOGRÁFICA - MAPAS DE ÁREAS DE INFLUENCIA DIRECTA E INDIRECTA DEL PROYECTO.....	343
20.6.	ANEXO 6. NOTAS DE INSTITUCIONES Y SERVICIOS.....	344
20.7.	ANEXO 7. GEOLOGÍA - AMENAZAS NATURALES – HIDROLOGÍA – CARACTERÍSTICAS GEOTECNICAS – ESTABILIDAD DE TALUDES.....	345
20.8.	ANEXO 8. AMBIENTE ACUATICO EN AGUAS CONTINENTALES.....	346
20.9.	ANEXO 9. DATOS DEL CENSO FORESTAL DEL PROYECTO.....	347
20.10.	ANEXO 10. ESTUDIO SOCIECONÓMICO-SITIOS ARQUEOLÓGICOS.....	348
20.11.	ANEXO 11. MAPA DE COBERTURA BOSCOsa EN EL AID DEL PROYECTO.....	349
20.12.	ANEXO 12. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO.....	350
20.13.	ANEXO 13. PROPUESTA DE COMPENSACIÓN PARA LAS ÁREAS CON COBERTURA VEGETAL A INTERVENIR. 351	
20.14.	ANEXO 14. CERTIFICADO DEL MONTO GLOBAL DE LA INVERSIÓN.....	352
20.15.	ANEXO 15. PLAN DE EMERGENCIA Y CONTINGENCIA.....	353
20.16.	ANEXO 16. CERTIFICACIÓN DEL RIESGO ANTRÓPICO.....	354
20.17.	ANEXO 17. REGISTRO FOTOGRÁFICO DEL AP.....	355
20.18.	ANEXO 18. DECLARACIÓN JURADA DE COMPROMISOS AMBIENTALES.....	356
20.19.	ANEXO 19. AUTORIZACIÓN PARA CDG.....	357
20.20.	ANEXO 20. CERTIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO DE TIERRA.....	358
20.21.	ANEXO 21. ESTUDIO Y MEDIDAS AMBIENTALES PARA LA FAUNA.....	359
20.22.	ANEXO 22. EQUIPOS A UTILIZAR (FICHAS TÉCNICAS) Y PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.....	360





## 2. DECLARATORIA DE IMPACTO AMBIENTAL (DIA).

La Declaratoria de Impacto Ambiental fue presentada ante las Municipalidades de Pococí, Guácimo, Matina, Siquirres y Limón, así como en las oficinas Sub-Regionales del MINAE de las Áreas de Conservación de Tortuguero y La Amistad-Caribe. Dicho documento se adjunta en el [Anexo 1](#), junto con las notas de recibido de Alcaldías y SINAC, con sus respectivos sellos.

## 3. INTRODUCCIÓN.

### 3.1. ALCANCES.

El presente documento contiene los resultados de la Evaluación Ambiental del Proyecto "Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional No. 32 Sección: La Intersección con la Ruta Nacional No. 4 – Limón", elaborado con base en los términos de referencia dictados por la SETENA mediante Resolución nº 2813-2012 SETENA y en el Decreto Ejecutivo No 32966-MINAE, "Manual de Instrumentos Técnicos para el Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental (Manual de EIA) – Parte IV: Guía de Estudios de Impacto Ambiental, Pronósticos-Plan de Gestión Ambiental, valoración de los impactos ambientales y términos de referencia" y en el Decreto Ejecutivo No 31849-MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC. Es importante tener presente que este proyecto consiste en la ampliación de una ruta de dos carriles ya existentes, por consiguiente, los trabajos que se van a realizar son sobre el mismo derecho de vía, el cual, durante la construcción de la carretera actual, se previó precisamente para que en un futuro pudiera ampliarse de acuerdo con el crecimiento económico y poblacional del país. 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 carretera en funcionamiento. En ese contexto es que se analiza la ampliación de esta ruta 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 EsIA, 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 107 kilómetros que abarca la ruta 32 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, tanto el área de Impacto Directo como la de Impacto Indirecto ya han sido impactadas por la construcción y operación de la Ruta 32 actualmente existente. Esta evaluación ambiental se enfoca principalmente en lo que se conoce como impacto adicional o



paralelo, ya que la ruta existe y solamente se está haciendo una ampliación. Un proyecto de este tipo, genera menos impactos que el causaría una ruta cuyo trazado fuera totalmente nuevo.

Cabe enfatizar que el Proyecto de Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional No. 32 Sección: La Intersección con la Ruta Nacional Nº 4 – Limón, fue establecido dentro de un convenio marco entre el Gobierno de la República de Costa Rica y el Gobierno de la República Popular China, ratificado por la Asamblea Legislativa mediante la Ley 9293 de aprobación del financiamiento y avalado mediante referendo de La Contraloría General de La República el 26 de abril del 2016, para que se ejecuten las obras una vez alcanzados los requisitos solicitados por las diferentes instituciones públicas dentro de los plazos que estipula la ley 9293 y demás normativa vigente.

Este proyecto posee gran importancia y trascendencia para el desarrollo del país, lo cual ha sido manifestado en la Ley 9293 en su artículo 12, donde lo declara 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, deban otorgarle trámite prioritario y preferente, como se cita textualmente:

*..." Esas dependencias deberán señalar en una única prevención los requisitos que resulten faltantes en la gestión presentada ante ellas y el acto final deberá ser emitido en un plazo máximo de dos meses después de recibida la información completa para el proceso."*



### 3.2. OBJETIVOS.

El objetivo principal del presente EsIA, es predecir los potenciales impactos adicionales que pueda generar el Proyecto con la ampliación 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.

En la realización de una Evaluación de Impacto Ambiental, 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 (SETENA, Municipalidad) y del público, comprometerse con el crecimiento económico sostenible y la necesidad de una protección ambiental como parte de ese desarrollo. El Estudio de Impacto Ambiental permite 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 Impacto Ambiental identifica los resultados reales y potenciales de las futuras interacciones entre el "Proyecto de Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional No. 32 Sección: La Intersección con la Ruta Nacional No. 4 – Limón" 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. A la vez, el documento contiene la información de soporte necesaria sobre el Proyecto y el medio ambiente, señala los compromisos del proponente sobre las medidas de mitigación, y presenta las predicciones de impactos efectuadas por profesionales calificados.



### 3.3. METODOLOGIA.

El presente EsIA se realizó siguiendo los términos de referencia dictados por la SETENA en la resolución nº 2813-2012 SETENA, los cuales a su vez se basan en lo que establece el Decreto Ejecutivo No 32966-MINAE, y en cumplimiento de la Ley Orgánica del Ambiente No 7554 y sus reformas, el Decreto Ejecutivo No 31849-MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC, y las demás normativas vigentes de la SETENA. 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 EsIA consiste de 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 y se cuantifica 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 mediante levantamiento de datos en campo y revisión de fuentes bibliográficas.
- **Identificación y valoración de impactos ambientales potenciales:** basado en la caracterización del proyecto y la información recopilada sobre el entorno, se lleva a cabo el análisis de los impactos ambientales generados por el proyecto. La valoración se realiza mediante el uso de la Matriz de Importancia de Impactos Ambientales (MIIA).
- **Propuesta de medidas de prevención, mitigación, y/o remediación:** de acuerdo a la importancia de los impactos generados, se plantean las acciones a implementar para minimizar los efectos negativos.

### 3.4. DURACIÓN EN LA ELABORACIÓN DEL ESIA.

La elaboración de este Estudio de Impacto Ambiental (EsIA), tuvo una duración de cuatro meses de trabajo, repartido entre las actividades de campo y oficina.



#### 4. INFORMACIÓN GENERAL.

##### 4.1. INFORMACION SOBRE LA PERSONERÍA JURÍDICA.

El desarrollo del Proyecto es bajo la responsabilidad del Consejo Nacional de Viabilidad (CONAVI), cédula jurídica número 3-007-231686. El señor German Eduardo Valverde González, mayor de edad, costarricense, divorciado, máster en ingeniería civil, portador de la cédula 2-0488-0206 actúa como director ejecutivo con facultades de Apoderado Generalísimo sin límite de suma de dicha sociedad.

Los documentos legales de la empresa desarrolladora o responsable de la obra (CONAVI) se adjuntan en el [Anexo 2](#) del D1, los cuales fueron presentados en octubre del 2012 bajo el Expediente Administrativo D1-8883-12 SETENA.

La dirección autorizada para notificaciones es:

**CDG Environmental Advisors.**  
Teléfono: 2288-7000. Fax: 2289-8000.  
Correo electrónico: [info@cdg-ea.com](mailto:info@cdg-ea.com)  
Centro Comercial Golden Plaza, Local #20.

Por otra parte, como parte de un Convenio Marco firmado entre las Repúblicas de Costa Rica y Popular de China, aprobados mediante Ley 9293 en la Asamblea Legislativa y a través de un contrato refrendado por la Contraloría General de la República; el Consejo Nacional de Vialidad ha otorgado la ejecución de las obras a la empresa China Harbour Engineering Company Ltda para que en plazo no mayor de 3 años se tengan concretados todos los componentes de la obra.

##### 4.2. INFORMACION EQUIPO PROFESIONAL QUE ELABORO EL ESIA.

El Estudio de Impacto Ambiental 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 el cuadro 4.1.



**Cuadro 4.1.** Equipo Profesional a cargo del EsIA, Grupo Consultores, CDG Environmental Advisors.

Consultor	Profesión	Registro en SETENA
Manuel B. Dengo Benavides	Coordinador del EsIA, Ingeniero Químico.	CI 126-2016
Carlos A. Dengo Garrón	Economista y Administración de Recursos Naturales	CI 129-1998
José R. Dengo Garrón	Legislación Ambiental, Administración de Recursos Naturales	CI 121-2016
Marisol Hidalgo Prado	Ingeniera Forestal y Gestión Ambiental	CI 098-2008
José A. Chinchilla Salazar	Ingeniero Forestal / Sistemas de Información Geográfica	CI-001-2016
Farrel Ruiz Pacheco	Biólogo (Recursos Acuáticos)	CI 156-2009
Esther Pomarena García	Bióloga (Vida Silvestre)	CI 183-2014
Eduardo Rojas Solano	Geólogo / Hidrogeólogo	CI 413-2013
Andrés Zúñiga Garita	Ingeniero Civil / Hidrólogo	CI 156-2014
Felipe Sol Castillo	Arqueólogo / Antropólogo	CI 161-1996
Roberto Echeverría Alfaro	Abogado, Especialidad Ambiental	CI 169-2016

Las firmas autenticadas del equipo consultor se pueden encontrar en el [Anexo 3](#).

#### 4.3. TÉRMINOS REFERENCIA DEL ESIA REALIZADO.

El presente Estudio de Impacto Ambiental se tramita ante la SETENA posterior a la entrega del formulario D1, donde se solicitaron los Términos de Referencia dictados por dicha Secretaría en la resolución N° 2813-2012-SETENA específicamente para el Proyecto. Adicionalmente, el EsIA se realizó en cumplimiento de los términos más relevantes en relación con las características del Proyecto, según lo establecido en el Decreto Ejecutivo N° 32966-MINAE.



## 5. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

El Proyecto "Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional No. 32 Sección: La Intersección con la Ruta Nacional Nº 4 – Limón", pretende la rehabilitación y ampliación de la ruta nacional 32 a cuatro carriles por una extensión de 107,2 km, así como la construcción de puentes nuevos y reforzamiento de los ya existentes, tanto en capacidad de carga viva como en capacidad y resistencia ante sismos. Estas obras se efectuarán sobre el derecho de vía de la actual ruta, enfocando la mayoría de las obras en el lado derecho en el sentido San José-Limón, pero con algunas intervenciones sobre el margen izquierdo, según las condiciones estructurales actuales y de las obras de la nueva vía.

De manera general las obras se desglosan de la siguiente manera:

- ✓ Tramo de 107,2 km con carriles rehabilitados y ampliados, con calzada a dos carriles nuevos. Los dos carriles adicionales de ampliación con un ancho de 3,65 metros cada uno.
- ✓ Construcción de 35 puentes vehiculares nuevos y rehabilitación de los 35 existentes. Estos puentes que respondan a la especificación HS20+25%.
- ✓ Espaldones con un ancho de 1,80 metros a cada lado.
- ✓ Construcción de obras de seguridad vial tales como 26160 metros lineales de ciclovías, aceras, 24 puentes peatonales, 26180 metros lineales de calles marginales, 176 bahías para autobuses, una medianera para la división de los sentidos del tráfico vehicular, 19 pasos a desnivel, 11 retornos, 5 intersecciones a desnivel, así como demarcación horizontal y vertical.
- ✓ Sistema de alcantarillado con 243 unidades, distribuidas en 84 alcantarillas de tubería y 159 alcantarillas de cuadro o cajón.
- ✓ Construcción de 146 pasos a nivel y desnivel.
- ✓ Dado que la mayor parte de las obras son dentro del derecho de vía de 50m, sólo será necesario adquirir terrenos mediante expropiación en los puntos de las 5 intersecciones a desnivel.

Adicionalmente la construcción de obra nueva incluye:

- ✓ Calzada de dos carriles.
- ✓ Una separación física en medio (duplicación de calzada).

El proyecto de ampliación consta de tres fases; diseño, rehabilitación y construcción. Tomando como referencia el POI 2011, el CONAVI describe las actividades de la siguiente manera:

- **Diseño:** Para la realización del diseño, la empresa desarrolladora deberá llevar a cabo los análisis geológicos, geotécnicos, hidráulicos, hidrológicos, levantamiento topográfico entre otros estudios técnicos, necesarios para la elaboración de los planos constructivos, los cuales deberán ser elaborados de acuerdo a la normativa técnica vigente aprobada en el país.
- **Rehabilitación:** se requiere una reparación selectiva y refuerzo del pavimento o la calzada, previa demolición parcial de la estructura existente, con el objeto de restablecer la solidez estructural y la calidad de rueda originales. Además, por una sola vez en cada caso, podrá incluir la construcción o reconstrucción del sistema de drenaje que no implique construir puentes o alcantarillas mayores.



- **Construcción:** Construcción de todas las obras viales que se incorporen a la red nacional existente.
- **Cierre:** constituye en la eliminación de todas las obras temporales y limpieza de todo tipo de material de construcción para la puesta en ejecución de la fase operativa del proyecto.

Dentro de estas fases se diseñará y construirá lo siguientes componentes del proyecto:

- a. **Reubicación de servicios públicos afectados por el proyecto:** se requiere reubicar los servicios del tendido eléctrico, estructuras del ICE, servicios de cable, sistema de agua potable; para esto se deben de efectuar actividades como remoción de árboles, limpieza y desmonte, remoción de tuberías y medidores.
- b. **Mejoramiento de la ruta:**
  - i. **Ampliación a cuatro vías** (cuerpo nuevo): Abarca realizar actividades como excavación, relleno, préstamo selecto, Sub-base, base y carpeta asfáltica.
  - ii. **Rehabilitación de la vía** (cuerpo existente): Comprende utilización de préstamo selecto, empleo de geotextiles para refuerzo, Sub-base, base, carpeta asfáltica, y perfilado de camino existente.
- c. **Construcción del sistema de drenajes:** comprende tuberías de hormigón, colectores, tuberías perforadas para subdrenaje, hormigón y acero para alcantarillas de cuadro, Contracunetas y bajantes, cunetas revestidas, sub-drenajes francés, cordón y caño.
- d. **Puentes:**
  - i. **Duplicación de puentes:** se requiere efectuar excavaciones y rellenos, escollera de piedra ligada, pilotes de acero y concreto, barandas, empleo de hormigón estructural y de acero.
  - ii. **Reforzamiento de los puentes existentes:** miembros estructurales de hormigón preesforzado, acero estructural, reforzamiento de la superestructura, reforzamiento de las fundiciones, cambios de apoyo, sustitución de juntas de expansión, reposición de barandas.
- e. **Construcción de pasos a desnivel (PSV):** se ocupa efectuar la remoción de estructuras y obstrucciones, excavaciones, rellenos para fundación, subbases, bases, carpeta asfáltica, marco de concreto.
- f. **Construcción de 11 retornos e intersecciones (a nivel):** se debe efectuar excavaciones, rellenos, préstamos selectos, Subbase, bases y carpeta asfáltica.
- g. **Construcción de cinco intercambios (intersecciones a desnivel):** comprende remoción de estructuras y obstrucciones, excavaciones, relleno para fundición, Subbases, bases, carpeta asfáltica, miembros estructurales de hormigón reforzado, pilotes, y colocación de césped.
- h. **Construcción de obras de seguridad vial:**





- i. **Puentes peatonales:** requiere diseños, excavaciones, rellenos para fundición, suministros y colocación de estructuras de acero, barandas, mallas de seguridad.
- ii. **Ciclo vías:** lleva excavaciones, rellenos, préstamo selecto, Subbase, bases, carpeta asfáltica.
- iii. **Bahías para autobuses:** excavaciones, rellenos, préstamo selecto, Subbases, bases, carpeta asfáltica, instalaciones de casetillas.
- iv. **Aceras:** se necesita realizar excavaciones, rellenos, compactación, y concreto estructural.
- v. **Calles Marginales:** comprende excavaciones, rellenos, préstamo selecto, Subbase, base, carpeta asfáltica.
- vi. **Estación de pesaje:** requiere excavaciones, rellenos, construcción de casetillas, construcción de rampas, suministro e instalación de equipo de pesaje, y suministro e instalación de equipo de vigilancia.
- vii. **Entradas a casas y fincas:** se ocupa habilitar las entradas reconstruyéndolas nuevamente.
- viii. **Señalización horizontal y vertical:** estas son señales verticales, demarcación horizontal, captaluces, Guarda caminos.
- ix. **Pasos de fauna.** Comprende la instalación de pasos aéreos y adaptación de obras como alcantarillas que permita el libre tránsito de los animales silvestres en los sitios ya identificados por especialistas.

En resumen, una carretera con cuatro carriles, dos en cada dirección, así como la ampliación de los puentes y alcantarillas a lo largo del trayecto. El proyecto contempla las siguientes secciones:

**Cuadro 5.1.** Secciones de control del Proyecto de Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional Nº. 32 Sección: La Intersección con la Ruta Nacional No. 4 – Limón.

Sección	Descripción de la sección	Longitud (Km)
70150	La Intersección con la Ruta Nacional No. 4, Pococí (R.4)-Guápiles (R.247) (Calle Emilia)	13,26
70490	Guápiles (R.247) (Calle Emilia)-Límite Cantonal Pococí-Guácimo (Río Jiménez)	4,45
70142	Límite Cantonal Cantón Pococí/Guácimo (Río Jiménez)-Guácimo (R.248)	6,30
70141	Guácimo (R.248)- Límite Cantonal Guácimo/Siquirres (Río Destierro)	10,65
70130	Límite Cantonal Guácimo/Siquirres (Río Destierro)-Siquirres (R.10)	12,53
70090	Siquirres (R.10)-Lte.Cant. Siquirres/Matina (Río Madre de Dios)	12,93
70472	Límite Cantonal Siquirres/Matina (Río Madre de Dios)-San Miguel (Entrada Principal)	9,85
70471	San Miguel (Entrada Principal)- Límite Cantonal Matina/Limón (Río Toro)	15,585
70080	Límite Cantonal Matina/ Limón (Río Toro)- Liverpool (Escuela)	9,60
70070	Liverpool (escuela)-Limón (Muelle Alemán)	12,035
<b>Total km.</b>		<b>107,20</b>

**Cuadro 5.2.** Lista de puentes del Proyecto de Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional No. 32



Sección: La Intersección con la Ruta Nacional No. 4 – Limón; CHEC, 2016.

Ítem	Centro de la estaca (Estación)	Puente/Río	Longitud (m)	Construcción sobre el agua Sí/No
1	K50+976	Río Corinto	70	Sí
2	K54+091	Río Costa Rica	35	Sí
3	K56+192	Río Blanco	70	Sí
4	K57+338	Río Danta	35	Sí
5	K59+140	Río Toro Amarillo	270	Sí
6	K62+040	Río Guápiles	15	Sí
7	K63+168	Río Santa Clara	15	Sí
8	K64+888	Río Malinos	35	Sí
9	K67+336	Río Jiménez	70	Sí
10	K67+511	Río Roca	70	Sí
11	K73+752	Río Guácimo	75	Sí
12	K74+053	Río Guacimito	35	Sí
13	K78+190	Río Parismina	105	Sí
14	K83+038	Río Dos Novillos	70	Sí
15	K84+285	Río Destierro	105	Sí
16	K89+284	Río Dos Vueltas	35	Sí
17	K94+026	P. Sup. Ferrocarril	25	Sí
18	K94+295	Río Reventazón	355	Sí
19	K97+121	Río Siquirres	80	Sí
20	K99+663	Río Pacuare	315	Sí
21	K101+585	Río Pacuarito	75	Sí
22	K106+557	Río Cimarrones	75	Sí
23	K107+820	Río Hondo	50	Sí
24	K109+670	Río Madre De Dios	60	Sí
25	K115+515	Río Barbilla	105	Sí
26	K120+615	Río Quebrada Calderón	25	Sí
27	K121+469	Río Aguas Claras	25	Sí
28	K123+459	Río San Miguel	25	Sí
29	K125+310	Río Chirripó	390	Sí
30	K133+127	Río Escondido	25	Sí
31	K133+952	Río Cuba	60	Sí
32	K134+867	Río Rojo	25	Sí
33	K135+084	Río Toro	25	Sí
34	K141+287	Río Madre	40	Sí
35	K145+156	Río Blanco	60	Sí

Un proyecto de este tipo tiene una enorme ventaja para el desarrollo de la zona mediante beneficios



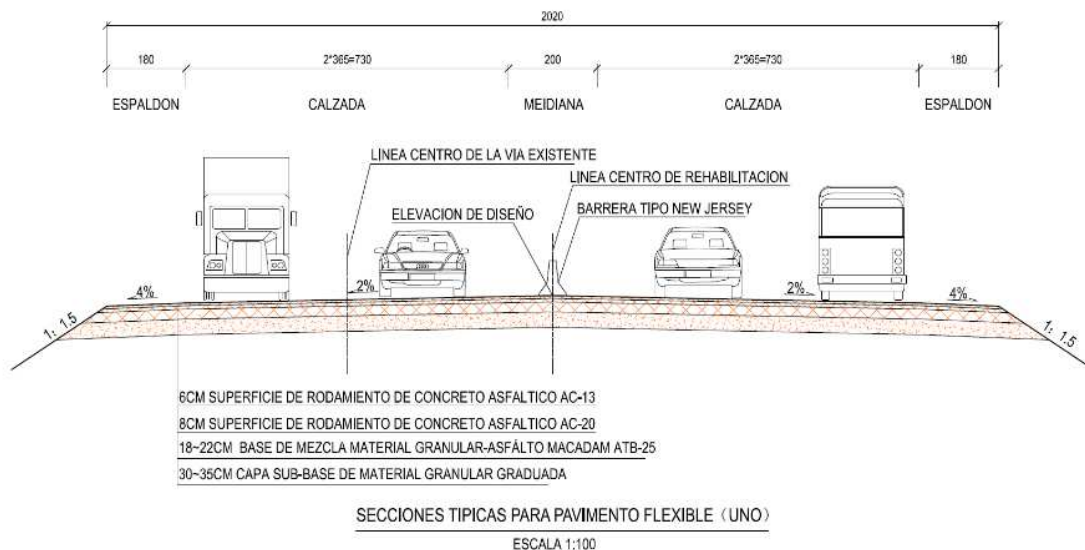
indirectos o directos ya que promueve el dinamismo de la economía local. Aproximadamente un 90% del proyecto se construirá dentro del derecho de vía de 50m (25m de cada lado), las excepciones se dan en los intercambios principales donde se tendrán que efectuar expropiaciones; estas intersecciones son:

- Intersección con Ruta número 4.
- Intersección Guápiles.
- Intersección Siquirres.
- Intersección Terminales de Contenedores de Moín.
- Intersección Intercambio con el Puerto de Moín.

**Tamaño y dimensiones de las diferentes secciones:** La sección típica propuesta de la ruta contempla cuatro carriles de 3,65 m de ancho, espaldones de 1,80 m y una isla central divisoria de 2 m de ancho. Además, dentro del componente de seguridad se propone construir una ciclovía de 2,5 m de ancho. La sección típica de los puentes comprende una calzada de 8,10 m de ancho, aceras a ambos lados de 1,20 m y una isla central de 2,00 m de ancho. En las siguientes figuras se presentan los cortes típicos para cada sección.

Sección típica:

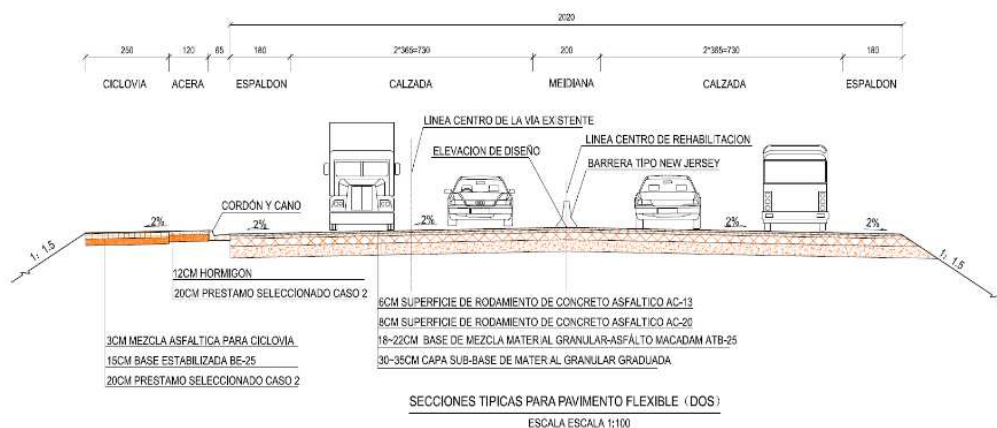
- a) **SECCIÓN 1:** Sección con calzada existente y calzada proyectada, cada una de las cuales tiene 2 carriles de 3,65m, con espaldones laterales de 1,80m, separados por una isla central de 2.00m, en la que se colocará una barrera longitudinal tipo New Jersey.



**Figura 5.1.** Sección típica de diseño #1; según alcance del proyecto: Ampliación y Rehabilitación de la Ruta 32, Cruce Ruta Nacional No. 4 – Limón, octubre del 2012, CONAVI.

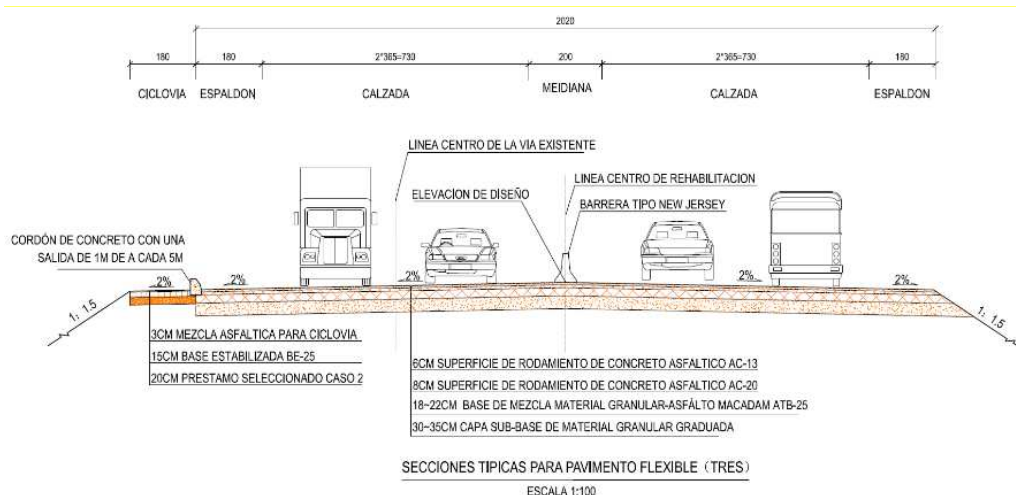


- b) **SECCIÓN 2:** Sección con calzada existente y calzada proyectada, cada una de las cuales tiene 2 carriles de 3,65m, con espaldones laterales de 1,80m, separados por una isla central de 2,00m, en la que se colocará una barrera longitudinal tipo New Jersey, con cordón y caño, acera de 1,20m y ciclovia de 2,50m.



**Figura 5.2.** Sección típica de diseño #2, según alcance del proyecto: Ampliación y Rehabilitación de la Ruta 32, Cruce Ruta Nacional No. 4 – Limón, octubre del 2012; CONAVI.

- c) **SECCIÓN 3:** Sección con calzada existente y calzada proyectada, cada una de las cuales tiene 2 carriles de 3,65m, con espaldones laterales de 1,80m, separados por una isla central de 2,00m, en la que se colocará una barrera longitudinal tipo New Jersey, y ciclovia de 1,80m extendiendo el espaldón del margen izquierdo y separado por elemento físico trapezoidal de concreto o asfalto con espacios libres de 1m a cada 5m (ver figura 5.3).



**Figura 5.3.** Sección típica de diseño #3, según alcance del proyecto: Ampliación y Rehabilitación de la Ruta 32, Cruce Ruta Nacional No. 4 – Limón, octubre del 2012; CONAVI.



- d) **SECCIÓN 4:** Sección con calzada existente y calzada proyectada, cada una de las cuales tiene 2 carriles de 3,65m, separados por una isla central de 2,00m, bahías de autobuses en ambos sentidos sobre la calzada nueva con 5,10m, espacio para albergar parada de autobuses de 2,1m.

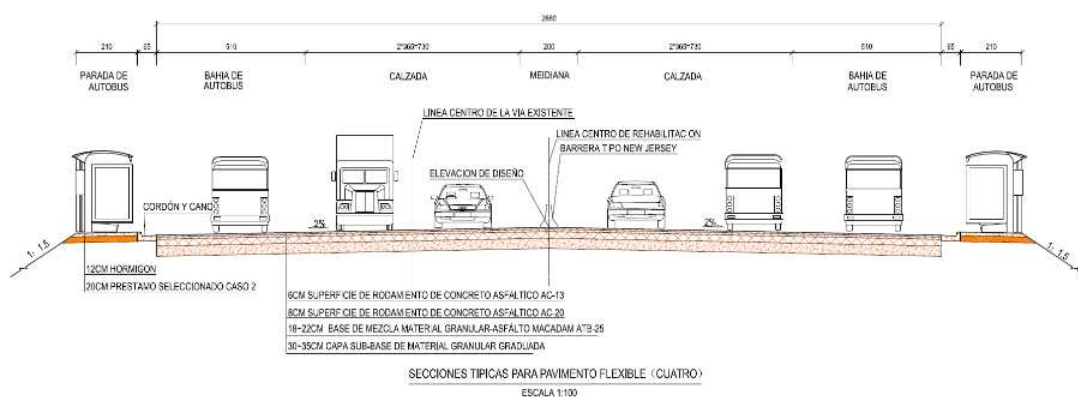


Figura 5.4. Sección típica de diseño #4, según alcance del proyecto: Ampliación y Rehabilitación de la Ruta 32, Cruce Ruta Nacional No. 4 – Limón, octubre del 2012; CONAVI.

- e) **SECCIÓN 5:** Sección con calzada existente y calzada proyectada, cada una de las cuales tiene 2 carriles de 3,65m, separados por una isla central de 2,00m con barrera longitudinal tipo New Jersey, espaldones de 1,8m, vías marginales en ambos sentidos de 4,00 m.

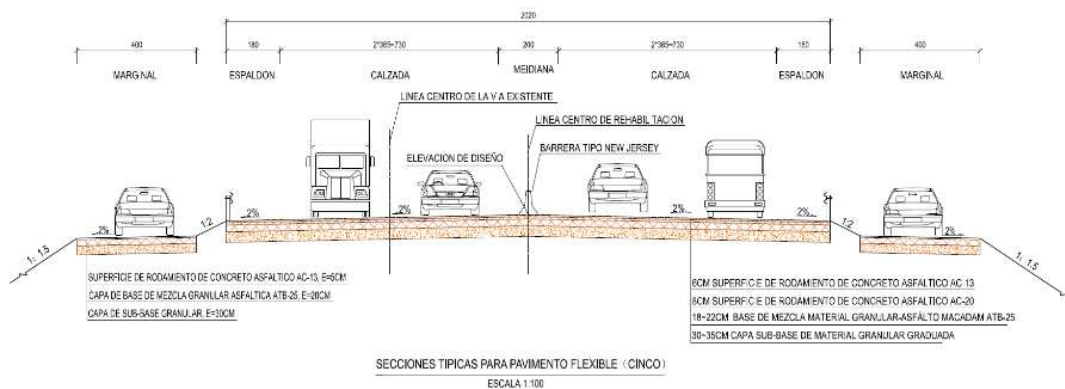


Figura 5.5. Sección típica de diseño #5, según alcance del proyecto: Ampliación y Rehabilitación de la Ruta 32, Cruce Ruta Nacional No. 4 – Limón, octubre del 2012; CONAVI.

- f) **SECCIÓN 6:** (Tramo Moín-Santa Rosa). Sección con calzada existente y sección proyectada, cada una de las cuales tiene 2 carriles de 3,50m, espaldones externos de 1,0m, isla central de separación, abollonada de concreto de 1,0m de ancho, y ciclovía de 1,80m extendiendo el espaldón del margen izquierdo y separado por un elemento físico trapezoidal de concreto o asfalto con espacios libres de 1m a cada 5m.

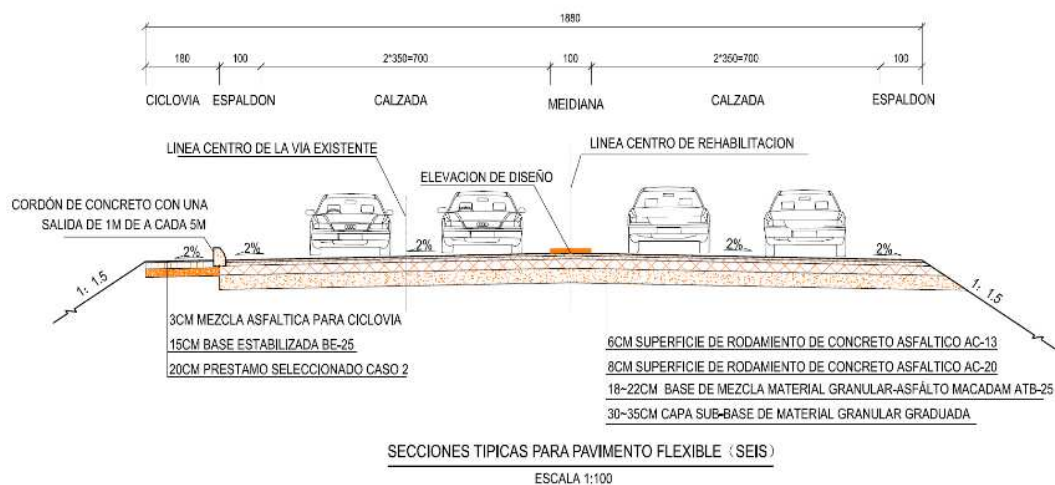


Figura 5.6. Sección típica de diseño #6, según alcance del proyecto: Ampliación y Rehabilitación de la Ruta 32, Cruce Ruta Nacional No. 4 – Limón, octubre del 2012.; CONAVI.

g) **SECCIÓN 7:** (Tramo Santa Rosa-Limón). Sección con calzada existente, 3 carriles de 3,50m, con espaldones laterales de 1,80m, ciclovia a un costado con un ancho de 2,50m.

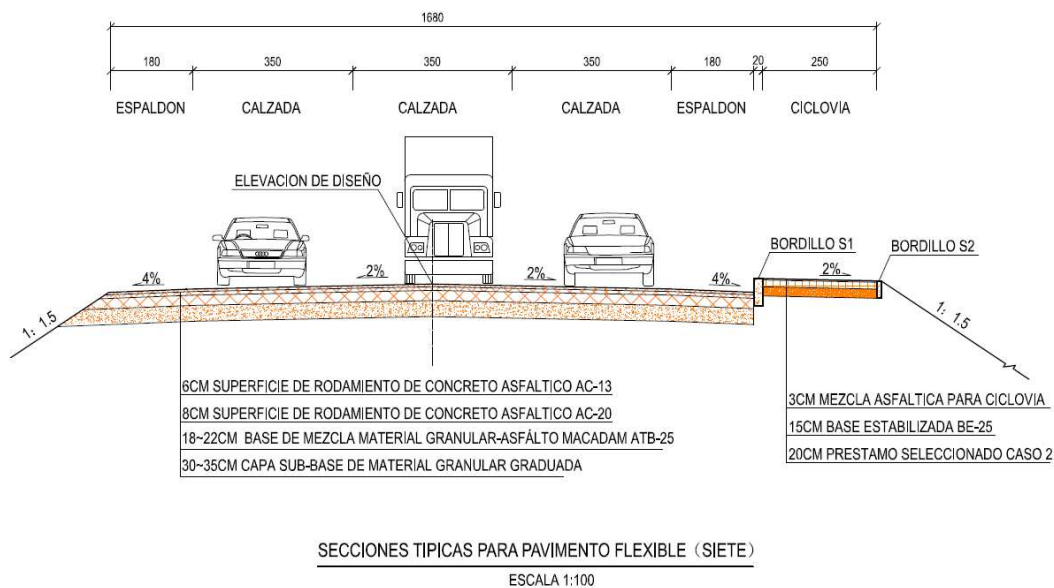
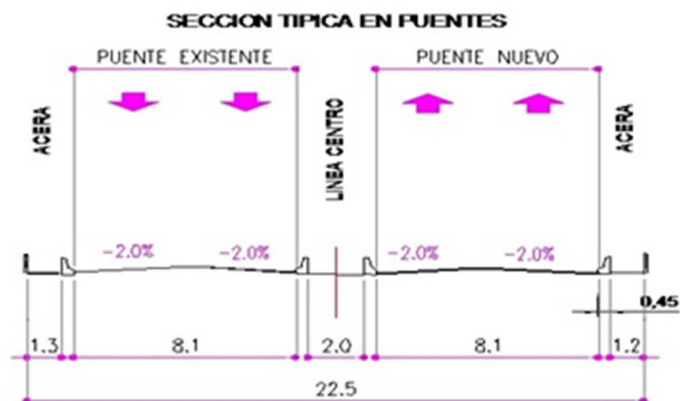


Figura 5.7. Sección típica de diseño #7, según alcance del proyecto: Ampliación y Rehabilitación de la Ruta 32, Cruce Ruta Nacional No. 4 – Limón, octubre del 2012, CONAVI.

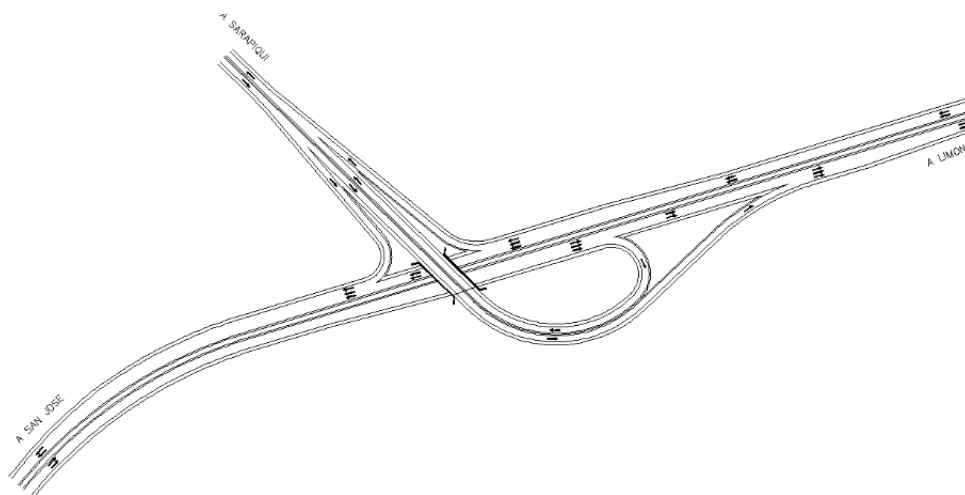


h) **SECCIÓN 8:** La sección típica en puentes es la que se muestra en la siguiente figura:



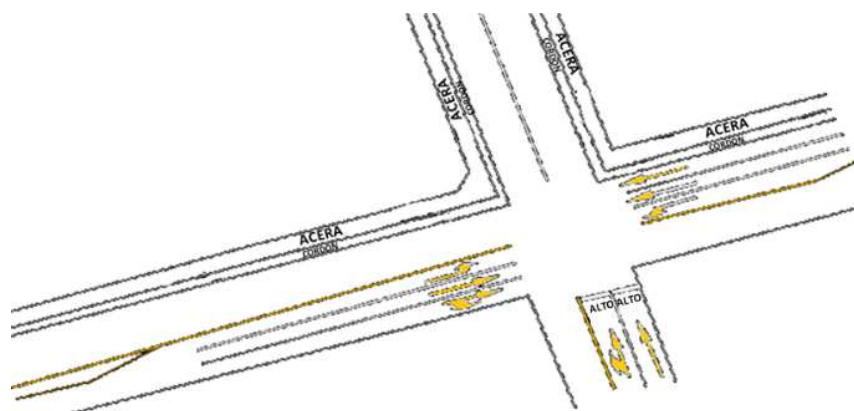
**Figura 5.8.** Sección típica en puentes, según alcance del proyecto: Ampliación y Rehabilitación de la Ruta 32, Cruce Ruta Nacional No. 4 – Limón, octubre del 2012, CONAVI.

**Intersecciones:** el proyecto plantea la construcción de 5 intersecciones a desnivel. En cuanto al diseño geométrico y construcción de la intersección en el entronque de la Ruta N°36, se debe seguir con las recomendaciones establecidas en los Estudios y Diseño Funcional de la Intersección con la Ruta 36, según la Dirección General de Ingeniería de Tránsito del MOPT. El ancho de carril mínimo será de 3,35m. Dicho diseño debe contemplar los carriles que se indican en la siguiente gráfica:



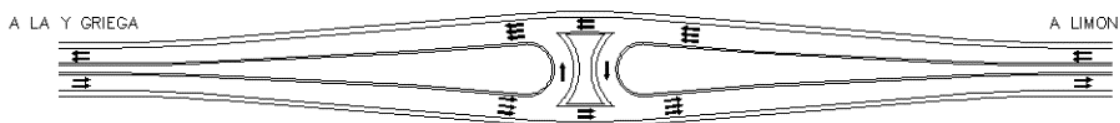
**Figura 5.9.** Intersecciones a desnivel a construir para el proyecto de Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional No. 32 Sección: La Intersección con la Ruta Nacional No. 4 – Limón (Alcance del proyecto, octubre, 2012).



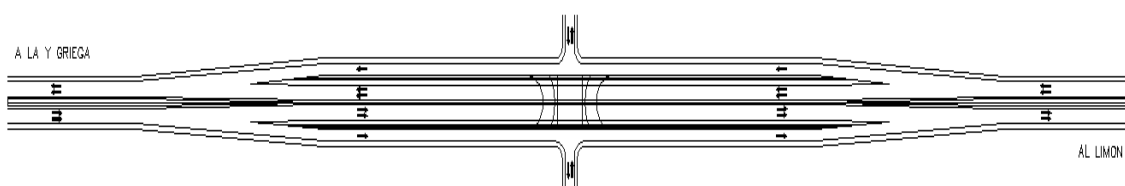


**Figura 5.10.** Intersecciones a nivel a construir para el proyecto de Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional No. 32 Sección: La Intersección con la Ruta Nacional No. 4 – Limón (Alcance del proyecto, octubre, 2012).

**Pasos a desnivel (PSV) y retornos:** El proyecto incluye el diseño y construcción de 13 pasos a desnivel (PSV) y 11 Retornos a lo largo de todo el tramo.



**Figura 5.11.** Ejemplo ilustrativo de retorno a nivel para el proyecto de Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional No. 32 Sección: La Intersección con la Ruta Nacional No. 4 – Limón (Alcance del proyecto, octubre, 2012).



**Figura 5.12.** Ejemplo ilustrativo de paso a desnivel con dos retornos para el proyecto de Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional No. 32 Sección: La Intersección con la Ruta Nacional No. 4 – Limón (Alcance del proyecto, octubre, 2012).

Para mayor detalles de las obras y estructuras del proyecto ver el [anexo 4](#), del diseño de la Ruta nº32.





## 5.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.

El Proyecto, se ubica en su extremo oeste desde la Intersección con la Ruta Nacional 4 entre las coordenadas geográficas: 1.129.114,657 latitud norte y 511.255,006 longitud oeste; y en su extremo este hasta la ciudad de Limón entre las coordenadas geográficas: 1.105.073,002 m latitud norte y 606.993,537m longitud oeste, en la proyección CRTM05, según las Hojas cartográficas del Instituto Geográfico Nacional (IGN) Guápiles, Guácimo, Bonilla, Matina, Moín, y Río Banano, escala 1:50000. Administrativamente, el inmueble se ubica en los distritos Guápiles, Jiménez, Guácimo, Mercedes, Pocora, Germania, La Alegría, El Cairo, Siquirres, Pacuarito, Batán, Matina, Carrandí, Río Blanco y Limón en los cantones de Pococí, Guácimo, Siquirres, Matina y Limón respectivamente, todos en la provincia de Limón; y sobre el derecho de vía de la actual ruta nacional nº 32 para un área total de aproximadamente 157,00 ha (ver figura 5.13).

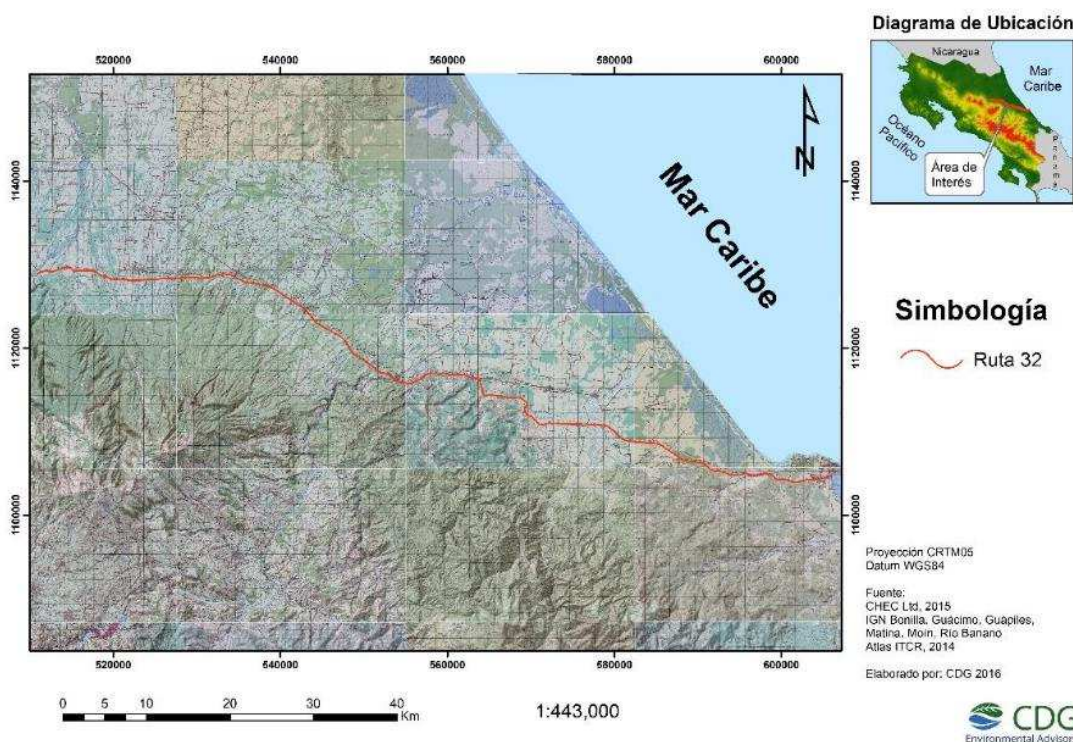


Figura 5.13. Ubicación geográfica del proyecto sobre las Hojas Cartográficas 1: 50000 del IGN.

## 5.2. UBICACIÓN POLÍTICO-ADMINISTRATIVA.

El proyecto se ubica en las siguientes áreas político administrativas:

- Regiones: Huetar Atlántico.
- Provincia: Limón.
- Cantones: Pococí, Guácimo, Siquirres, Matina y Limón.



- Distritos: Guápiles, Jiménez, Guácimo, Mercedes, Pocora, Germania, La Alegría, El Cairo, Siquirres, Pacuarito, Batán, Matina, Carrandí, Río Blanco y Limón.

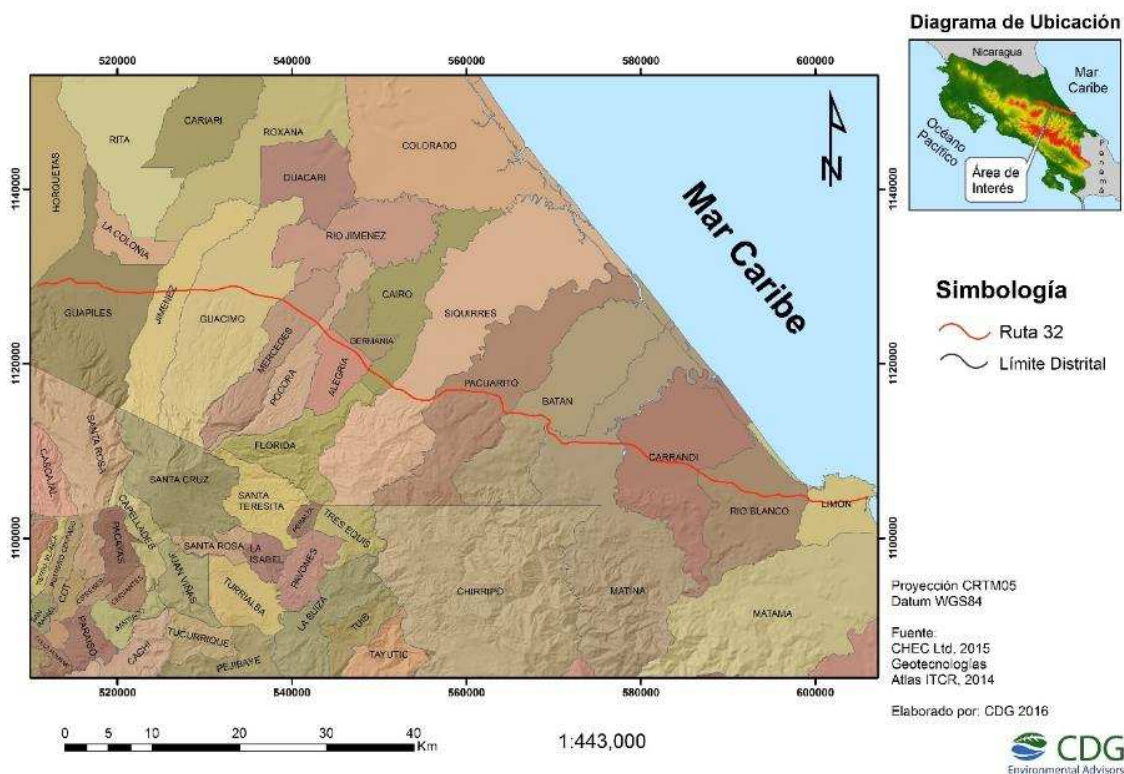


Figura 5.14. Ubicación político-administrativa del proyecto de ampliación-rehabilitación de la ruta 32.

### 5.3. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO.

La Ruta nacional nº 32 en su tramo entre la intersección de la ruta nº4 y el centro de Limón, constituye la principal vía de comunicación y transporte de las zonas Huetar Atlántica y Caribe con el resto del país; en esta se mueven la gran mayoría de los productos y materiales de exportación e importación que se requieren para dinamizar la economía nacional; además en esta zona se ejecutan una serie de actividades turísticas, agrícolas y comerciales de importancia social y económica, que la hacen de vital importancia.

Lo anterior y la actual demanda vehicular que se ha incrementado paulatinamente en los últimos 10 años, han generado dificultades para el transporte, traslado de mercadería y de los usuarios en general, por lo que hace necesario el aumento de la oferta de la vía de 2 a 4 carriles. Ante la creciente demanda del transporte comercial y aumento de la flota vehicular particular, se ha mermado la capacidad de transporte y aumentado los tiempos de traslado, lo que genera más costos para los productos y de los gastos de operación; incrementando además el riesgo de accidentes.



La rehabilitación y ampliación de este tramo de la ruta permitirá dinamizar la economía local y nacional al disminuir los tiempos de traslado, agilizando la entrega de productos y reduciendo los costos de operación, sin mencionar la llegada de más empresas a la zona involucrada a la comercialización de productos provenientes de diversas zonas del país para la colocación de sus productos al principal puerto del país como lo es Moín. Además, se espera que al mejorar las condiciones estructurales se pueda brindar mejorar seguridad vial a todos los usuarios.

#### **5.4. CONCORDANCIA CON EL PLAN DE USO DE LA TIERRA.**

El Proyecto al ubicarse principalmente sobre una ruta nacional, faculta al Ministerio de Obras Públicas y Transportes a la ejecución de las obras una vez alcanzada la viabilidad ambiental, debido a que las Municipalidades donde se encuentra el Proyecto no poseen jurisdicción y por ende no requiere permisos municipales, ni certificación del uso del suelo (ver en detalle la sección 6.3.2).

La justificación legal de no obligatoriedad de presentación de la nota de uso del suelo emitida por las municipalidades se fundamenta en el artículo n° 75 de la Ley de Construcciones N° 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. Además, se cumplirá cabalmente con la normativa establecida en la Ley de Construcciones y su Reglamento en lo que respecta a la densidad y cobertura.

Por otra parte, existen ciertas obras a desarrollarse sobre calles públicas de dominio municipal que requieren permisos de las respectivas municipalidades; estas obras se ubican en las áreas de intersección de las vías municipales o calles vecinales con la ruta nacional n° 32 (intersecciones a nivel y desnivel). Estos segmentos de ruta se les construirá aceras, cordón de caño, espaldones, calzadas asfálticas (rehabilitación), paradas de autobuses, calles marginales relacionadas con la obra principal y ciclovías; todas estas obras requieren trámites de permisos municipales para concretar las estructuras mencionadas. Los mismos permisos serán concretados una vez obtenidos los diseños definitivos ya que la empresa constructora está en proceso de análisis y rectificación de medidas en campo.

#### **5.5. ÁREA ESTIMADA PROYECTO Y ÁREAS DE INFLUENCIA.**

##### **5.5.1. ÁREA DEL PROYECTO.**

La superficie donde se desarrollará todo lo referente al proyecto lo constituye el derecho de vía actual, más algunas expropiaciones en cinco intersecciones principales a lo largo de los 107,20 kilómetros, desde el cruce con la ruta n°4 (cruce de Río Frío) hasta el centro de Limón, comprendiendo una superficie de 532,84 hectáreas. Cabe resaltar que la mayoría de las obras están



enfocadas en el margen derecho de la actual vía en sentido San José – Limón; por lo que el área efectiva o huella constructiva del proyecto es de 157,00 hectáreas (ver anexo 5).

Cabe mencionar que la construcción se realizará en una sola etapa, como se detallará más adelante en la sección 5.6.4. Para mayor información, favor referirse al Diseño de Sitio y descripción de estructuras, presentados en el [Anexo 4](#).

#### 5.5.2. 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):

1. **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 **50 metros** a ambos lados, para una superficie de 1066,85 hectáreas. El área de afectación inicia en el kilómetro 49+650 perteneciente a la provincia de Limón en el cantón de Pococí, poblado de La Y Griega y finaliza en el kilómetro 156+880 perteneciente también a la provincia de Limón, así como las poblaciones aledañas.
2. **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 mayoría de los impactos, el AII se establece como un perímetro a los **250 metros** de distancia del Área de Influencia Indirecta, para una superficie de 5357,93 hectáreas, afectando poblados cercanos como: Corinto, Marina, Santa Clara, Molino, Jiménez, Guayacán, Parismina, Confianza, Iroquois, Mercedes, Bremen, Pocora, Siquirres, Betania, Pacuarito, Monteverde, Vegas, Venecia, Búfalo, Río Madre, Millal 9, Pueblo Nuevo y Limón.

Sin embargo, y como se destaca más adelante en el capítulo social, los impactos socioeconómicos del proyecto se sentirán directamente en los distritos de Guápiles, Jiménez, Guácimo, Mercedes, Pocora, Germania, La Alegría, El Cairo, Siquirres, Pacuarito, Batán, Matina, Carrandí, Río Blanco y Limón, específicamente sobre las comunidades de centro de Limón, Buenos Aires, Liverpool, Sandoval, Milla 9, Río Madre, Búfalo, Venecia, Strafford, Línea B, Barbilla, Vegas, centro de Matina, Las Palmiras, Betania, Cimarrones, Culpeper, Freehold, Monteverde, Pacuarito, Pocora Sur, Guácimo centro, Bremen, Mercedes, Iroquois, Confianza, Parismina, Molino, Guápiles centro, Santa Clara, El Cruce, Jiménez, Guayacán, Corinto, Marina, y Flores. Las Áreas de Influencia se encuentran debidamente identificadas en el mapa del [anexo 5](#).



## 5.6. FASES DEL DESARROLLO.

### 5.6.1. ACTIVIDADES A REALIZAR EN CADA FASE DEL PROYECTO.

Todo proyecto de desarrollo cuenta con tres fases principales: Etapa de **Pre-inversión** que consiste en la elaboración del perfil del proyecto, diagnóstico y diseño de la obra; la segunda etapa consiste en la **Ejecución** (construcción), y la tercera etapa **Operación y Mantenimiento**. El enunciado de las fases y las diferentes actividades que se incluyen en cada una de ellas, se describe a continuación:

Cuadro 5.3. Resumen de las diferentes etapas que comprende el Proyecto de Ruta 32.

<i>Etapa</i>	<i>Inicio</i>	<i>Finalización</i>
<b>• Pre inversión:</b>		
Perfil, pre-diseño, aprobación, financiamiento.	2012	2016
Diagnóstico y diseño.	2016	2017
<b>• Ejecución:</b>		
Planeamiento y traslado de personal, equipo y maquinaria.	2016	2018
Ejecución de las obras.	2016	2019
<b>• Operación y Mantenimiento:</b>		
Operación.	2019	2039

(1) El financiamiento se encuentra en negociación con la República Popular de China, el crédito sería por un periodo de 20 años, con 5 años de gracia.

#### Fase de pre-inversión:

- Concepción del Proyecto y elaboración del prediseño.
- Estudios preliminares para el diseño del Proyecto: análisis geológicos, geotécnicos, hidráulicos, hidrológicos, levantamiento topográfico, estudio de arqueología, socioeconómico, y biofísico.
- Planteamiento del Proyecto a la SETENA, mediante el Formulario de Evaluación Ambiental D1.
- Aprobación del contrato y diseño del Proyecto por parte de la Asamblea Legislativa y la Contraloría General de la República.
- Presentación del Estudio de Impacto Ambiental ante la SETENA.
- Declaratoria de Conveniencia Nacional del Proyecto.
- Obtención de la viabilidad ambiental en la SETENA.
- Financiamiento de la obra.

#### Fase de ejecución de la construcción del Proyecto:

- Ejecución de estudios y diseños detallados del Proyecto.
- Expropiación de inmuebles circundantes a las 5 principales intersecciones con paso a desnivel.





- Eliminación de la cobertura vegetal como corta de árboles y desmontes sobre el derecho de vía.
- Reubicación de servicios públicos como tendidos eléctricos, telefónicos, tuberías y medidores.
- Ubicación de campamentos, oficinas administrativas, escombreras, bodegas para maquinaria y materiales, sitios de préstamo, plantas mezcladoras de concreto y asfalto.
- Traslado de personal técnico, operativo y administrativo, así como maquinaria y materiales.
- Movimiento de tierras para la conformación del terreno, excavaciones y relleno.
- Construcción de sistemas de drenajes de alcantarillas, reforzamiento de bases de puentes y duplicación de los puentes, construcción de pasos a desnivel, construcción de retornos e intersecciones a nivel, construcción de cinco intersecciones a desnivel, construcción de obras de seguridad vial como aceras, puentes peatonales, ciclo vías, bahías para autobuses, calles marginales, estación de pesaje, entradas a casas y fincas.
- Reconstrucción de la carpeta asfáltica existente (según valoración para rehabilitación) y construcción de la nueva superficie de rodamiento de los dos nuevos carriles, más las demás estructuras y demarcación vial.
- Ejecución de obras complementarias como la instalación de artefactos y señales preventivas, así como obras preparatorias para la entrega de la obra.
- Supervisión ambiental y regencia para la fase constructiva del Proyecto, de acuerdo a lo que solicite la SETENA.

#### Fase de operación y mantenimiento del Proyecto:

- Mantenimiento de la obra en señalización horizontal y vertical.
- Mantenimiento de los servicios básicos de electricidad en islas de paradas de buses, puentes peatonales e intersecciones, pasos a desnivel y pasos a nivel.
- Servicio de recolección de los desechos sólidos y tratamiento de desechos líquidos durante las diferentes labores de mantenimiento establecidas.
- Servicio de mantenimiento de las áreas verdes del derecho de vía.
- Supervisión ambiental y regencia para la fase operativa del Proyecto, de acuerdo a lo que solicite la SETENA.

#### **5.6.2. TIEMPO DE EJECUCIÓN.**

- **Fase de estudios previos y permisos ambientales:** se estima un total de 8 meses, desde el inicio del diseño y estudios de ingeniería en abril hasta obtener los permisos pertinentes alrededor de diciembre del 2016.
- **Fase de construcción:** Se estima en 34 meses desde el momento en que se obtiene todos los permisos pertinentes.
- **Fase de cierre:** se implementa para todas las obras temporales, ya sea campamentos, escombreras, planta de asfalto, planta de concreto, sitios para disposición de desechos

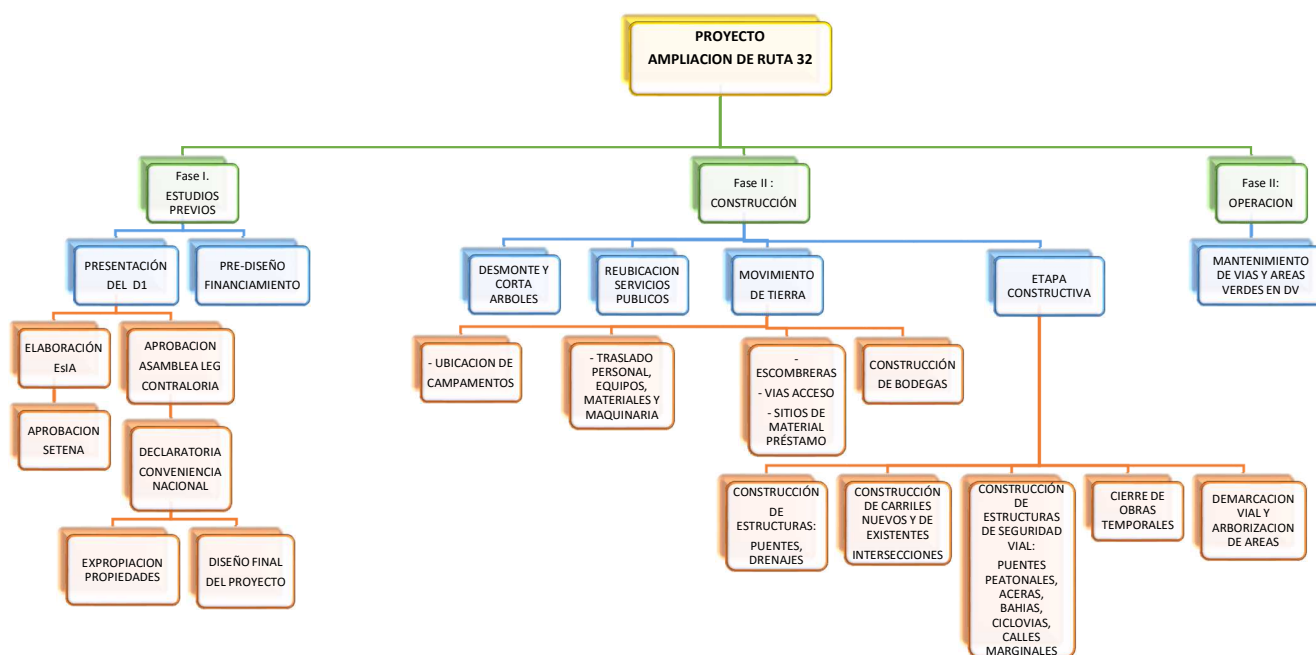


sólidos, y material de préstamo, y se efectúa inmediatamente que finaliza la construcción de la vía (un mes).

- **Fase de operación:** una vez concluida todas las labores constructivas y de cierre se pone en marcha la obra en fase de operaciones de manera indefinida y estableciendo periodos de mantenimiento por cada 6 meses o cuando esta así lo amerite.

### 5.6.3. FLUJOGRAMA DE ACTIVIDADES.

En la figura 5.15 se presenta el flujograma básico de actividades para el Proyecto (fase constructiva y fase operativa).



### 5.6.4. INFRAESTRUCTURA A DESARROLLAR.

La infraestructura a desarrollar en el Proyecto "Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional Nº 32, Sección: La Intersección con la Ruta Nacional Nº 4 – Limón", consiste en la rehabilitación de los dos carriles existentes y la construcción de dos carriles adicionales a lo largo de los 107,2 kilómetros, más toda la infraestructura necesaria como puentes, espaldones, aceras, ciclovías, pasos a desnivel, intersecciones a nivel, drenajes, puentes peatonales, cunetas, contracunetas, tomas y colectores, colocación de tuberías de agua potable, para suministrar un servicio eficiente de transporte y de seguridad a los usuarios.



La construcción será conforme a una única etapa; se espera -en un horizonte de 34 meses- que la implementación constructiva se efectúe de manera conjunta en tres frentes de trabajo, pero de manera ordenada y en orden lógico para efectuar las siguientes obras o actividades; las mismas se describen a continuación para un total de 157,00 ha, quedando libre aún 382 hectáreas de terreno dentro del derecho de vía. De igual forma en el [Anexo 4](#) de este proyecto se encuentra mayor información, pues se adjunta el diseño de sitio. Para la ejecución de las diferentes obras del proyecto, se ha organizado el área de trabajo en tres tramos, donde cada uno de estos está a cargo de un grupo de especialistas de la empresa contratista que establecerá toda una infraestructura para la gerencia y organización de las diferentes actividades. Cada tramo lleva una serie de estructuras entre campamentos, áreas administrativas, plantas de asfalto, planta de concreto, plantas de ensamblaje de estructuras prefabricadas y otras que se detallan a continuación.

Cuadro 5.4. Distribución probable de la infraestructura operativa de uso temporal sobre los tramos de ejecución de obras para la construcción de la ruta 32, CHEC, 2016.

Rango del área de trabajo	Longitud del Tramo	Estructuras administrativas para la ejecución de obras	Ubicación con relación a la Ruta 32	Tamaño del lote	Descripción
TRAMO 1: (K49+200-K85+000)	35,8 km	-Tres campamentos residenciales. -Tres Plantas mezcladoras de concreto. -Una Planta mezcladoras de asfalto. -Tres Bodegas de maquinaria. -Tres Plantas de Prefabricado. -Dos Oficinas Administrativas.	Área 1: 0,3 km al sur de la estación K62+300. (Tribunales de Justicia, Guápiles)  Área 2: Costado norte de la estación K67+800. (Angelina, Guácimo)  Área 3: Costado al sur de la estación K69+900. (Bº Fox Hall, Guácimo).	8 hectáreas.  10 hectáreas.  16,0 hectáreas.	Terrenos de residentes privados de Guápiles y Guácimo, dado en alquiler para el plazo de ejecución de las obras. Cuentan con autorización de los propietarios.
TRAMO 2: (K85+000-K125+000)	40,0 km	-Tres campamentos residenciales. -Tres Oficinas administrativas. -Tres bodegas de maquinaria. -Tres Plantas mezcladoras de concreto. -Una Planta de prefabricados.	Área 4: 0,3 km al norte de la estación K92+400. (El Cairo, Siquirres)  Área 5: Costado al norte de la estación K93+400. (El Cairo, Siquirres)  Área 6: 0,3 km al norte de la estación K98+500. (Bº Mangal, Siquirres).	2,7 hectáreas.  7 hectáreas.  5 hectáreas.	Terrenos de la Municipalidad de Siquirres y de residente privado; los tres terrenos están en negociación de alquiler.





Rango del área de trabajo	Longitud del Tramo	Estructuras administrativas para la ejecución de obras	Ubicación con relación a la Ruta 32	Tamaño del lote	Descripción
TRAMO 3: (K125+000-K155+732)	30,73 km	-Dos campamentos residenciales. -Dos Oficinas Administrativas. -Dos bodegas para maquinaria. -Dos Plantas de Prefabricados. -Dos Plantas mezcladoras de concreto. -Una Planta mezcladora de asfalto.	Área 7: Costado norte de la estación K125+500. (B-Line, Matina).  Área 8: 1Km al norte de estación K132+400 (Bramadero, Matina).	7 hectáreas.  4,5 hectáreas	Terrenos de residentes privados de Matina, los dos terrenos están autorizados por el propietario.

Fuente: Información básica del Plan Técnico Ambiental, CHEC, 14/06/2016.

En cada frente de trabajo se ejecuta las siguientes actividades:

- Reubicación de servicios públicos como electricidad, agua potable, alcantarillado.
- Rehabilitación y mejoramiento de caminos para los accesos temporales a campamentos, plantas y escombreras.
- Construcción de campamentos temporales.
- Construcción de bodegas temporales.
- Ubicación de plantas mezcladoras de asfalto, concreto, y de estructuras prefabricadas.
- Ubicación y condicionamiento de terrenos para escombreras.
- Construcción de puentes nuevos y rehabilitación de puentes existentes.
- Rediseño y construcción de alcantarillas entre tipo tubería y de Cajón o cuadro.
- Ampliación a 2 carriles adicionales, enfocados mayormente al margen derecho (San José-Limón) de la actual vía, con todas las estructuras planteadas en el diseño.
- Construcción de pasos a desnivel, intersecciones a nivel y desnivel.
- Rehabilitación de los carriles existentes con todas las estructuras nuevas diseñadas para ese margen de la vía.
- Construcción de puentes peatonales.
- Demarcación vial.
- Cierre de obras temporales.

Adicionalmente se usarán tres áreas de cantera o tajo de índole privado y con concesión minera vigente, como sitios de material de préstamo, ubicadas en cada tramo operativo anteriormente mencionados. Estos tajos poseen las características idóneas en cuanto a calidad del material y a la ubicación estratégica para la distribución de los materiales a las respectivas plantas mezcladoras y a los frentes de trabajo.



Cuadro 5.5. Lista de sitios de préstamo seleccionados a lo largo del Proyecto de Ruta 32, CHEC, 2016.

Ítem	Ubicación según Estación	Tipo	Cantidad a extraer	Sitio donde se ubica	Observaciones
1	Cerca del K73, 4Km al Norte (Se añaden 2Km)	Cantera	60 000 m <sup>3</sup>	Río Guácimo	Cantidad anual
2	Cerca del K95, 6Km al Norte	Cantera	20 000 m <sup>3</sup>	Río Siquirres	Cantidad máxima
3	A ambos lados del K125	Cantera	100 000 m <sup>3</sup> al mes	Río Chirripó	Cantidad por 5 años

Fuente: Constructora CHEC, datos actualizados al 14/06/2016.

La lista de estructuras a desarrollar se detalla en la sección 5, "Descripción del Proyecto" y en el anexo 4.

## 5.7. FASE DE CONSTRUCCIÓN.

El proceso constructivo de este Proyecto es similar a todos los de su tipo, cuyas actividades se centran en reubicación de servicios básicos existentes, desmonte o eliminación de la vegetación arbórea y herbácea, movimientos de tierra, zanjeo para drenajes y alcantarillas, construcción de soportes de puentes, constitución de base de la vía y de la carpeta asfáltica, entre otras más.

### 5.7.1. EQUIPO Y MAQUINARIA A UTILIZAR.

Con respecto al equipo y maquinaria propiamente para el proceso de construcción, se dispone con una serie de equipos y maquinarias típicos de obras viales de esta magnitud:

- Vagonetas de 10m<sup>3</sup>.
- Tanque de agua/cabezal.
- Compactadora (aplanadora) 18 a 20 T.
- Compactadora de rodillo vibratorio 18 T.
- Cargador 3 m<sup>3</sup>.
- Equipo para soldar de oxiacetileno.
- Camión grúa de 25 toneladas.
- Báscula de puente 100T.
- Camión plataforma de 20 ton.
- Soldadora eléctrica.
- Tractor de oruga.
- Planta trituradora de grava 100m<sup>3</sup>/HR.
- Cabezal y tanque de asfalto.
- Camión bomba de concreto 60 m<sup>3</sup>/h.
- Pavimentadora de asfalto.
- Montacargas.
- Hormigonera (chompipa) 9 m<sup>3</sup>.
- Winch malacate 2T.
- Motoniveladora 150 HP.
- Camión con plataforma 10T.
- Camión limpiador de pavimento.
- Planta mezcladora de asfalto 4000.
- Máquina de sierra circular.
- Pick up 4x4.
- Pulidora de concreto (helicóptero).
- Retroexcavadora.
- Batidora de concreto 0,3m<sup>3</sup>
- Pala excavadora de 1m<sup>3</sup>
- Regla vibratoria (viga metálica) 6m.
- Planta de emulsiones asfálticas.
- Barredora de caminos autopropulsada.
- Máquina de señalización de carreteras 5HP



- Equipo de tensado de puentes 250 T.
- Taladro de percusión.
- Máquina de cortar varillas de acero  $\phi$ 10-32mm
- Excavadora de 1m<sup>3</sup>
- Rodillo compactador de neumático de caucho (hidráulico).
- Bulldozer T140
- Compactador tándem de acero (hidráulico).
- Camión esparcidor simultáneo de sello.
- Fresadora de pavimento.
- Martillo de trituración.
- Estación de clasificación de grava (piedra) 100m<sup>3</sup>/HR.
- Grúa sobre orugas.
- Generador 50 KW
- Generador 500 KW
- Generador 200 KW
- Grúa de pórtico 100 T.
- Grúa de pórtico 10 T.
- Gata hidráulica 100 T.
- GPS (Sistema de Posic. Global).
- Nivelador topográfico.
- Máquina electro-hidráulica universal de ensayos (instrumentos de laboratorio)
- Tanque horizontal para almacenamiento de asfalto 5\*50T
- Tanque horizontal para almacenamiento de aceite pesado 50T.
- Equipo de producción de polvo mineral.
- Máquina para calefacción de aceite conductivo térmico.
- Dispositivo de pretensado.
- Compresor de aire.
- Chalecos reflectivos.
- Guantes de protección laboral.
- Luces de advertencia.
- Chalecos salvavidas.
- Botas para el agua (botas de hule).
- Lámparas.
- Cinta métrica de acero.
- Puertas eléctricas.
- Astas.
- Enderezadora de varillas de acero.
- Dobladora de varillas de acero  $\phi$ 10-32mm
- Planta mezcladora de concreto hidráulico.
- Excavadora de 2m<sup>3</sup>
- Compactador manual de plancha (placa compactadora) 0,5 T
- Mezcladora de grava graduada 300T/h
- Compactador tándem de acero (hidráulico).
- Distribuidor de asfalto líquido/cabezal.
- Compresor de aire 4m<sup>3</sup>
- Máquina cortadora de asfalto.
- Camión transportador de viga prefabricada 100 HP.
- Martillo vibratorio.
- Grúa izadora de puentes 100 T.
- Camión grúa de 3 toneladas.
- Camión transportador de lodo 15 T.
- Bomba de lodo.
- Plataforma de perforación rotativa.
- Varilla vibratoria.
- Estación total topográfica.
- Perforadoras jumbo.
- Máquina purificadora de agua para uso diario y equipos auxiliares.
- Tanque para almacenamiento de aceite pesado 100T.
- Tanque para almacenamiento de diésel 100T.
- Equipo de decantación para tanques contenedores de asfalto.
- Equipo de proyección e inyección de morteros 45 kW.
- Carro para martillo en fondo.
- Cascos de seguridad.
- Zapatos de construcción.
- Gafas de protección solar.
- Cintas de prevención.
- Capas para la lluvia.
- Cinturones de seguridad.
- Muebles de baño.
- Desatornilladores / Alicates.
- Llave ajustable (llave inglesa)



Además, se requerirán adicionalmente equipo o herramientas menores, principalmente en labores de desmonte y limpieza; las principales son:

- Machetes.
- Motosierras.
- Hachas.
- Palas mecánicas para corta de vegetación.

Para mayor información y detalle de los equipos y maquinarias ver las fichas técnicas que se adjuntan en el [anexo 22](#).

#### 5.7.1.1. Materiales a utilizar.

A continuación, se adjunta una lista de materiales probables que se utilizarán durante toda la etapa constructiva, estos son los más típicos para este tipo de proyectos viales:

- Agregado grueso (piedra) en diferentes presentaciones y grava de río.
- Agregado fino (arena).
- Asfalto.
- Hormigón estructural.
- Postes de concreto para demarcación de Kilometraje (107 unidades).
- Pintura amarilla para vías para demarcación vial horizontal.
- Pintura blanca para vías para demarcación vial horizontal.
- Señales viales metálicas.
- Captaluces caras amarillas.
- Captaluces caras rojas.
- Captaluces una cara amarilla y otra roja.
- Guardacamino de viga galvanizada.
- Solventes y pinturas.
- Cercas.
- Malla electrosoldada.
- Varilla de acero Grado G60.
- Acero pretensado
- Base sísmica de plomo aislador de caucho.
- Apoyos móviles 560×360×63.
- Cabeza de anclaje OVM15-19/15/12/9/7.
- Tubos PVC.
- Canales de acero.
- Tubos de acero para pilotes.
- Enrutador de tubos de acero.
- Postes de concreto para tendido eléctrico y telefónico.
- Tubería para agua potable.
- Colectores.
- Cemento 42.5/52.5.
- Tubería de hormigón reforzado de diámetros variados.
- Tubería perforada para subdrenajes francés de 15cm de diámetro.
- Acoplador de andamios (para tubos de acero).
- Perline tipo H.
- Barandas metálicas y prefabricadas PC.
- Tela no tejida de fibra sintética.
- Geomalla.
- Combustible, principalmente DIESEL
- Cable eléctrico.
- Ladrillo hueco.
- Baldosas para pisos.
- Gabinete de control eléctrico.
- Tubo de acero.
- Tubo corrugado D100 / D90 / D80 / D70 / D55.
- Apoyos fijos 560×310×49
- Juntas de expansión para puentes D40/D60/D160.
- Vigas de acero.
- Láminas de acero.
- Tabletas de acero bailey.
- Geotextil de separación y refuerzo.



- Sujetadores de acero (rectangulares y curvos).
- Cable de acero.
- Barras de madera.
- Mallas de protección para construcción.
- Cerca movable.
- Láminas de acero de color, puertas y ventanas.
- Encofrado de acero y varilla de eje de acero.
- Grilletes.
- Láminas de plywood.
- Placas metálicas para construcción de campamentos.
- Vigas de acero (para grúa de pórtico).
- Bloque prefabricado

Los materiales antes citados son los que más se utilizarán durante todo el proceso constructivo. De estos, el asfalto, los solventes, las pinturas, y el cemento hidráulico, representan peligrosidad para su manejo, almacenamiento y disposición de residuos.

El asfalto al ser un derivado del petróleo es un material inflamable, requiere de consideraciones especiales para su almacenamiento y manipulación. Además, por sus propiedades y su consistencia viscosa, requiere condiciones de almacenamiento especiales, ya que se ocupa mantener en condiciones de temperatura elevada para evitar su solidificación.

A continuación, se muestra el grado de peligrosidad de los diversos materiales que se deben almacenar y manipular para el proyecto vial en cuestión:

- **Emulsiones asfálticas:** este es considerado un material inflamable peligroso, ya que el respirar los vapores del asfalto genera efectos agudos a la salud, como dolores de cabeza, erupciones de la piel, fatiga, irritación de los ojos y de la garganta, tos. La exposición prolongada a los vapores de asfalto puede ocasionar cáncer de los pulmones y del estómago, así como el contacto directo y prolongado con la piel puede ocasionar cambios en la pigmentación de la piel que empeora con la exposición de la luz solar. Por otra parte, su inflamabilidad puede generar riesgo de incendios y explosiones; siendo de vital importancia establecer medidas de seguridad como evitar la cercanía de fuentes de ignición como chispas por soldadura, llamas o quemaduras, cigarrillos, entre otras; en el momento que se esté usando el asfalto en caliente.
- **Cemento:** se considera un material irritante, ya que en el momento de la inhalación puede ocasionar irritación de las vías respiratorias y en contacto prolongado con la piel puede generar quemaduras.
- **Combustible (diésel):** considerado un material inflamable e irritante, que en contacto con los ojos puede ocasionar irritación, además, contiene componentes aromáticos policíclicos que pueden ser cancerígenos para la piel. Por otra parte, la exposición repetida y prolongada a altas concentraciones de vapores causa irritación de las vías respiratorias y alteraciones del sistema nervioso central. La ingesta causa la irritación de la garganta y estómago, así como náuseas y mareos. Se deben extremar las medidas de uso y almacenaje y prohibir toda actividad o material que genere ignición debido a su volatilidad e inflamabilidad.



- **Solventes:** materiales catalogados tóxicos e inflamables, por lo que se deben de considerar medidas de protección personal y de seguridad tanto durante su manipulación, como durante su almacenaje. Son de riesgo para la salud, ya que si se aspiran pueden provocar intoxicaciones y daños a la piel, cerebro y nervios. Se deben extremar las medidas de seguridad debido a su alta volatilidad e inflamabilidad.
- **Pinturas:** por sus características químicas son materiales tóxicos e inflamables debido a que poseen compuestos orgánicos volátiles que al ser inhalados pueden causar vómitos, mareos, náuseas, entre otros. El mayor riesgo y peligrosidad de estos materiales reside en los metales pesados como el mercurio, cadmio y plomo; y los compuestos orgánicos volátiles como fenoles, tolueno, xileno, y formaldehidos que son emitidos por barnices y pinturas en el momento de la aplicación e inclusive semanas después.

Los materiales peligrosos que se utilicen serán ubicados en bodegas de materiales con características especiales y según la normativa nacional; por el momento no se conoce la ubicación exacta de las mismas, sin embargo, en el Plan de Gestión Ambiental (PGA), se detallan las limitaciones y requisitos que deben cumplirse para su adecuada ubicación. Estas bodegas deben estar separadas por peligrosidad del material y no revolver materiales inflamables con materiales explosivos o materiales ácidos con básicos. En la sección 13.2, se detallan las medidas establecidas para el manejo, almacenamiento y transporte de este tipo de sustancias peligrosas. Más en concreto en la tabla 13.1 se desglosan las medidas ambientales para el correcto almacenamiento y manejo de estos materiales y sustancias peligrosas.

#### 5.7.1.2. Rutas de movilización de equipo.

Los materiales para el proyecto podrán ser traídos de varios puntos, según cercanía de las bodegas, de plantas de concreto, asfalto, de estructuras prefabricadas y puntos de material de préstamo con los sitios de avance de la construcción de las obras, pudiendo ser de Guápiles, Guácimo, Siquirres, Matina o Limón, e ingresarían por diferentes rutas como 32, 812, 806, y sobre caminos vecinales aledaños a la ruta 32. Las anteriores vías se utilizarán también para el traslado de escombros a los sitios escogidos en los cantones de Pococí, Siquirres, Matina y Limón. Desde Moín se trasladarán insumos y equipos tomando la ruta 240, hacia ruta 32 para su traslado a los sitios seleccionados a lo largo del proyecto.

Las condiciones de las vías de tránsito de la maquinaria pesada y equipos se encuentran en su mayoría pavimentadas, con señalización vertical y horizontal, control frecuente de la Policía de Tránsito, y buena visibilidad. Para los accesos a los lotes donde se instalarán las distintas plantas y sitios de material de préstamo, se harán mejoras a las vías existentes, mediante colocación de lastre y conformación de los drenajes.

#### 5.7.1.3. Frecuencia de movilización.

Una vez que se obtengan los permisos respectivos y se dé la orden de inicio del proyecto, las primeras actividades a realizar serán la corta de los árboles del derecho de vía, que en su mayoría se



transportarán como leña por las características y dimensiones de las especies, por lo tanto, se van a requerir aproximadamente de 100 a 150 viajes (puede variar) para transportar la madera y/o leña hasta un sitio apropiado (esto lo definirá el contratista en su momento).

Con respecto a los equipos y materiales que llegan en barco a Moín, se van a requerir en los periodos de traslado, aproximadamente 10 contenedores diarios para transportar los insumos hasta Guápiles, Guácimo, Matina y Siquirres. Además, se estima mover en promedio entre 80 a 400 viajes diarios como valor máximo, para el movimiento de materiales (mezcla asfáltica, mezcla de concreto, grava, tierra, estructuras prefabricadas) dependiendo del avance de las estructuras del proyecto; esto entre los diferentes puntos al área del proyecto; lo que tomaría un total de 34 meses el movimiento hasta finalizar las obras.

De las canteras y bodegas de almacenaje a las plantas de procesamiento de estructuras prefabricadas se espera sólo el traslado de insumos como grava y arena, los demás insumos estarán dentro de las mismas instalaciones. Los viajes requeridos de las canteras de grava o tajos autorizados a las plantas mezcladoras de concreto, se estima en un máximo de 138 viajes diarios (vagonetas de 30-40 toneladas); pasando por el AP; con la salvedad que esta cantidad de viajes serán en los periodos de mayor construcción en el proyecto.

#### 5.7.1.4. Mapeo de las rutas más transitadas.

El dato de las rutas donde se movilizarán las maquinarias pesadas y los diversos equipos hacia el área del proyecto se detallan en las siguientes figuras 5.16, 5.17 y 5.18. La mayoría de los equipos y materiales se desplazarán sobre la actual ruta 32, sobre caminos cantonales y vecinales.

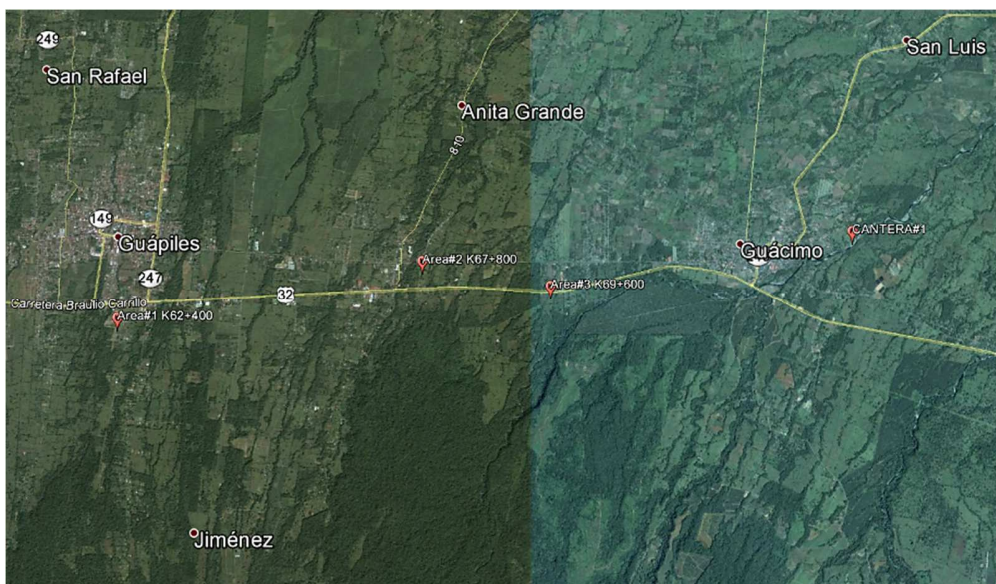


Figura 5.16. Rutas de acceso a Áreas #1, 2 y 3 (Campamentos, Oficinas, Plantas) y de Cantera #1 prevista, Guápiles y Guácimo, Sector Oeste del Proyecto de Ruta 32, CHEC, 2016.



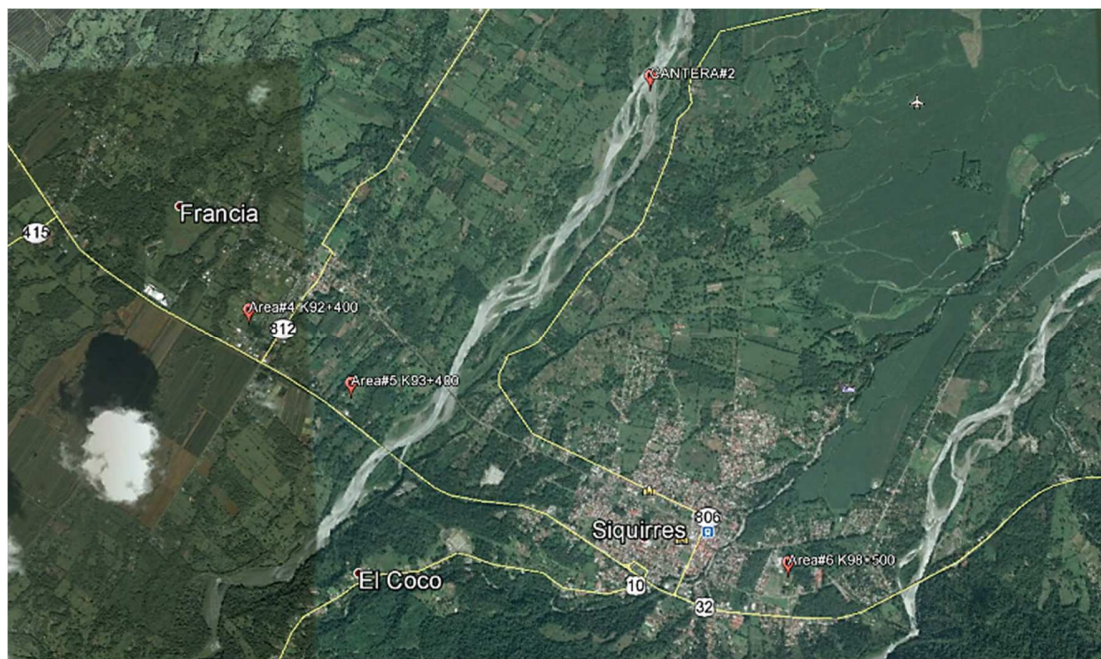


Figura 5.17. Rutas de acceso de las Áreas# 4, 5 y 6 (Campamentos, Oficinas, Bodegas y Plantas), más de Cantera prevista #2, al AP; Siquirres, Sector Central del Proyecto Ruta 32, CHEC, 2016.

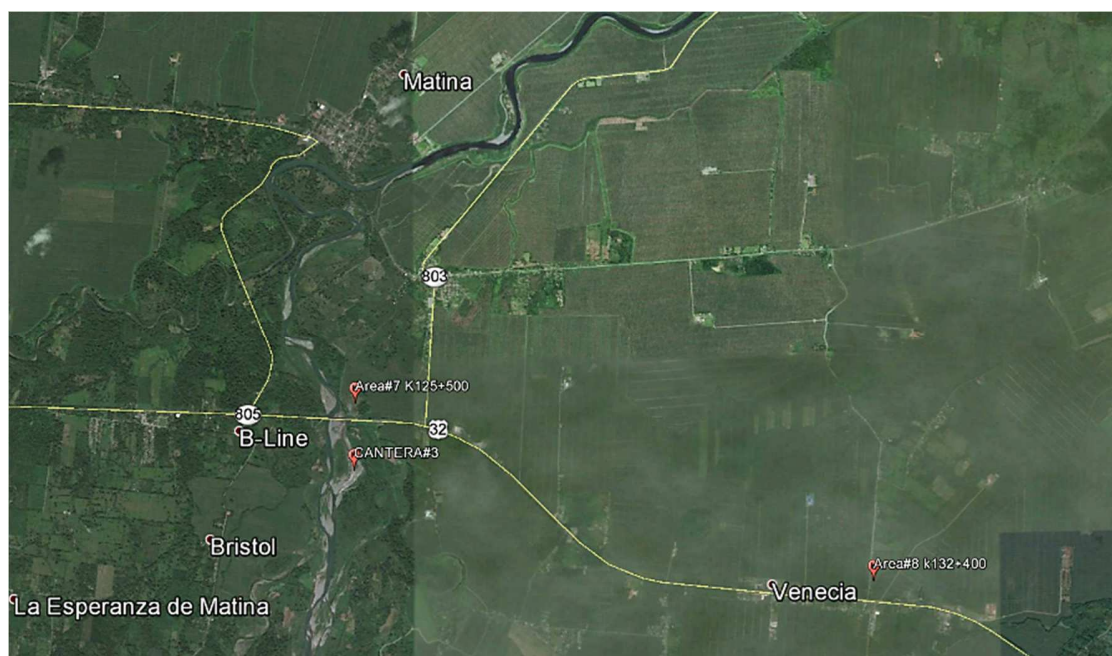


Figura 5.18. Ruta de acceso de las Áreas# 7 y 8 (Campamentos, Oficinas, Bodegas y Plantas), más Cantera prevista #3 al AP, Matina, Sector Este del Proyecto de Ruta 32, CHEC, 2016.





## **5.7.2. NECESIDAD DE RECURSOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN.**

### **5.7.2.1. Agua.**

Durante la construcción, se consumirá un promedio de 7 m<sup>3</sup> al día (210 m<sup>3</sup> por mes) de agua potable para satisfacer las necesidades de los trabajadores presentes en el sitio. El agua será abastecida por los acueductos locales y municipales de la zona (ver [anexo 6](#)).

Para labores de humedecimiento de superficies de trabajo, se dispondrán 12 unidades o camiones cisterna en época seca. No se utilizará agua potable para este fin.

Para las labores de fabricación de las estructuras de concreto prefabricadas, actividades en las plantas de concreto y asfalto, se estima un consumo de agua máximo de 15000-20000 metros cúbicos durante toda la ejecución del proyecto. La demanda de agua será abastecida por los acueductos locales y municipales de la zona.

Eventualmente, si se aumentarán las demandas por los servicios de agua potable o del recurso hídrico para los procesos de plantas y demás edificaciones temporales, se gestionarían los respectivos permisos o concesiones ante las autoridades pertinentes.

### **5.7.2.2. Electricidad.**

Durante la fase constructiva, la demanda eléctrica podrá superar los 1200 Mwh/año. El servicio le fue solicitado al Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) quienes manifestaron la disponibilidad del servicio ([Anexo 6](#)).

### **5.7.2.3. Alcantarillado (aguas residuales).**

Los sitios seleccionados para los campamentos, bodegas de maquinaria, oficinas administrativas, plantas de prefabricados, plantas mezcladoras de asfalto y concreto; no cuentan con los servicios de alcantarillado sanitario por su condición de área rural. Ante dicha situación, las aguas negras se dispondrán en casetas sanitarias y en tanques sépticos para su posterior traslado a los sistemas de tratamiento mediante proveedor autorizado.

Las aguas residuales de origen doméstico serán reutilizadas y tratadas para incorporarlas a los procesos de preparación de mezclas de concreto y materiales prefabricados, así como las mismas aguas de los procesos industriales (plantas mezcladoras de concreto) serán tratadas y reutilizadas para los procesos industriales de preparación de mezclas de concretos.

En todas las plantas mezcladoras de concreto, áreas de bodegas y campamentos, las aguas residuales provenientes de actividades domésticas e industriales (mezclas de concreto) serán recicladas y reutilizadas en procesos industriales para la preparación de estructuras de concreto o mezclas de dicho material.



#### **5.7.2.4. Vías de acceso.**

Los accesos que se disponen, en su mayoría corresponden a vías cantonales y a la ruta nacional 32, a las primeras se les hará un mantenimiento mediante lastre cuando lo requieran y se mantendrá durante la ejecución del proyecto. Con respecto a los accesos internos a las propiedades en alquiler o bien en calidad de préstamo, donde se instalarán estructurales temporales, se llevarán a cabo labores de mantenimiento principalmente. En accesos temporales se habilitarán 14 km en total mediante conformación con lastre y mejoramiento de drenajes.

#### **5.7.2.5. Mano de Obra.**

Durante la etapa constructiva, se espera contar con una fuerza laboral de 1000 trabajadores, entre administrativos, obreros y técnicos, de estos se van a generar empleos temporales para personal no calificado o semicalificado de las poblaciones de la zona. Se proyecta la contratación de aproximadamente 500 empleados temporales por parte de los contratistas. De esto dependería la contratación de personas provenientes de las comunidades aledañas al Proyecto. Adicionalmente, se prevén oportunidades de empleos indirectos durante el proceso de ejecución del proyecto.

El desarrollador a través de su contratista, intentará dar prioridad a la contratación de personal proveniente de las comunidades vecinas, con el fin de estimular la actividad económica local y de esta manera, generar un impacto positivo tanto en el AID como en el AII.

#### **5.7.2.6. Campamentos.**

Por la magnitud del proyecto y sus características se van a requerir ocho (8) campamentos temporales, ya que se espera que la contratación de mano de obra sea 50% local y 50% por parte del contratista, para un total aproximado de 1000 colaboradores. Por lo tanto, los trabajadores podrán desplazarse hasta sus casas y los restantes movilizarse a los respectivos campamentos (ver sección 17.6). Dichas áreas de campamentos se encuentran en proceso de ubicación y selección de propiedades, dependiendo de las dimensiones de los inmuebles (superficie), ubicación, uso conforme del suelo (municipalidad), servicios básicos disponibles y costos de alquiler.

### **5.7.3. DISPOSICIÓN Y MANEJO DE DESECHOS.**

#### **5.7.3.1. Sólidos.**

Los desechos sólidos ordinarios típicos de la actividad constructiva de vías públicas, no reutilizables y no reciclables que se generen en esta fase del Proyecto serán trasladados a los puntos de tratamiento o relleno sanitario más cercano por parte de cada una de las Municipalidades correspondientes. A continuación, una breve explicación de los desechos generados al igual que su método de disposición:

- Material vegetal y residuos del movimiento de tierras: consisten de la tierra extraída y del material de corta de arbustos y malezas. El manejo y disposición de estos estará a cargo de la empresa contratista del movimiento de tierras, que un principio los apilarán



en una orilla del proyecto, según tramo, se clasificarán de otros desechos para posteriormente ser trasladados a sitios destinados para su tratamiento. De ser posible, se reutilizará el mismo material vegetal para la conformación de las áreas afectadas. En el caso de los movimientos de tierra, mucho de este volumen de material serán usados para áreas de rellenos y los sobrantes serán dispuestos en puntos seleccionados donde reúnan las condiciones según la normativa nacional. La escogencia de los sitios y la disposición de estos sobrantes será efectuada bajo estricta supervisión de las autoridades del MOPT y demás autoridades gubernamentales para impedir daños ambientales a fuentes de agua como quebradas, ríos, pozos, nacientes, drenajes o algún humedal.

- Basura ordinaria: envases de plástico y cartón, bolsas, desechos de comida, sacos de concreto, pedazos de formaleta, varillas de acero, entre otros. Los mismos serán dispuestos de manera separada o clasificada en cada tramo del proyecto y éstos serán recolectados por cada una de las Municipalidades a lo largo de la obra para depositarlos en el relleno sanitario respectivo.

El total de volumen de tierra que se va a mover por acción del proceso constructivo del proyecto es de **1 300 000 metros cúbicos**, de los cuales una proporción de 100 000 m<sup>3</sup> será llevado al botadero seleccionado. La obra requiere un volumen de relleno de 1 080 000 metros cúbicos, del cual será escogido de la siguiente manera: 78 000,00 m<sup>3</sup> serán cubiertos por el proceso de excavación como material utilizable, 720 000,00 m<sup>3</sup> vendrán de puntos lejanos excavados y 282 000,00 m<sup>3</sup> de material importado para cubrir el material de calidad faltante (Ver [anexo 20](#)).

Los posibles botaderos o escombreras permanentes requeridas son aproximadamente 4 sitios; de estos existen dos sitios seleccionados, uno en el cantón de Pococí y el segundo en el cantón de Limón; los otros dos son posiblemente se ubiquen en el cantón de Siquirres y Matina, con la finalidad de que queden distribuidos a lo largo del AP.

### 5.7.3.2. Líquidos.

Los principales residuos líquidos a producir durante esta etapa del proyecto son de tipo doméstico (o aguas grises) y de aguas negras, estas últimas serán recolectadas mediante casetas sanitarias portátiles por proveedores autorizados y con permiso sanitario, encargándose, además, del reemplazo y mantenimiento de las mismas. Se estima que se requiere de una caseta por cada 10 trabajadores y estarán distribuidas tanto en los campamentos, como en las áreas de trabajo y a lo largo de las secciones de trabajo.

Adicionalmente, se pueden generar aguas residuales por actividades producto de la elaboración del concreto, asfalto, lavado de maquinarias y equipos pesados, así como de herramientas manuales para acabados en concreto, entre otros. Para este caso, se contará con sedimentadores temporales.



La mayoría de las aguas residuales de carácter doméstico de los campamentos y plantas mezcladoras de concreto se pretenden reutilizar para las actividades mezcladoras de concreto, una vez tratadas y siguiendo los lineamientos que estipula la normativa nacional.

#### **5.7.3.3. Gaseosos.**

Durante la construcción, una de las fuentes de emisiones de gases provendrá de la maquinaria y equipo constructivo. Se debe velar porque el equipo esté en buenas condiciones y se le dé el mantenimiento adecuado. Toda la maquinaria debe contar con revisión técnica RTV al día, cuando aplique, y demás medidas ambientales que se detallarán posterior a la identificación de impactos. Como parte de las medidas de mitigación, se usarán los equipos y maquinarias en tiempos diferentes y no al mismo instante, con el fin de reducir las emisiones y por ende generar menor impacto posible.

Con respecto a las emisiones de partículas de polvo por el traslado de los equipos, el movimiento de la maquinaria pesada por las vías de acceso y por las rutas internas del área del proyecto, se plantean una serie de medidas de mitigación para reducir los impactos la cual se detalla en el cuadro 13.1 de Gestión Ambiental.

#### **5.7.3.4. Reciclables y/o reutilizables.**

Se identifican como desechos reciclables o reutilizables: el asfalto desquebrajado y producto de la rehabilitación de los carriles existentes, madera de formaleta reutilizable, envases de vidrio y plástico, bolsas y sacos, pedazos de varilla, pedazos de concreto, entre otros. Se dará prioridad a la reutilización de estos materiales dentro del proceso de construcción. Para este fin, el sitio de acopio de desechos tendrá áreas separadas para desechos ordinarios, metálicos, plásticos, etc.

Los cambios de aceite y mantenimiento en general de la maquinaria pesada, se realizarán fuera del AP, en estaciones de servicio o lugares apropiados para dicha actividad.

#### **5.7.4. INVENTARIO, MANEJO MATERIAS PRIMAS Y SUSTANCIAS TÓXICAS.**

Para el proyecto se consideran como materias primas y sustancias peligrosas las siguientes:

- Combustible: principalmente diésel para la maquinaria pesada.
- Solventes y pinturas.
- Emulsiones asfálticas.

En el Plan de Gestión Ambiental del Proyecto se dedica una sección para el manejo de sustancias químicas, donde se dan las medidas básicas que se deberán cumplirse (ver sección 13.2).

#### **5.8. FASE DE OPERACIÓN.**

Esta Fase de Operación del Proyecto se considera una vez que se haya asfaltado todo el trazado de la vía (carriles nuevos y rehabilitados), esté correctamente señalizado; puentes peatonales, bahías de



autobuses, intersecciones a nivel y desnivel, vías marginales, entradas a propiedades, y ciclovías habilitadas; y por último se haya efectuado la recepción del proyecto por parte de las autoridades contratantes.

Una vez que la etapa de construcción finaliza, pasa a ser responsabilidad del CONAVI la etapa operativa. Esta comprenderá todas las labores de mantenimiento periódico que se requieran durante su funcionamiento de la vía y para todas las obras construidas, esto con la finalidad de garantizar su buen estado y durabilidad, como también mitigar los impactos ambientales.

#### **5.8.1. EQUIPO Y MATERIALES A UTILIZAR.**

En vista de la importancia de la ruta y del tráfico vehicular que se prevé durante su funcionamiento, se requiere de una constante asistencia en mantenimiento para prolongar la vida útil del proyecto. Para este tipo de rutas, el Ministerio de Obras Públicas y Transporte identifica tres tipos de mantenimientos:

- **Mantenimiento rutinario:** este incluye una serie de actividades de mantenimiento en limpieza de cunetas, y contracunetas, alcantarillas, cabezales; señalamiento vial, bacheo menor con mezcla asfáltica o emulsiones; que deben realizarse de manera continua y sostenida a través del tiempo para mantener la operatividad y la seguridad vial de la ruta.
- **Mantenimiento periódico:** este mantenimiento involucra solucionar problemas estructurales en caso que se dieran o solucionar problemas por agrietamientos mayores, deformaciones y desintegración en la carpeta asfáltica, por lo que requeriría bacheo profundo, sellado asfáltico, aplicación de lechadas, relleno de depresiones, y colocación de agregados. En el caso de puentes, puentes peatonales y demás estructuras viales requeriría limpieza, pintura, cambio o reparación de elementos estructurales dañados.
- **Mejoramiento vial:** este mantenimiento comprende algunos cambios estructurales mayores o modificaciones en cuanto a los estándares horizontales o verticales de los carriles o caminos que forman parte de la vía, como por ejemplo el ancho, el alineamiento, la curvatura o pendiente longitudinal, con la finalidad de aumentar la capacidad de la vía, la velocidad de circulación y la seguridad vial, ampliación de la calzada, la elevación del estándar del tipo de superficie y la construcción de estructuras como alcantarillas, puentes peatonales, ciclovías, puentes o intersecciones.

Estas labores de mantenimiento, según el MOPT, se designarán de la siguiente manera: el mantenimiento rutinario se les remitirán a las diferentes sedes regionales del MOPT de la región Hueta Atlántica y según área geográfica; y el mantenimiento periódico estará a cargo del CONAVI, pudiéndose turnar las actividades según el presupuesto aprobado por año para dichas labores. Los mantenimientos de las estructuras de la vía serán ejecutados por una cuadrilla especializada que velará por el buen estado de la misma.



En cuanto al mantenimiento de las rondas y corta de vegetación estará a cargo del CONAVI, pudiendo delegar o solicitar los servicios de otras entidades especializadas como el ASECAN.

En cuanto al equipo y maquinaria necesaria para el mantenimiento, este estará en función del tipo de actividades a ejecutar; ya sea preventivo, rutinario o reparaciones mayores. De manera general, se puede contemplar el siguiente equipo:

- Pick-up.
- Vagoneta de 12 m<sup>3</sup>.
- Compactador de asfalto.
- Compactador tipo "pata de cabro".
- Compactador vibrador manual.
- Retroexcavador de llantas.
- Motoniveladora articulada.

Además, para efectuar otras labores de mantenimiento sobre la vegetación existente, en cuanto a podas y mantenimiento general de áreas verdes en el derecho de vía; se deben considerar los siguientes equipos:

- Motosierras.
- Chapeadoras.
- Machetes y cuchillos.
- Escobones, rastrillos y carretillos.
- Pick-up para movilización.

#### **5.8.1.1. Materiales a utilizar.**

Para la ejecución de las actividades de mantenimiento sobre la vía y demás estructuras, se requiere los siguientes materiales:

- Emulsión asfáltica.
- Agregados finos y gruesos.
- Asfalto.
- Concreto.
- Pinturas para carreteras y puentes.
- Barreras de aluminio para las barandas laterales.

Para estructuras como los puentes se requiere un mantenimiento más detallado, según se indica a continuación:

- Limpieza de cauce: se hace necesario para mantener la capacidad hidráulica del puente, y para mantener vigilado el estado de la estructura, además comprende la eliminación de la vegetación y demás desechos que el río pueda acarrear sobre los soportes del puente.



- Limpieza de la estructura en general, para que esté libre de sedimentos, basura, malezas y demás desechos que puedan alterar su superficie de rodamiento.
- Mantenimiento mayor de bases y de la carpeta o losa de rodadura: este cuando se presente algún problema mayor de desgaste de la estructura o de socavación de las bases (en caso que suceda).
- Pintura: para prevenir problemas de corrosión en las barandas y demás estructuras metálicas de los puentes se requiere efectuar una limpieza previa para eliminar residuos de aceite, barro, grasa, entre otros; para que la adición de pinturas anticorrosivas pueda ser efectiva.

Todos estos materiales han sido descritos en cuanto a su peligrosidad para la fase constructiva del proyecto y en la sección 13.2 se detallan las medidas de mitigación y de prevención para el almacenaje y manipulación.

#### **5.8.1.2. Rutas de movilización de equipo.**

Los materiales para el mantenimiento de la ruta podrán ser traídos de varios puntos, según cercanía de las bodegas, de plantas de concreto y asfalto, puntos de material de préstamo con los sitios de atención en mantenimiento; pudiendo ser de Sarapiquí, Guápiles, Guácimo, Siquirres, Turrialba, Matina o Limón, pudiendo ingresar por diferentes rutas como la n°4, 32, 805, 812, 806, 182, 248, 803, 10, 240 y sobre caminos vecinales aledaños a la ruta 32. Las anteriores vías se utilizarán también para el traslado de escombros a los sitios escogidos en los cantones de Pococí, Siquirres, Matina y Limón. Desde Moín se trasladarán insumos y equipos tomando la ruta 240, hacia ruta 32 para su traslado a los sitios seleccionados a lo largo de la vía.

Las condiciones de las vías de tránsito de la maquinaria pesada y equipos se encuentran en su mayoría pavimentadas, con señalización vertical y horizontal, control frecuente de la Policía de Tránsito, y buena visibilidad.

#### **5.8.1.3. Frecuencia de movilización.**

La frecuencia de movilización estará dada con respecto a la magnitud de las obras de mantenimiento o de atención de emergencias (desastres naturales). En mantenimientos rutinarios se pretende efectuar un máximo de 10 viajes diarios para el traslado de materiales e insumos y de escombros hacia los puntos autorizados.





#### 5.8.1.4. Mapeo de rutas más transitadas y accesos.

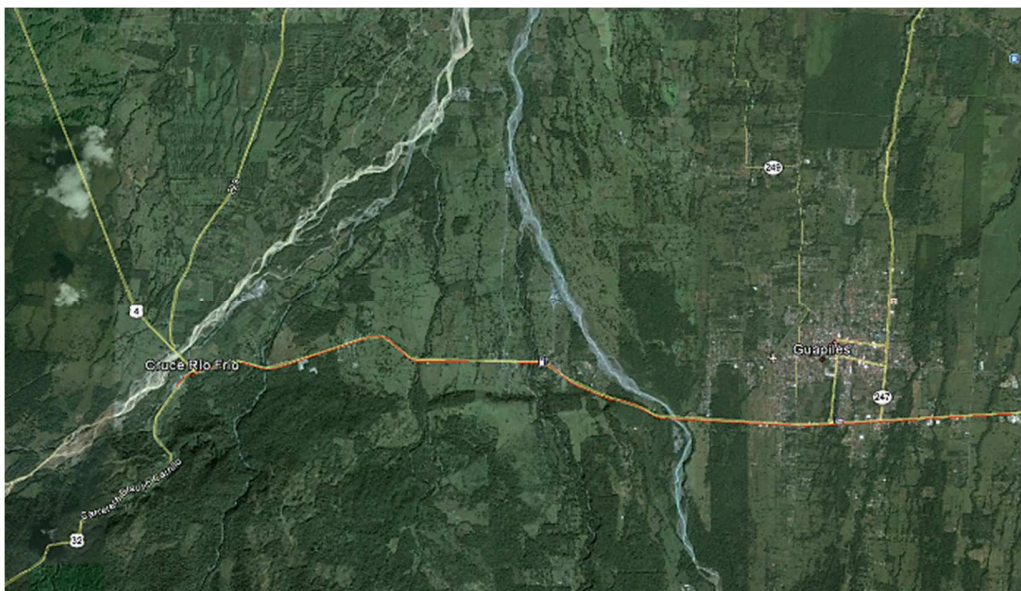


Figura 5.19. Rutas de movilización probables para la fase de mantenimiento de la ruta nacional n°4, Sector de Pococí, Limón.

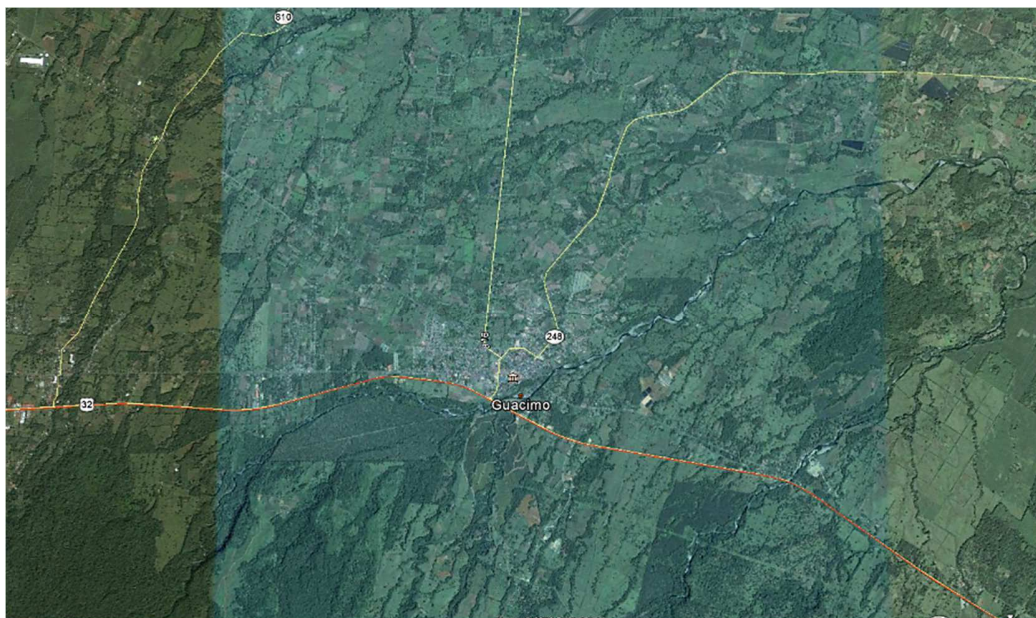


Figura 5.20. Rutas de movilización probables para la fase de mantenimiento de la ruta nacional n°4, Sector de Guácimo, Limón.



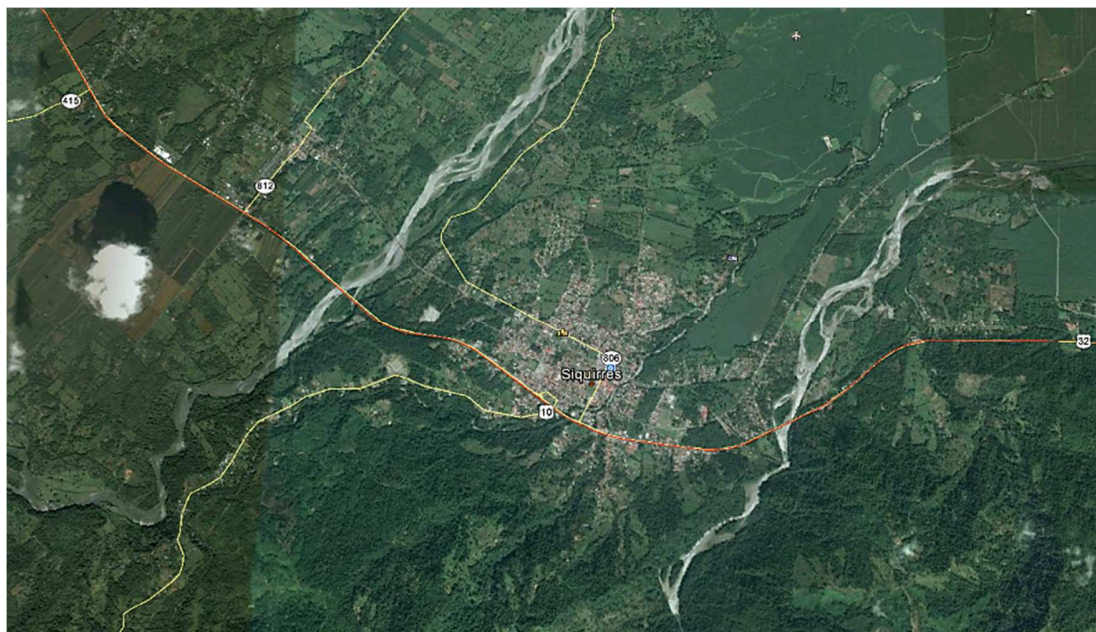


Figura 5.21. Rutas de movilización probables para la fase de mantenimiento de la ruta nacional n°4, Sector de Siquirres, Limón.

## 5.8.2. NECESIDAD DE RECURSOS EN ESTA FASE.

### 5.8.2.1. Agua.

Por las características del Proyecto, las necesidades de agua son aproximadamente de 4 litros por día por operario, la cual se obtendrán de los servicios de los sistemas de agua potable de cada localidad o del sistema municipal que se indican en el documento D1. El agua para fraguado de las mezclas de concreto y de lavado de equipos se obtendrá del sistema de acueducto municipal donde se encuentran instaladas las bodegas de las sedes regionales de CONAVI, y se requerirán un aproximado de 400 litros diarios.

### 5.8.2.2. Energía Eléctrica.

De acuerdo a la información suministrada por el desarrollador, la operación del Proyecto en su totalidad requiere de una capacidad instalada aproximadamente de 1,5 KVA, para abastecer los periodos de mantenimiento. El mismo se obtendrá del sistema eléctrico del Instituto Costarricense de Electricidad o mediante plantas eléctricas del contratista para los casos necesarios únicamente.

### 5.8.2.3. Alcantarillado (aguas residuales).

Las necesidades de alcantarillado sanitario para esta etapa serán solventadas por el sistema de alcantarillado sanitario de cada municipio o mediante tanque séptico, según las condiciones de cada regional de CONAVI o MOPT según la distribución de las áreas de mantenimiento.



Las cantidades de aguas residuales no se pueden estipular debido a que son variables las necesidades por periodo de mantenimiento.

#### **5.8.2.4. Mano de Obra.**

Para la fase operativa del Proyecto, será necesario contratar a unas 15-30 personas directas para trabajar en los diversos componentes del Proyecto: puentes, puentes peatonales, drenajes (alcantarillas y cunetas), carpeta asfáltica, estructuras de paso de fauna, ciclovías, calles marginales, bahías de buses, etc.

#### **5.8.3. DISPOSICIÓN, MANEJO DE DESECHOS Y RESIDUOS.**

##### **5.8.3.1. Sólidos comunes y especiales.**

Los desechos sólidos que se generarán en esta fase del proyecto son principalmente de tipo común, producto de las labores de mantenimiento de las cuadrillas del CONAVI o del MOPT. Estos son más producto de los procesos naturales (sedimentos) y de los usuarios de la vía, más que por el funcionamiento propio de carretera.

Una vez entrado en la fase operativa, la obra estará a cargo de las cuadrillas de mantenimiento preventivo, rutinario, y periódico del CONAVI o de las regionales del MOPT, según corresponda; estas serán las encargadas de recolectar los desechos y retirarlos para que posteriormente sean depositados en sitios autorizados. A la vez se coordinarán el tratamiento de los desechos ordinarios generados con las Municipalidades de Pococí, Guácimo, Siquirres, Matina, y Limón.

En cuanto a los desechos generados con el mantenimiento de las superficies de rodamiento, espaldones, superficies de bahías de autobuses, puentes, puentes peatonales y demás estructuras; serán reciclados o reutilizados en el mantenimiento o mejoramiento de los caminos vecinales que se encuentren en mal estado. Se estima que se produce 0,5 m<sup>3</sup> de material de desecho por cada metro lineal de drenaje por año.

En las labores de limpieza, corta de vegetación de áreas verdes, conformación de cunetas, tuberías, canales, limpieza de las bases y superficies de rodadura de intersecciones a nivel y desnivel, zanjas en el derecho de vía; se generarán desechos orgánicos, depósitos de arcilla y escombros, más algunos que se hayan depositado por los usuarios de la ruta; por lo que será necesario su recolección y traslado a los sitios autorizados. En la medida de lo posible, se hará una clasificación y separación por tipo de desecho y se entregará en los sitios identificados para su reciclaje.

##### **5.8.3.2. Líquidos.**

Los desechos líquidos que se generarán con el funcionamiento de la vía son principalmente aguas pluviales que se canalizarán por los distintos drenajes construidos. En caso que se obtuviera algún otro residuo líquido producto del funcionamiento o mantenimiento de la obra, el mismo será



recolectado y manejado según estándares ambientales enmarcados en el PGA y llevados a los centros de tratamiento autorizados.

#### **5.8.3.3. Gaseosos.**

En la fase de operación los principales gases contaminantes se emitirán por parte de los vehículos usuarios que circulen por la vía. Estos gases son principalmente Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), Óxidos nitrosos (NO<sub>x</sub>) y Óxidos Sulfurosos (SO<sub>x</sub>) producto de la combustión interna de los motores en volúmenes normales para este tipo de carreteras. Este tipo de impacto es catalogado como indirecto, pues no depende del proyecto en sí, sino de la eficiencia y mantenimiento de los vehículos usuarios de la nueva vía.

Algunas emisiones contaminantes que se generen, serán producto de la maquinaria empleada para las labores de mantenimiento, pero estas serán de manera reducida y muy poco frecuentes, por lo que se le considera de muy bajo impacto. En todo caso, se velará que todos los equipos y maquinaria usada para tales fines, se encuentren en buen estado de funcionamiento para evitar emisiones contaminantes y se cuenten con medidas preventivas.

#### **5.8.3.4. Reciclables y/o reusables.**

Los principales desechos reciclables o reusables serán producto de las labores de mantenimiento sobre la carpeta asfáltica. Estos no se producirán en grandes cantidades y en gran frecuencia, en todo caso este podrá usarse para mantenimiento de vías vecinales que requieran de material de relleno. Otros residuos reusables lo constituyen los sedimentos o depósitos de tierra, estos podrán reusarse para rellenar superficies o cubrir material vegetal donde se requiera en zonas autorizadas.

#### **5.8.4. INVENTARIO, MANEJO DE MATERIAS PRIMAS, SUSTANCIAS PELIGROSAS.**

Esta etapa, al igual que la constructiva, se utiliza ciertas materias primas y sustancias, pero en menores cantidades y en menor frecuencia; todas asociadas a las labores de mantenimiento de estructuras de la obra en operación como pintado y bacheo. Las principales sustancias peligrosas que se podrían presentar son las siguientes:

- Pinturas y solventes para el mantenimiento de puentes, puentes peatonales, retocar la señalización de carriles de la vía, intersecciones, entre otros.
- Emulsiones asfálticas para el bacheo o relleno de grietas.
- Combustible en bajos volúmenes para las distintas labores de mantenimiento que se presenten, principalmente para chapeadoras, motosierras, orilladoras, en para eliminación de vegetación en áreas del derecho de vía o en labores de reparación como camiones, vagonetas, Back Hoe, entre otras; pero en muy baja frecuencia.

En cuanto a las medidas necesarias para la prevención y mitigación se adjuntan en el Plan de Manejo para Sustancias Tóxicas en el PGA del presente estudio, sección 13.



## 6. DESCRIPCIÓN DE LA NORMATIVA LEGAL.

El tema del análisis legal del proyecto aprobado mediante la Ley 9293 aprobada el veinticinco de febrero del dos mil quince, denominada **APROBACIÓN DEL FINANCIAMIENTO AL PROYECTO REHABILITACIÓN Y EXTENSIÓN DE LA RUTA NACIONAL #32 SECCIÓN CRUCE RUTA 4-LIMÓN**, se tratará en dos secciones a) marco jurídico para la fase constructiva, b) marco jurídico para la fase operativa. Se citarán las principales normas y reglamentos relacionados con el proyecto, de manera que sirva de insumo al equipo consultor para valorar la factibilidad ambiental del proyecto, las consideraciones legales en materia de protección ambiental, los trámites previos al desarrollo del proyecto y las especificaciones a considerar en el plan de gestión ambiental.

Es importante destacar que el presente proyecto, que fuese aprobado por ley de la república, anteriormente citada, en su artículo 12, literalmente dice:

***“ARTÍCULO 12.- Importancia y trascendencia del proyecto*** *En atención a la importancia y trascendencia que el proyecto aprobado con la presente ley tiene para el desarrollo del país, se declara este proyecto como una obra de interés público y conveniencia nacional.*

*En atención a ese interés y conveniencia, 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, deberán otorgarle trámite prioritario y preferente. Esas dependencias deberán señalar en una única prevención los requisitos que resulten faltantes en la gestión presentada ante ellas y el acto final deberá ser emitido en un plazo máximo de dos meses después de recibida la información completa para el proceso.*

*El incumplimiento de las disposiciones establecidas en la presente ley acarreará responsabilidad disciplinaria al funcionario responsable, por el eventual incumplimiento de deberes acaecido. El Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI) tendrá la potestad de realizar cualquier trabajo que sea necesario en el derecho de vía, debiendo notificar solamente de las acciones a ejecutar a cualquier otro ente público que puede tener que ver en la materia correspondiente.”*

Dicho lo anterior, como introducción a la descripción de la normativa legal fundamental para protección de los medios: sociedad, flora y fauna, se describirá los instrumentos jurídicos en materia de evaluación de impacto ambiental.

### 6.1. MARCO JURIDICO 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, en la ley orgánica del ambiente, y en Reglamento sobre Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental y que buscan la aplicabilidad de esta política en las actividades de desarrollo. Tales leyes indican:



Cuadro 6.1. Marco jurídico relacionado con el EIA.

Marco jurídico	Artículo
Constitución política de Costa Rica	<b>Artículo 50.</b> 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. <b>Artículo 17.-</b> 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
Reglamento sobre los Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental. Decreto ejecutivo N°. 25705	El artículo 21 de esta ley señala los proyectos u actividades que obligatoriamente deben ser evaluados mediante una EIA. Entre estos se menciona la Ejecución de obras públicas y la construcción de carreteras. (artículo 21.b y 21.k)

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.

## 6.2. DISPOSICIONES EN MATERIA DE PROTECCION AL MEDIO AMBIENTE ESTABLECIDAS EN LA LEY DE CONTRATACION 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:

Cuadro 6.2. Disposiciones en materia de protección al medio ambiente establecidas en la ley de contratación administrativa.

Marco jurídico	Artículo
Ley de Contratación Administrativa	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.
Ley de Contratación Administrativa	Los proyectos incluirán las previsiones necesarias para preservar o restaurar las condiciones ambientales, cuando puedan





Marco jurídico	Artículo
	deteriorarse. Así mismo darán participación en los procedimientos a las entidades competentes en la materia.
Reglamento General de Contratación Administrativa. Decreto ejecutivo N°. 25038-H	67.4 Estudio de impacto ambiental.  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.  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.  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.  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.

A continuación, se procederá a indicar las obligaciones concretas, basado en los convenios internacionales y las normas nacionales específicas para la protección del medio.

### 6.3. DISPOSICIONES JURIDICAS ESPECÍFICAS A SER APLICADAS DURANTE LA FASE DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO.

En este capítulo se indicarán las normas que deben ser acatadas por el desarrollo de las actividades constructivas del proyecto, según la normativa nacional específica para la construcción de carreteras. Una de las principales actividades está relacionada con los procesos de expropiación, que en efecto previo al inicio del EsIA el MOPT ya viene trabajando con los pobladores.

#### 6.3.1. PROCESO DE EXPROPIACIÓN.

El artículo 2 de la Ley General de Caminos Públicos expresa: *Son propiedad del Estado todos los terrenos ocupados por carreteras y caminos públicos existentes o que se construyan en el futuro... Las carreteras y caminos públicos únicamente podrán ser construidos y mejorados por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes.* Es por lo anterior que previo a dar inicio a las labores de construcción de Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional N.º 32, Carretera Braulio Carrillo, Sección

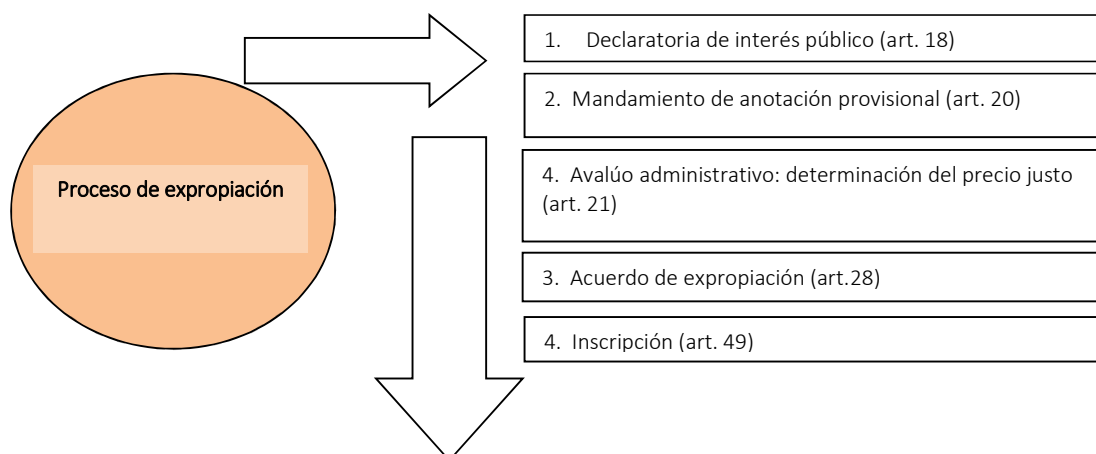


Intersección Ruta Nacional N.º 4 (Cruce Sarapiquí) – Limón, será necesario que todos los terrenos tengan esta condición y que, además, el proceso se realice considerando los estatutos legales indicados en dicha ley.

Cuadro 6.3. Marco jurídico relacionado con el proceso de expropiación.

Marco jurídico	Artículo
Carta Magna (artículo 45)	...a nadie puede privarse de la suya si no es por interés público legalmente comprobado, previa indemnización conforme a la ley.
Ley de Expropiaciones N.º. 7495	La Ley de expropiaciones 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. 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.

Éste acto constituye un proceso de negociación y conciliación con los propietarios de los terrenos, por lo que el proceso incluye lo siguiente:



Para el caso de aquellos terrenos que se sean propiedad de las instituciones autónomas, semiautónomas, municipalidades y demás entes de derecho público, están autorizadas para traspasar gratuitamente, las fajas de terreno de su propiedad destinadas para derechos de vía de caminos públicos; para otorgar, gratuitamente, servidumbre en sus propiedades y conceder la explotación de materiales necesarios para las obras de servicio público tales como tajos y depósito de grava, así como el paso de la cañería, oleoductos, instalaciones eléctricas, telegráficas o telefónicas





y demás obras de interés público. Lo anterior se cita en el **artículo 38** de la ley general de caminos públicos.

Respecto a los derechos de propiedad privada para los estudios previos al proceso de expropiación el MOPT tiene la obligación de notificar previamente al propietario la fecha y hora en que se llevarán a cabo. En caso de que los estudios causen daño, éste deberá ser indemnizado al perjudicado (**artículo 31** de la ley general de caminos públicos). En caso de existir alguna negativa al proyecto por parte del propietario por vía incidental se le debe solicitar autorización al juez. Si esos estudios provocan daño, la administración debe indemnizarlos según trámite previsto para la ocupación temporal. (Párrafo extraído del EsIA de la carretera Ciudad Colón-Orotina).

### 6.3.2. TRÁMITE DE OBTENCIÓN DE PERMISOS DE USO DEL SUELO.

Según lo indicado por la Procuraduría General de la República, Dictámenes C-341-2007 y C-051-2008, tanto el gobierno central como los entes descentralizados se encuentran exentos de la obligación de solicitar licencia o permiso de construcción para desarrollar edificios públicos. En el caso de los entes descentralizados, se exige que la ejecución de las obras sea supervisada por el órgano competente del MOPT.

Como consecuencia de lo anterior, si el Estado no se encuentra sujeto a la obligación de obtener el permiso de construcción municipal para la construcción de edificios públicos, tampoco está en la obligación de solicitar y obtener el certificado de uso del suelo, ya que este último documento cobra sentido en tanto la Municipalidad deba otorgar un permiso de construcción.

Al ser el MOPT un órgano competente de la administración de la red vial nacional y debido a que las obras y/o proyectos que se ejecutan son en beneficio del interés nacional (regional) la licencia de la municipalidad, es decir el permiso de municipal para el desarrollo de las obras constructivas no debe tramitarse (**artículos 74, 75** de la Ley de Construcciones).

Artículo 75.- Edificios públicos. (\*)

Los edificios públicos o sea los edificios construidos por el Gobierno de la República, no necesitan licencia Municipal. Tampoco la necesitan edificios construidos por otras dependencias del Estado, siempre que sean autorizados y vigilados por la Dirección General de Obras Públicas.

(\*) La constitucionalidad del presente artículo ha sido cuestionada mediante Acción de Inconstitucionalidad N°. 10-002789-0007-CO. BJ# 65 de 6 de abril del 2010.

### 6.3.3. PROTECCIÓN DE LA FLORA Y FAUNA.

La protección de flora y fauna se citan en varias leyes e incluso convenios que ha firmado el país para la protección de la biodiversidad. La Ley de Biodiversidad N° 7788 es una de dichas disposiciones y en ella se responsabiliza al Estado de salvaguardar los ecosistemas.



### **Artículo 3º:** Ámbito de aplicación.

Esta ley se aplicará sobre los elementos de la biodiversidad que se encuentran bajo la soberanía del estado, así como sobre los procesos y las actividades realizadas bajo su jurisdicción o control, con independencia de aquellos cuyos efectos se manifiestan dentro o fuera de las zonas sujetas a jurisdicción nacional. Esta ley regulará específicamente el uso, el manejo, el conocimiento asociado y la distribución justa de los beneficios y costos derivados del aprovechamiento de los elementos de la biodiversidad.

### **Artículo 11:** Criterios para aplicar esta Ley.

Son criterios para aplicar esta ley:

***Criterio preventivo:*** Se reconoce que es de vital importancia anticipar, prevenir y atacar las causas de la pérdida de la biodiversidad o sus amenazas.

***Criterio precautorio o indubio pro natura:*** Cuando exista peligro o amenaza de daños graves o inminentes a los elementos de la biodiversidad y al conocimiento asociado con estos, la ausencia de certeza científica no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces de protección.

***Criterio de interés público ambiental:*** El uso de los elementos de la biodiversidad deberá garantizar las opciones de desarrollo de las futuras generaciones, la seguridad alimentaria, la conservación de los ecosistemas, la protección de la salud humana y el mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos.

***Criterio de integración:*** La conservación y el uso sostenible de la biodiversidad deberán incorporarse a los planes, los programas, las actividades y estrategias sectoriales e intersectoriales, para los efectos de que se integren al proceso de desarrollo.

### **Artículo 45:** Responsabilidad en materia de seguridad ambiental.

El Estado tiene la obligación de evitar cualquier riesgo o peligro que amenace la permanencia de los ecosistemas. También deberá prevenir, mitigar o restaurar los daños ambientales que amenacen la vida o deterioren su calidad.

La responsabilidad civil de los titulares o responsables del manejo de los organismos genéticamente modificados por los daños y perjuicios causados, se fija en la Ley Orgánica del Ambiente, el Código Civil y otras leyes aplicables. La responsabilidad penal se prescribe en el ordenamiento jurídico existente.



Cuadro 6.4. Marco jurídico relacionado con la protección de flora y fauna.

Artículo
<p>Artículo 49: Mantenimiento de procesos ecológicos.</p> <p>El mantenimiento de los procesos ecológicos es un deber del Estado y los ciudadanos. Para tal efecto, el Ministerio del Ambiente y Energía y los demás entes públicos pertinentes, tomando en cuenta la legislación específica vigente dictará las normas técnicas adecuadas y utilizarán mecanismos para su conservación, tales como ordenamiento y evaluaciones ambientales, evaluaciones de impacto y auditorías ambientales, vedas, permisos, licencias ambientales e incentivos, entre otros.</p>
<p>Artículo 52: Ordenamiento territorial.</p> <p>Los planes o las autorizaciones de uso y aprovechamiento de recursos minerales, suelo, flora, fauna, agua y otros recursos naturales, así como la ubicación de asentamientos humanos y de desarrollos industriales y agrícolas emitidos por cualquier ente público, sea del Gobierno central, las instituciones autónomas o los municipios, considerarán particularmente en su elaboración, aprobación e implementación, la conservación de la biodiversidad y su empleo sostenible, en especial cuando se trate de planes o permisos que afecten la biodiversidad de las áreas silvestres protegidas.</p>
<p>Artículo 53: Restauración, Recuperación y Rehabilitación.</p> <p>La restauración, recuperación y rehabilitación de los ecosistemas, las especies y los servicios ambientales que brindan, deben ser fomentadas por el Ministerio del Ambiente y energía y los demás entes públicos, mediante planes y medidas que contemplen un sistema de incentivos de acuerdo con esta ley y otras pertinentes.</p>
<p>Artículo 54: Daño ambiental.</p> <p>Cuando exista daño ambiental en un ecosistema, el estado podrá tomar medidas para restaurarlo, recuperarlo y rehabilitarlo. Para ello, podrá suscribir todo tipo de contratos con instituciones de educación superior, privada o pública, empresas e instituciones científicas, nacionales o internacionales, con el fin de restaurar los elementos de la biodiversidad dañados. En áreas protegidas de propiedad estatal, esta decisión deberá provenir del Sistema Nacional de Áreas de Conservación del Ministerio del Ambiente y energía. Para la restauración en terrenos privados se procederá según los artículos 51, 52 y 56 de esta ley.</p>
<p>Artículo 92: Presentación de Evaluaciones de Impacto Ambiental</p> <p>A juicio de la Oficina Técnica de la Comisión, se solicitará la evaluación de impacto ambiental de los proyectos propuestos cuando se considere que pueden afectar la biodiversidad. La evaluación se aprobará de conformidad con el artículo 17 de la Ley Orgánica del Ambiente.</p>

#### 6.3.4. PERMISOS DE CORTA.

El Proyecto de Diseño, Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional N.º 32, Carretera Braulio Carrillo, Sección Intersección Ruta Nacional N.º 4 (Cruce Sarapiquí) – Limón, atraviesa ríos que de conformidad la ley forestal Ley N.º 7575 del 16 de abril de 1996 se encuentran declaradas como zonas protegidas. Al respecto el artículo 33 de dicha ley cita lo siguiente:



*Áreas de protección: Se declaran áreas de protección las siguientes:*

*...Una franja de quince metros en zona rural y de diez metros en zona urbana, medidas horizontalmente a ambos lados, en las riberas de los ríos, quebradas o arroyos, si el terreno es plano, y de cincuenta metros horizontales, si el terreno es quebrado.*

Para los proyectos que son declarados de interés nacional y conveniencia, señalados así porque brindan beneficios a toda o gran parte de la sociedad, la ley forestal señala que es potestad de la Administración Forestal del Estado de conceder permisos de uso del patrimonio natural y forestal del Estado a los proyectos de interés público, sujeto a un estudio de impacto ambiental y al cumplimiento de sus recomendaciones. Dicha autorización será mediante resolución administrativa debidamente fundamentada. Al respecto se cita lo siguiente:

Cuadro 6.5. Marco jurídico relacionado con el permiso de corta de árboles.

Marco jurídico	Artículo
Ley Forestal	Artículo 19. -- Actividades autorizadas. En terrenos cubiertos de bosque, no se permitirá cambiar el uso del suelo, ni establecer plantaciones forestales. Sin embargo, la Administración Forestal del Estado podrá otorgar permiso en esas áreas para los siguientes fines: b) Llevar a cabo proyectos de infraestructura, estatales o privados, de conveniencia nacional...
	Artículo 34. -- Prohibición para talar en áreas protegidas. Se prohíbe la corta o eliminación de árboles en las áreas de protección descritas en el artículo anterior, excepto en proyectos declarados por el Poder Ejecutivo como de conveniencia nacional. Los alineamientos que deban tramitarse en Relación con estas áreas, serán Realizados por el Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo.

Será indispensable que el proyecto sea declarado de Conveniencia Nacional previo al inicio de las actividades constructivas. Se debe especificar que para la zona de proyecto específica las únicas áreas protegidas identificadas son los márgenes de los ríos.

Para efectos del aprovechamiento o uso de los árboles que sean cortados por efectos del desarrollo del proyecto la ley forestal cita lo siguiente:

Artículo 65. Remate de productos decomisados (\*).

Las infracciones de esta ley se denunciarán ante la autoridad judicial competente y, si se decomisa madera u otros productos forestales, la referida autoridad, previo avalúo realizado por la Administración Forestal del Estado, los rematará en subasta pública, dentro de un plazo no mayor de un mes contado a partir de la fecha en que se interpuso la denuncia. Esos productos forestales no podrán subastarse por un valor menor al fijado por la Administración Forestal del Estado.

Si transcurrido ese plazo, no se ha rematado la madera o los recursos forestales, cualquier persona podrá aprovecharlos, previo depósito, en el Tribunal, del valor asignado por la Administración Forestal.



El producto del remate se depositará en la cuenta de la autoridad judicial correspondiente, mientras se define el proceso respectivo. Si el indiciado resulta absuelto, se le entregará el dinero; en caso contrario, el cincuenta por ciento (50%) le corresponderá a la Administración Forestal del Estado y el otro cincuenta por ciento (50%), a las municipalidades del lugar donde se encuentre el fundo del cual se extrajo la materia prima o donde se ubique la industria o a la asociación de indígenas, si es una en reserva indígena, para destinarlo al desarrollo de proyectos forestales; todo sin perjuicio de las responsabilidades penales que se determinen para los infractores.

Se autoriza al Ministerio del Ambiente y Energía para que, por medio de la Administración Forestal, done al Ministerio de Educación Pública la madera que llegue a su poder como resultado de un desastre natural o por ampliación de carreteras, siempre que los propietarios sean desconocidos. También donará la decomisada, una vez firme la sentencia condenatoria, y que no haya sido adjudicada en remate ni solicitada por persona alguna con los requisitos de ley.

El Ministerio de Educación Pública destinará esa madera a fabricar mobiliario o reparar infraestructura en escuelas y colegios públicos o utilizarla como materia prima en las asignaturas de ebanistería, torno, carpintería u otras que impartan escuelas y colegios estatales.

(\* ) El presente artículo ha sido modificado mediante Ley N°. 7609 de 11 de junio de 1996. LG# 128 de 5 de julio de 1996.

#### **6.4. LEGISLACIÓN RELACIONADA CON LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL.**

De acuerdo con la definición de contaminación ambiental que establece la ley orgánica del ambiente, se entiende por contaminación *toda alteración o modificación del ambiente que pueda perjudicar la salud humana, atentar contra los recursos naturales o afectar el ambiente en general de la Nación. La descarga y emisión de contaminantes, se ajustará, obligatoriamente, a las regulaciones técnicas que se emitan. El Estado adoptará las medidas que sean necesarias para prevenir o corregir la contaminación ambiental.* (Artículo 59 de la Ley Orgánica del Ambiente).

En esta sección se indicarán la legislación relacionada con la preservación de los medios: suelo, agua, aire, biota y seres humanos (salud ocupacional) por efectos de construcción de la carretera; medidas que deberán ser consideradas en el plan de gestión ambiental que se presente a la SETENA para efectos de minimización, prevención del impacto ambiental.

##### **6.4.1. CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA.**

La ley orgánica del ambiente define como contaminación atmosférica "la presencia de concentraciones superiores a los niveles permisibles fijados de partículas sólidas, polvo, humo, gases, malos olores, radiaciones, ruidos, ondas acústicas imperceptibles y otros agentes de contaminación". Nuestro país cuenta con estándares de inmisiones que se encuentran estipuladas en el reglamento de inmisiones de contaminantes atmosféricos N° 30221, que surge a partir de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático N° 8219 y tiene como objetivo establecer los valores máximos de inmisión del aire (calidad del aire), que deben regir para preservar y mantener la



salud humana, animal o vegetal, los bienes materiales del hombre o de la comunidad y su bienestar, así como disponer las medidas correctivas cuando se sobrepasen los valores máximos de inmisión o se produzcan contingencias ambientales.

Los proyectos de construcción contribuyen con la generación de emisiones, principalmente en aquellas actividades relacionadas al polvo generado por los movimientos de tierra, así como al tránsito vehicular; no obstante, en qué medida se genere esa contaminación y cuáles deben ser las medidas para reducir o mitigar esos impactos será determinado en los estudios técnicos que acompañan el EsIA.

Otras disposiciones sobre la calidad del aire se encuentran en la Ley General de la Salud:

*Artículo 293: Toda persona natural o jurídica queda obligada a emplear el máximo de su diligencia en el cumplimiento de las disposiciones legales y reglamentarias o de los pedidos especiales que ordene la autoridad competente, a fin de evitar o controlar la contaminación atmosférica del ambiente de los lugares destinados a la vivienda, trabajo o recreación.*

Las emisiones puntuales máximas de emisión de gases por parte de los vehículos (que en este caso será aplicada para toda la maquinaria que transite por la zona del proyecto) deberán cumplir con la reglamentación contenida en la Reglamento N°. 28280. Reglamento para el Control y Revisión Técnica de las emisiones de gases contaminantes producidas por Vehículos Automotores y en la Ley 8779 Reforma de la Ley de Tránsito por Vías Públicas Terrestres, N° 7331 de 13 de abril de 1993 y sus reformas, condición que se encuentra señalada también en la ley de tránsito y sus reformas, Ley 8779, del 17/09/2009. Reforma de la Ley de Tránsito por Vías Públicas Terrestres, N° 7331 de 13 de abril de 1993 y sus reformas.

#### 6.4.2. CONTAMINACIÓN VISUAL.

La Sala Constitucional, en su Voto N° 2002-6515, definió la contaminación visual como "El cambio o desequilibrio del paisaje, que afecta las condiciones de vida y las funciones vitales de los seres vivos". Por su parte, el artículo 71 de la Ley Orgánica del Ambiente define la contaminación visual como "Las acciones, obras o instalaciones que sobrepasen, en perjuicio temporal o permanente del paisaje, los límites máximos admisibles por las normas técnicas establecidas o que se emitan en el futuro", y establece que "El Poder Ejecutivo dictará las medidas adecuadas y promoverá su ejecución mediante los organismos, los entes públicos y las municipalidades, para prevenir este tipo de contaminación". (Párrafo extraído del EsIA de la carretera Ciudad Colón-Orotina).

El reglamento para la Prevención de la Contaminación Visual, decreto ejecutivo N° 35860-MINAET 26/02/2010 el cual tiene por objetivo establecer los lineamientos técnicos generales en la evaluación ambiental, con el fin de prevenir los efectos de la contaminación visual cita en el **artículo 4**. Del desarrollo de actividades:

*El desarrollo de actividades obras y proyectos se regirá por lo indicado en el Reglamento de Desarrollo Sostenible de los Planes Reguladores Cantonales, que cuenten con viabilidad ambiental, y conforme a*



lo estipulado en el Decreto No 32967 del 20 de febrero del 2006, titulado Manual de Instrumentos Técnicos para el Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental.

Actualmente sólo el cantón de Grecia cuenta con plan regulador vigente, por lo que los cantones de San Carlos y Sarapiquí al no disponer de este instrumento deberán acatar lo indicado en el Manual. Así mismo las medidas ambientales que se encuentren especificadas en las guías de evaluación y de buenas prácticas ambientales de SETENA y en el PGA que surja de esta evaluación.

#### 6.4.3. CONTAMINACIÓN SÓNICA.

La contaminación sónica tiene dos enfoques que son importantes analizar: el ruido ambiente que puedan percibir los poblados cercanos al área de proyecto y el ruido ocupacional, referido a los niveles de ruido al que están expuestos los trabajadores por el uso de la maquinaria y equipo.

De acuerdo con el **artículo 62** de la Ley Orgánica del Ambiente la emisión de ruidos, e inclusive de ondas acústicas imperceptibles, es considerada como contaminación atmosférica. Su causación genera responsabilidad civil solidaria, sea de las personas físicas o jurídicas que participen (**artículo 101** de la Ley Orgánica del Ambiente), sin perjuicio del surgimiento de otras formas de responsabilidad. (Párrafo extraído del EsIA de la Carretera Ciudad Colón-Orotina).

El Reglamento de la Contaminación por Ruido, Decreto Ejecutivo N° 28718 del 15/06/2000 establece los parámetros máximos de emisiones, que en el caso de zonas residenciales no será mayor a 60 dB (A) en el día y 40 dB (A) en las noches; por lo que todas las obras que se realicen colindantes con centros de poblado deberán aplicar las medidas ambientales correspondientes para que no se sobrepasen dichos niveles. Esta información será abordada con mayor detalle en el capítulo correspondiente, del EsIA.

A nivel ocupacional los niveles de ruido se establecen en el Decreto N° 10541-TSS, Reglamento para el Control de Ruidos - N° 10541-TSS y mencionan lo siguiente:

**Artículo 7.** *No se permitirá dentro del lugar de trabajo intensidades superiores a 90 dB (A) para ruidos intermitentes o de Impacto, ni mayor de 85 dB (A) respecto a ruidos continuos, si los trabajadores no están provistos del equipo de protección personal adecuado que atenúe su intensidad hasta los 85 dB (A).*

En el apartado respectivo de la EsIA se analizarán las implicaciones y medidas de mitigación respectivas.

#### 6.4.4. CONTAMINACIÓN DEL AGUA.

Dentro de las disposiciones jurídicas más importantes en términos de contaminación del recurso hídrico se encuentran estipuladas en la Ley de Conservación de la vida Silvestre N°. 7317, **artículo 132**, que literalmente dice:



*"...Se prohíbe arrojar aguas servidas, aguas negras, desechos sólidos, o cualquier sustancia contaminante, en manantiales, ríos, quebradas y arroyos permanentes o temporales, lagos, marismas y embalses naturales o artificiales, esteros, turberas, pantanos, aguas dulces y salobres o saladas"*

La Ley General de la Salud también estipula en sus **artículos 291, 292, 302 y 304** la prohibición de descargar residuos industriales y sustancias contaminantes en general, en los alcantarillados y a través de los sistemas de recolección de excretas, aguas negras y servidas. Se señala, además, la prohibición de contaminar los abastos de agua, así como dañar, obstruir parcial o totalmente, los sistemas de abastecimiento de agua potable destinada a la población. (Párrafo extraído del EsIA de la carretera Ciudad Colón-Orotina)

Esta misma legislación señala la prohibición de toda persona natural o jurídica de contaminar las aguas superficiales, subterráneas y marítimas territoriales, directa o indirectamente, mediante drenajes o la descarga o almacenamiento, voluntario o negligente, de residuos o desechos líquidos, sólidos o gaseosos, radiactivos o no radiactivos, aguas negras o sustancias de cualquier naturaleza que, alterando las características físicas, químicas y biológicas del agua la hagan peligrosa para la salud de las personas, de la fauna terrestre y acuática o inservible para usos domésticos, agrícolas, industriales o de recreación (art. 275). (Párrafo extraído del EsIA de la carretera Ciudad Colón-Orotina) Este **artículo** es importante considerarlo principalmente porque la construcción del proyecto implica el uso las aguas residuales peligrosas, provenientes de los aceites y combustibles del uso de equipos utilizados propiamente para la construcción de la carretera.

Adicionalmente y según las disposiciones de la ley de aguas en su **artículo 8**, no se pueden desarrollar actividades constructivas en un radio de 40 m de los pozos de agua. En caso de que las obras constructivas se encuentren cerca de pozos o sistemas de almacenamiento, captación de aguas se deberá resguardar la distancia estipulada en la ley para evitar su contaminación.

Por su parte, también es de aplicación lo dispuesto en el Reglamento sobre Vertido y Reúso de Aguas Residuales, Decreto 26042 MINAE-S del 19 de junio de 1997, el cual regula la gestión de las aguas residuales y su reúso. Acá se citan las obligaciones de las personas físicas y jurídicas con relación a la descarga de sus aguas residuales, principalmente en cursos de agua. Por ende, aunque en realidad no constituyen requerimientos ambientales para el prestatario del servicio público, si afectan al servicio al poner obligaciones a cargo de los usuarios del mismo y en forma indirecta al establecer parámetros de contaminación de las aguas a cargo de cualquier persona física o jurídica, incluyendo los prestatarios de servicios como los indicados.

Para el proceso de construcción se deberá velar también porque las excretas de los campamentos o de las cabañas sanitarias temporales sean manejadas adecuadamente, apegado a lo indicado en el Reglamento para el Manejo de Lodos provenientes de tanques sépticos. Aunque puede no ser una responsabilidad directa del MOPT, sí deberán asegurarse que los responsables de brindar el servicio de recolección de excretas les den el trato correcto a las aguas negras. El reglamento indica: "... Los lodos procedentes de tanques sépticos deberán de manejarlos adecuadamente y en forma sanitaria para evitar la contaminación del agua, suelo y aire. El manejo de lodos es la extracción del tanque séptico, el transporte, la descarga, el tratamiento sanitario y la disposición final". Al respecto la ley





general de la salud indica en el **artículo. 285**: "Las excretas, las aguas negras, las servidas y las pluviales, deberán ser eliminadas adecuada y sanitariamente a fin de evitar la contaminación del suelo y de las fuentes naturales de agua para el uso y consumo humano, la formación de criaderos de vectores y enfermedades y la contaminación del aire mediante condiciones que atenten contra su pureza o calidad".

#### 6.4.5. DISPOSICIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS.

Es importante considerar que por efectos de la construcción del proyecto se generarán desechos sólidos ordinarios (que son de tipo doméstico) y aquellos desechos sólidos peligrosos o de tipo especial (generados propiamente por las obras constructivas).

La Ley de Salud, es muy enfática en salvaguardar la salud de la población mediante la disposición adecuada de los desechos sólidos, por lo que al respecto señala:

Cuadro 6.4.6. Marco jurídico relacionado con la disposición de desechos sólidos.

Artículo
Artículo 279.- Queda prohibido a toda persona natural o jurídica arrojar o acumular desechos sólidos en lugares no autorizados para el efecto, utilizar medios inadecuados para su transporte y acumulación y proceder a su utilización, tratamiento o disposición final mediante sistemas no aprobados por el Ministerio.
Artículo 262. Toda persona natural o jurídica, está obligada a contribuir a la promoción o mantenimiento de las condiciones al medio ambiente natural y de los ambientes artificiales que permitan llenar las necesidades vitales de la población.

Actualmente existen poblados próximos al área de proyecto que no cuentan con un sistema de recolección de basura. Corresponderá por lo tanto que previo al inicio de las obras constructivas se tramite con la municipalidad respectiva o bien mediante contratación privada la recolección de los mismos. Se debe tener en cuenta que, bajo ningún efecto, por la construcción del proyecto se deberá quemar la basura generada por la construcción del proyecto. Lo anterior se sustenta también en la ley de Cercas Divisorias y Quemados N° 121.

Para efectos de los distritos pertenecientes al municipio de San Carlos, se deberá acatar lo indicado en el Reglamento para el Manejo Adecuado de Desechos Sólidos y Peligrosos, de dicho cantón, que dicta los siguientes principios:

**Artículo 5º**—El manejo de desechos sólidos y peligrosos, domésticos e industriales se basa en los siguientes principios:

- a) Realizar las acciones necesarias para evitar la generación de desechos.
- b) Reincorporar al ciclo productivo materiales o sustancias reutilizables.
- c) Depositar en forma ambientalmente adecuada las sustancias o materiales no reutilizables.
- d) Reducir y separar los residuos en el lugar de generación.
- e) Fomentar la reutilización y el reciclaje de los desechos que lo permitan.



- f) Fomentar la disposición segura de los desechos inevitables.
- g) Reducir la cantidad y toxicidad de los desechos.

Por la construcción del proyecto se deberá tramitar con dicha municipalidad la recolección y el manejo de los desechos sólidos y peligrosos generados.

El **artículo 60** de esta Ley Orgánica del Ambiente cita la obligación del Estado, las municipalidades y las instituciones públicas a brindar el establecimiento y operación de servicios adecuados para la recolección y manejo de desechos. Adicionalmente la ley cita la obligatoriedad de las personas, físicas o jurídicas, públicas o privadas, evitar la contaminación del suelo por acumulación, almacenamiento, recolección, transporte o disposición final inadecuada de desechos y sustancias tóxicas o peligrosas de cualquier naturaleza.

El Reglamento sobre el Manejo de Basura Decreto 19049-S, indica que se deberán asegurar sistemas adecuados de separación, acopio, transporte y disposición final de residuos sólidos generados por el Proyecto, tanto en construcción como en operación, y asumir las responsabilidades que una acción en contra pueda implicar, en función de la contaminación ambiental generada. Por lo anterior es necesario considerar que se deberá disponer de centros de acopio provisionales y para el almacenamiento de la basura.

En cuanto a los desechos producidos en y por el proyecto, el Decreto Ejecutivo 19049-S, Reglamento sobre el Manejo de Basura, la Ley General de Salud y Ley Orgánica del Ambiente, los cuales definen competencias especiales para el Ministerio de Salud.

#### 6.4.5.1. Manejo de desechos peligrosos.

El decreto Nº 35152-S-MINAET-RE DEL 24/02/2009, Incorporar los anexos VIII y IX del Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos señala dentro de los materiales peligrosos el asfalto. El Anexo VIII lista A. LISTA A, indica:

*Los desechos enumerados en este anexo están caracterizados como peligrosos de conformidad con el apartado a) del párrafo 1 del presente Convenio, y su inclusión en este anexo no obsta para que se use el anexo III para demostrar que un desecho no es peligroso... B2130 Material bituminoso (desechos de asfalto) sin contenido de alquitrán, de la construcción y el mantenimiento de carreteras).*

El alcance Nº 74 a La Gaceta Nº 194 muestra la hoja de seguridad y composición de este desecho peligroso, para lo que señala que su eliminación se realizará por los siguientes métodos:

**Métodos de eliminación de la sustancia (excedentes):** Reciclar si es posible.  
**Tipos de residuos:** Asfaltos de carretera o de otros usos.  
**Eliminación:** Se lleva a cabo por incineración en un horno especial o emplazándolo en vertederos controlados.  
**Manipulación:** Reducir al mínimo el contacto con la piel. Evitar la proximidad de focos térmicos.  
**Disposiciones legales:** Los establecimientos y empresas que se dediquen a la recuperación, eliminación, recogida o transporte de residuos deberán cumplir las disposiciones existentes relativas a la gestión de residuos u otras disposiciones municipales, provinciales y/o nacionales en vigor.



Cuando se trate de desechos especiales, aplica el Decreto Ejecutivo 27000-MINAE, Reglamento sobre las características y el listado de los desechos peligrosos industriales, el Decreto Ejecutivo 27001-MINAE, Reglamento para el Manejo de los Desechos Peligrosos Industriales, el Decreto Ejecutivo 27002- MINAE, Reglamento sobre el procedimiento para llevar a cabo la Prueba de Extracción para Determinar Constituyentes que hacen un Residuo Peligroso por su Toxicidad al Ambiente, Decreto Ejecutivo 1887 – S, Importación y Tránsito de Desechos Sólidos y Tóxicos y el Convenio de Basilea, Ley General de Salud, Desechos, Transporte de Productos Peligrosos.

Se definen las siguientes competencias para el Ministerio de Salud:

1. Revisar y aprobar el respectivo Plan de manejo de desechos para el proyecto.
2. Verificar el cumplimiento de lo establecido en el Plan de manejo de desechos aprobado para el proyecto y en normativa aplicable para el manejo de desechos especiales.
3. Girar órdenes sanitarias, cuando se detecte el incumplimiento del Plan de manejo de desechos aprobado para el proyecto.
4. Clausurar el Proyecto si los incumplimientos detectados atentan contra la salud pública de las personas vecinas al Proyecto.

Si se trata del manejo de productos peligrosos y/o tóxicos, la misma Ley 5395, Ley General de Salud, la Ley 8204, Reforma Integral de la Ley sobre Estupefacientes, Sustancias Psicotrópicas, Drogas de Uso no Autorizado, Legitimación de Capitales y Actividades Conexas, el Decreto Ejecutivo 28113 – S, Reglamento para el Registro de Productos Peligrosos, el Decreto Ejecutivo 28930 – S, Reglamento para el Manejo de Productos Peligrosos, el Decreto Ejecutivo 19032 – S, Reglamento de Importación de Precursores, Sustancias o Productos Químicos o Disolventes y sus reformas, exige que el Ministerio de Salud, cumpla con las siguientes competencias:

1. Mantener un registro de los productos peligrosos utilizados en el proyecto.
2. Autorizar la importación, fabricación, manipulación, almacenamiento, venta, transporte, distribución o suministro de sustancias o productos tóxicos o peligrosos, de carácter radioactivo, comburente, inflamable, corrosivo, irritante u otro determinado por ese Ministerio, con riesgo o daño para la salud o la vida de las personas, que se utilice dentro del proyecto.
3. Otorgar el permiso para la importación, adquisición y uso de explosivos en el proyecto.
4. Exigir como parte del procedimiento para la obtención del permiso sanitario de funcionamiento, que el desarrollador se comprometa a cumplir con los criterios técnicos para el manejo de productos peligrosos, establecidos en la normativa aplicable a esta materia.

En cuanto a desechos especiales y desechos infectocontagiosos, al Ministerio de Salud le corresponde:

1. Revisar y aprobar el respectivo Plan de manejo de desechos para el proyecto.
2. Verificar el cumplimiento de lo establecido en el Plan de manejo de desechos aprobado para el proyecto.



3. Girar órdenes sanitarias, cuando se detecte el incumplimiento del Plan de manejo de desechos aprobado para el proyecto.
4. Clausurar el Proyecto si los incumplimientos detectados atentan contra la salud pública de las personas vecinas al Proyecto.

En cuanto al transporte de productos peligrosos, el Decreto Ejecutivo 31363-MOPT, Reglamento de Circulación por Carretera con base en el peso y las dimensiones de los vehículos de carga, el Decreto Ejecutivo 27008-MEIC-MOPT, Reglamento para la Señalización de las Unidades de Transporte Terrestre de Materiales y Productos Químicos, el Decreto Ejecutivo 24715-MOPT- MEIC-S, Reglamento para el Transporte Terrestre de Productos Peligrosos y el Ver Decreto Ejecutivo 24715-MOPT-MEIC-S, Reglamento para el transporte terrestre de productos peligrosos, determinan que al MOPT y al Ministerio de Salud, les corresponde:

1. Otorgar el permiso de pesos y dimensiones para los vehículos que transportan productos peligrosos.
2. Verificar en carretera el cumplimiento del permiso de pesos y dimensiones de los vehículos que transportan productos peligrosos.
3. Autorizar los vehículos para el transporte de productos peligrosos, verificando que cumplan las disposiciones técnicas exigidas por la normativa vigente.

#### **6.4.6. CARGA Y DESCARGA DE MATERIALES EN VÍA PÚBLICA.**

El Reglamento de Construcciones (**artículo III.7**) dispone que para el estacionamiento de vehículos que carguen o descarguen materiales en la vía pública se debe obtener un permiso de la dirección general de Tránsito del MOPT. La dirección general de Tránsito debe indicar al concesionario los sitios específicos para la carga y descarga de materiales en la vía pública; mismos que deberán estar señalados, de manera que no obstaculicen ni se cause peligro al tránsito normal de la ruta en la que se carga o descargan los materiales (**artículos 220** Ley de Tránsito por las Vías Públicas y Terrestres).

#### **6.4.7. APROVECHAMIENTO DE DEPÓSITOS DE TAJOS Y CANTERAS.**

Para el caso de la utilización de los recursos minerales por parte de los órganos del Estado-Administración Central se aplican las disposiciones específicas, establecidas en el reglamento para la actividad minera del Estado y sus Contratistas, decreto ejecutivo N°. 24636- MIRENEM de 6 de setiembre de 1995. Constituye antecedente importante a este reglamento, el dictamen de la Procuraduría General de la República, C-208, de 27 de octubre de 1998, en el cual se pone de manifiesto la necesidad de que el Estado cuente con un procedimiento más flexible para la obtención de los requisitos necesarios para la explotación de los recursos mineros establecidos en el Código de Minería.

De conformidad con el **artículo I** del decreto ejecutivo N°. 24636- MIRENEM, establece, que los órganos del Estado-Administración Central, deberán solicitar una autorización para la explotación y/o explotación de los recursos minerales, ante la Dirección de Geología y Minas del MINAE. Ésta sólo será procedente si es para realizar obras de interés o de utilidad pública.



El Código de Minería en el **artículo 39** señala lo siguiente:

Cuadro 6.7. Marco jurídico relacionado con el aprovechamiento de depósitos de tajos y canteras.

Artículo
<p>Artículo 39. —El Estado, por medio del MINAE, otorgará concesiones temporales a los ministerios y las municipalidades para extraer materiales de los cauces de dominio público o las canteras, en la jurisdicción de que se trate. Dichas concesiones se extenderán por un plazo máximo de ciento veinte días y deberá cumplirse el siguiente trámite:</p> <p>En el caso de las municipalidades y los ministerios, si la explotación dura más de ciento veinte días y desean continuar con ella deberán cumplir lo dispuesto en los artículos 72 y 73 de este Código, los cuales, una vez corrida la numeración, pasarán a ser los artículos 76 y 77, respectivamente, y su Reglamento. Todo daño ambiental será responsabilidad de la institución concesionaria o, en su caso, del contratista o el subcontratista encargado de ejecutar la obra.</p> <p>Prohíbese terminantemente comercializar los materiales extraídos al amparo de una autorización otorgada por este artículo al Estado, a sus órganos y a las municipalidades. Transgredir esta disposición ocasionará la cancelación inmediata de la autorización y la aplicación de las sanciones correspondientes a los funcionarios responsables y, en su caso, al contratista o subcontratista encargado de ejecutar la obra.</p>

#### 6.4.8. LEGISLACIÓN RELACIONADA CON LA INSTALACIÓN DE CAMPAMENTOS.

Según se expone en la Ley General de la Salud N° 5395, **artículo 306** se entiende por campamento de trabajo toda instalación destinada a albergar a los trabajadores de explotaciones agrícolas, mineras, ganaderas o de obras públicas o privadas en construcción.

Aunque al momento no se conoce sobre la necesidad de instalar este tipo de obras para la fase constructiva del proyecto, el contratista deberá tener en cuenta que de realizarse debe contarse con la autorización del Ministerio de Salud Pública y que deberá cumplir con los elementos de saneamiento básico para proteger la salud de los trabajadores, tal y como se cita en los siguientes artículos:

Cuadro 6.8. Marco jurídico relacionado con la instalación de campamentos.

Artículo
<p>Artículo 305. Todo campamento de trabajo y finca rural deberá estar provisto de los elementos de saneamiento básico para proteger la salud y bienestar de sus trabajadores y para evitar la constitución de focos de infección, o de contaminación del ambiente.</p>
<p>Artículo 307: Toda persona natural o jurídica queda sujeta a las normas técnicas que el Ministerio dicte, estableciendo las condiciones de saneamiento básico de los campamentos de trabajo y fincas agrícolas. En todo caso, ninguna persona podrá iniciar la construcción de instalaciones destinadas a ser utilizadas como campamentos de trabajo sin la autorización del Ministerio.</p>

El Manual Centroamericano de Normas Ambientales para el Diseño, Construcción y Mantenimiento de carreteras, pág. 43 establece las siguientes condiciones, que deberán ser acatadas para la instalación de los campamentos:



Los campamentos deberán estar localizados fuera de áreas pobladas (500 m. como distancia mínima), contar con un plano topográfico con curvas de nivel a 50 cm. De intervalo vertical en terrenos planos y de 1 m. en terrenos inclinados, a fin de definir las estructuras de protección y las medidas ambientales contra: erosión, ruido, emanaciones de polvo, disposiciones de basuras, malos olores y todo aquello que afecte la higiene, la salud y el ambiente de los trabajadores de la obra y de los asentamientos humanos cercanos.

Los dormitorios y comedores del campamento deberán estar localizados a no menos que 50 metros de distancia de los talleres de servicio y de la estación de combustibles, para mitigar ruidos, vibraciones, emanación de gases y polvo que puedan afectar a los trabajadores.

Los campamentos deberán estar rodeados por una faja perimetral de 10 m de ancho sin vegetación, para que sirva de brecha contra incendios. La remoción y eliminación de la vegetación nunca debe hacerse con fuegos o quemas controladas en el sitio. Para la deforestación del área del campamento, se contará con el permiso previo y una vez concluidas las obras deberá ser reforestado.

#### 6.4.9. EJECUCIÓN DE ACTIVIDADES CON POSIBLE INCIDENCIA EN LOS RECURSOS ARQUEOLÓGICOS.

La Ley del Patrimonio Nacional Arqueológico, Ley N° 6703, de 28 de diciembre de 1981, establece que *"constituye el patrimonio arqueológico los muebles o inmuebles, producto de las culturas indígenas anteriores o contemporáneas al establecimiento de la cultura hispánica en el territorio nacional, así como los restos humanos, flora y fauna relacionados con estas culturas"*. **Artículo 1.**

La investigación, protección, conservación, restauración y recuperación del patrimonio arqueológico nacional, por disposición legal es declarada de Interés Público (**artículo 36**). Así mismo, la citada ley crea la COMISIÓN ARQUEOLÓGICA (**artículo 4**), encargada de velar por el cumplimiento de las normas en la materia.

Las excavaciones y estudios que se realicen por motivo por la elaboración de la carretera deben cumplir con los requerimientos establecidos en los **artículos 11, 12 y 15** de esta Ley.

Cuadro 6.9. Marco jurídico relacionado con los recursos arqueológicos.

Artículo	
Artículo 11:	Cuando se descubran monumentos, ruinas, inscripciones o cualquier otro objeto de interés arqueológico, en terrenos públicos o particulares, deberá darse cuenta a las autoridades locales de manera inmediata, para que se tomen las medidas precautorias que se estimen convenientes. Estas autoridades deberán notificar el hecho, inmediatamente, a la Dirección del Museo Nacional.
Artículo 12:	La Comisión Arqueológica Nacional podrá autorizar excavaciones con autorización del propietario del terreno, y con la obligación de supervisar la excavación en forma directa y adecuada, y de adoptar las medidas correspondientes para evitar daños a la propiedad de que se trate.



Artículo	
Artículo 13:	Si al practicar excavaciones, para ejecutar obras públicas o privadas, fueren descubiertos objetos arqueológicos, por el propio dueño o por terceros, los trabajos deberán ser suspendidos de inmediato y los objetos puestos a disposición de la Dirección del Museo Nacional. El Museo Nacional tendrá un plazo de quince días para definir la forma en que se organizarán las labores de rescate arqueológico.

#### 6.4.10. NORMAS RELACIONADAS AL ALMACENAMIENTO DE HIDROCARBUROS.

Por efectos de desarrollo del proyecto se requerirá del uso de equipo y maquinaria, para lo cual en el caso de que los combustibles sean provistos y almacenados de manera temporal por el contratista de la obra, se deberán realizar los trámites correspondientes en la Dirección General de Transporte y Comercialización de Combustibles (DGTCC), mediante la presentación de la solicitud de Aprobación de Lote para Tanque de Autoconsumo nuevo, y considerando lo establecido en el Reglamento para la Regulación del Sistema de Almacenamiento y Comercialización de Hidrocarburos (DE N° 30131-MINAE-S).

#### 6.4.11. LEGISLACIÓN RELACIONADA A LAS MEDIDAS DE SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL Y PROTECCIÓN DE LOS TRABAJADORES.

El Reglamento de Seguridad e Higiene de Trabajo, establece en el **artículo 3** las medidas concretas que durante el proceso de construcción deben ser cumplidas para garantizar la proyección de los trabajadores. Todo patrono o su representante, intermediario o contratista, debe adoptar y poner en práctica en los centros de trabajo, por su exclusiva cuenta, medidas de seguridad e higiene adecuadas para proteger la vida, la salud, la integridad corporal y moral de los trabajadores, especialmente en lo relativo a:

- Las edificaciones e instalaciones ocupadas por los trabajadores.
- Las operaciones y procesos de trabajo.
- El suministro, uso y mantenimiento de los equipos de protección personal.
- La colocación y mantenimiento de los resguardos y protecciones de las maquinarias y todo género de instalaciones.
- La reducción, por medio de medidas técnicas adecuadas, del impacto del ruido y de las vibraciones que puedan perjudicar a los trabajadores. (Así adicionado mediante Decreto Ejecutivo N° 11429 de 30 de abril de 1980).
- Mantener en buen estado de conservación, funcionamiento y uso, la maquinaria, las instalaciones y las herramientas de trabajo.
- Promover la capacitación de su personal en materia de seguridad e higiene en el trabajo.
- Permitir a las autoridades competentes la colocación, en los centros de trabajo, de textos legales, avisos, carteles y anuncios similares, atinentes a la seguridad e higiene en el trabajo.

Se indicarán las medidas específicas de cada uno de los puntos anteriores para salvaguardar la protección de los trabajadores





#### 6.4.11.1. Condiciones de Salud Ocupacional.

Por efectos de la construcción del proyecto no se dispondrá de una edificación o instalación sino por el contrario corresponde a una franja abierta. Al respecto se señala lo siguiente:

Cuadro 6.10. Marco jurídico relacionado con salud ocupacional.

Artículo
Artículo 23°- Cuando por las necesidades del trabajo éste deba realizarse en locales a cielo abierto o semiabierto, tales como cobertizos, galeras, hangares y similares, deberán suavizarse, en lo posible, las temperaturas externas, protegiendo a los trabajadores contra las inclemencias en general, y proporcionándoles los equipos adecuados que necesiten; en ambos casos, deberá protegerse al trabajador contra la lluvia y el polvo.
Artículo 86°- Se dispondrá por lo menos de un inodoro por cada veinte trabajadores, y de uno por cada quince trabajadoras, cuando el total de trabajadores sea menor de cien; cuando exceda de este monto deberá instalarse un inodoro adicional por cada veinticinco trabajadores más; y existirá por lo menos un mingitorio o urinario por cada veinte trabajadores.
Artículo 89°- En todos los centros de trabajo habrá locales destinados al aseo personal, con un lavamanos por lo menos por cada quince trabajadores o fracción de esta cifra que cesen en su trabajo simultáneamente. Estos locales deben ofrecer buenas condiciones de amplitud e higiene de acuerdo con el número de trabajadores que hayan de utilizarlos, debiendo estar convenientemente separados los servicios correspondientes al personal masculino de los del femenino.

Adicionalmente y por efectos de seguridad ocupacional se considera importante la necesidad de que por efectos del proyecto se mantenga un botiquín y una enfermera durante la etapa constructiva del proyecto, por lo que se señala:

Cuadro 6.11. Marco jurídico relacionado con salud ocupacional.

Artículo
Artículo 98°- Deberán estar provistos de un botiquín de primeros auxilios: Las fábricas, los talleres e industrias de toda clase y, en general, todo centro o lugar de trabajo que, por la índole sus propias actividades, ofrezca peligro de accidente, o que por el número de trabajadores que en él se ocupen, o por la región donde esté situado, justifique tal obligación a juicio de la Oficina
Artículo 99°- El botiquín de primeros auxilios contendrá por lo menos lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"><li>- Apósito de grasa estéril (diez por diez centímetros) envueltos individual mente: una docena</li><li>- Esparadrappo de siete y medio centímetros: dos rollos</li><li>- Diversos apósitos adhesivos (Bandita), curitas o vendajes adhesivos similares: una caja</li><li>- Algodón absorbente: un rollo de 460 gramos</li><li>- Antiséptico de uso externo: cuatro onzas</li><li>- Aceite mineral u otro ungüento contra quemaduras: cuatro onzas</li><li>- Pastillas analgésicas: veinte</li><li>- Tintura de Ipecacuana: una onza</li><li>- Amoníaco: dos onzas</li><li>- Vendas de gasa: dos rollos</li><li>- Tijeras: una</li><li>- Colirio (diez centímetros cúbicos): un frasco</li></ul>



- Gotero o cuentagotas: uno
- Alcohol comercial de setenta grados: medio litro
- Venda elástica de siete y medio centímetros por uno y medio metros de largo: una
- Agua oxigenada: un cuarto de litro
- Aplicadores de algodón: dos docenas
- Termómetros orales: uno
- Suero antiofídico polivalente (en aquellas regiones en que se justifique)
- Vaso de vidrio: uno

El material indicado en este artículo será repuesto cada vez que se agote o se dañe por cualquier causa.

Artículo 100°- Cuando así lo exija la importancia del centro de trabajo o la peligrosidad de la labor que en éstos se realiza, deberá disponerse de una enfermería, atendida por personal competente, para prestar los primeros auxilios a los trabajadores víctimas de accidentes de cualquier clase.

#### 6.4.11.2. El suministro, uso y mantenimiento de los equipos de protección personal.

Se señalan los equipos de protección que como mínimo deberán ser provistos por el patrono:

- Máscaras o caretas respiratorias, cuando por la índole de la actividad no fuere posible conseguir una eliminación satisfactoria de los gases, vapores, polvo u otras emanaciones nocivas para la salud.
- Gafas y pantallas protectoras adecuadas contra toda clase de proyecciones de partículas: sólidas, líquidas, gaseosas, calientes o no, que puedan causar daño al trabajador.
- Gafas y protectores especiales contra radiaciones luminosas o caloríficas peligrosas, cualesquier que fuera su origen.
- Cascos para toda clase de proyecciones violentas o posible caída de materiales pesados.
- Guantes, manoplas, manguitos, cubrecabezas, gabachas y calzado especial para la protección conveniente del cuerpo contra las proyecciones, emanaciones y contactos peligrosos.
- Trajes y equipos especiales para el trabajo, cuando éste ofrezca marcado peligro para la salud, o para la integridad física del trabajador.
- Aparatos respiratorios de tipo aislante "ciclo cerrado", o de tipo de máscara en comunicación con una fuente exterior de aire puro mediante tubería, para todos aquellos trabajos que deban realizarse en atmósferas altamente peligrosas.
- Protectores apropiados para los oídos, cuando los trabajadores se encuentren expuestos a ruidos que pudieran causarles daño.
- Cualquier otro dispositivo o prenda que pueda proteger al trabajador contra los riesgos propios de su trabajo (**artículo 81**).

#### 6.4.11.3. La reducción por medio de medidas técnicas adecuadas, del impacto del ruido y de las vibraciones que puedan perjudicar a los trabajadores.

Al respecto el Reglamento para el Control de Ruido y Vibraciones **artículo 7** indica: No se permitirá dentro del lugar de trabajo intensidades superiores a 90 dB (A) para ruidos intermitentes o de impacto, ni mayor de 85 dB (A) respecto a ruidos continuos, si los trabajadores no están provistos del equipo de personal adecuado que atenúe su intensidad hasta los 85 db (A). Adicionalmente el **artículo**



**9** señala: Cuando sea necesario el uso de vehículos dentro de fábricas, estos se proveerán de dispositivos que eliminen los ruidos superiores a 85 dB (A).

**Artículo 19°:** Cuando sea necesario el uso de protectores personales contra el ruido, los supervisores, miembros de la seguridad de la empresa e instituciones de seguridad deberán asesorar a los trabajadores y patronos sobre equipo.

**Artículo 20°:** Es obligación de los patronos la revisión periódica de los protectores de los oídos, para asegurarse de han dañado y no tienen deterioro alguno. Los detectores aun cuando no estén en uso, deben mantenerse siempre limpios, conforme a lo establecido en el **artículo 3°** del Reglamento General de Seguridad e Higiene.

**Artículo 21°:** Los trabajadores que presten sus servicios en los lugares calificados como ruidosos cuya intensidad sea de 85 DB (A) o más, estarán obligados a usar el equipo de protección personal e individual que la empresa suministre.

#### **6.4.11.4. Medidas específicas de seguridad para los trabajadores de construcciones.**

Las medidas de seguridad mínimas que deben ser observadas para garantizar la seguridad en procesos de construcción, se disponen en el Decreto Ejecutivo N° 006-55-T, Reglamento de Seguridad en Construcciones.

Al respecto no debemos perder de vista la función directiva que posee el MOPT antes, durante y después de la ejecución del proyecto, lo cual le atribuye la obligación y el poder de controlar que el responsable directo de las obras de construcción, cumpla con todas las medidas de seguridad de análisis; o en su defecto, encargarse de adoptar las medidas y acciones legales que corresponda. Las medidas de mayor interés son:

- Los trabajos de construcción de la carretera no podrán iniciar, hasta que el contratista encargado de la ejecución de la obra, no haya cumplido con todas las medidas de seguridad y la implementación de las instalaciones que para tal efecto se requieran. (párrafo extraído del EsIA de la carretera Ciudad Colón-Orotina).
- Para tal efecto el **artículo 4** del reglamento indica lo siguiente: Artículo 4º.- Los trabajos deben comenzar solo cuando estén en orden las instalaciones de seguridad e higiene que correspondan, acorde a los riesgos que se presenten. En todo caso se debe observar lo siguiente:
  - Que estén identificadas las Brigadas de Seguridad, la de primeros auxilios y la comisión de salud ocupacional del centro de trabajo, cuando las normas correspondientes las exijan. Para la aplicación de este inciso se tomará en cuenta la planilla total de los centros de trabajo
  - Que estén debidamente habilitadas instalaciones de protección o almacenamiento de sustancias peligrosas y explosivos.



- Que todos los trabajadores ocupados en labores de construcción con riesgo de accidente, tengan los implementos de seguridad adecuados.
  - Que se cumpla con los requisitos que se establecen en las normas de aseguramiento de la póliza de riesgos del Trabajo del Instituto Nacional de Seguros.
- 
- En el caso de las labores de construcción, excavación y similares, se hagan sobre terrenos públicos o colindantes con éstos, se debe cerrar la circulación de personas ajenas a los trabajos. Ello con el objetivo de proteger a terceros, ajenos a la construcción de la carretera, que eventualmente pudieran sufrir algún tipo de accidente.
  - En aquellos trabajos de demolición, construcción o reparación que se efectúen en las cercanías de cables que conduzcan energía eléctrica, se debe dar aviso a quien suministre el servicio eléctrico y telefónico, para que haga las desconexiones del caso, y retire dichos cables o los proteja adecuadamente. (**artículo 20**).
  - Los trabajadores ocupados en la reparación y manipuleo del hormigón (concreto), o los que se ocupen en la colocación de material asfáltico serán provistos de zapatos y guantes apropiados para protegerlos de las quemaduras (artículo 159). Asimismo, el patrono tiene la obligación de poner a la disposición de estos trabajadores, los medios necesarios para asearse debidamente en el lugar de trabajo, a fin de evitar la acción irritante de los materiales que manipulan. (**artículo 127**) (párrafo extraído del EsIA de la carretera Ciudad Colón-Orotina).

#### **6.5. ANALISIS DE LAS DISPOSICIONES JURIDICAS APLICABLES DURANTE LA FASE DE OPERACIÓN DEL PROYECTO.**

Esta sección tiene como objetivo indicar las principales disposiciones jurídicas a ser aplicadas durante la fase de operación El Proyecto de Diseño, Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional N.º 32, Carretera Braulio Carrillo, Sección Intersección Ruta Nacional N.º 4 (Cruce Sarapiquí) – Limón.

La normativa legal se enfocará básicamente a las siguientes actividades: señalización y seguridad vial, iluminación, mantenimiento de la red vial y el mantenimiento y limpieza de los terrenos colindantes a la vía. Adicionalmente se señalarán las disposiciones a considerar en caso de que se requiera desarrollar actividades sobre la vía principal (p.e el paso de tuberías de acueductos).

##### **6.5.1. DEL DESARROLLO DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO DE LA CARRETERA.**

El contratista o desarrollador de la obra estará en la obligación de realizar las obras públicas de mantenimiento, según lo sea estipulado en la Ley 9293 (Ley de Aprobación del Financiamiento al proyecto Rehabilitación y Extensión de la Ruta nacional # 3, Sección Cruce Ruta 4-Limón y a lo estipulado en el artículo 24 de la Ley #7798 (**CREACIÓN DEL CONSEJO NACIONAL DE VIALIDAD**) señala:

*Toda obra pública financiada por el Consejo Nacional de Vialidad se realizará con fundamento en un sistema de administración de construcción y mantenimiento de carreteras y caminos. Las*



*especificaciones técnicas, las normas y los procedimientos serán establecidos por el Consejo Nacional de Vialidad y aprobados por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes.*

A nivel nacional la institución encargada de la fiscalización de las carreteras es el CONAVI. La ley de Creación del CONAVI, indica en su artículo 4 como objetivos de esta institución:

- Planear, programar, administrar, financiar, ejecutar y controlar la conservación y la construcción de la red vial nacional, en concordancia con los programas que elabore la Dirección de Planificación del Ministerio de Obras Públicas y Transportes.
- Administrar su patrimonio.
- Ejecutar, mediante contratos, las obras, los suministros y servicios requeridos para el proceso de conservación y construcción de la totalidad de la red vial nacional.
- Fiscalizar la ejecución correcta de los trabajos, incluyendo el control de la calidad.
- Promover la investigación, el desarrollo y la transferencia tecnológica en el campo de la construcción y conservación vial.
- Celebrar contratos o prestar los servicios necesarios para el cumplimiento de sus objetivos y funciones.

Por lo tanto, las actividades de mantenimiento de la carretera serán responsabilidad de dicha dirección. El concepto de mantenimiento de las vías incluye:

- **Mantenimiento rutinario:** Conjunto de labores de limpieza de drenajes, control de vegetación, reparaciones menores y localizadas del pavimento y la restitución de la demarcación, que deben efectuarse de manera continua y sostenida a través del tiempo, para preservar la condición operativa, el nivel de servicio y seguridad de las vías. Incluye también la limpieza y las reparaciones menores y localizadas de las estructuras de puentes.
- **Mantenimiento periódico:** Conjunto de actividades programables cada cierto período, tendientes a renovar la condición original de los pavimentos mediante la aplicación de capas adicionales de lastre, grava, tratamientos superficiales o recarpeteos asfálticos o de secciones de concreto, según el caso, sin alterar la estructura de las capas del pavimento subyacente. El mantenimiento periódico de los puentes incluye la limpieza, pintura y reparación o cambio de elementos estructurales dañados o de protección.
- **Mejoramiento:** Mejoras o modificaciones de estándar horizontal o vertical de los caminos, relacionadas con el ancho, el alineamiento, la curvatura o la pendiente longitudinal, a fin de incrementar la capacidad de la vía, la velocidad de circulación y aumentar la seguridad de los vehículos. También se incluyen dentro de esta categoría, la ampliación de la calzada, la elevación del estándar del tipo de superficie ("upgrade") de tierra a lastre o de lastre a asfalto, entre otros, y la construcción de estructuras tales como alcantarillas grandes, puentes o intersecciones.

Lo anterior es consideración exclusiva del mantenimiento de las carreteras, no obstante, el mantenimiento de los terrenos colindantes a la carretera serán responsabilidad del propietario, según lo que dispone en la Ley General de Caminos:



Cuadro 6.12. Marco jurídico relacionado con las actividades de mantenimiento de la carretera.

Artículo
Artículo 21.- También están obligados tales poseedores a mantener limpios de toda vegetación dañina los caminos, rondas y paredones, recortar las ramas de los árboles que den sombra a los caminos públicos y a descuajar las cercas cada año, en las épocas apropiadas, todo a requerimiento de los funcionarios encargados por las Municipalidades o Ministerio de Obras Públicas y Transportes, siguiendo sus instrucciones. Cuando ocurran derrumbes deben avisar inmediatamente a la autoridad del lugar para lo de su cargo.

### 6.5.2. DE LA COLOCACIÓN DE RÓTULOS Y VALLAS PUBLICITARIAS.

La ley de tránsito Ley de Tránsito Ley: 7331, del 13/04/1993 y sus reformas, establece en el artículo 219: ...Los anuncios y rótulos con fines exclusivamente publicitarios solo podrán colocarse en propiedad privada, cuando no afecten la visibilidad, la seguridad vial y la perspectiva panorámica, de acuerdo con lo que reglamentariamente se disponga.

Al igual que lo señalado en la legislación para la fase constructiva se deberá atacar lo indicado en el plan regulador existente para los sectores correspondientes a la municipalidad de San Carlos y apegarse a las normas establecidas en el decreto ejecutivo Nº 35860-MINAET 26/02/2010 conocido como Reglamento para la Prevención de la Contaminación Visual.

Todo aquel interesado en colocar anuncios, rótulos, letreros o avisos, deberá pedir una licencia a la Municipalidad, si se trata de la Red Vial Cantonal y al MOPT si es en la Red Vial Nacional. La solicitud debe ser presentada por el propietario de la estructura que se va a colocar, con la autorización del propietario del terreno donde se va a ubicar. En cualquier caso, se prohíben los anuncios que atraviesen la vía pública, así como los que se coloquen utilizando los postes de los servicios públicos o de los árboles de los parques o jardines. (Párrafo extraído del EslA de la carretera Ciudad Colón-Orotina).

Si bien es cierto, la aplicación de las disposiciones que regulan la fijación de anuncios en las vías públicas corresponde a una etapa posterior a la de la construcción de la carretera, es necesario que el MOPT tenga presente su obligación de actuar como ente regulador en esta materia, especialmente en vista del sin número de contravenciones que se presentan. Todas ellas contribuyen al detrimento, no solo del paisaje, que es un elemento integrador del medio ambiente, sino que también, la colocación indiscriminada y sin control de anuncios en las vías públicas, contribuye a crear condiciones de inseguridad por falta de visibilidad en los usuarios de las vías. (Párrafo extraído del EslA de la carretera Ciudad Colón-Orotina).

### 6.5.3. DEL DESARROLLO DE ACTIVIDADES SOBRE LA VÍA PÚBLICA Y EN LOS TERRENOS COLINDANTES.

Al ser las vías públicas parte del dominio público del Estado se encuentran sometidas a un régimen jurídico especial, de conformidad con el cual son inalienables e imprescriptibles, por lo que no podrá constituirse sobre ellas hipoteca, embargo, usa, usufructo, ni servidumbre en beneficio de persona alguna (**artículo 5**, Ley de Construcciones).



La Ley de Tránsito, al respecto señala lo siguiente:

Cuadro 6.13. Marco jurídico relacionado con el desarrollo de actividades sobre la vía pública y terrenos colindantes.

Artículo
Artículo 220.- Cualquier persona física o jurídica, pública o privada, que pretenda realizar trabajos en las vías públicas, debe: Contar con la autorización de la Dirección General de Ingeniería de Tránsito. Poner señales (que deben permanecer durante el día y la noche), tales como rótulos con pintura reflectora y dispositivos proyectores de luz fija o intermitente a distancias adecuadas para evitar accidentes, según se dispondrá en el Reglamento de esta Ley. Colocar los materiales de construcción dentro de lotes vacíos u otros sitios adecuados. Se prohíbe colocarlos en las vías públicas. En caso de incumplimiento de lo dispuesto en el inciso b) de este artículo, la Dirección General de Ingeniería de Tránsito puede adquirir las señales respectivas y colocarlas por cuenta de la persona que realice los trabajos en la vía. El cobro respectivo lo hará el Ministerio de Obras Públicas y Transportes por la vía ejecutiva.

Consecuentemente, el aprovechamiento de las vías públicas solo puede hacerse mediante permiso o concesión del órgano competente, que, además, siempre deben ser temporales y revocables. Asimismo, se debe garantizar que su otorgamiento no irá en perjuicio del libre seguro y expedito tránsito, acceso a predios colindantes y en general, que no dificultan el cumplimiento de los fines para los que fue creada (**artículo 6**, Ley de Construcciones).

En el caso de obras de interés comunal, por ejemplo, aquellas obras destinadas al paso de acueductos, que requieran el trazo sobre la carretera es deberá contar con la autorización del MOPT.

Cuadro 6.14. Marco jurídico relacionado al trazo de acueductos sobre el trazo de la carretera.

Artículo
Artículo 30.- Nadie podrá romper los caminos públicos para efectuar obras en relación con pajas de agua o instalaciones sanitarias, sin autorización escrita del Ministerio de Obras Públicas y Transportes si se tratare de carreteras y de la correspondiente Municipalidad si se tratare de caminos vecinales o calles. Será necesario también para ese efecto, un depósito en dinero efectivo que se fije de acuerdo con el costo de la reparación correspondiente. Artículo 22.- Los acueductos que dañaren los caminos o impidieren su arreglo podrán ser desviados o rectificadas quedando siempre a salvo lo relativo a las servidumbres que existieren en favor de particulares.

La Ley General de Caminos señala en los artículos 19, 28 y 29 el desarrollo de actividades directamente sobre las vías públicas y sobre los terrenos colindantes a la misma. Se citan dichos artículos:





Cuadro 6.15. Marco jurídico relacionado con la Ley General de Caminos.

Artículo
<p>Artículo 19.- No podrán hacerse construcciones o edificaciones de ningún tipo frente a las carreteras existentes o en proyecto sin la previa autorización del Ministerio de Obras Públicas y Transportes, ni al frente de los caminos vecinales y calles sin la aprobación escrita de la Municipalidad correspondiente. Las Municipalidades coordinarán los alineamientos frente a los caminos vecinales con el Ministerio quien será el que establezca la política más conveniente al interés público. En las carreteras de acceso restringido o unidireccional, los colindantes sólo podrán tener acceso a la carretera en los sectores previamente señalados para ese fin o mediante caminos marginales aprobados por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes. Las personas que incumplan el presente artículo estarán sujetas a las multas que indique la presente ley y tendrán un plazo improrrogable de 15 días para quitar por su cuenta la obra realizada, transcurridos los cuales el Ministerio de Obras Públicas y Transportes podrá eliminar las construcciones hechas, sin que por tal motivo tenga que reconocer suma alguna por daños y perjuicios. El Ministerio de Obras Públicas y Transportes podrá quitar, e inclusive decomisar, poniéndolo a la orden de las autoridades competentes, cualquier bien que se encuentre dentro del derecho de vía con el propósito de hacer uso indebido de éste. Lo ordenado por el Ministerio se notificará mediante aviso publicado en el Diario Oficial. Si los que estrechan o hacen uso impropio del derecho de vía son propietarios de establecimientos comerciales o industriales, el Ministerio podrá, además, pedir a las autoridades administrativas correspondientes la cancelación de la patente y el cierre del establecimiento y éstas cumplirán debidamente esa gestión. La sanción quedará sin efecto una vez que el responsable pague la multa e indemnice convenientemente al Estado los daños y perjuicios que hubiere causado a los bienes públicos. Las lecherías situadas a la orilla de la vía pública, deberán proteger las secciones de vía por donde pase el ganado en su movimiento diario con empedrados bien hechos o por cualquier otro medio adecuado que apruebe el Ministerio de Obras Públicas y Transportes. Los expendios de gasolina deberán, tener dentro del área de su propiedad, una sección de estacionamiento de vehículos y sus propietarios estarán obligados a reparar por su propia cuenta el pavimento que resulte dañado al frente del negocio como consecuencia de su comercio. Los postes utilizados en la transmisión de fuerza eléctrica y los que soporten hilos telegráficos o telefónicos, no podrán colocarse a una distancia menor de seis metros del centro de los caminos. Los que estuvieren colocados a menor distancia u obstaculicen futuras ampliaciones, deberán ser trasladados en cuanto se produzca requerimiento del Ministerio de Obras Públicas y Transportes o de las Municipalidades. Para la colocación de una nueva postería para la transmisión de fuerza eléctrica o para telégrafos o teléfonos, se debe pedir autorización al Ministerio de Obras Públicas y Transportes o a la respectiva Municipalidad, según se trate de carreteras o caminos vecinales. De no cumplirse el requerimiento del Ministerio, este podrá hacer los trabajos que sean necesarios por su cuenta cobrando al responsable el valor de aquéllos más de un 50% como recargo, sin perjuicio de la multa que fuere aplicable.</p>
<p>Artículo 28.- Queda terminantemente prohibido al Ministerio de Obras Públicas y Transportes y a las Municipalidades otorgar permisos o derechos de ocupación, disfrute, uso o simple posesión del derecho de vía de los caminos públicos o ejercer actos que impliquen en cualquier forma tenencia de los mismos por parte de las personas. Los que ejercieren tales actos sobre terrenos públicos al cuidado del Ministerio de Obras Públicas y Transportes o de las Municipalidades serán desalojados administrativamente por estos dentro de los siguientes quince días contados a partir de la prevención escrita que se efectúe al responsable; todo sin perjuicio de la multa aplicable y del resarcimiento de los daños y perjuicios que se hubieren causado.</p>
<p>Artículo 29.- Queda terminantemente prohibido el rastreo de varas o trozas por caminos públicos, así como el paso por ellos de equipo que, por su excesivo peso o acondicionamiento impropio, puedan dañarlos. El</p>



#### Artículo

Ministerio de Obras Públicas y Transportes o las respectivas municipalidades tomarán las acciones que sean necesarias a fin de evitar que se siga causando el daño o perjuicio. En todo caso, si el Ministerio, por medio de sus funcionarios competentes lo estima necesario, podrá retirar la licencia de ruedo al vehículo, decomisar la carga o bajar la que sobrepase el peso permitido. Estas sanciones quedarán sin efecto si el responsable indemniza satisfactoriamente al Estado por los daños y perjuicios, y además, paga una multa cuyo monto será de mil colones por la primera vez y de dos mil colones por cada reincidencia. Así reformado por el artículo 1 de la Ley N° 6312 del 12 de enero de 1979.

#### 6.5.4. DE LAS OBLIGACIONES DE LOS TRANSEÚNTES Y DE LOS COLINDANTES A LA CARRETERA.

La Ley General de Caminos en el artículo 20.- señala lo siguiente: *Todos los poseedores de bienes raíces, por cualquier título, están obligados a recibir y dejar discurrir dentro de sus predios, las aguas de los caminos cuando así lo determine el desnivel del terreno y, cuando sus fundos estén inmediatos a los desagües de un camino, deberán mantener estos desagües limpios, en perfecto estado de servicio y libres de obstáculos. El Ministerio o las Municipalidades mandarán a ejecutar el trabajo y cobrarán el trabajo más el cincuenta por ciento (50%) de recargo, si esta obligación no se cumpliere. El Ministerio de Obras Públicas y Transportes y las Municipalidades deberán coordinar con el Ministerio de Agricultura las medidas de protección de los caminos en los proyectos de nuevos trazados o en los trabajos de conservación de los existentes, en las regiones donde los mismos puedan provocar o intensificar la erosión o desviar el desagüe natural de los campos.*

La Ley de Tránsito indica, además, en el **artículo 222** que todos los habitantes de la República están obligados a respetar las siguientes disposiciones:

- a) Se prohíbe arrojar, en cualquier vía pública, botellas de vidrio, clavos, tachuelas, alambres, recipientes de metal, papeles, cigarrillos o cualquier otro objeto que ponga en peligro la seguridad vial o altere el uso u ornamento de las vías públicas y sus alrededores.
- b) La basura, la maleza, los escombros u otros objetos que estén en una vía pública, frente a una casa de habitación o edificio, en las zonas urbanas o semiurbanas, deben ser retirados por el propietario.
- c) Los propietarios de fincas y edificios tienen la responsabilidad de mantener limpio de maleza, escombros, basura y otros, el derecho de vía de las carreteras frente a su propiedad.

#### 6.5.5. DE LA SEÑALIZACIÓN Y DEMARCACIÓN DE LA CARRETERA.

La Ley de Administración Vial N° 6324 señala que la Dirección de Ingeniería de Tránsito del MOPT es el organismo responsable de la señalización de las carreteras. Las funciones de esta dependencia se encuentran citadas en el Artículo 14 de dicha ley y dice: - La Dirección de Ingeniería de Tránsito tendrá las siguientes funciones:

- d) Diseñar y poner en ejecución programas referentes a la instalación de **semáforos, señales viales, marcas sobre el pavimento y otros dispositivos para el control del tránsito**, así como programas de operación de tránsito para incrementar la capacidad y la seguridad viales. Adicionalmente este organismo tiene la potestad para:



... ch) Elaborar políticas, normas y procedimientos sobre educación vial para todo el país, e implantar el ordenamiento del tránsito que sea necesario con el fin de que haya una reducción de los accidentes, para ello coordinará lo que corresponda con el Ministerio de Educación Pública y formulará las normas de capacitación técnica para la policía de tránsito. (Artículo 14).

Este aspecto es importante considerarlo debido a la necesidad conjunta de desarrollar infraestructura correspondiente a pasos peatonales para el paso de estudiantes, una vez construida la carretera. De la página oficial del CONAVI, <http://www.conavi.go.cr/institucional-ingenieria.html>, se cita que las funciones de esta institución estarán enfocadas a:

*Establecer las especificaciones técnicas que se consideren más convenientes a nuestro medio, para la formulación de proyectos viales: carreteras, puentes, intersecciones, túneles, puentes peatonales, pasos a desnivel, estaciones de peaje y de pesaje, entre otros.*

Dentro de las actividades involucradas en la construcción de vías, la demarcación y señalización proporcionará un aspecto fundamental en la seguridad del usuario de la vía. El Manual Centroamericano de Normas Ambientales para el Diseño, Construcción y mantenimiento de carreteras señala:

- Se deberá implementar la señalización ambiental de tipo informativo y preventivo en torno de la protección del medio ambiente, en especial lo referido al no atropellamiento de la fauna, a la prohibición de la tala indiscriminada de bosques, a la no contaminación del aire y de las aguas y otros.
- La señalización se hará con las dimensiones estandarizadas y vallas de tamaño adecuado, que puedan ser fácilmente visualizadas por los trabajadores y usuarios de la vía.

Al carecerse de una legislación específica a nivel de país la señalización de las carreteras se basa en lo que establece el Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito.

#### **6.5.6. CUMPLIMIENTO DE LAS MEDIDAS AMBIENTALES CONSIDERADAS EN EL PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL PRESENTADO A LA SETENA.**

El órgano estatal encargado de aprobar el EslA es la Secretaria Técnica Nacional Ambiental (SETENA). El procedimiento por medio del cual la SETENA entra a conocer de la EslA y llega a la decisión final sea aprobatoria o denegatoria, se encuentra regulado en el Decreto Ejecutivo N. 25705-MINAE, Reglamento sobre Procedimientos de la SETENA.

Según dispone la LOA las resoluciones adoptadas por la SETENA respecto de las EIA que les sean sometidos para su aprobación tienen carácter de **vinculantes y de obligatorio acatamiento**, tanto para los particulares, como para los entes públicos. Es decir, tienen la misma fuerza jurídica que una ley.

La SETENA debe establecer los mecanismos, instrumentos y medios para dar seguimiento a las resoluciones de la EIA; en los casos en que se dé una violación de su contenido, tiene la potestad de ordenar la paralización de las obras (**artículo 20**), amplísima facultad cuya aplicación deberán hacerse



de manera cautelosa por los graves daños y perjuicios que puede causar la suspensión de las obras al responsable del mismo.

Uno de los mecanismos de control, y que a su vez implica una sanción en caso de incumplimiento de la EIA, se establece en el artículo 21 de la LOA y artículos 35 y siguientes de su respectivo reglamento. Según este, el interesado en efectuar el proyecto sujeto a una EIA debe rendir dos tipos de garantías, una de cumplimiento y otra de funcionamiento. Se establece como límite máximo para la misma un 1 % del monto de la inversión del proyecto, obra o actividad que se someta a evaluación. En caso de incumplimiento por parte del titular del proyecto, sea en la fase de diseño y construcción o en la fase de operación, la SETENA procederá a la ejecución de la garantía, cuyo monto pasara a constituir parte del Fondo Nacional Ambiental, de acuerdo con los términos del **artículo 93.c**.

La Declaración Jurada de Compromisos Ambientales (DJCA), consiste en una declaración jurada notarial, donde el desarrollador se compromete bajo la fe de juramento, a cumplir con todas las medidas que resuelve la SETENA a partir de la evaluación. Incluye información técnica muy específica y una lista de compromisos y condiciones ambientales. Estos compromisos incluyen: cumplir con todas las propuestas por el desarrollador en el D1, las indicadas explícitamente por la SETENA en su Resolución sobre el D1, los lineamientos ambientales establecidos en el Código de Buenas Prácticas Ambientales y en las regulaciones ambientales vigentes en el país y aplicables a la actividad, obra o proyecto. Además, debe brindar las facilidades necesarias a la SETENA o las autoridades ambientales que colaboren con ella, en las inspecciones ambientales de cumplimiento que pudieran darse en el sitio donde se ejecuta la actividad, obra o proyecto. Debe también, informar a la SETENA aquellos cambios sustanciales (ampliaciones o cambios en el proceso productivo) que el desarrollador planea llevar a cabo en la actividad, obra o proyecto que podrían generar un aumento en el impacto ambiental que se genere. Según el **artículo 3** del Reglamento, responsable ambiental es la persona física o jurídica, que se encuentra inscrito en el Registro de la SETENA, contratado por el desarrollador, con el fin de velar por cumplimiento de los compromisos ambientales adquiridos por la actividad, obra o proyecto, el CBPA y la normativa vigente. Tiene la obligación de informar oficialmente a la SETENA y a la autoridad ambiental los resultados del seguimiento y control conforme a lo establecido en este reglamento y demás normativa aplicable.



## 7. DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE FÍSICO.

### 7.1. GEOLOGÍA.

#### 7.1.1. ASPECTOS GEOLÓGICOS REGIONALES.

##### 7.1.1.1. Contexto geotectónico.

Geotectónicamente el territorio de Costa Rica se encuentra en un contexto complejo, ya que el país se localiza sobre la placa Caribe y la microplaca de Panamá, bajo las cuales se subduce la placa del Coco a lo largo del margen pacífico del territorio. Al sureste las placas Nazca y del Coco interactúan a lo largo de una larga falla transformante dextral, denominada Zona de Fractura de Panamá. La placa Cocos subduce bajo la placa Caribe con una dirección de convergencia de N30E, y a una velocidad relativa estimada de  $95\pm 4$  mm/año en la costa sureste de Costa Rica (De Mets et al., 2010).

En el caribe del país existe un sistema compresivo compuesto por fallas inversas y pliegues, que forman parte del llamado Cinturón Deformado del Norte de Panamá, el cual bordea el litoral caribe de este último país y se continúa hasta cerca de puerto Limón en Costa Rica. En este punto el cinturón cambia de rumbo y entra dentro de la región central de Costa Rica, donde existe un sistema de fallas y pliegues llamado Cinturón Deformado del Centro de Costa Rica. Ambos cinturones de fallas y pliegues constituyen los límites norte y oeste de la microplaca de Panamá con respecto a la placa del Caribe (Montero, 2000a).

En el presente los seis elementos morfotectónicos principales que existen en el territorio costarricense son: 1) la fosa, 2) el antearco, 3) la cuenca antearco, 4) el arco interno, 5) las cuencas intrarco, 6) el trasarco. En el Anexo 7.1 se presenta el Mapa Geotectónico de Costa Rica, donde se puede observar la ubicación de cada uno de los elementos morfotectónicos mencionados.

La fosa Mesoamericana es una depresión alargada de rumbo NW que va paralela a la costa pacífica de América Central y de México. Morfológicamente, esta depresión presenta una ladera externa, un piso más plano y una ladera interna del lado noreste. Es la que marca el inicio de la zona de subducción de la placa del Coco, y es a partir de este lugar que la placa del Coco se dobla hacia el noreste para comenzar a meterse por debajo de las placas superiores (Caribe o Panamá). En Costa Rica la profundidad del piso de la fosa es variable entre los 2 y 4.5 km bajo el nivel del mar (Montero, 2000a).

Al noreste de la fosa Mesoamericana se empieza a levantar el piso oceánico a partir de la ladera interna de la fosa, que tiene una inclinación de unos  $4^\circ$  o  $5^\circ$  hacia el SW, que se conoce como antearco, y se encuentra cubierta por sedimentos que vienen transportados del interior del país o de origen orgánico. La ladera interna de la fosa se va levantando hacia el continente hasta alcanzar una altura máxima en lo que se denomina el quiebre de la ladera interna (Montero, 2000a).



Entre el antearco y el arco interno se desarrollan cuencas que son rellenadas por sedimentos que provienen predominantemente del arco interno, o algunas veces del antearco. Estas corresponden con la cuenca del Tempisque, las llanuras de Parrita y Quepos, Diquís, Golfito, Coto Colorado, y las cuencas marinas del golfo de Nicoya, de Nicoya y Parrita y del Golfo Dulce (Montero, 2000a).

El arco interno corresponde con el sistema de cordilleras que atraviesa Costa Rica con rumbo NW, donde dominan las rocas de origen ígneo, producto de magmas que se originan en la zona de subducción o en la zona del manto astenosférico. En gran parte del sector occidental del Área del Proyecto (AP) y del Área de Influencia Directa (AID), existe cierta influencia del arco interno magmático, específicamente algunos sectores distales de los volcanes Barva, Irazú y Turrialba.

Las cuencas intrarco corresponden a cuencas menores, ubicadas dentro del arco interno, con depósitos sedimentarios que provienen de la erosión del mismo arco interno o fueron formados a partir de los restos de organismos vivos. Las cuencas de este tipo son las de Arenal, y las del Valle Central occidental y oriental. La primera asociada a fallas normales, relacionadas con una falla de desplazamiento horizontal, mientras que las del Valle Central tienen una génesis más compleja, y se encuentran actualmente colmatadas, aunque algunos depósitos de origen volcánico que las continúan rellenando (Montero, 2000a).

La zona de cuenca sedimentaria que se encuentra detrás del arco interno se denomina trasarco, y es donde se instala prácticamente toda el AP, y la mayor parte del AID, la cual está constituida principalmente por depósitos aluviales y rocas sedimentarias. Dentro del trasarco existen sectores restringidos donde afloran rocas volcánicas e intrusivas de edades del Terciario y Superior y del Cuaternario, y geomorfológicamente se muestran como sectores ligeramente levantados arriba del nivel de las planicies aluviales adyacentes (Montero, 2000a). De acuerdo con Campos (1987), la Cuenca Limón se divide en Cuenca San Carlos-Limón Norte y Cuenca Limón Sur, y el límite entre ambas cuencas se sitúa a la latitud de Puerto Limón de manera aproximada.

Según Campos (1987), la Cuenca San Carlos-Limón Norte se encuentra bien representada por las llanuras de Guatuso, San Carlos, Sarapiquí y Tortuguero. Está recubierta por una potente secuencia aluvial y volcánica, con la excepción de las ventanas de erosión de Venado y del Río San Juan. Por su parte la Cuenca Limón Sur es más angosta y alargada en sentido NW-SE, y se delimita al oeste por la Cordillera de Talamanca y el Río Reventazón, al norte por el inicio de las tierras bajas a la latitud de Puerto Limón y Siquirres, al sur se continúa hacia Panamá y al este se interna en el Mar Caribe. De acuerdo con Montero (2000a), la Cuenca Limón Sur es angosta debido a que la paleocuenca de la Baja Talamanca ha sufrido una inversión tectónica similar a la de la cuenca de Térraba.

#### **7.1.1.2. Contexto estratigráfico y estructural regional.**

Como se mencionó anteriormente, prácticamente toda el AP y la mayor parte del AID, corresponde a la cuenca trasarco del país, específicamente a la Cuenca Limón. Mientras que existe cierta influencia de productos volcánicos del arco interno en gran parte del sector occidental del AP y AID, asociados a los centros volcánicos Barva, Irazú y Turrialba, así como un sector particular de vulcanismo alcalino.



De acuerdo con el Mapa Geológico de Costa Rica realizado por Denyer & Alvarado (2007), a nivel regional en la zona de estudio se presentan materiales sedimentarios, consolidados e inconsolidados, correspondientes a la Cuenca Limón, específicamente las formaciones: Senosri, Fila de Cal, Punta Pelada, Uscari, Río Banano, Suretka, Limón y Depósitos Inconsolidados del Cuaternario. Así mismo, Denyer & Alvarado (2007) indican la presencia de rocas volcánicas del arco interno, específicamente Vulcanismo Alcalino Plio-Pleistoceno y Vulcanismo Calco-Alcalino del Pleistoceno (Cordillera Volcánica Central).

En el Anexo 7.2 se puede observar el Mapa Geológico y Tectónico Regional propuesto para la zona de estudio, basado en Denyer & Alvarado (2007), mientras que en la Figura 7.1 se presenta la columna estratigráfica regional, con base en los mismos autores.

A continuación, se presentan las características principales de las principales unidades geológicas propuestas por Denyer & Alvarado (2007), de la más antigua a la más reciente, que de manera regional presentan influencia en la zona del proyecto y alrededores:

- **Formación Fila de Cal.**

Estas rocas corresponden con lo que se ha conocido como Formación Las Ánimas, que está expuesta en la cantera Las Animas y en algunos otros afloramientos situados a lo largo de la vía de ferrocarril y el cauce de los ríos Reventazón y Guayabo (Fernández, 1987). Se encuentra constituida principalmente por calizas con macro foraminíferos, las cuales poseen un espesor que varía entre 100 y 200 m (Salazar, 1985; Fernández, 1987; Botazzi et al., 1994) y cubren parcialmente a los depósitos de la Formación Tuis.

De acuerdo con Calvo (1987), la depositación de estas rocas ocurrió durante el Eoceno Medio-Superior, luego de un levantamiento de la cuenca, que permitió el desarrollo de extensas plataformas, en las cuales las condiciones ambientales fueron estables, con aguas turbulentas, pero sin la actividad volcánica durante esa época, que permitió que los mares recibieran menos sedimentos, por lo que las aguas fueron limpias, con luz y salinidad normal. Esta situación contribuyó con la instalación de grandes arrecifes en las zonas levantadas, por lo que esta época constituye el clímax de la sedimentación carbonatada en la región centroamericana meridional (Calvo, 1987).

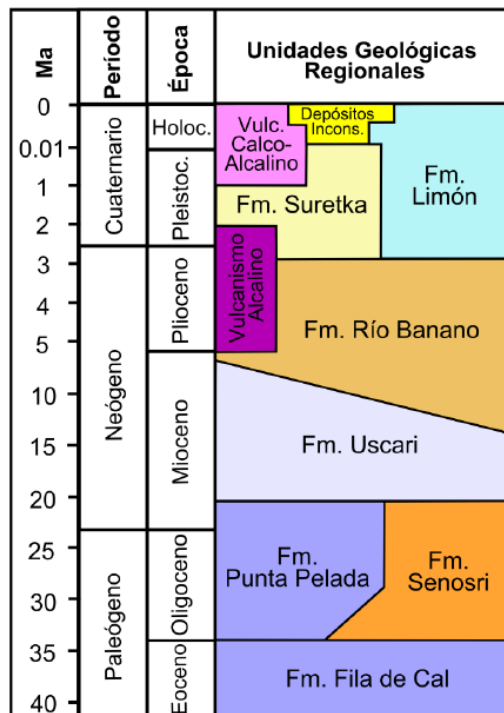


Figura 7.1. Columna estratigráfica regional (Modificada de Denyer & Alvarado, 2007).





- **Formación Senosri.**

De acuerdo con Fernández (1987), aflora en el río Pacuare, desde la quebrada Sartén hasta el río Platanillo y con buenas exposiciones en las quebradas Grande y Danta, en río Blanco y en la fila Asunción. Litológicamente incluye lutitas con intercalaciones frecuentes de areniscas y brechas calcáreas cargadas del material carbonatado de las plataformas, con macro foraminíferos, algas, bivalvos, partes de corales y fragmentos esqueléticos de otros organismos que vivían en zonas poco profundas.

Según Botazzi et al. (1994), estas rocas se depositaron del Eoceno Medio al Mioceno Inferior, sobre el talud continental, y su origen está relacionado con la lenta y continua lluvia de sedimentos y organismos muertos, ocurrida entre depósitos de corrientes de turbidez, flujos de detrito y slumps. Por su parte Campos (1987), menciona que esta formación ocurrió durante la subsidencia de la cuenca recientemente formada como consecuencia del inicio de la orogenia de la Cordillera de Talamanca. Poseen un espesor de unos 700 m y sobreyacen a las rocas de la Formación Tuis (Fernández, 1987).

- **Formación Punta Pelada**

Anteriormente se le conocía como Formación Barbilla, aflora en la zona de Turrialba, en Angostura, en los caseríos Jesús María y San Martín, y se encuentra conformada predominantemente por una secuencia de calizas (arrecifales, masivas y bioclástica) y ocasionales brechas calcáreas, areniscas y conglomerados (Aguilar, 1997). De acuerdo con Fernández (1987), esta formación posee en conjunto un espesor entre 20 y 40 m. Según Aguilar (1997), estas rocas sobreyacen la Formación Senosri y poseen una edad de Oligoceno Superior-Mioceno Inferior.

De acuerdo con Aguilar (1999), esta formación representa un ambiente de plataformas con arrecifes de parche, constituido por comunidades de reducida diversidad, incluyendo corales constructores, moluscos, equinodermos, foraminíferos y crustáceos.

- **Formación Uscari.**

Esta formación se encuentra expuesta en la mayoría de los afluentes de los ríos Pacuare y Reventazón, en la zona de Turrialba y Siquirres. Incluye principalmente lutitas calcáreas, oscuras y suaves, las cuales se encuentran interestratificadas con algunas areniscas y conglomerados. De acuerdo con Bottazzi et al. (1994), este conjunto de rocas posee un espesor de 1000 m y cubren un ámbito de edad que va del Mioceno Inferior al Mioceno Superior, y según Fernández (1987) sobreyace a la Formación Senosri y lateralmente presenta un cambio transicional con la Formación Río Banano. De acuerdo con Campos (1996), las relaciones estratigráficas de la Formación Uscari, respecto a las formaciones infra y suprayacente son transicionales.

De acuerdo con Fernández et al. (1994), ésta formación se depositó durante una época de relativa estabilidad tectónica y gran aporte de sedimentos a la cuenca, lo cual permitió el desarrollo de amplias áreas neríticas y la depositación de sedimentos siliciclásticos de grano fino.



Estas rocas se depositaron en la plataforma continental, en una zona con gran cantidad y diversidad de organismos, y caracterizada por aguas iluminadas, oxigenadas y sujetas a la influencia de las olas, tormentas y corrientes marinas. De acuerdo con Aguilar (1993), es común encontrar comunidades fósiles, como en el Alto de Guayacán en Siquirres, conformadas predominantemente por bivalvos endobentónicos, gasterópodos, espinas de erizos, icnofósiles; además Laurito (1996) reporta la presencia de dientes de tiburón.

- **Formación Río Banano.**

De acuerdo con Linkimer & Aguilar (2000), se encuentra ampliamente representada en el área de Zent, Uatsi, Linda Vista y Angostura, y corresponde principalmente con areniscas, lutitas y conglomerados, estratificados y de composición volcánica. Es frecuente encontrar estructuras sedimentarias, principalmente ondulitas (ripples), laminación paralela y laminación cruzada. Fueron depositados en un ambiente marino somero, como estuarios, deltas, llanuras de marea y abanicos deltáicos, durante el Mioceno Superior-Plioceno. Esta formación es lateralmente persistente a todo lo largo de la cuenca y en general mantiene las mismas características (Campos, 1996).

Bottazzi et al. (1994) consideran que esta formación posee un espesor de 1800 m y que sobreyace a la Formación Uscari. Mientras que Campos (1987), considera que esta formación es transicional respecto a la Formación Uscari infrayacente y respecto a los depósitos sobreyacentes, y es concordante bajo la Formación Limón y discordante bajo la Formación Suretka.

Una de las características de esta formación, es la rica y alta diversidad de fauna, incluyendo espinas de erizos, macro foraminíferos, nódulos de algas, moluscos, briozoos, dientes de tiburones e icnofósiles (Linkimer & Aguilar, 2000).

- **Formación Suretka.**

Afloran principalmente en el área de Siquirres y Turrialba, y consiste de conglomerados y brechas con partículas que varían desde el tamaño de arcillas hasta bloques métricos. Según Cervantes (1989), la composición de los bloques es predominantemente volcánica (por ejemplo: andesitas piroxénicas, andesitas con anfíbol y basaltos), y ocasionalmente intrusiva. Posee un espesor de unos 1500 m y cubre parcialmente a las formaciones Senosri, Uscari y Río Banano (Bottazzi et al., 1994).

De acuerdo con Linkimer & Aguilar (2000), estas rocas tipifican el inicio de una sedimentación eminentemente continental, cuya depositación, ocurrida durante el Plioceno-Pleistoceno, está relacionada al retrabajo y transporte de masas terrestres expuestas a la erosión, debido al levantamiento de la cordillera de Talamanca a partir del Mioceno Medio-Superior. Según Espinoza (2012), esta secuencia forma parte de la culminación del proceso de colmatación de la Cuenca Limón Sur y el levantamiento de la Cordillera de Talamanca.

Según Fernández et al. (1994), corresponden a conglomerados fandeltaicos, producto de depósitos progradantes de abanicos aluviales, los cuales gradan lateralmente a las limolitas calcáreas, lutitas y calizas arrecifales de la Formación Limón.



- **Formación Limón.**

Se encuentra aflorando a lo largo de la costa sur de la provincia de Limón, y en algunas localidades de la fila Asunción, incluye afloramientos a lo largo de la línea de ferrocarril, entre el río Bartolo y Moín, y a lo largo de la Quebrada Chocolate. De acuerdo con Linkimer & Aguilar (2000), consiste de lutitas, areniscas y cuerpos carbonatados de origen arrecifal, interestratificados y aislados; y su ambiente de depositación se interpreta como lagunar muy somero con aguas limpias y cálidas.

Según Campos (1996), estas calizas son de tipo arrecifal y consisten de dos facies principales: a) calizas tipo floatstone, con estratificación maciza y b) calizas tipo baffestone constituidas por dos pequeñas estructuras arrecifales separadas entre sí por una intercalación de limolitas y areniscas fosilíferas. Estas facies están espacialmente relacionadas, las calizas baffestone conforman el núcleo arrecifal y las floatstone las facies lagunares traseras (Campos, 1987).

De acuerdo con Fernández et al. (1994), estos carbonatos someros fueron emplazados en relieves costeros locales, protegidos de la influencia de sedimentación clástica.

Su espesor es de unos 100 m y se asocia lateralmente con conglomerados de la Formación Suretka, y su edad es Plio-Pleistocena al Reciente (Bottazzi et al., 1994). De acuerdo con Campos (1987), sobreyacen a las areniscas de la Formación Río Banano.

- **Vulcanismo Alcalino Plio-Pleistoceno.**

De acuerdo con Denyer & Alvarado (2007), corresponden con rocas volcánicas de edad Plio-Pleistocena, específicamente basaltos alcalinos, basanitas analcímicas y traquibasaltos. Incluye la Formación Teschenitas Guayacán y los Basaltos Alcalinos del Plioceno.

La Formación Guayacán fue definida por Malavassi (1970), como parte del "Vulcanismo Cuaternario Intragraben de Tortuguero" en la región al norte del río Reventazón y su cuenca. Estas rocas fueron clasificadas por Tournon (1984) como basanitas y teschenitas, mientras que Kussmaul (1987) las denominó como Teschenitas de Guayacán.

Las Teschenitas de Guayacán afloran entre los ríos Reventazón y Pacuare, y de acuerdo con Cerdas (1991), estas rocas corresponden con basaltos negros afaníticos, densos y eventualmente con fenocristales de olivino, y generalmente están muy fracturados y presentan rellenos de arcillas amarillas muy plástico. Según Kussmaul (2000), se trata principalmente de rocas plutónicas tipo teschenitas, compuesta por diferentes proporciones de plagioclasa, analcima, ortosa, augita, olivino, hornblenda parda y magnetita, a veces con trazas de hauyna, nefelina y biotita.

De acuerdo con Linkimer (2003), esta formación incluye la secuencia de rocas ígneas que fueron eruptadas a lo largo de posibles fracturas, hace aproximadamente 5 Ma. El mismo autor agrupa principalmente un conjunto de 25 coladas de basaltos y a las rocas hipoabisales alcalinas (teschenitas), que intruyen a la secuencia sedimentaria de la Cuenca Limón. Por otra parte, Cassel (1986) realizó una datación a estas rocas que resultó en 4,5 Ma.



Por su parte los Basaltos Alcalinos del Plioceno se localizan entre el volcán Turrialba y la fila Matama, donde afloran coladas que en el río Pacuare alcanzan un espesor de 250 m (Tournon & Alvarado, 1997). Se trata de basaltos y basanitas analcímicas con fenocristales de olivino y augita, muchas veces conteniendo inclusiones de peridotitas. De acuerdo con Kussmaul (2000), existen dos dataciones radiométricas que ubican a estas efusiones entre los 5.2 y 4.6 Ma, o sea, contemporáneas a la intrusión de las teschenitas anteriormente descritas. Denyer & Alvarado (2007) asignan una edad generalizada de 1,8 Ma a estas rocas volcánicas alcalinas.

- ***Vulcanismo Calco-Alcalino del Pleistoceno (Cordillera Volcánica Central)***

Regionalmente, en el área de estudio corresponden a productos volcánicos de los focos eruptivos del sector oriental de la Cordillera Volcánica Central, específicamente de los volcanes Barva, Irazú y Turrialba, así como otros focos menores asociados a estos. Están constituidos por lavas, tefras, debris avalanches, lahares y debris flows (Denyer & Alvarado, 2007). De acuerdo con Tournon & Alvarado (1997), los volcanes Irazú y Turrialba en conjunto forman el más importante macizo de América Central meridional, cubriendo un área de unos 1500 km<sup>2</sup> y culmina a 3432 m.s.n.m.; por su parte Alvarado (2011) indica que el macizo del volcán Barva cubre un área de unos 1120-1500 km<sup>2</sup>, tomando en cuenta un grupo de escudos volcánicos que se presentan más al norte, y corresponde al volcán más grande de América Central en cuanto a su extensión.

Los productos del volcán Barva con alguna influencia regional en el proyecto, corresponden a los productos más distales de su sector noreste; e incluiría productos de algunos otros focos volcánicos cercanos al Barva, como el volcán Cacho Negro (9 km al NE del Barva) y el conjunto Cerros Zurquí. De acuerdo con Alvarado (2011), las lavas del Barva son andesitas piroxénicas, andesitas basálticas y, en menor cantidad, basaltos con olivino, así como dacitas; mientras que las lavas del Cacho Negro son predominantemente andesítico-basálticas, y las de Cerros Zurquí pueden clasificarse como andesitas, andesitas basálticas hasta basaltos con algunas dacitas.

Por su parte los sectores del volcán Irazú con alguna influencia en el proyecto, están representados por los productos más distales depositados al norte del macizo; mientras que el volcán Turrialba presenta influencia en sus sectores distales norte y noreste. De acuerdo con Alvarado (2011), petrográficamente las lavas del Irazú pueden clasificarse como andesitas, andesitas basálticas y basaltos; mientras que las lavas del volcán Turrialba corresponden a dacitas, andesitas piroxénicas y andesitas basálticas hasta basaltos.

Denyer & Alvarado (2007), dividieron los productos del magmatismo de la Cordillera Volcánica Central, con base en dataciones realizadas para diferentes materiales volcánicos, y en el área de estudio a nivel regional indican la presencia de al menos 4 sub grupos de rocas, específicamente:  $\alpha 9I$  (1.1-0.8 Ma),  $\alpha 9II$  (0.6-0.2 Ma),  $\alpha 9III$  (0.3-0.2 Ma) y  $\alpha 9IV$  (<0.2 Ma). Los autores agrupan estas rocas como productos del magmatismo calco-alcalino del Neógeno.



- ***Depósitos Inconsolidados del Cuaternario.***

Corresponden a sedimentos continentales y de transición marina-costera de edad Cuaternaria, que de acuerdo con Tournon & Alvarado (1997) cubre la mayor parte de las zonas bajas de la vertiente caribeña, desde la costa hasta el graben de Nicaragua. Madrigal & Rojas (1981) realizaron una división de la llanura aluvial de San Carlos y el Atlántico en: zona más alta cerca de sus vértices en donde existe mayor influencia de roca volcánica in situ, y la zona baja donde esa influencia es menor y desaparece.

En algunos sectores hacia el norte de la Cordillera Central extensos abanicos de gravas cubren las formaciones volcánicas neógenas, mientras que algunos depósitos fluviales finos como en Puerto Viejo de Sarapiquí, con fuerte influencia volcánica, han sido datados como más antiguos que 40 000 años (Alvarado, 1990). De acuerdo con Madrigal & Rojas (1981), entre los abanicos aluviales al pie de la cordillera se encuentran los de los ríos: Chirripó-Sucio, Toro Amarillo, Destierro, Dos Novillos, Guacimito, Guácimo, Reventazón, Parismina, y Chirripó-Zent.

De acuerdo con Madrigal & Rojas (1981), en el sector de los abanicos aluviales del pie de monte de la cordillera, existe una dominancia de lahares y corrientes de lodo, lo cual hace que el terreno esté formado por gran cantidad de bloques de roca lávica, en una matriz arenosa o arcillosa. Las partes más distales generalmente muestran únicamente fracciones finas de rocas lávicas dentro de una matriz arcillosa.

Según Linkimer (2003), los depósitos en la planicie aluvial de la vertiente Caribe de los ríos Reventazón, Pacuare, Turrialba, Pejibaye, Tuis y Guayabo, generalmente están constituidos por partículas que varían en un amplio ámbito de granulometría, desde arcillas hasta arenas gruesas y bloques de tamaño métrico, y están relacionados con la actividad neotectónica de las fallas ubicadas en sus vecindades y la erosión del sistema montañoso.

Por otra parte, hacia el este en las Llanuras de Tortugero los depósitos son de tipo parálico, tal es el caso de algunos sectores al norte de Siquirres, donde se perforó una serie de capas de turbas de hasta 3 m de espesor, alternando con capas arcillosas y de cenizas, datadas en unos 2000 y 3370 años B.P., posiblemente asociadas con erupciones plinianas del volcán Turrialba (Obando & Soto, 1993). Además, de acuerdo con Madrigal & Rojas (1981), a lo largo de la mayor parte de la costa del Atlántico Norte se localizan depósitos con influencia marina, representados como cordones litorales y lagunas. Estos corresponden a rellenos de playa con fracciones líticas principalmente arenosas, con lentes de láminas delgadas de limos y arcillas intercaladas, sobre todo en las áreas cercanas a las bocas de los ríos.

#### **7.1.2. ASPECTOS GEOLÓGICOS LOCALES.**

De acuerdo con la información bibliográfica de la región, y con el levantamiento de campo realizado a lo largo de la traza del proyecto, se elaboraron los mapas geológicos locales para el AP y el AID, y su entorno inmediato (ver Anexo 7.3).



En el área del proyecto y alrededores se identificaron 6 unidades geológicas, cada una de ellas con características particulares a lo largo de la traza del proyecto, específicamente se definieron las unidades: Areniscas Fosilíferas, Conglomerados Sedimentarios, Carbonatos Arrecifales, Volcánicos Indiferenciados (Inconsolidados), Depósitos Aluviales Recientes, y Depósitos de Playa Recientes.

Durante el reconocimiento de campo se estudiaron un total de 21 afloramientos, así como 38 puntos de control geológico. Un resumen con las características generales de los afloramientos y de puntos de control estudiados, se presenta en los Cuadros 7.1 y 7.2, respectivamente.

Cuadro 7.1. Resumen con información general de afloramientos estudiados en el AP y alrededores.

Código	Coordenadas CRTM-05		Elevación (msnm)	Ubicación	Tipo de material	Unidad geológica
	N	E				
A-01	515185	1128984	265	Margen izquierda río Costa Rica	Aluvión	Depósitos Aluviales Recientes
A-02	515165	1127833	295	Margen izquierda río Costa Rica	Lahares	Volcánicos Indiferenciados
A-03	517401	1128792	269	Al sur de comunidad de Blanco	Lahares	Volcánicos Indiferenciados
A-04	519557	1128359	302	Margen izquierda río Toro Amarillo	Lahares	Volcánicos Indiferenciados
A-05	535009	1128283	126	Al sur de la ciudad de Guácimo	Aluvión	Depósitos Aluviales Recientes
A-06	544106	1123286	128	Al sureste de la ciudad de Pocora	Aluvión	Depósitos Aluviales Recientes
A-07	547902	1120581	135	Al oeste de comunidad de Herediana	Aluvión	Depósitos Aluviales Recientes
A-08	548291	1119920	140	Al oeste de la comunidad de Francia	Aluvión	Depósitos Aluviales Recientes
A-09	550057	1118288	151	Al sureste de la comunidad de Francia	Debris flow	Volcánicos Indiferenciados
A-10	551598	1117329	115	Margen derecha río Reventazón	Aluvión	Depósitos Aluviales Recientes
A-11	553937	1116082	105	Al sur de la ciudad de Siquirres	Conglomerados	Conglomerados Sedimentarios
A-12	554240	1115179	200	Al sur de comunidad Las Palmiras	Conglomerados	Conglomerados Sedimentarios
A-13	557735	1116736	105	Margen izquierda quebrada Leona	Conglomerados	Conglomerados Sedimentarios
A-14	563807	1116198	95	Margen izquierda río Cimarrones	Conglomerados	Conglomerados Sedimentarios
A-15	563985	1115789	85	Al sur de comunidad de Río Hondo	Conglomerados	Conglomerados Sedimentarios
A-16	606880	1105210	7	Junto al parque central de Limón	Carbonatos	Carbonatos Arrecifales
A-17	603523	1104243	28	Al sur de Pueblo Nuevo, Limón	Areniscas	Areniscas Fosilíferas
A-18	602012	1104039	54	Al sur del Empalme Moín, Limón	Carbonatos	Carbonatos Arrecifales
A-19	601733	1103970	17	Al sur del Empalme Moín, Limón	Carbonatos	Carbonatos Arrecifales
A-20	597565	1103938	56	Al suroeste de Sandoval	Conglomerados finos	Areniscas Fosilíferas
A-21	593438	1103529	27	Al noreste de la comunidad de Río Blanco	Areniscas	Areniscas Fosilíferas





Cuadro 7.2. Resumen con información general de puntos de control geológico en el AP y alrededores.

Código	Coordenadas CRTM-05		Elevación (msnm)	Ubicación	Tipo de material	Unidad geológica
	N	E				
PC-01	510959	1128420	256	Al suroeste del cruce a Río Frio	Aluviones	Depósitos Aluviales Recientes
PC-02	513906	1129052	216	Al suroeste de comunidad de Flores	Lahares?	Volcánicos Indiferenciados
PC-03	515157	1128618	247	Margen izquierda río Costa Rica	Aluviones	Depósitos Aluviales Recientes
PC-04	516890	1129044	254	Al sur de comunidad de Marina	Aluviones	Depósitos Aluviales Recientes
PC-05	517015	1128715	263	Al sur de comunidad de Marina	Aluviones	Depósitos Aluviales Recientes
PC-06	517362	1129019	265	Al suroeste de comunidad de Blanco	Aluviones	Depósitos Aluviales Recientes
PC-07	517452	1128672	250	Al sur de comunidad de Blanco	Aluviones	Depósitos Aluviales Recientes
PC-08	518674	1128549	289	Margen derecha quebrada Danta	Aluviones	Depósitos Aluviales Recientes
PC-09	522412	1128109	314	Al sur de la ciudad de Guápiles	Aluviones	Depósitos Aluviales Recientes
PC-10	523594	1127947	326	Al sureste de la ciudad de Guápiles	Aluviones	Depósitos Aluviales Recientes
PC-11	530181	1128434	244	Al suroeste de comunidad Fox Hall	Aluviones?	Depósitos Aluviales Recientes
PC-12	535594	1127578	135	Al sureste de la ciudad de Guácimo	Aluviones	Depósitos Aluviales Recientes
PC-13	541189	1124905	126	Al sur de comunidad de Irquois	Aluviones	Depósitos Aluviales Recientes
PC-14	542562	1124081	123	Al suroeste de la ciudad de Pocora	Aluviones	Depósitos Aluviales Recientes
PC-15	542590	1123409	135	Al suroeste de la ciudad de Pocora	Aluviones	Depósitos Aluviales Recientes
PC-16	544898	1121889	165	Al sur de comunidad de Destierro	Aluviones	Depósitos Aluviales Recientes
PC-17	546857	1120908	158	Al sur de comunidad de Babilonia	Aluviones	Depósitos Aluviales Recientes
PC-18	547414	1120180	157	Al oeste de comunidad de Herediana	Aluviones	Depósitos Aluviales Recientes
PC-19	552315	1117044	122	Al suroeste de comunidad de Brooklin	Lahares?	Volcánicos Indiferenciados
PC-20	552541	1116431	160	Al sur de comunidad de Broomlin	Lahares?	Volcánicos Indiferenciados
PC-21	557750	1116300	121	Margen izquierda de quebrada Leona	Conglomerados	Conglomerados Sedimentarios
PC-22	556120	1116750	103	Al suroeste de Monteverde	Conglomerados	Conglomerados Sedimentarios
PC-23	565613	1114340	98	Al norte de comunidad de Vegas	Conglomerados	Conglomerados Sedimentarios
PC-24	568883	1113965	44	Al noroeste de comunidad de Barbilla	Conglomerados	Conglomerados Sedimentarios
PC-25	575454	1110324	26	Al sur de comunidad B-Line	Aluviones	Depósitos Aluviales Recientes
PC-26	578816	1110530	25	Al norte de comunidad de Trinidad	Aluviones	Depósitos Aluviales Recientes
PC-27	579828	1108457	26	Al noroeste de comunidad de Zent	Aluviones	Depósitos Aluviales Recientes
PC-28	585836	1106948	18	Cercanías de comunidad de Toro	Aluviones	Depósitos Aluviales Recientes
PC-29	590111	1106307	27	Al suroeste de comunidad de Búfalo	Aluviones	Depósitos Aluviales Recientes
PC-30	606174	1104457	7	Cercanías de barrio Cieneguita, Limón	Arenas de playa	Depósitos de Playa Recientes
PC-31	605500	1105500	51	Cercanías de barrio Cerro Mocho, Limón	Areniscas	Areniscas Fosilíferas
PC-32	605977	1105780	33	Junto al Colegio Diurno de Limón	Areniscas	Areniscas Fosilíferas
PC-33	599670	1104387	17	Al oeste de comunidad de Buenos Aires	Aluviones	Depósitos Aluviales Recientes
PC-34	598190	1104925	16	Cercanías de comunidad de Sandoval	Aluviones	Depósitos Aluviales Recientes
PC-35	597760	1104247	20	Al suroeste de comunidad de Sandoval	Aluviones	Depósitos Aluviales Recientes
PC-36	597677	1104086	24	Al suroeste de comunidad de Sandoval	Areniscas	Areniscas Fosilíferas
PC-37	594320	1103758	20	Cercanías de comunidad de México	Aluviones	Depósitos Aluviales Recientes
PC-38	592645	1104546	39	Al sur de comunidad de Río Madre	Conglomerados	Conglomerados Sedimentarios
PC-39	592688	1105095	33	Al sur de comunidad de Río Madre	Aluviones	Depósitos Aluviales Recientes

Mientras que en el Anexo 7.3 se presentan los mapas geológicos locales propuestos para la zona de estudio, incluyendo la ubicación de afloramientos y puntos de control geológico del presente estudio, así como de los pozos y manantiales registrados en el AP y AID.

Por otra parte, en el Anexo 7.4 se presentan algunas secciones geológicas realizadas para diferentes sectores del proyecto, cuyas líneas de perfil se pueden observar en los mapas del Anexo 7.3. Además, en la Figura 7.2 se muestra la columna estratigráfica local propuesta para toda el área del proyecto.



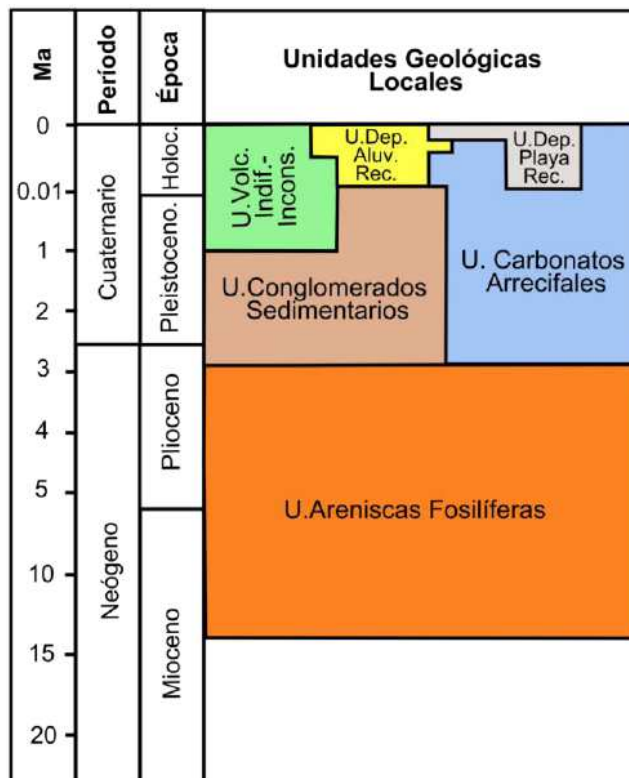


Figura 7.2. Columna estratigráfica local para el área del proyecto.

A continuación, se presentan las características principales de las principales unidades geológicas identificadas en la zona del proyecto y alrededores, de la más antigua a la más reciente:

- **Unidad Areniscas Fosilíferas.**

Esta unidad se encuentra aflorando en el sector este del proyecto, específicamente desde las cercanías de la comunidad de Río Blanco, hasta los alrededores de la ciudad de Limón. Presenta una influencia directa en el AP y AID, en los tramos entre Sandoval y Buenos Aires, y en el tramo final oriental del proyecto, específicamente desde el sur de Pueblo Nuevo hasta las cercanías del centro de Limón (ver Mapas Geológicos No.9 y 10; Anexo 7.3).

Morfológicamente se presenta con pendientes moderadas a fuertes (ver Anexo 7-A, Fotografías 1, 2 y 3), y corresponden a rocas sedimentarias tipo arenisca, de grano fino a grueso, masivas, de color gris hasta naranja, blandas a muy blandas, fuerte a completamente meteorizadas, con frecuentes fósiles y trazas, como conchas y bioturbaciones (ver Anexo 7-A, Fotografías 4, 5, 6, 7, 8 y 9). Ocasionalmente se observó alguna laminación difusa formada por capas milimétricas con restos de materia orgánica.



Estas rocas se observaron poco fracturadas, solo en algunos pocos afloramientos se identificaron fracturas, con espaciamentos mayores a 1,5 m, formado por estructuras sub verticales, abiertas, rugosas, y con continuidad moderada.

De acuerdo con las observaciones de campo, esta unidad presenta espesores mayores a los 100 m en el área del proyecto, y estarían subyaciendo parcialmente a las unidades Conglomerados Sedimentarios, Carbonatos Arrecifales, y Depósitos Aluviales Recientes.

Esta unidad se correlaciona con la Formación Río Banano, identificada por Denyer & Alvarado (2007) en el área de estudio, por lo que se considera con una edad del Mioceno Superior-Plioceno.

- **Unidad Conglomerados Sedimentarios.**

Esta unidad aflora en el área del proyecto, desde las cercanías de la ciudad de Siquirres hasta las cercanías de la comunidad de Río Blanco. Presenta una influencia directa en el AP y AID, en el tramo que va desde Siquirres hasta el sureste de la comunidad de Barbilla (ver Mapas Geológicos No.5, 6 y 7; Anexo 7.3), y desde la comunidad de Río Cedro hasta el sureste de la comunidad de Búfalo (ver Mapas Geológicos No.8 y 9; Anexo 7.3).

En los tramos mencionados la traza del proyecto se dispone al pie del escarpe tectónico, correspondiente a la falla Siquirres-Matina. Esta unidad se manifiesta con morfologías irregulares, con topografía moderada a ocasionalmente fuerte (ver Fotografías No.10 y 11, Anexo 7-A), con sectores escarpados por el fallamiento que afecta la zona (ver Anexo 7-A, Fotografías 12 y 39).

Litológicamente, corresponden a rocas sedimentarias de grano grueso, específicamente conglomerados, que en los afloramientos del área están formados por una matriz limo arcillosa, con algo de arena, de color café, firme a dura (consolidada), seca a húmeda, poco a moderadamente plástica, con fragmentos volcánicos heterogéneos, redondeados a sub redondeados, ocasionalmente sub angulares, con tamaños desde grava fina a gruesa, hasta bloques (<50 cm), con soporte principalmente por matriz (ver Anexo 7, Fotografías 14 y 15). En las cercanías de la ciudad de Siquirres (afloramiento A-11) se identificó un muy buen afloramiento de esta unidad, con espesor visible de más de 5 m (ver Anexo 7-A, Fotografías 16 y 17).

A lo largo del área del proyecto, esta unidad se presenta con un estado de meteorización intenso, compuesta superficialmente por suelos residuales y/o saprolitos, con espesores métricos (ver Anexo 7, Fotografía 13), o por rocas moderada a completamente meteorizadas.

Estas rocas se disponen de manera masiva, no se identificaron estructuras sedimentarias, ni tampoco se identificaron sistemas de fractura visibles, posiblemente debido al intenso estado de meteorización de los materiales en los afloramientos de la zona.

De acuerdo con las observaciones, de campo esta unidad presentaría espesores mayores a los 200 m en el área del proyecto, y estarían sobreyaciendo parcialmente a la Unidad Areniscas Fosilíferas, y



subyaciendo parcialmente a las unidades Volcánicos Indiferenciados-Inconsolidados y Depósitos Aluviales Recientes.

Esta unidad se correlaciona con la Formación Suretka, identificada por Denyer & Alvarado (2007) regionalmente en el área de estudio, por lo que su edad se considera Plioceno-Pleistoceno.

- ***Unidad Carbonatos Arrecifales.***

Se encuentra aflorando en el sector más oriental del proyecto, en algunos sectores de la ciudad de Limón y alrededores. Presentan una influencia directa en el AP y AID, en el tramo que va desde Buenos Aires hasta el extremo este del proyecto, en las cercanías del centro de Limón (ver Mapas Geológicos 9 y 10; Anexo 7.3).

Morfológicamente se presenta con topografías onduladas, con pendientes suaves a moderadas (ver Anexo 7-A, Fotografías 18 y 19). Litológicamente, corresponden a materiales carbonatados constituidos por arrecifes marinos. En varios sectores de la línea de costa en Puerto Limón, se pueden observar algunos afloramientos muy preservados de esta unidad, gracias al levantamiento de la plataforma coralina durante el terremoto de Limón de 1991 (ver Anexo 7-A, Fotografía No.20).

Por su parte en los sectores más alejados a la costa, los afloramientos corresponden a materiales en su mayoría completamente meteorizados hasta suelos residuales, donde se presentan fragmentos de calizas arrecifales, con tamaños desde grava fina a gruesa, hasta bloques (<20 cm), con un matriz limo arcillosa a arena arcillosa, de color café, media firme, con soporte variable tanto por matriz como por fragmentos (ver Anexo 7-A, Fotografías No.21, 22 y 23).

De acuerdo con las observaciones de campo se estima un espesor de más de 80 m para esta unidad en el área del proyecto, y estaría sobreyaciendo parcialmente a la Unidad Areniscas Fosilíferas, y subyaciendo parcialmente a las unidades Depósitos Aluviales Recientes y Depósitos de Playa Recientes.

Estos materiales se correlacionan con la Formación Limón, identificada por Denyer & Alvarado (2007) en el área de estudio, por lo que se considera con una edad del Plio-Pleistoceno al Reciente.

- ***Unidad Volcánicos Indiferenciados-Inconsolidados.***

Esta unidad se encuentra aflorando en el sector oeste del proyecto, desde el inicio en el cruce de Río Frío, hasta la comunidad de Siquirres. Localmente, presenta una influencia directa en el AP y AID, en un corto tramo entre las cercanías de la quebrada Danta (al sureste de Marina) y la margen izquierda del río Toro Amarillo (ver Mapa Geológico N°1; Anexo 7.3), así como en un tramo desde el suroeste de la comunidad de Francia hasta el sureste de la ciudad de Siquirres (ver Mapas Geológicos 4 y 5; Anexo 7.3).

En los tramos mencionados la traza del proyecto se dispone al pie del escarpe tectónico, correspondiente a la falla Guápiles-Guácimo (ver Anexo 7-A, Fotografía 27).



Estos materiales corresponden a los depósitos distales de los macizos volcánicos más orientales de la Cordillera Volcánica Central, específicamente de los volcanes Irazú y Turrialba, y quizás en alguna medida del volcán Barva. Litológicamente, corresponden a depósitos inconsolidados, en su mayoría lahares, y ocasionalmente algunos debris flows, los cuales presentan morfologías con formas onduladas y topografía moderada a fuerte (ver Anexo 7-A, Fotografías 24, 25, 26 y 34). Es posible que en algunos sectores se localicen algunas coladas de lava con espesores métricos, en especial en los sectores al sur de Guácimo, sin embargo, a nivel local en el AP y AID no se identificaron este tipo de materiales.

Los lahares están constituidos por fragmentos volcánicos heterogéneos (lavas), tamaño grava fina a gruesa, hasta bloques (<1 m), sub angulares a sub redondeados, blandos a duros, sanos a fuertemente meteorizados, con una matriz variable desde arcillosa hasta areno limosa, de color café, muy firme y compacta, con soporte en su mayoría por fragmentos, y ocasionalmente por matriz. En el afloramiento A-04, localizado cerca de la margen izquierda del río Toro Amarillo, se identificaron al menos 4 capas de lahares con espesores variables entre 1 y 1.5 m (ver Fotografías No.28, 29 y 30, Anexo 7-A).

Localmente, hacia el sur de la comunidad de Francia (afloramiento A-09), se observó un afloramiento de un aparente debris flow, constituido por una matriz limosa, de color café, con fragmentos homogéneos (lavas andesíticas), tamaño grava fina a gruesa, ocasionalmente guijarros-bloques (<40 m), angulares a sub angulares, ocasionalmente sub redondeados, sanas a ligeramente meteorizadas, duras, con soporte por matriz, y con disposición caótica (ver Anexo 7-A, Fotografías 31 y 32).

Estos materiales se consideran en términos generales blandos, moderada a fuertemente meteorizados, con disposición subhorizontal, e internamente caótica, y sin fracturamiento visible. Es común el desarrollo de suelos residuales por meteorización, con colores café hasta naranja.

Esta unidad ha sido formada, en su gran mayoría, por la acumulación de los materiales provenientes de las laderas inestables de los macizos volcánicos Irazú y Turrialba, los cuales descendieron en forma de avalanchas laháricas o de detritos, hasta acumularse en las partes más bajas. Estos eventos están relacionados con actividad eruptiva, sísmica, y la concurrencia de períodos de lluvias muy intensas.

De acuerdo con las observaciones de campo, esta unidad presentaría espesores mayores a los 150 m en el área del proyecto, y estarían sobreyaciendo parcialmente a la Unidad Conglomerados Sedimentarios, y subyaciendo a la Unidad Depósitos Aluviales Recientes en el sector de la llanura aluvial.

Esta unidad se correlaciona con la Unidad Vulcanismo Calco-Alcalino del Pleistoceno, identificada por Denyer & Alvarado (2007), correspondiente a productos de la Cordillera Volcánica Central. Debido a lo anterior su edad se considera del Pleistoceno.



- **Unidad Depósitos Aluviales Recientes.**

Esta corresponde a la unidad sobre la cual se dispone la mayor parte del AP y AID, debido a su ubicación geomorfológica en la Vertiente Caribe, donde se dispone un complejo sistema de drenaje de ríos y quebradas, que escurren de manera generalizada perpendicular a la traza del proyecto (ver Mapas Geológicos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10; Anexo 7.3).

Están formados por depósitos inconsolidados de los principales ríos que drenan el área, y se caracteriza por presentar una topografía plana (ver Anexo 7-A, Fotografías 3, 12, 33, 34, 36, 38, 39 y 40), ocasionalmente ligeramente ondulada (ver Anexo 7-A, Fotografía 37), además de algunas morfologías de terrazas en las márgenes de algunos ríos (ver Anexo 7-A, Fotografías No.35).

Esta unidad aflora en la mayor parte del AP y AID, con excepción del extremo más oriental del proyecto en la ciudad de Limón, desde la comunidad de Buenos Aires hasta la ciudad de Limón (ver Mapas Geológicos No.9 y 10; Anexo 7.3), además de algunos tramos localizados del proyecto ubicados en el límite de esta unidad con las rocas de los sectores montañosos, donde comparte influencia con las unidades Volcánicos Indiferenciados-Inconsolidados (ver Anexo 7-A, Fotografías 27 y 36), Conglomerados Sedimentarios (ver Anexo 7-A, Fotografía 12 y 39), y Areniscas Fosilíferas (ver Anexo 7-A, Fotografía 3). En estos últimos casos, la zona escarpada que marca el cambio del sector montañoso a zona plana, estaría relacionado con la traza del sistema de falla Guápiles-Guácimo y Siquirres-Matina.

Litológicamente, se encuentra constituida por materiales aluviales con granulometrías variables, desde finas hasta gruesas. En el caso de los materiales gruesos, estos están conformados principalmente por fragmentos heterogéneos, de origen volcánico en el sector oeste del proyecto (lavas), de origen sedimentarios en el sector este (areniscas, conglomerados, lutitas y carbonatados), y muy ocasionalmente de origen intrusivo, con tamaños desde grava fina a gruesa, hasta bloques (<1,10 m), sub angulares a redondeados, duros, sanos a ligeramente meteorizados, con una matriz principalmente arenosa con trazas de limo, ocasionalmente limosa, de color café, densa, con soporte por fragmentos (ver Anexo 7-A, Fotografías 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47 y 48).

Por su parte los depósitos aluviales finos identificados, están conformados por materiales limo arcillosos, de color café, firmes, poco húmedos, moderadamente plásticos, con ocasionales fragmentos con tamaños desde grava fina a gruesa, hasta bloques (<50 cm), heterogéneos (volcánicos y sedimentarios), sanos a ligeramente meteorizados, duros, con soporte por matriz, y ocasionales trazas de materia orgánica (ver Anexo 7-A, Fotografías No.49 y 50).

De acuerdo con las observaciones de campo, esta unidad se presentaría con espesores variables en el área del proyecto, desde unos pocos metros, hasta algunas decenas de metros, y su edad se considera Cuaternaria. Además, se encuentra sobreyaciendo parcialmente a las unidades: Areniscas Fosilíferas (sector este del proyecto), Conglomerados Sedimentarios (sector este del proyecto), Carbonatos Arrecifales (sector este del proyecto), y Volcánicos Indiferenciados-Inconsolidados (sector oeste del proyecto). Así mismo, se correlaciona con la Unidad Depósitos Inconsolidados del Cuaternario, identificada por Denyer & Alvarado (2007) en la mayor parte del área de estudio.



- **Unidad Depósitos de Playa Recientes.**

Esta unidad se presenta con una influencia menor en el AID hacia el extremo este del proyecto, en la zona costera de la ciudad de Limón, específicamente en el sector de Cieneguita (ver Mapa Geológico No.10; Anexo 7.3). Corresponden a depósitos de playa formados por arenas finas a medias, de color gris, sueltas, que constituyen zonas relativamente planas con alguna leve pendiente en la zona intermareal (ver Anexo 7-A, Fotografías 51 y 52).

Según las observaciones de campo, esta unidad se presentaría con espesores variables en el área del proyecto, que se estiman mayores a los 3 m, y su edad se considera Cuaternaria. Además, estaría sobreyaciendo parcialmente a las unidades Carbonatos Arrecifales y Depósitos Aluviales Recientes. Esta unidad se correlaciona con la Unidad Depósitos Inconsolidados del Cuaternario, identificada por Denyer & Alvarado (2007) en la el área de estudio.

### **7.1.3. ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y EVALUACIÓN.**

En términos generales en el caribe de Costa Rica existe un sistema compresivo compuesto por fallas inversas y pliegues, que forman parte del llamado Cinturón Deformado del Norte de Panamá, el cual bordea el litoral caribe de este último país, y se continúa en Costa Rica hasta cerca de puerto Limón. En este lugar, el cinturón cambia de rumbo y entra dentro de la región central de Costa Rica, donde existe un sistema de fallas y pliegues que recibe el nombre de Cinturón Deformado del Centro de Costa Rica. Ambos cinturones de fallas y pliegues constituyen los límites norte y oeste de la microplaca de Panamá con respecto a la placa del Caribe.

De acuerdo con Montero (2000b), las características del fallamiento y del plegamiento que existen en la zona límite entre la microplaca de Panamá y la placa Caribe, sugieren un movimiento relativo entre el norte y el este-noreste de la parte sur de Costa Rica con respecto al sector norte, lo cual origina compresión tanto en el sector norte de la Cordillera Volcánica Central, como a lo largo del margen caribe hacia el sureste de puerto Limón. Esto ocurre en fallas de movimiento horizontal predominantemente izquierdas de rumbo NE a E-NE y derechas de rumbo NW, inversas de rumbos W-NW a W y en pliegues de rumbos similares. Además, algunas fallas normales con rumbos cercanos al norte también contribuyen al proceso de interacción tectónica.

En los mapas de los mapas de los Anexos 7.2 y 7.3, se puede observar la distribución de las principales estructuras identificadas en el AP y AID, incluyendo contactos geológicos, fallas activas e inactivas, y pliegues.

Hacia el flanco norte del volcán Irazú se han identificado varias fallas activas, las principales corresponden a las fallas de rumbo NW Río Sucio, Alto Grande, Blanco y Blanquito. Estas fallas se proyectarían hacia el norte hasta colindar con una serie de escarpes de rumbo WNW que bordean el sector norte de la Cordillera Volcánica Central en su contacto con la llanura aluvial, los cuales se han interpretado como la expresión morfológica de fallas inversas, entre las que se tienen las fallas Guápiles y Guácimo. La inclinación del plano de falla en este sistema, presentaría una dirección SSW. De acuerdo con Denyer et al. (2013), algunos sismos superficiales han sido localizados al sur de estas



fallas inversas. Justo en el sur de este sistema de falla inverso, se han identificado algunos pliegues anticlinales con su eje paralelo al sistema de falla, lo que indicaría su relación directa con el fallamiento en el sector.

Las fallas inversas de Guápiles y Guácimo, presentan continuidad hacia el este con las fallas inversas de Siquirres y Matina. Estas últimas corresponden a una serie de escarpes de rumbo cercano al E-W que se presentan entre las ciudades del mismo nombre, y que de igual manera se relacionan con fallamiento inverso, y representan junto con las fallas Guápiles y Guácimo el límite entre las llanuras del norte de Limón y la zona montañosa al sur (Denyer et al., 2013). Según Denyer et al. (2013), posterior al terremoto de Limón del 7 de enero de 1953 (M 5.9) se detectaron levantamientos en esta región; igualmente, después del terremoto de Limón del 22 de abril de 1991, hubo sismos localizados en esta zona con movimiento de falla inversa, lo que indica que este es un sistema de falla activo.

El sistema de falla Siquirres-Matina continúa hacia el este hasta las cercanías de puerto Limón, donde intercepta a la falla Río Blanco, y se ramifica en un sistema de fallamiento inverso cambiando su rumbo al NW y su dirección de inclinación hacia el SW, sistema que se conoce como Cinturón Deformado del Norte de Panamá-Limón. Este sistema se dispone mar adentro, y en menor medida tierra adentro, y siempre paralelo a la costa caribeña.

La falla Río Blanco presenta un rumbo general NE, y se considera como una falla de desplazamiento de rumbo tipo sinistral con componente normal.

Además, de acuerdo con Denyer et al. (2013), hacia el sur de la ciudad de Limón se presenta una estructura de falla activa con rumbo NE, que se ha interpretado como una falla de desplazamiento de rumbo tipo dextral, la cual presentaría poca continuidad, al menos en superficie.

En el sector montañoso localizado hacia el norte del sistema de falla Siquirres-Matina, se localizan una serie de fallas y pliegues anticlinales que se consideran paleo tectónicos, las fallas presentan orientaciones principalmente NW, y en menor medida NE, mientras que los pliegues presentan orientación de su eje en dirección NW, y ocasionalmente E-W. De acuerdo con Denyer et al. (2013), entre los pliegues anticlinales inactivos se pueden mencionar el anticlinal de Peralta y de Túnel, a unos 8 km hacia el SW de la ciudad de Siquirres. De igual manera, Denyer et al. (2013) identifican la presencia de fallas a lo largo de los ríos Reventazón, Pacuare, y Chirripó, que culminan en la traza de la falla Siquirres-Matina, las cuales son consideradas como paleo tectónicas.

En la ciudad de Limón y hacia el sector NW, se han identificado al menos dos pliegues, específicamente el anticlinal Limón y el sinclinal Limoncito, los cuales presentan una orientación de su eje más o menos hacia el NW. De igual manera a unos cuantos kilómetros hacia el SW de la ciudad de Limón se localizan algunos otros pliegues, con orientación de sus ejes un poco más hacia el E-W, entre los que se tiene el anticlinal Victoria.

El AP y AID se disponen de manera sub paralela a la traza del sistema de fallas activas Guápiles-Guácimo y Siquirres-Matina, a una distancia variable prácticamente en toda su extensión, el cual muy





localmente estaría interceptando ciertos sectores del proyecto, al igual la falla Río Blanco en las cercanías de la comunidad de Liverpool.

A pesar de lo anterior, no se realizó el "Protocolo para Fallas Geológicas Activas" de SETENA en ningún sector del proyecto, debido a que se considera que el AP se dispone sobre un área previamente impactada con la construcción de la carretera actual, y a la vez porque la traza del proyecto se encuentra de alguna manera condicionada espacialmente a su ubicación actual, tomando en consideración que una reubicación del sitio a sectores más alejados a las trazas de las fallas, podría generar un mayor impacto por otro tipo de amenazas identificadas en la zona, tales como deslizamientos (en zonas montañosas), inundación y licuefacción de suelos (en zonas planas). Por lo que se deberán tomar todas las medidas de diseño constructivo, que permitan mitigar el impacto a las obras en los sectores más vulnerables a este tipo de estructuras geológicas.

Tal como se verá en la Sección 7.3.5, los antecedentes históricos recientes, indican que las principales amenazas geológicas en el área del proyecto, en términos generales lo constituyen los fenómenos de inundación y licuefacción de suelos; este último relacionado con sismos.

#### **7.1.4. MAPA GEOLÓGICO DEL AP Y AID.**

Tal como se mencionó en la Sección 7.1.2, en el Anexo 7.3 se presentan los mapas geológicos locales propuestos para el AP y AID, y su entorno inmediato, incluyendo la ubicación de afloramientos y puntos de control geológico del presente estudio, así como de algunos recursos del medio físico geológico existentes en la zona, tales como: manantiales y pozos

Por su parte, en el Anexo 7.4 se presentan algunas secciones geológicas para diferentes sectores del proyecto, cuyas líneas de perfil se pueden observar en los mapas del Anexo 7.3. Además, en la Figura 7.2 se muestra la columna estratigráfica local propuesta para el área del proyecto.

#### **7.1.5. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA.**

Esta sección se encuentra en proceso de estudio en campo por parte del contratista de la obra ya que no se ha dado el aval correspondiente para la ejecución de los estudios. Por lo general, por ser una obra ubicada en suelos modificados y con muchos años en uso, se han estabilizado las condiciones geotécnicas de los suelos, manteniendo condiciones estructurales para posibles proyectos de ampliación o de rehabilitación.

La información correspondiente a las características geotécnicas del AP será aportada una vez obtenidos los resultados de los estudios pertinentes por parte de la empresa constructora y anexada en el [anexo 7](#).

#### **7.1.6. ESTABILIDAD DE TALUDES.**

La información sobre la estabilidad de taludes está en proceso de obtención por parte de la empresa constructora, una vez alcanzados los resultados se estarán incorporando a este estudio en el [anexo](#)



7. Al igual que las características geotécnicas, los taludes presentes en las zonas del proyecto han manifestado estabilidad durante el funcionamiento de la actual ruta 32: tramo ruta nº4 a Limón.

## 7.2. GEOMORFOLOGÍA.

### 7.2.1. DESCRIPCIÓN GEOMORFOLÓGICA REGIONAL.

Debido a la extensión del proyecto, regionalmente el AP y el AID se localizan dentro una amplia diversidad de geoformas, y de acuerdo con el Mapa Geomorfológico de Costa Rica realizado por Madrigal & Rojas (1981), geomorfológicamente corresponde con Formas de Origen Volcánico, Formas de Sedimentación Aluvial, Formas de Origen Tectónico y Erosión, Formas Litorales de Origen Marino y Formas Originadas por Remoción en Masa.

Las unidades geomorfológicas con mayor influencia en el proyecto, corresponden a las relacionadas a Formas de Sedimentación Aluvial, Formas de Origen Volcánico, y Formas de Origen Tectónico y Erosión. En el Anexo 7.5 se presenta el Mapa Geomorfológico Regional propuesto para el AP y AID.

A continuación, se presentan las características principales de las unidades geomorfológicas identificadas por Madrigal & Rojas (1981) a nivel regional en el AP y alrededores, agrupadas con base en su origen:

- **Formas de Origen Volcánico.**

#### - Unidad Volcán Barva.

El macizo se extiende en una dirección norte-sur, y su cima está completamente ubicada hacia el sur de toda la unidad. Sus laderas del sur llegan hasta el piso del Valle Central y por el norte hasta las llanuras de San Carlos y Atlántico.

Sus laderas tienen pendientes muy variadas pero la zona correspondiente a la cuenca del río Patria muestra una dominancia de pendientes de más de 45°. Este río Patria corresponde al límite con el macizo del volcán Irazú, mientras que el límite con el volcán Poás lo constituyen los ríos Sarapiquí y Tambor. En la cima del volcán se observan unos 10 pequeños conos y cráteres, algunos de los cuales están ocupados por lagunas, como la Laguna Danta y la Laguna Barva.

Como parte de esta unidad, se han incluido otros cerros también de origen volcánico como el Chompipe, Delicias, Turó, Caricias, Zurquí, Hondura, Achiotal y Cacho Negro.

La forma del macizo del Barva se debe en su gran mayoría a la actividad volcánica, sin embargo, el área correspondiente a las cuencas de los ríos Patria y General, presenta evidencias claras de fuerte erosión.



#### **- Unidad Volcán Irazú.**

Su forma está alargada en sentido norte-sur, por el norte llega hasta la llanura de San Carlos-Atlántico, y por el sur baja hasta el piso del Valle Central. Sus laderas tienen todo tipo de pendientes, pero las áreas correspondientes a parte de las cuencas de los ríos Toro Amarillo, Corinto, Sucio y Patria, muestran una dominancia de pendientes mayores. Los contornos de las lomas son redondeadas debido al grueso espesor de cenizas recientes que cubre casi todo el macizo.

Un cono prominente al norte del cráter principal es el cerro Alto Grande, mientras que hacia el sur existe una serie de pequeños conos secundarios, entre ellos el Pasquí y el Noche Buena, este último un frente de lava. Los cerros Pico de Piedra y Cabeza de Vaca, ubicados hacia el oeste, corresponderían a cúmulos de lava.

La máxima elevación del macizo del Irazú es de 3432 m.s.n.m., pero el borde del cráter activo está a 3340 m.s.n.m., este cráter tiene una forma casi circular, con 250 m en dirección E-W y 450 m en dirección NE, y su profundidad desde su borde es de aproximadamente 90 m. Hacia el este se encuentra otro cráter inactivo con 400 m de diámetro y casi circular, cuya profundidad es de 76 m. La forma de la unidad como un todo es el resultado de la acumulación de rocas volcánicas de diferente tipo. La erosión únicamente ha formado parte en el labrado del sistema de drenaje, el cual en su totalidad es de carácter radial. La vertiente norte tiene mayor cantidad de terreno con pendientes escarpadas, como consecuencia de la mayor precipitación que recibe.

#### **- Unidad Volcán Turrialba.**

Constituye un macizo de 3329 m.s.n.m., la cima está 129 m más alta que el borde de los cráteres. Existen tres cráteres bien definidos con actividad fumarólica, el central que es el de mayor profundidad, tiene aproximadamente 50 m. Las laderas del macizo tienen pendientes de fuerte a escarpadas en el lado norte, y más moderadas en el lado este. Los espacios interfluviales son amplios, de unos 200 m o más.

Al NE, a unos 5 km del cráter principal, se ubica un cerro sin nombre, el cual tiene características morfológicas que lo hacen verse como un antiguo volcán, sobre todo en las laderas del norte y del noreste, en donde se identifican algunas coladas muy superficiales.

El estado actual de la unidad es ocasionado por la acumulación de diversas rocas volcánicas. La erosión únicamente ha ocasionado la formación de vías de drenaje, muchas de ellas muy profundas y con laderas escarpadas.



- **Formas de Sedimentación Aluvial.**

**- Unidad Pantano permanente o temporal.**

Esta unidad no constituye un solo bloque, sino que está esparcida en todo el país, sin embargo, en el área de estudio presenta alguna influencia en tramo final oriental del proyecto, específicamente en gran parte de la costa caribeña hacia el NW de la ciudad de Limón, y en menor medida hacia SE.

Constituye zonas de terreno plano, suelen tener un micro relieve de pequeñas ondulaciones, y en general son áreas localizadas a baja altura.

Esta unidad está formada por un relleno de fragmentos líticos muy finos, con dominancia de arcilla y limo, y pequeños lentes arenosos. Por lo general son rellenos originados por aportes fluviales.

**- Unidad Llanura aluvial de San Carlos y el Atlántico.**

Se incluye aquí la llanura al norte de Puerto Limón hasta la frontera, salvo pequeñas interrupciones de otras unidades, también se incluyen las llanuras de Sarapiquí, Río Cuarto, Aguas Zarcas y La Fortuna. Algunas áreas de esta unidad se ha considerado conveniente subdividirlas de la siguiente manera: a) sección distal de una coalescencia de abanicos aluviales, b) parte de llanura aluvial que cerca de la costa puede tener influencia marina en la formación de sus suelos.

Se incluye aquí una serie de abanicos aluviales al pie de la Cordillera Volcánica Central, los cuales, con excepción de algunas unidades (abanico aluvial del río Chirripó-Sucio, abanico aluvial del río Toro Amarillo, abanico aluvial del río Reventazón, y abanicos aluviales de los ríos Chirripó y Zent), no han sido denominados independientemente. Realmente la unidad ha sido dividida en las subunidades mencionadas anteriormente, y en la zona de abanicos, que a su vez representa una subdivisión: la zona más alta cerca de sus vértices en donde la mayor influencia de roca volcánica in situ, y la zona baja donde esa influencia es menor y desaparece.

Una serie de ríos que bajan de la cordillera, tales como el Destierro, Novillos, Parismina, Guacimito y Guácimo, han dado a la formación de abanicos aluviales, los cuales junto con los de las unidades: abanico aluvial del río Chirripó-Sucio, abanico aluvial del río Toro Amarillo, abanico aluvial del río Reventazón, y abanicos aluviales de los ríos Chirripó y Zent; han contribuido a desarrollar un verdadero pie de monte.

Su forma es en conjunto plano, paralela a la cordillera, con una pendiente de 6° (11%) en la sección alta, mientras que en la parte baja la pendiente es de 1° a 2° (1-3%). Ésta pendiente está dirigida siempre en forma general de menos de 0° (1%), o sea un promedio de 3,5 cm por cada 100 m de distancia. El corte de los ríos efectuado en la zona alta de los abanicos, es profundo y de laderas verticales. La superficie de los abanicos es plana, con muchas vías de drenaje superficial de pocos metros de corte. Los espacios interfluviales son angostos, no mayores de 200 m.



La llanura y los abanicos se confunden imperceptiblemente, los cauces principales que cortan la llanura tienen un valle ancho, con orillas casi siempre de 1 a 2 m sobre el nivel del río, y su patrón de drenaje es meándrico. Como consecuencia de su escasa pendiente, la presencia de terrenos pantanosos es frecuente, lo cual se pone de manifiesto sobre todo cerca de la costa, en cuya cercanía abundan los terrenos de mal drenaje.

Tanto la llanura como la sección distal, presentan una superficie plana, que en algunos sitios es ligeramente ondulada. En gran parte, esta ondulación es ocasionada por un paleo-relieve que corresponde con tobas y corrientes de lodo en mayor grado de meteorización que las rocas superficiales, y que tienen por efectos de erosión la forma de lomeríos bajos, sobre los cuales se depositaron materiales aluviales recientes.

La monotonía de la llanura es interrumpida en las vecindades de los ríos por un microrelieve producto de la erosión y de la depositación fluvial; también se observan abundantes canales abandonados. Más al norte del río Parismina afloran en la llanura pequeñas colinas de roca volcánica, que pertenecen a la Unidad Cerros y Colinas del Vulcanismo Intragraben.

La parte de la llanura separada como "parte de llanura aluvial que cerca de la costa puede tener influencia marina en la formación de sus suelos", puede mostrar en sus suelos cierto grado de salinidad debido a que, por su reciente formación y vecindad con el océano, todavía puede permanecer dentro del terreno algo del contenido salino. Esta parte de la llanura debe haberse originado por un relleno que se efectuó en parte en agua del mar. Sin embargo, las últimas capas pueden haber sido sedimentadas en ambiente totalmente continental.

Tanto los abanicos como la llanura en sí, han sido originados por el aporte enorme que en épocas pasadas hacían los ríos que llegan a esa zona. El relleno en su inicio debe haberse efectuado dentro de la llamada Fosa de Managua, que estaba ocupada por el Mar Atlántico, y con el transcurso del tiempo, ésta fue totalmente rellena en el área correspondiente a nuestro territorio.

#### **- Unidad Abanico aluvial del río Chirripó-Sucio.**

Se localiza al norte del país, al pie de los macizos volcánicos Barva e Irazú, limita en su parte baja con la llanura atlántica (Unidad Llanura aluvial de San Carlos y el Atlántico), de la cual forma parte. Su vértice se encuentra a unos 2 km aguas debajo de la confluencia de los ríos Patria y Sucio. Restos del abanico se encuentran a unos 50 m sobre el nivel actual del río.

Su extensión se estima en 14 km y su ancho máximo en 16 km, su pendiente desde el vértice hasta el final es de 1° a 2° (1-3%). Su superficie es plana, con excepción de donde es cortada por los ríos, donde sus laderas son casi verticales. Los espacios interfluviales son amplios (más de 200 m).

Los materiales presentes son productos de lahares y corrientes de lodo, aunque pueden observarse bloques de lava andesítica dentro de una matriz arcillosa. En su formación han tomado parte los ríos Puerto Viejo, Sucio, Chirripó, Corinto y las quebradas del área. Hacia el este se une con el abanico del río Toro Amarillo.



#### **- Unidad Abanico aluvial del río Toro Amarillo.**

Su vértice se localiza a unos 10 km al sur de la ciudad de Guápiles, aunque podrían considerarse varios vértices, es decir que el abanico en realidad está formado por la unión de otros más pequeños. Su mayor longitud es de unos 16 km y su ancho máximo de 14 km, su pendiente es como promedio de 1° a 2° en la zona baja, con pendientes máximas promedio de 4° (6%) en la zona alta. Su superficie es plana y los ríos que la cortan presentan laderas casi verticales.

Cerca de su vértice y en los alrededores de Guápiles, abundan grandes bloques de lava, mientras que, en su sección más distal, las fracciones son del tipo de arenas más finas. La composición de los fragmentos es de tipo andesítica.

El abanico es el resultado del aporte de aluvión por parte de los ríos: Costa Rica, Blanco, Toro Amarillo y de algunas otras quebradas. Los fragmentos rocosos provienen de los macizos volcánicos del Irazú y del Turrialba.

#### **- Unidad Valle de Turrialba.**

Esta unidad contiene a la ciudad de Turrialba, y se presenta con una forma alargada en sentido N-S. Se encuentra bordeada por terrenos de origen volcánico, salvo hacia el sur que bordea rocas sedimentarias. Su superficie presenta un suave declive hacia el sur, y se observan cauces abandonados y acumulaciones de aluvión.

El relleno aluvional que constituye esta unidad es el resultado de la erosión de las faldas del volcán Turrialba y del Irazú. La zona sur ha sido influenciada por rocas traídas por los ríos Reventazón, Pejiballe, Atirro y Tuis; algunos de los cuales aportan rocas sedimentarias.

Realmente el relleno ha sido originado por el aporte de los ríos mencionados, pero la depresión que rellenó es una configuración natural que se formó por el continuo aporte de rocas volcánicas contra los cerros del sur. Por lo que aún permanece expuesto, esta unidad no es un valle en el sentido geomórfico estricto, es un simple relleno de aluvión ubicado entre montañas.

#### **- Unidad Abanico del río Reventazón.**

Esta unidad se localiza a unos 6 km hacia el oeste de la ciudad de Siquirres. Su pendiente es de unos 6° (10%) cerca de su vértice, el cual se ubica a unos 7 km hacia el SW de la estación del ferrocarril llamada Junta. Su superficie es plana y poco disectada por cauces.

El relleno está formado por fragmentos de rocas sedimentarias y volcánicas. Cerca del vértice, que se encuentra a unos 30 m sobre el nivel actual del río, los fragmentos corresponden con bloques, y disminuyen de tamaño hacia la sección distal.

Su origen son los aportes efectuados por el río Reventazón, y es probable que los aportes del río fueran ayudados por corrientes de lodo originadas en las faldas del cerro Roca.



#### - Unidad Abanicos de los ríos Chirripó y Zent.

Se localizan a unos 30 km al oeste de la ciudad de Limón. Su forma es bastante típica, aunque sea de carácter pequeño, sin embargo, es difícil realizar una delimitación muy exacta debido a la transición casi imperceptible hacia la llanura y sección distal. Su pendiente es muy suave, menor a los 2°.

Todo el relleno de este abanico está compuesto de fragmentos de rocas sedimentarias, tales como: areniscas, conglomerados, lutitas y algunos fragmentos de caliza, y en alguna medida fragmentos ígneos. El tamaño de los fragmentos es predominantemente fino, con algunos tamaños tipo grava. Ambos ríos serían los responsables de la construcción de esta forma, quizás las entradas del vértice hacia la zona de montaña, puedan estar relacionadas con la presencia de fallas.

#### - Unidad Llanura aluvial de los ríos Banano y Limoncito.

Esta unidad se localiza a unos 11 km hacia el SW de Puerto Limón, y corresponden a los pequeños llanos aluviales de los ríos Banano y Limoncito, los cuales están formados por una superficie plana y ligeramente acanalada por los cauces antiguos abandonados.

El relleno que constituye esta unidad corresponde a un conjunto de fragmentos de diverso tamaño, compuesto por rocas principalmente sedimentarias. El tamaño de los fragmentos disminuye al alejarse del pie de ladera o de los cauces actuales. Principalmente en el valle de la Estrella, las fracciones son finas, limosas y arcillosas con lentes de arena.

El origen de esta unidad es aluvial, y puede existir alguna influencia de corrientes de lodo. La penetración de los vértices y resto de las formas dentro del área montañosa, se debe a la presencia de aspectos estructurales como fallas y pliegues.

- *Formas de Origen Tectónico y Erosión.*

#### - Unidad Cordillera de Talamanca.

Constituye el eje del país desde la parte central hasta la frontera con Panamá, ocupa aproximadamente la mitad sur del país, internándose en territorio panameño. Su máxima longitud es de unos 180 km desde el río Candelaria hasta el cerro Pando en la carretera. Su ancho máximo es de 80 km, y su máxima elevación es el Cerro Chirripó con 3820 m.s.n.m., presenta valles profundos con laderas de pendiente fuerte. Sus divisorias son fangosas, y su estructura es complicada por la presencia de pliegues y fallas, tal es el caso de las cercanías de Limón.

El flanco sur es más abrupto que el norte que cae al Atlántico, hacia el Valle del General éste sirve de límite entre ella y la Cordillera Costeña, pero hacia el norte, la separación de ambos es sumamente difícil ya que sus formas se unen y se pierde la identidad de cada una.





#### - Unidad Lomeríos Bajos.

Esta unidad se encuentra cubriendo la Ciudad de Puerto Limón, incluyendo los cerros que se extienden hacia el oeste por unos 5 km. Corresponden a lomas de contorno suave, con pendiente no mayores a 20° (36%), sus vías de drenaje superficial son escasas, indicando la buena permeabilidad de los terrenos.

Hacia el lado cercano a la carretera a Portete, se observan algunos pequeños sumideros, lo cual indica la presencia de rocas calcáreas. El origen de esta unidad se debe al levantamiento, plegamiento y posterior erosión diferencial de las rocas. La erosión puso en evidencia las formas de los pliegues y la meteorización originó el leve karst de las calizas.

#### - Unidad Cerros y lomas de pendiente regular.

Esta unidad se localiza al suroeste de Limón, limitando con el río Banano, y se observan como lomas con contornos redondeados hacia el este, con muchas laderas escarpadas con pendientes mayores a 30°. Los espacios interfluviales son por lo general angostos y no aprovechables. Debe su origen al plegamiento, ascenso y erosión de las rocas.

- *Formas Litorales de Origen Marino.*

#### - Unidad Cordones litorales y lagunas del Atlántico Norte.

Se localizan desde la desembocadura del río Moín hasta más allá de la Frontera Norte. En este sector, la playa se encuentra en su forma natural como parte de un relleno litoral, que tierra adentro está seccionada y limitada por un canal o laguna litoral. Su extensión es de unos 85 km con un ancho máximo de 1200 m, al norte de las Bocas del Matina y Parismina.

Su altura promedio es de 5 m, y su superficie es plana horizontal. Los canales, como el llamado Laguna del Tortuguero, tienen un ancho máximo de 350 m, frente al caserío de igual nombre. Muchos de esos canales se continúan tierra adentro con terrenos pantanosos.

Los cordones litorales son un relleno de playa, y por consiguiente las fracciones líticas más abundantes son las arenas, con lentes y láminas delgadas de limos y arcillas que se intercalan, sobre todo en las áreas cercanas a las bocas de los ríos.

Su origen se debe a la interrelación de las corrientes marinas litorales y los fragmentos líticos que son arrastrados por ellas. Estas partículas se mueven paralelas a la costa y son depositadas, con el tiempo el relleno crece y emerge. A partir de ese momento gana altura por el acarreo de partículas por el viento, y a consecuencia de lo anterior, queda separado un brazo de mar que se transforma en el canal o laguna litoral.



- **Formas Originadas por Remoción en Masa.**

#### - Unidad Deslizamiento en Lajas y Chitaría de Peralta (Semiactivos).

Se localizan en el valle medio del río Reventazón, al este de la ciudad de Turrialba, donde se la presencia de lomas transversales a la pendiente, con superficie del terreno muy irregular y desordenada, con drenajes ajustados a un patrón definido.

Litológicamente corresponden con rocas volcánicas y lahares, descansando sobre rocas sedimentarias. El origen de estos deslizamientos se debe a la presencia de rocas sedimentarias muy arcillificadas sobre las que descansan rocas volcánicas y lahares.

#### 7.2.2. DESCRIPCIÓN GEOMORFOLÓGICA LOCAL.

De acuerdo con la información existente de la región, y con el reconocimiento de campo realizado a lo largo de la traza del proyecto, se definió la geomorfología local para el AP y AID, y su entorno inmediato. Las unidades geomorfológicas con influencia en el proyecto, corresponden a Formas de Origen Volcánico, Formas de Origen Tectónico y Erosión, Formas de Origen Aluvial, y Formas Litorales de Origen Marino.

Específicamente, en el área del proyecto y alrededores se identificaron 8 unidades geomorfológicas, cada una de ellas con características particulares a lo largo de la traza del proyecto, específicamente se definieron las unidades: Laderas Volcánicas con Pendiente Moderada, Laderas con Pendiente Ligera a Moderada, Laderas con Pendiente Moderada a Fuerte, Lomeríos Bajos de Limón, Escarpe de Falla, Llanura Aluvial Atlántica, Cañones Fluviales Profundos, y Cordones Litorales.

En el Anexo 6 las se presentan los mapas geomorfológicos locales propuestos para el AP y AID, y su entorno inmediato. Además, como complemento del análisis geomorfológico local del proyecto, se elaboraron los mapas de pendientes para el AP y AID, y su entorno inmediato, los cuales pueden observarse en el Anexo 7.7.

Por su parte, a continuación, se presentan las características principales de las unidades geomorfológicas identificadas en el AP y AID durante el presente estudio, agrupadas con base en su origen:

- **Formas de Origen Volcánico**

#### - Unidad Laderas Volcánicas con Pendiente Moderada.

Corresponde a las laderas formadas por materiales volcánicos, las cuales se disponen en el sector occidental del proyecto, desde el inicio de la traza en el cruce de Río Frío, hasta el sector sur de la ciudad de Siquirres (ver Anexo 7, Mapas Geomorfológicos No.1, 2, 3, 4 y 5; Anexo 6). Se caracteriza por presentar morfologías en su mayoría onduladas, con pendientes en su mayoría moderadas (8%-



30%), y con un sistema de drenaje tipo dendrítico, con cauces estrechos, que escurren en términos generales hacia el noreste (ver Anexo 7, Fotografías 24, 25, 26, 27, 34 y 36).

Esta unidad ha sido formada en su mayor parte por la depositación y acumulación de los materiales más distales, de los principales volcanes del sector oriental de la Cordillera Volcánica Central, específicamente de los volcanes Irazú y Turrialba, mientras que la erosión ha formado parte, principalmente en el labrado del sistema de drenaje.

Litológicamente, corresponde en su mayoría a lahares y ocasionalmente debris flows, así como posibles coladas de lava en algunos sectores más alejados del proyecto. Esta unidad geomorfológica se correlaciona con la unidad geológica Volcánicos Indiferenciados-Inconsolidados.

- **Formas de Origen Tectónico y Erosión.**

#### **- Unidad Laderas con Pendiente Ligera a Moderada.**

Esta unidad corresponde a las laderas formadas por tectonismo y erosión de las rocas sedimentarias en el sector oriental del proyecto, que se dispone desde el sector sureste de la comunidad de Búfalo, hasta la ciudad de Limón (ver Anexo 7.6, Mapas Geomorfológicos 9 y 10;). Se caracteriza por presentar una topografía irregular, con pendientes ligeras a moderadas, entre 0% y 8% en las partes altas, y entre 8% y 30% en los otros sectores (ver Anexo 7-A, Fotografías 1, 2 y 3).

Presenta un sistema drenaje dendrítico en el sector comprendido entre Río Blanco y Buenos Aires, el cual escurre hacia el noreste, y estaría en muchos casos estaría influenciado por la presencia de fallas tectónicas que afectan la región, tal es el caso del río Blanco, el cual está influenciado por la falla del mismo nombre.

Por su parte, en los alrededores de la ciudad de Limón, se manifiesta con un sistema de drenaje poco desarrollado, posiblemente por la presencia de materiales muy permeables, que se podría caracterizar como levemente radial, sin presencia de ríos o quebradas de consideración.

Litológicamente, corresponde a rocas sedimentarias tipo arenisca, correlacionables con la unidad geológica Areniscas Fosilíferas.

#### **- Unidad Laderas con Pendiente Moderada a Fuerte.**

Esta unidad corresponde a las laderas formadas por tectonismo y erosión de las rocas sedimentarias en el sector central oriental del proyecto, que se dispone desde el sector sur de la ciudad de Siquirres hasta el sureste de la comunidad de Búfalo (ver Anexo 7.6, Mapas Geomorfológicos 5, 6, 7, 8 y 9).

Se caracteriza por presentar una topografía irregular, con pendientes moderadas a fuertes, en su mayoría entre 15% y 60%, y en menor medida entre 8% y 15%, y con un sistema drenaje dendrítico, con cauces estrechos (ver Anexo 7-A, Fotografías 10, 11, 12 y 39). En términos generales el sistema de drenaje escurre hacia el noreste, y estaría en muchos casos estaría influenciado por la presencia



de fallas tectónicas que afectan la región, tal es el caso de los ríos Blanco y Pacuare, influenciados por la falla activa Río Blanco, y por una falla inactiva (Terciaria) sin nombre, respectivamente.

Litológicamente, corresponde a rocas sedimentarias conglomeráticas, correlacionables con la unidad geológica Conglomerados Sedimentarios.

#### **- Unidad Lomeríos Bajos de Limón.**

Esta unidad se encuentra localizada en el sector más oriental del proyecto, desde la comunidad de Buenos Aires hasta la ciudad de Limón (ver Anexo 7.6, Mapas Geomorfológicos 9 y 10). Corresponden a lomas de contorno suave, con pendientes no mayores a 30%, en su gran mayoría entre 0% y 8%, y en menor medida 8% y 30% (ver Anexo 7-A, Fotografías No.18, 19 y 21).

El sistema de drenaje en esta unidad se considera poco desarrollado, con escasas vías de drenaje superficial, posiblemente debido a la alta permeabilidad secundaria de los materiales, producida tanto por fracturamiento, como por la formación de estructuras de disolución (cavernas).

El origen de esta unidad se debe al levantamiento, plegamiento y posterior erosión diferencial de las rocas. Litológicamente, corresponde a rocas sedimentarias carbonatadas, que se correlacionan con la unidad geológica Carbonatos Arrecifales.

#### **- Unidad Escarpe de Falla.**

Esta unidad se encuentra dispuesta de manera angosta y longitudinal en sentido E-W a NW-SE, a lo largo de gran parte del área del proyecto, y se localiza de forma discontinua en el frente montañoso, junto a la llanura aluvial de la vertiente Caribe (ver Anexo 7.6, Mapas Geomorfológicos Locales 1, 2, 5, 6, 7, 8 y 9). Esta morfología es fácilmente visible hacia el sur, desde diversos sectores de la carretera actual de la ruta 32.

Corresponde a una zona escarpada con fuerte pendiente, estimada entre 40% y más de 60%, que se relaciona con el sistema de falla conformado por las fallas Guápiles-Guácimo y Siquirres-Matina (ver Anexo 7-A, Fotografías 12, 27, 36 y 39).

El origen de esta unidad se correlaciona con el sistema de falla mencionado, sumado a los procesos erosivos diferenciales en el sector. Litológicamente, corresponde a rocas tanto volcánicas como sedimentarias, correlacionables con las unidades geológicas Volcánicos Indiferenciados-Inconsolidados, Conglomerados Sedimentarios y Areniscas Fosilíferas.

- ***Formas de Origen Fluvial.***

#### **- Unidad Llanura Aluvial Atlántica.**

Esta unidad corresponde con los depósitos aluviales con morfología plana a ligeramente ondulada, localizados a lo largo de la mayor parte de la traza del proyecto, y que se extiende a lo largo de



grandes extensiones, donde discurren los principales ríos de la región hacia el mar Caribe (ver Anexo 7.6, Mapas Geomorfológicos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10). Incluye los diferentes abanicos aluviales que se disponen al pie de la Cordillera Volcánica Central y de la Cordillera de Talamanca (en su sector Caribe), donde se da la transición de los ríos de zona montañosa a zona plana.

Esta unidad ha sido originada por la constante depositación de sedimentos, por la red de drenaje fluvial que escurre en el sector, constituida por ríos y quebradas con dimensiones variables, donde sobresalen los ríos Chirripó, Costa Rica, Dos Novillos, Pacuare, Reventazón, Madre de Dios, Parismina, Chirripó (Atlántico), Blanco, entre otros.

En términos generales esta unidad presenta una pendiente entre 0% y 8% en el sector occidental del proyecto; mientras que en el sector oriental predominan pendientes más bajas, del orden de 0% a 3% (ver Anexo 7-A, Fotografías 1, 2, 3, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39 y 40). Localmente en el sector del río Madre de Dios, se localizan pendientes entre 3% y 30%, asociadas al abanico aluvial del río en su llegada a la llanura aluvial.

En esta unidad se presenta un sistema de drenaje en términos generales meándrico, con espacios interfluviales amplios (mayores a 200 m). El corte en los ríos en la zona de los abanicos es profundo y con laderas más inclinadas, mientras que en las partes más distales de la llanura se vuelven poco profundos y más amplios.

Litológicamente, esta unidad geomorfológica se correlaciona con la unidad geológica Depósitos Aluviales Recientes.

#### **- Unidad Cañones Fluviales Profundos.**

Corresponde a los cañones de los principales ríos que escurren en la región, específicamente en los sectores montañosos previos a la transición a la zona plana de depositación de abanicos. Están constituidos por cauces relativamente lineales, profundos y angostos, con laderas de fuerte pendiente (mayores a 30%) (Ver Anexo 7-A, Fotografía 53).

En términos generales, estos cañones se disponen en dirección NE, y en algunos casos estarían influenciados por la presencia de fallas tectónicas que afectan la región, tal es el caso del río Pacuare, influenciado por una falla inactiva (Terciaria) sin nombre.

Entre los principales ríos donde se identificó esta unidad geomorfológica, se tienen: Costa Rica, Toro Amarillo, Guácimo, Perla, Reventazón, Pacuare, Madre de Dios, Barbilla, y Toro (ver Anexo 7.6, Mapas Geomorfológicos 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9). Como se puede ver en los mapas del Anexo 7.6, la influencia de esta unidad geomorfológica en el AP y AID es de menor consideración.

Esta unidad ha sido formada por la constante erosión fluvial de los materiales geológicos, localizados en las zonas montañosas de la Cordilleras Volcánica Central y de la Cordillera de Talamanca (en su sector Caribe).



Litológicamente, las márgenes de los cañones de esta unidad están conformadas por rocas, tanto volcánicas (sector occidental) como sedimentarias (sector oriental), correlacionables con las unidades Volcánicos Indiferenciados-Inconsolidados, Conglomerados Sedimentarios y Areniscas Fosilíferas. Mientras que en el fondo de los cauces se presentarían materiales aluviales, formados por arenas y fragmentos de roca, con espesores menores.

- **Formas Litorales de Origen Marino.**

#### - Unidad Cordones Litorales

Esta unidad se presenta muy localmente en el área del proyecto, y corresponde a una zona arenosa de relleno de playa, con una forma alargada y angosta, dispuesta de forma paralela al estero Cieneguita, en el sur de la ciudad de Limón (ver Anexo 7.6, Mapa Geomorfológico 10).

Su origen se debe a la interrelación de las corrientes marinas litorales y los fragmentos líticos que son arrastrados por ellas. Litológicamente, esta unidad geomorfológica se correlaciona con la unidad geológica Depósitos de Playa Recientes (ver Anexo 7-A, Fotografías 51 y 52).

#### 7.2.3. MAPA GEOMORFOLÓGICO.

Tal como se mencionó en la Sección 7.2.2, en el Anexo 7.6 se presentan los mapas geomorfológicos locales propuestos para el AP y AID, y su entorno inmediato. Por su parte, en el Anexo 7.7 se presentan los mapas de pendientes para el AP y AID, y su entorno inmediato.

### 7.3. CLIMA.

El Proyecto se encuentra en la Vertiente del Atlántico, región que se caracteriza por sus intensas precipitaciones, altas temperaturas, con elevada humedad relativa y periodos secos casi nulos a poco definidos. En esa región, específicamente en la parte media de la misma, es donde se ubica la ruta en cuestión, presentando una diferenciación de precipitación y temperatura conforme se va acercando a la costa. A continuación, se ilustra las regiones climatológicas presentes en la zona de estudio (ver figura 7.3).

Las condiciones climatológicas a lo largo del proyecto corresponden a la zona Tropical lluviosa, donde predominan temperaturas cálidas y con abundantes precipitaciones. Durante todo el año presenta de manera regular temperaturas altas de escasa oscilación térmica. En la parte boscosa, se caracteriza por presentar una vegetación abundante y diversa, al igual de bosques frondosos a las orillas de los ríos.

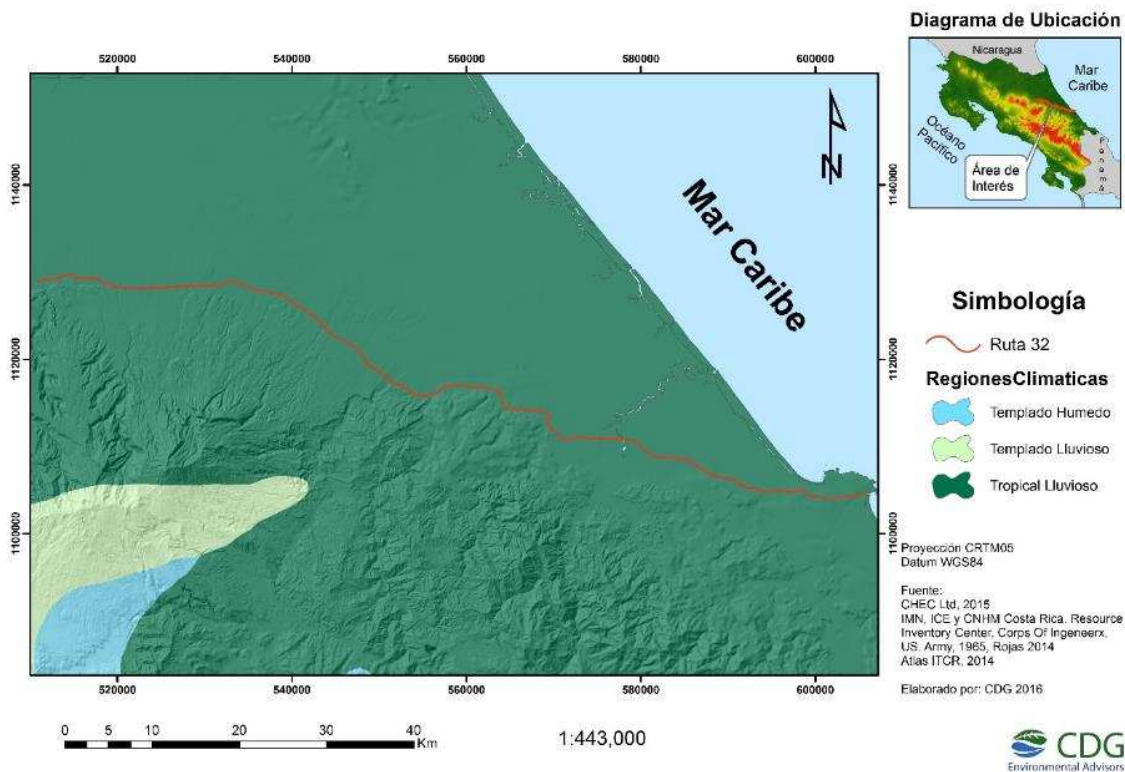


Figura 7.3. Regiones climatológicas que se manifiestan a lo largo del trayecto de la ruta nacional nº 32; Instituto Geográfico Nacional, Atlas de Costa Rica, 2014.

De acuerdo al Mapa de Zonas climáticas de Costa Rica, la zona de estudio se ve influenciada a lo largo por dos zonas climatológicas; de forma directa por el Clima Tropical Lluvioso *Afw* y en menor medida, por el Clima Templado Húmedo *Cfa* (ver figura 7.4).

La zona climatológica de Clima tropical lluvioso *Afw*, afecta principalmente las regiones medias inferior y baja de la vertiente Caribe, entre el nivel del mar y los 800 msnm. Se caracteriza por presentar variaciones estacionales mínimas en la precipitación, mientras que ambos presentan valores elevados. En el mes más frío las temperaturas son mayores a los 18° C y los valores mínimos de lluvia mensual son de 60 mm o mayores. La temporada de lluvia está dividida en dos, con un corto período de disminución intercalado.



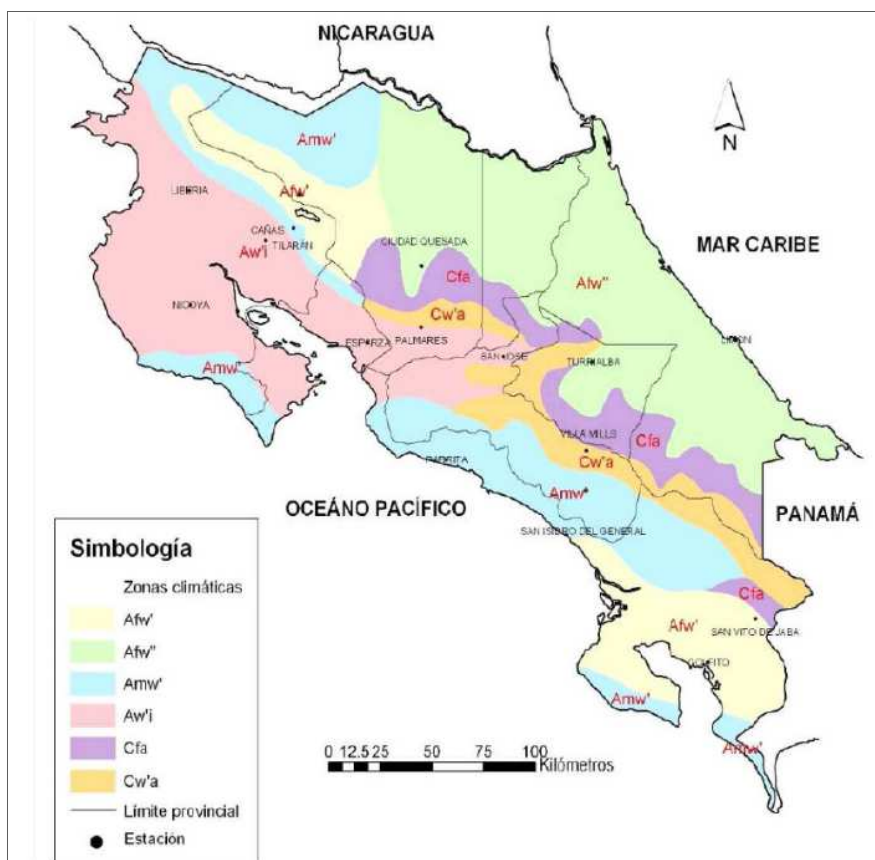


Figura 7.4. Mapa de Zonas climáticas de Costa Rica. Fuente. *Resources Inventory Center, Corps of Engineers, US, Army.* (L7- A) 1965.

Ahora, con respecto a la región clasificada como Clima Templado Húmedo, se presenta en la parte media superior de la vertiente del Caribe entre los 1000 y 2000 msnm. Se caracteriza por no definirse claramente una estación seca; en el mes de menos lluvias la precipitación supera los 30 mm. La temperatura media del mes más frío es inferior a los 18° C pero superior a los -3° C; los meses correspondientes al verano en el hemisferio norte son cálidos, y en el mes más caluroso la temperatura sobrepasa los 22° C.

### 7.3.1. PRECIPITACIÓN.

El proyecto se ubica en una serie de áreas hidrográficas que poseen efecto sobre la capacidad hidráulica del proyecto, conocidas como cuencas hidrográficas. Todas las cuencas evaluadas dentro del proyecto descienden en dirección suroeste a noreste hasta llegar a las llanuras de la vertiente Atlántica. En esta superficie se acentúa una precipitación media anual que oscila entre 2000-8000 mm, según se muestra en el mapa de isoyetas figura 7.5, con valores bajos en las regiones catalogadas como páramo, y valores altos en ciertos focos de lluvia como el caso del poblado de Bonilla Arriba.

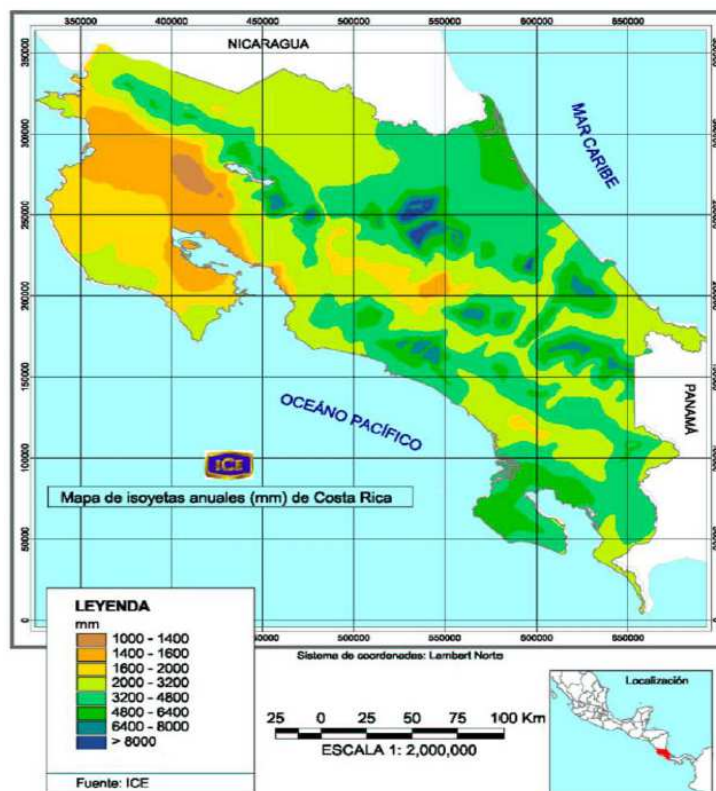


Figura 7.5. Isoyetas anuales de Costa Rica (mm), Instituto Costarricense de Electricidad (ICE).

Cabe mencionar, que ante este régimen de precipitación la escorrentía de la Vertiente Atlántica y cuencas evaluadas, alcanza caudales específicos que oscilan entre 60 y 150 L/s/km<sup>2</sup>, según el mapa de caudales específicos de Costa Rica generado por el Instituto Costarricense de Electricidad.

### 7.3.2. TEMPERATURA.

De acuerdo a las zonas climáticas de Costa Rica, delimitadas por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos en 1965 (*Corps of Engineers, US Army*), a lo largo de las cuencas hidrográficas delimitadas que forman parte de las áreas de influencia del proyecto, se distinguen dos rangos de temperatura, mismos que coinciden con la variación en la orografía de la región. La cuenca baja y media donde se encuentra el proyecto, presenta temperaturas que oscilan entre 22.5°C y 30°C. En el mes más frío las temperaturas son mayores a los 18° C. Con respecto a la cuenca alta, con menor influencia al proyecto, correspondientes a las cuencas Chirripó y Pacuare, la temperatura oscila entre 12.5°C y 17.5°C (Cerro Chirripó). La temperatura media del mes más frío es inferior a los 18°C, pero superior a los -3°C.



### 7.3.3. HUMEDAD RELATIVA.

Según el sistema de clasificación climática de Koppen, la zona del proyecto se ubica en la región denominada como selva tropical. Esta se caracteriza por un régimen de lluvia anual que sobrepasa la evaporación anual y se mantiene con lluvias la mayor parte del año. A raíz de esto, se deduce que la vertiente Caribe y por ende el área de influencia del Proyecto (AIP), se considera como una región con una humedad relativa anual alta, que, según la temperatura, oscila entre 84% y 86%. Lo previo considerando que en el Valle Central la humedad relativa anual oscila entre 75% y 80%.

### 7.3.4. BRILLO SOLAR.

La radiación solar es la energía emitida por el Sol. El flujo de radiación recibido por la superficie terrestre es una de las variables más importantes de nuestro planeta. Depende principalmente de factores astronómicos como la traslación de la Tierra alrededor del Sol, la inclinación sobre su eje y la actividad solar, aunque también se ve afectada por factores locales tales como la cobertura nubosa o la absorción energética atmosférica. Es claro que la presencia de elementos topográficos tales como montañas, lagos o valles, son factores determinantes de la cantidad de radiación que recibe un lugar en cualquier época del año. El brillo solar mide la cantidad de horas que el suelo recibe radiación solar directa.

Las horas de brillo registradas a lo largo de la Vertiente Caribe oscila entre 3 y 5 horas de brillo solar, lo cual se considera como valores bajos con respecto al resto del país, sobre todo con respecto a la vertiente Pacífico Norte donde las horas de brillo solar alcanzan valores mayores a 7 horas de brillo solar.

Cuadro 7.3. Datos promedio de Brillo Solar en la región de estudio y asociada a las cuencas delimitadas para el Proyecto de Ampliación-Rehabilitación de la Ruta 32, Mapa de Brillo Solar de Costa Rica, MAG-IMN.

ESTACIÓN	PERIODO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM	
71002	La Mola	1980-2011	4.6	5.1	5.5	5.2	4.4	3.7	3.5	4	4.7	4.3	3.7	3.8	4.4
73013	Diamantes	1971-1996	4.6	4.7	4.7	4.6	4.1	2.9	2.9	3.5	3.8	3.7	3.6	4.1	3.9
73049	La Mola 2	1992-2011	4.6	5	5.5	5.1	4.3	3.7	3.6	4.1	4.7	4.3	3.5	3.9	4.4
77002	La Lola	1972-1994	4.5	5	5.2	4.8	4.7	3.2	3.3	3.7	4.6	4.5	4.1	4	4.3
79007	Boston	1978-1986	4.3	4.7	5	4.5	4.4	3.5	3.5	4	4.4	4	3.5	3.6	4.1
81003	Limón	1969-2012	5.1	5.4	5.8	5.7	5.3	4.5	3.8	4.7	5.3	5.3	4.4	4.6	5.0

### 7.3.5. VIENTO.

Las velocidades promedio mensuales registradas por estaciones meteorológicas ubicadas dentro del AIP oscilan entre 8,5 m/s y 4,5 m/s. Los meses más ventosos son por lo general marzo y abril con oscilaciones promedio entre los 5 m/s a 8,8 m/s. A nivel horario, la velocidad del viento se acentúa entre las horas de 9 y 16 del día, es decir, de 9 am a 4 pm.



## 7.4. HIDROLOGÍA.

El proyecto se encuentra influenciado por 60 cauces de 16 cuencas hidrográficas de gran importancia para la región Atlántica, primero por la magnitud de los caudales que trasladan al mar Caribe, segundo por la cantidad de suelos agrícolas que aniega, así como los centros de población que se encuentran en sus márgenes, y por último a la variedad de ecosistemas que alberga.

### 7.4.1. AGUAS SUPERFICIALES.

Las aguas superficiales de influencia directa sobre el proyecto lo constituyen 60 cuerpos de agua, entre quebradas y ríos de cauce permanente; en su mayoría han sufrido de procesos constructivos en años anteriores, y que en la actualidad han sido objeto de procesos de mantenimiento convirtiéndolas en áreas modificadas y alteradas.

Este sistema hídrico presenta características diversas entre caudalosas y superficiales, en algunos casos, las aguas son más rápidas, debido a su proximidad al sistema montañoso. Además, se caracterizan por presentar materiales rocosos, con relativo arrastre de sedimentos y de escombros vegetales en algunos momentos; mismos han ido afectando al cauce natural, socavándolo de materiales, principalmente a la altura de la ubicación de los puentes de los principales ríos sobre la ruta en cuestión. Ante esto, se han venido trabajando sobre declaratorias de emergencia nacional para re-direccionar las aguas en los cimientos de los actuales puentes, esto mediante la remoción de materiales acumulados, permitiendo recuperar la capacidad hidráulica de las actuales estructuras. Los cuerpos de agua superficial que se encuentran sobre el proyecto de ruta 32 se desglosan a continuación en el siguiente cuadro 7.4.

Cuadro 7.4. Cuerpos de agua existentes sobre el proyecto de Ampliación y Rehabilitación de la ruta 32; Estudio de Hidrología Básica para Ruta 32, 2016.

Nº	Río/Quebrada	Nº	Río/Quebrada	Nº	Río/Quebrada
1	R. Corinto	21	R. Hagar	41	Q. Once
2	Q. Flores	22	R. Guácimo	42	Q. Muralla
3	R. Costa Rica	23	Q. Leona	43	Q. Cairo
4	Q. Irazú	24	Q. Precipicio	44	R. Reventazón
5	R. Blanco	25	Q. Unión	45	R. Siquirres
6	Q. Danta	26	R. Parismina	46	Q. La Planta
7	Q. Jade	27	R. López	47	R. Pacuare
8	R. Toro Amarillo	28	R. Calzada	48	Q. Diablo
9	R. Tortuguero	29	R. Iroquois	49	Q. Leona
10	R. Guápiles	30	R. Dos Novillos	50	Q. Rosita
11	R. Santa Clara	31	R. Santa Emilia	51	R. Madre de Dios
12	R. Verde	32	R. Destierro	52	Q. Salsipuedes
13	R. Acequia	33	R. Estrella	53	R. Barbilla



Nº	Río/Quebrada	Nº	Río/Quebrada	Nº	Río/Quebrada
14	R. Molino	34	Q. Colombiana	54	Q. Calderón
15	Q. Samy	35	Q. América	55	R. Chirripó
16	Q. Prado	36	R. Babilonia	56	R. Escondido
17	R. Cristina	37	R. Germania	57	R. Cuba
18	R. Jiménez	38	Q. Herediana	58	R. Toro
19	R. Angelina	39	Q. Linda	59	R. Bartolo
20	R. Fox Hall	40	Q. Grano de Oro	60	R. Limoncito

\*\*\* R: Río, Q: Quebrada. Fuente: Estudio de Hidrología Básica para la Ruta 32, 2016.

Los anteriores cuerpos de agua forman parte de una gran red hídrica de la Vertiente Atlántica; estos a la vez están agrupados en 15 cuencas hidrográficas que han sido catalogadas por la Comisión Nacional de Emergencias (CNE) de gran importancia por el nivel de riesgo de inundación mostrado en años anteriores.

Cuadro 7.5. Valores morfológicos del Sistema hídrico hasta el punto de aforo más cercano que influyen sobre el Proyecto de Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional No. 32 Sección: La Intersección con la Ruta Nacional N°. 4 – Limón; Estudio de Hidrología Básica; Limón, 2016.

Nº	Río/Cuenca	Área Cuenca (km <sup>2</sup> )**	Longitud Cauce (km)	Pend media Cuenca (%)	Pend media Cauce (%)	Índice Forma	Índice Gravellius	Índice Pend (%)	Altura Max. (msnm)	Altura Min. (msnm)
1	Tortuguero	50,79	29,5	0,8	1,5	0,13	2,06	13,8	505	50
2	Guápiles	3,72	5,1	3,7	4,2	0,20	1,54	21,9	463	250
3	Santa Clara	10,78	9,3	4,7	5,2	0,18	1,62	24,3	730	250
4	Jiménez	26,87	16,6	7,9	7,6	0,15	1,91	28,3	1490	220
5	Guácimo	60,69	29,6	7,4	10,9	0,12	2,02	35,6	3329	103
6	Dos Novillos	39,23	22,7	7,4	10,8	0,08	2,13	33,4	2530	89
7	Santa Emilia	4,70	9,1	3,7	4,4	0,08	2,31	33,4	488	89
8	Siquirres	21,76	11,8	4,6	6,0	0,50	1,30	29,7	770	62
9	Pacure	652,02	92,1	*	3,4	*	*	*	3180	58
10	Madre de Dios	24,41	12,5	3,4	4,5	0,33	1,55	22,1	615	56
11	Barbilla	216,29	38,6	*	3,6	*	*	*	1430	35
12	Chirripó	1358,71	88,8	*	4,3	*	*	*	3819	15
13	Reventazón	1673,20	145,0	*	2,1	*	*	*	3800	15
14	Blanco	59,57	19,8	0,8	2,4	0,45	1,43	17,5	490	8
15	Bartolo	8,35	6,5	1,0	2,2	0,63	1,27	17,3	150	8
16	Limoncito	59,18	19,9	0,2	2,3	0,29	1,45	17,0	470	5

\*Los valores morfométricos para estas cuencas se calcularon mediante otros índices que son indicados en el anexo 7, 7-B, en el Estudio de Hidrología Básica de proyecto. \*\* Valores de superficie de la cuenca desde la divisoria de aguas al punto de control de Estación base.



Las cuencas hidrográficas antes mencionadas se describen a continuación:

- **Cuenca del Río Tortuguero.**

El área de la cuenca abarca 50,79 kilómetros cuadrados desde la parte más alta (divisoria de aguas) hasta el punto de control de la estación más próxima al Área del Proyecto (AP). El área de drenaje de la cuenca comprende los distritos de Cariari, Rita y Guápiles, todos dentro del Cantón de Pococí de la Provincia de Limón. La red de drenaje de la microcuenca está conformada por Río Tortuguero, Quebrada Conga, Río San Rafael, Quebrada Bejuco, Quebrada Flores, entre otros tributarios.

En cuanto al Uso del suelo de la cuenca, la misma está cubierta en su mayoría por cobertura de pastizales (90,1%) con pendiente media entre 2% y 7% debido a efectos antropogénicos, pero también existen coberturas de bosque (5,2%) con pendientes mayores a 7%; áreas verdes de parques y jardines urbanos (1,4%); y superficies de concreto, techos y accesos (3,3%).

Desde el punto de vista climatológico, el área hidrográfica se caracteriza por presentar una precipitación media anual entre los 4567 mm y 5000 mm; con áreas con Bosques muy húmedo Tropical transición a Premontano con biotemperaturas entre los 24-30°C y precipitaciones que rondan los 4000 mm a 8000 mm, Bosque muy húmedo Tropical con mismas condiciones de biotemperaturas y precipitación, y el Bosque húmedo Premontano Transición a Basal con biotemperaturas entre los 18 a 24°C y con precipitaciones que rondan los 4000 mm a 8000 mm.

En términos de balance hídrico y caudal promedio, la cuenca es capaz de producir una escorrentía promedio anual de **3137 mm**, la cual es equivalente a una producción específica de 100 L/s/km<sup>2</sup> o un caudal promedio anual de 5,1 m<sup>3</sup>/s.

- **Cuenca del Río Guápiles.**

La superficie de la cuenca abarca 3,7 kilómetros cuadrados desde la parte más alta (divisoria de aguas) hasta el punto de control de la estación más próxima al Área del Proyecto (AP); donde el área de drenaje de la cuenca se localiza dentro del distrito de Guápiles, Cantón de Pococí de la Provincia de Limón. La red de drenaje de la microcuenca está conformada por Río Guápiles y Quebrada Numancia.

En cobertura del suelo presenta, al igual que la anterior, una superficie cubierta, en su mayoría, por cobertura de pastizales (79%) con pendientes medias entre 2% y 7% debido a efectos antropogénicos; pero además existen Bosques con pendientes mayores a 7% (7,1%); áreas verdes de parques y jardines urbanos (4,2%); y superficies de concreto, techos y accesos (9,7%).

Climatológicamente, la superficie de la cuenca hidrográfica se caracteriza por presentar una precipitación promedio anual entre los 4567 mm y 4609 mm, llegando inclusive a los 5000 mm.

En términos de balance hídrico y caudal promedio, la cuenca es capaz de producir una escorrentía promedio anual de **3328 mm**, la cual es equivalente a una producción específica de 106 L/s/km<sup>2</sup> o un caudal promedio anual de 393 L/s.



- ***Cuenca del Río Santa Clara.***

El área de la cuenca en cuestión abarca una superficie de 10,78 kilómetros cuadrados desde la parte más alta (divisoria de aguas) hasta el punto de control de la estación más próxima al Área del Proyecto (AP). El área de drenaje de la cuenca se localiza dentro de los distritos de Guápiles y Jiménez, Cantón de Pococí de la Provincia de Limón. La red de drenaje de la microcuenca está conformada por Río Santa Clara, Quebrada San Rafael y Quebrada Delicias.

La cobertura del suelo se caracteriza por presentar un 14% del área total en superficies cubiertas de Bosques con pendientes mayores del 7%; un 7,6% en Bosques con pendientes que oscilan entre los 2% y 7%; un 71,5% en áreas cubiertas de pastizales con pendientes entre los 2% y 7%; un 2,1% en superficies cubiertas de áreas verdes, parques y jardines; y un 4,8% cubiertas por concreto, techos y accesos.

La precipitación promedio anual, según datos de estaciones meteorológicas y mapas de precipitación oscila entre los 4567 mm a los 5093 mm, comprendiendo áreas de Bosque Pluvial Premontano, Bosque muy húmedo Tropical transición a Premontano y Bosque muy húmedo Tropical, con biotemperaturas entre los 18-24°C y 24-30°C, y márgenes de precipitación entre los 4000 mm a 8000 mm.

En términos de balance hídrico y caudal promedio, la cuenca es capaz de producir una escorrentía promedio anual de **3562 mm**, la cual es equivalente a una producción específica de 113 L/s/km<sup>2</sup> o un caudal promedio anual de 1,2 m<sup>3</sup>/s.

- ***Cuenca del Río Jiménez.***

La superficie de la cuenca en cuestión abarca un área de 26,87 km<sup>2</sup>, desde la parte más alta (divisoria de aguas) hasta el punto de control de la estación más próxima al Área del Proyecto (AP). Esta se encuentra dentro de los distritos de Guácimo y Jiménez, de los cantones Pococí y Guácimo respectivamente, de la Provincia de Limón. La red de drenaje de la microcuenca está conformada por Río Jiménez, Río Roca y Río Suerte.

La cobertura del suelo de la cuenca se caracteriza por presentar un 39,4% del área total en superficies cubiertas de Bosques con pendientes mayores al 7%; un 39,4% en Bosques con pendientes que oscilan entre los 2% y 7%; un 19,9% en áreas cubiertas de pastizales con pendientes entre los 2% y 7%; un 0,4% en superficies cubiertas de áreas verdes, parques y jardines; y un 1,0% cubiertas por concreto, techos y accesos.

Desde el punto de vista climatológico, la zona en cuestión, según datos de estaciones meteorológicas y mapas, presenta una precipitación media anual que oscila entre los 4487,9 mm a los 5319,0 mm; abarcando áreas de Bosque Pluvial Premontano, Bosque muy húmedo Tropical transición a Premontano, Bosque muy húmedo Tropical, y Bosque húmedo Premontano transición a Basal; con biotemperaturas entre los 18-24°C y 24-30°C, y márgenes de precipitación entre los 4000 mm a 8000 mm.





En términos de balance hídrico y caudal promedio, la cuenca es capaz de producir una escorrentía promedio anual de **3282** mm, la cual es equivalente a una producción específica de 104 L/s/km<sup>2</sup> o un caudal promedio anual de 2,8 m<sup>3</sup>/s.

- ***Cuenca del Río Guácimo.***

La superficie total de la cuenca corresponde a 60,7 km<sup>2</sup>; desde la parte más alta (divisoria de aguas) hasta el punto de control de la estación más próxima al Área del Proyecto (AP). Esta se encuentra dentro de los distritos de Guácimo y Santa Cruz, cantones de Guácimo y Turrialba, de las Provincias de Limón y Cartago respectivamente. La red de drenaje de la microcuenca está conformada por Río Guácimo, Río San Rafael, Río Abarca, Río Perla y Quebrada Perla.

La cobertura del suelo de la cuenca se caracteriza por presentar un 54,6% del área total en superficies cubiertas de Bosques con pendientes mayores al 7%; un 22,5% en Bosques con pendientes que oscilan entre los 2% y 7%; un 22,6% en áreas cubiertas de pastizales con pendientes entre los 2% y 7%; un 0,1% en superficies cubiertas de áreas verdes, parques y jardines; y un 0,2% cubiertas por concreto, techos y accesos.

Climatológicamente, la zona de la cuenca en cuestión, según datos de estaciones meteorológicas y mapas, presenta una precipitación media anual que oscila entre los 3669 mm y 5036 mm; comprendiendo áreas de Bosque Pluvial Montano, Bosque Pluvial Montano Bajo, Bosque Pluvial Premontano, Bosque muy húmedo Tropical transición a Premontano, Bosque muy húmedo Tropical, y Bosque húmedo Premontano transición a Basal; con biotemperaturas que van desde los 6-12°C hasta los 24-30°C, y márgenes de precipitación entre los 4000 mm a más de 8000 mm.

El balance hídrico y caudal promedio que presenta la cuenca, hace que la misma sea capaz de producir una escorrentía promedio anual de **3174** mm, la cual es equivalente a una producción específica de 101 L/s/km<sup>2</sup> o un caudal promedio anual de 6,1 m<sup>3</sup>/s.

- ***Cuenca del Río Dos Novillos.***

La superficie total de la cuenca corresponde a 39,2 km<sup>2</sup>, desde la parte más alta (divisoria de aguas) hasta el punto de control de la estación más próxima al Área del Proyecto (AP). Esta se localiza dentro de los distritos de Mercedes, cantón Guácimo, de la Provincia de Limón. La red de drenaje de la microcuenca está conformada exclusivamente por el Río Dos Novillos.

La cobertura del suelo de la cuenca se caracteriza por presentar un 73,7% del área total en superficies cubiertas de Bosques con pendientes mayores al 7%; un 14,6% en cubiertas de Bosque con pendientes entre el 2% y 7%; un 5,7% en áreas de pastizales con pendientes mayores a 7%; un 5,5% en áreas de pastizales con pendientes que oscilan entre los 2% y 7%; un 0,3% en superficies cubiertas de áreas verdes, parques y jardines; y un 0,1% cubiertas por concreto, techos y accesos.

Según datos de estaciones meteorológicas y mapas oficiales, la cuenca presenta una precipitación media anual que oscila entre los 3669 mm y 4980 mm, para un promedio ponderado de **4079** mm; comprendiendo áreas de Bosque Pluvial Montano, Bosque Pluvial Montano Bajo, Bosque Pluvial



Premontano, Bosque muy húmedo Tropical transición a Premontano, Bosque muy húmedo Tropical, y Bosque húmedo Premontano transición a Basal; con biotemperaturas que van desde los 6-12°C hasta los 24-30°C, y márgenes de precipitación entre los 4000 mm a más de 8000 mm.

El balance hídrico y caudal promedio que presenta la cuenca permite que sea capaz de producir una escorrentía promedio anual de **2948** mm, la cual es equivalente a una producción específica de 94 L/s/km<sup>2</sup> o un caudal promedio anual de 3,7 m<sup>3</sup>/s.

- ***Cuenca de la Quebrada Santa Emilia.***

La superficie total de la cuenca corresponde a 4,7 km<sup>2</sup>, desde la parte más alta (divisoria de aguas) hasta el punto de control de la estación más próxima al Área del Proyecto (AP). Siendo conformada la red de drenaje únicamente por la Quebrada Santa Emilia.

La cuenca está cubierta en su mayoría por cobertura de pastizales con pendientes bajas entre 2% y 8.5% debido a efectos antropogénicos, otro porcentaje corresponde a bosque con pendiente media (Corredor biológico asociado a la Quebrada Santa Emilia) y un bajo porcentaje a desarrollo humano (viviendas, calles, etc).

Según datos de estaciones meteorológicas y mapas oficiales, la cuenca presenta una precipitación media anual que oscila entre los 3339 mm y 4 500 mm.

El balance hídrico y caudal promedio que presenta la cuenca permite que sea capaz de producir una escorrentía promedio anual de **1850** mm, la cual es equivalente a una producción específica de 59 L/s/km<sup>2</sup> o un caudal promedio anual de 276 L/s.

- ***Cuenca del Río Reventazón.***

La superficie total de la cuenca corresponde a 1673,20 km<sup>2</sup>, cubriendo las áreas delimitadas desde la divisoria de aguas hasta el punto de control de la estación más próxima al Área del Proyecto (AP). El área de drenaje de la cuenca se localiza dentro de los cantones de Desamparados, Dota, Guarco, Cartago, Paraíso, Oreamuno, Alvarado, Jiménez, Turrialba, Siquirres, y Guácimo. La red de drenaje de la cuenca está conformada principalmente por los ríos Navarro, Turrialba, Macho, Grande de Orosí, Pejibaye y Tuis.

La cobertura del suelo en la cuenca en cuestión, se caracteriza por presentar un 45,9% del área total en superficies con cubiertas naturales; y un 54% en áreas de uso antrópico (uso agrícola, pasto, urbano y plantaciones forestales).

De acuerdo a los datos de las estaciones meteorológicas y mapas oficiales, la cuenca presenta una precipitación media anual que oscila entre los 7000 mm y 1500 mm; presentando zonas asociadas como lo son las áreas de Bosque muy húmedo Premontano, y Bosque húmedo Premontano transición a Basal; con biotemperaturas que van desde los 18°C hasta los 24°C, y márgenes de precipitación entre los 4000 mm y 8000 mm.



- **Cuenca del Río Siquirres.**

La superficie total de la cuenca corresponde a 21,8 km<sup>2</sup>, desde la parte más alta (divisoria de aguas) hasta el punto de control de la estación más próxima al Área del Proyecto (AP). El área de drenaje de la cuenca se distribuye dentro del distrito de central del Cantón de Siquirres, Limón. La red de drenaje de la microcuenca está conformada por Río Siquirres, Quebrada La Planta y Quebrada Cobres.

La cobertura del suelo en la cuenca en cuestión, se caracteriza por presentar un 39,4% del área total en superficies cubiertas de Bosques con pendientes mayores al 7%; un 48,2% en cubiertas de Bosque con pendientes entre el 2% y 7%; un 6,2% en áreas de pastizales con pendientes mayores a 7%; un 2,4% en áreas de pastizales con pendientes que oscilan entre los 2% y 7%; un 1,1% en superficies cubiertas de áreas verdes, parques y jardines; y un 2,6% cubiertas por concreto, techos y accesos.

Según datos de estaciones meteorológicas y mapas oficiales, la cuenca presenta una precipitación media anual que oscila entre los 3459 mm y 4722 mm; presentando zonas asociadas como lo son las áreas de Bosque muy húmedo Tropical transición a Premontano, y Bosque húmedo Premontano transición a Basal; con biotemperaturas que van desde los 18°C hasta los 30°C, y márgenes de precipitación entre los 4000 mm y 8000 mm.

El balance hídrico y caudal promedio que presenta la cuenca permite que sea capaz de producir una escurrimiento promedio anual de **2718 mm**, la cual es equivalente a una producción específica de 86,2 L/s/km<sup>2</sup> o un caudal promedio anual de 1,9 m<sup>3</sup>/s.

- **Cuenca del Río Pacuare.**

La superficie total de la cuenca corresponde a 652 km<sup>2</sup>, al igual que las anteriores, la misma se delimita desde la parte más alta (divisoria de aguas) hasta el punto de control de la estación más próxima al Área del Proyecto (AP). El área de drenaje de la cuenca se distribuye dentro de los distritos de Siquirres y Pacuarito, del cantón de Siquirres, así como los distritos de Tres Equis, Chirripó, La Suiza, Tuis y Tayutic del Cantón de Turrialba de Cartago, y el distrito de Pejibaye del Cantón de Jiménez de Cartago.

Según datos de estaciones meteorológicas y mapas oficiales, la cuenca presenta una precipitación media anual que oscila entre los 3276 mm y 3601 mm.

Según datos de la estación base 08-03, la cuenca presenta un *Coefficiente de Creager* de 50,7; igual que el calculado para el punto de control denominado Betania, Siquirres. El caudal promedio registrado en la estación 08-03 Dos Montañas corresponde a 58,80 m<sup>3</sup>/s. A través de un traslado mecánico se determina que el caudal promedio en el punto de control (Barrio Betania) corresponde a 58,82 m<sup>3</sup>/s.

Por otra parte, a través de una relación área de proyecto/cuenca, se puede deducir que el diferencial de la avenida máxima post-proyecto con la ampliación de la Ruta Nacional N°32, aumenta



gradualmente hasta un 0,004% con respecto al caudal "sin" la ampliación, es decir, 120 L/s, para una avenida asociada a un periodo de retorno de 25 años.

- **Cuenca Río Madre de Dios.**

La superficie total de la cuenca corresponde a 24,4 km<sup>2</sup>, la misma se delimita desde la parte más alta (divisoria de aguas) hasta el punto de control de la estación más próxima al Área del Proyecto (AP). El área de drenaje de la cuenca se localiza dentro de los distritos de Batán y Pacuarito, de los cantones de Matina y Siquirres respectivamente. La red de drenaje de la cuenca está conformada por el Río Madre de Dios y otros cauces sin nombre.

La cobertura del suelo en la cuenca en cuestión, se caracteriza por presentar un 21,4% del área total en superficies cubiertas de Bosques con pendientes mayores al 7%; un 60,3% en cubiertas de Bosque con pendientes entre el 2% y 7%; un 10,1% en áreas de pastizales con pendientes mayores a 7%; un 8,0% en áreas de pastizales con pendientes que oscilan entre los 2% y 7%; un 0,1% en superficies cubiertas de áreas verdes, parques y jardines; y un 0,1% cubiertas por concreto, techos y accesos.

De acuerdo a los datos de las estaciones meteorológicas y mapas oficiales, la cuenca presenta una precipitación media anual que oscila entre los 3560 mm y 4858 mm; presentando zonas asociadas como lo son las áreas de Bosque muy húmedo Premontano, Bosque húmedo Premontano transición a Basal, y Bosque muy húmedo Premontano transición a Pluvial; con biotemperaturas que van desde los 18°C hasta los 24°C, y márgenes de precipitación entre los 4000 mm y 8000 mm.

El balance hídrico y caudal promedio que presenta la cuenca permite que sea capaz de producir una escorrentía promedio anual de **3211,5** mm, la cual es equivalente a una producción específica de 102 L/s/km<sup>2</sup> o un caudal promedio anual de 2,5 m<sup>3</sup>/s.

- **Cuenca del Río Barbilla.**

La superficie total de la cuenca corresponde a 216,3 km<sup>2</sup>, siendo delimitada desde divisoria de aguas hasta el punto de control de la estación más próxima al Área del Proyecto (AP). El área de drenaje de la cuenca se distribuye dentro de los distritos de Batán, Carrandí y Pacuarito, de los cantones de Siquirres y Matina, Limón, así como el distrito de Chirripó del cantón de Turrialba, Cartago.

De acuerdo a los datos de las estaciones meteorológicas y mapas oficiales, la cuenca presenta una precipitación media anual que oscila entre los 3560 mm y 4019 mm.

Según datos de la estación base 06-02 Barbilla, la cuenca presenta un *Coefficiente de Creager* de 32,97; igual que el calculado para el punto de control denominado Barbilla. El caudal promedio registrado en la estación 06-02 Barbilla corresponde a 24,3 m<sup>3</sup>/s. A través de un traslado mecánico se determina que el caudal promedio en el punto de control (Barbilla) corresponde a 24,8 m<sup>3</sup>/s.

Por otra parte, a través de una relación área de proyecto/cuenca, se puede deducir que el diferencial de la avenida máxima post-proyecto con la ampliación de la Ruta Nacional N°32, aumenta



gradualmente hasta un 0,01% con respecto al caudal "sin" la ampliación, es decir, 105 L/s, para una avenida asociada a un periodo de retorno de 25 años.

- **Cuenca del Río Chirripó.**

La superficie total de la cuenca corresponde a 1358,7 km<sup>2</sup>, siendo delimitada desde la divisoria de aguas hasta el punto de control de la estación más próxima al Área del Proyecto (AP). El área de drenaje de la cuenca se distribuye dentro de los distritos de Pacuarito, Batán, Carrandí, Valle de la Estrella y Matama, de los cantones de Siquirres, Matina y Limón, así como el distrito de Chirripó del cantón de Turrialba, Cartago.

De acuerdo a los datos de las estaciones meteorológicas existentes y mapas de isoyetas oficiales, la cuenca presenta una precipitación media anual que oscila entre los 3123 mm y 4128 mm.

Según datos de la estación base 06-06 Quebrador, la cuenca presenta un *Coefficiente de Creager* de 54,3; igual que el calculado para el punto de control denominado Quebrador. El caudal promedio registrado en la estación 06-06 Quebrador corresponde a 121 m<sup>3</sup>/s. A través de un traslado mecánico se determina que el caudal promedio en el punto de control (Matina) corresponde a 157,4 m<sup>3</sup>/s.

Por otra parte, a través de una relación área de proyecto/cuenca, se puede deducir que el diferencial de la avenida máxima post-proyecto con la ampliación de la Ruta Nacional N°32, aumenta gradualmente hasta un 0,02% con respecto al caudal "sin" la ampliación, es decir, 754 L/s, para una avenida asociada a un periodo de retorno de 25 años.

- **Cuenca del Río Blanco.**

La superficie total de la cuenca corresponde a 59,6 km<sup>2</sup>, abarcando las áreas delimitadas desde la divisoria de aguas hasta el punto de control de la estación más próxima al Área del Proyecto (AP). El área de drenaje de la cuenca se localiza dentro del distrito Río Blanco del cantón central de Limón. La red de drenaje de la cuenca está conformada por el Río Blanco, Río Quito, Río Rene y Río Victoria.

La cobertura del suelo en la cuenca en cuestión, se caracteriza por presentar un 21,0% del área total en superficies cubiertas de Bosques con pendientes mayores al 7%; un 39,2% en cubiertas de Bosque con pendientes entre el 2% y 7%; un 39,3% en áreas de pastizales con pendientes que oscilan entre los 2% y 7%; un 0,2% en superficies cubiertas de áreas verdes, parques y jardines; y un 0,4% cubiertas por concreto, techos y accesos.

De acuerdo a los datos de las estaciones meteorológicas y mapas oficiales, la cuenca presenta una precipitación media anual que oscila entre los 4495 mm y 4815 mm; presentando zonas asociadas como lo son las áreas de Bosque muy húmedo Premontano, Bosque húmedo Premontano transición a Basal, y Bosque muy húmedo Tropical; con biotemperaturas que van desde los 18°C hasta los 30°C, y márgenes de precipitación entre los 4000 mm y 8000 mm.



El balance hídrico y caudal promedio que presenta la cuenca permite que sea capaz de producir una escorrentía promedio anual de **3153 mm**, equivalente a una producción específica de 100 L/s/km<sup>2</sup> o un caudal promedio anual de 6 m<sup>3</sup>/s.

- ***Cuenca del Río Bartolo.***

La superficie total de la cuenca corresponde a 8,35 km<sup>2</sup>, abarcando las áreas delimitadas desde la divisoria de aguas hasta el punto de control de la estación más próxima al Área del Proyecto (AP). El área de drenaje de la cuenca se localiza dentro del distrito Río Blanco y Limón del cantón central de Limón. La red de drenaje de la cuenca está conformada por el Río Bartolo y Quebrada Chocolate.

La cobertura del suelo en la cuenca en cuestión, se caracteriza por presentar un 74,9% del área total en superficies cubiertas de Bosque con pendientes entre el 2% y 7%; un 17,9% en áreas de pastizales con pendientes que oscilan entre los 2% y 7%; un 2,2% en superficies cubiertas de áreas verdes, parques y jardines; y un 5,0% cubiertas por concreto, techos y accesos.

De acuerdo a los datos de las estaciones meteorológicas y mapas oficiales, la cuenca presenta una precipitación media anual que oscila entre los 4000 mm y 4500 mm. El balance hídrico y caudal promedio que presenta la cuenca permite que sea capaz de producir una escorrentía promedio anual de **2614 mm**, la cual es equivalente a una producción específica de 82,9 L/s/km<sup>2</sup> o un caudal promedio anual de 693 L/s.

- ***Cuenca del Río Limoncito.***

La superficie total de la cuenca corresponde a 59,2 km<sup>2</sup>, cubriendo las áreas delimitadas desde la divisoria de aguas hasta el punto de control de la estación más próxima al Área del Proyecto (AP). El área de drenaje de la cuenca se localiza dentro de los distritos Río Blanco, Matama y Limón, del cantón central de Limón. La red de drenaje de la cuenca está conformada por el Río Limoncito exclusivamente.

La cobertura del suelo en la cuenca en cuestión, se caracteriza por presentar un 13,5% del área total en superficies cubiertas de Bosques con pendientes mayores al 7%; un 47,5% en cubiertas de Bosque con pendientes entre el 2% y 7%; un % en áreas de pastizales con pendientes que oscilan entre los 2% y 7%; un 2,6% en superficies cubiertas de áreas verdes, parques y jardines; y un 6,1% cubiertas por concreto, techos y accesos.

De acuerdo a los datos de las estaciones meteorológicas y mapas oficiales, la cuenca presenta una precipitación media anual que oscila entre los 3995 mm y 4500 mm; presentando zonas asociadas como lo son las áreas de Bosque muy húmedo Premontano, y Bosque húmedo Premontano transición a Basal; con biotemperaturas que van desde los 18°C hasta los 24°C, y márgenes de precipitación entre los 4000 mm y 8000 mm.



El balance hídrico y caudal promedio que presenta la cuenca permite que sea capaz de producir una escorrentía promedio anual de **2601 mm**, la cual es equivalente a una producción específica de 83 L/s/km<sup>2</sup> o un caudal promedio anual de 4,9 m<sup>3</sup>/s.

#### 7.4.1.1. Calidad del agua.

Las aguas superficiales del proyecto se encuentran influenciadas por la contaminación de varios factores, entre estos la contaminación por descargas domésticas y pecuarias, aguas residuales generadas por procesamiento de productos agrícolas, por residuos de agroquímicos en las labores de mantenimiento de áreas agropecuarias, entre otras muchas más; que señala la necesidad de implementar la recolección, conducción y tratamiento de las aguas residuales en las principales áreas urbanas y rurales turísticas del país.

En el caso de los cauces ubicados dentro del AIP, la mayoría nace en las faldas de la Cordillera de Talamanca y Volcánica Central. En el caso de la primera área de origen, los cuerpos de agua surgen sobre una región poco o casi inalterada, donde las aguas presentan un muy bajo grado de contaminación; en la segunda zona, los ríos nacen sobre áreas muy alteradas, de gran impacto de la actividad agrícola intensiva, de centros urbanos muy mal planificados, arrastrando grandes cantidades de contaminantes químicos y orgánicos que son llevados aguas abajo hasta alcanzar los centros poblacionales que colindan con la Ruta Nacional N°32.

Cabe mencionar, que, en la parte alta de estas cuencas, los cauces poseen grandes desniveles, cuya velocidad de flujo es alta y los niveles de autodepuración son acelerados, permitiendo disminuir algunos efectos de los contaminantes y mejorando levemente la calidad físico-químicos de las aguas. Una vez que los ríos y quebradas alcanzan las llanuras de la Vertiente Atlántica, la velocidad de los cauces disminuye considerablemente, generando mayores niveles de sedimentación, mayores niveles de turbiedad y un detrimento de las características físico-químicas, máxime a la existencia de actividades productivas poco eficientes y urbanas mal reguladas que descargan sus aguas residuales a los cuerpos de agua. Para los cauces más representativos evaluados en el presente estudio, se presentan en los Cuadros 7.6 y 7.7 los resultados máximos, promedios y mínimos de Coliformes Fecales (CF/100ml), además de variables físico-químicas como: turbiedad, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno y sólidos disueltos.





Cuadro 7.6. Valores para la calidad del agua de los cauces más representativos sobre el área del proyecto, Revista Costarricense de Salud Pública.

RIO	Nº de Muestras	C.F.	TURB.	O.xD	D.B.Q.	Sólidos Disueltos	
Matina	12	MAX	4300	168	9.1	5.4	9.9
		PROM	575	53	7.5	3	3.9
		MIN	90	13	3.5	1.4	0
Moín	12	MAX	46000	9.7	7.1	5.9	80
		PROM	863	7.2	4.5	3.8	32.4
		MIN	90	2.8	0	2.2	0.1
Parismina	13	MAX	9300	132	9.4	7.9	159
		PROM	954	60	7	3.5	3.7
		MIN	230	17	4.8	1.9	0
Pacuare	12	MAX	15980	112	8.6	4.6	5.6
		PROM	1352	31.8	7.1	3.1	0.7
		MIN	91	4.8	6	1.8	0
Tortuguero	13	MAX	3116	13	7.5	5.6	6
		PROM	374	8.7	5.3	3	0.3
		MIN	>23	5.8	4.3	1.3	0
Limoncito	1	MAX	240000	8.8	0	8.6	4
		PROM	27000	8.8	0	8.6	4
		MIN	240	8.8	0	8.6	4

Adicionalmente, se incluye la evaluación utilizando los criterios microbiológicos para irrigación, recreación, navegación y acuicultura (ver cuadro 7.7).

Cuadro 7.7. Evaluación según criterios microbiológicos para varias actividades de los cauces más representativos del proyecto de ruta 32.

RIO	Irrigación		Natación		Navegación		Piscicultura	
	Si cumple	No Cumple	Si Cumple	No Cumple	Si Cumple	No Cumple	Si Cumple	No Cumple
Matina	X			X	X		X	
Moín	X			X	X		X	
Parismina	X			X	X		X	
Pacuare		X		X	X			X
Tortuguero	X		X		X		X	
Limoncito		X		X		X		X



#### 7.4.1.2. Cotas de inundación.

El análisis de transporte hidráulico va relacionado al diseño definitivo de las obras hidráulicas sobre los cauces y sobre el trazado de la nueva ruta, por consecuente al no disponer de dichos diseños, el profesional civil responsable de esta sección considera pertinente desarrollar la misma una vez que se haya obtenido los mismos. Ante esto se recomienda para fases posteriores (etapa de diseño final de obras hidráulicas), tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- Evaluar cada paso de agua de río o quebrada, transversales a la Ruta Nacional N°32. Esto es, llevar a cabo un análisis hidráulico de cada puente y alcantarilla, tanto para la nueva obra como la obra existente. Lo anterior, considerando que la nueva obra es una extensión de lo existente.
- Este análisis debe demostrar la capacidad hidráulica de estas obras durante avenidas máximas. Para esto, es importante que la estimación de las avenidas se lleve a cabo a través de una metodología robusta, como puede ser el análisis de frecuencias, obteniendo una distribución estadística que se ajuste de la mejor manera posible a un registro de datos de caudales máximos asociados a una estación fluviográfica. En general deberá emplearse registros de una longitud mínima de unos 20 años (Naciones Unidas, 1972).
- El dimensionamiento apropiado de las obras hidráulicas señaladas, evita cualquier efecto de ahogamiento o remanso, mismo que es perjudicial para la estabilidad o resistencia de las obras a implementar.
- Se debe evitar pasos de agua que impidan el flujo de peces en dirección aguas abajo-aguas arriba. En caso de que esta condición se presente, el desarrollador/diseñador de las obras hidráulicas deberá implementar medidas de mitigación, como, por ejemplo: escaleras de peces.
- En las alcantarillas a diseñar, sobre todo el caso de alcantarillas de cuadro, se recomienda mantener una pendiente que evite empozamientos, y consecuentemente, limiten el paso de peces.

#### 7.4.1.3. Caudales (promedios, máximos y mínimos).

La variación en la avenida máxima de los cauces evaluados después de construido el proyecto con respecto a la avenida máxima sin el Proyecto (es decir, manteniendo la cobertura actual) se resume en el cuadro 7.8.

Cuadro 7.8. Caudales mínimos, promedios, de avenidas máximas pre y post proyecto, así como variaciones porcentuales en el punto de control evaluado por cuenca hidrográfica, Estudio de Hidrología Básica de Ruta 32, 2016.

Nº	RIO/CUENCA	PMA (mm)	Q max Pre	Q max Post	% Variación	Q prom (m³/s)	Q min (m³/s)	Mes Q min
1	Tortuguero	4999,7	173,91	174,12	0,12	5,05	2,86	Marzo
2	Guápiles	4609,0	35,03	35,2	0,50	0,39	0,22	Marzo
3	Santa Clara	4816,0	78,46	78,51	0,06	1,22	0,69	Marzo



Nº	RIO/CUENCA	PMA (mm)	Q max Pre	Q max Post	% Variación	Q prom (m³/s)	Q min (m³/s)	Mes Q min
4	Jiménez	4487,0	160,20	160,24	0,03	2,80	1,58	Marzo
5	Guácimo	4334,0	309,73	310,08	0,11	6,11	3,47	Marzo
6	Dos Novillos	4079,0	206,98	207,05	0,03	3,66	2,08	Marzo
7	Santa Emilia	4442,0	29,46	29,52	0,19	0,28	0,12	Marzo
8	Siquirres	4000,0	130,93	131,05	0,09	1,88	1,11	Marzo
9	Pacuare	3601,0	1520,00	1519,94	0,004	58,80	32,90	Febrero
10	Madre de Dios	4495,0	128,70	128,93	0,18	2,49	1,62	Marzo
11	Barbilla	4019,0	1051,13	1051,23	0,01	24,76	16,14	Marzo
12	Chirripó	4128,0	4459,74	4460,49	0,017	157,40	101,46	Marzo
13	Reventazón	3500,0	4471,00	-----	-----	161,00	83,40	Marzo
14	Blanco	4495,0	282,84	282,96	0,04	5,96	2,83	Setiembre
15	Bartolo	4000,0	58,14	58,43	0,50	0,69	0,33	Setiembre
16	Limoncito	3995,0	253,07	253,32	0,10	4,90	2,32	Setiembre

\*\* PPA: Precipitación promedio anual (mm); Q max: caudal máximo; Q min: caudal mínimo; Q prom: caudal promedio.

En cuanto al análisis hidrológico pre y post proyecto, el diferencial de la crecida máxima post-proyecto muestra que con la ampliación de la Ruta Nacional °32, la escorrentía superficial de cada cuenca hidrográfica aumentará gradualmente hasta un cierto porcentaje, considerado de bajo a medio, con respecto al caudal "sin" la ampliación, para una avenida asociada a un periodo de retorno de 10 años. Ver detalles en el Anexo 7-B.

Según lo expuesto en el análisis de pre y post proyecto, y puntualmente la variación porcentual en la escorrentía superficial de cada cuenca hidrográfica con la implementación de las obras, el Proyecto CUMPLE con lo estipulado en el Decreto N°32712-MINAE Manual de Instrumentos Técnicos para el Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental, y por ende con la legislación actual del MINAE, es decir, se logra comprobar la capacidad de carga natural que tiene estos cauces para recibir el agua de escorrentía que podría aportar la actividad, obra o proyecto como consecuencia del desarrollo de la obra civil.

#### 7.4.2. AGUA SUBTERRÁNEA.

##### 7.4.2.1. Aspectos hidrogeológicos regionales.

Desde el punto de vista hidrogeológico, la información existente y disponible sobre los acuíferos localizados regionalmente en el área del proyecto, es relativamente escasa. En el área del proyecto, los principales estudios hidrogeológicos se han realizado en los sectores de Moín y Limón.

De acuerdo con Vargas (2000), a lo largo de la zona de estudio se han identificado al menos cuatro sistemas acuíferos, específicamente los acuíferos continentales sedimentarios: Guápiles-Guácimo, Siquirres y Matina; y el acuífero costero Limón-Moín. En el sector costero del Caribe el número de



acuíferos es mucho menor al sector costero del Pacífico, lo cual se explica por la menor longitud de la línea de costa y las condiciones geológicas con que cuenta Costa Rica en el Caribe, sin embargo, los caudales que pueden rendir son mayores que en el sector pacífico (Vargas, 2000).

A continuación, se presentan las principales características identificadas por diversos autores, para los principales acuíferos reconocidos en el área de estudio:

- **Acuífero Guápiles-Guácimo:** de acuerdo con Salazar (1996), se extiende por toda la zona plana de la región, y corresponde a un acuífero libre, desarrollado en sedimentos porosos, arenosos y areno limosos de llanura aluvial. Según el mismo autor, su nivel freático explotable (gradiente hidráulico) desciende hacia el NE y las curvas de isopropiedades (equipotenciales) se alinean NW-SE. De acuerdo con datos de Vargas (2000), el acuífero Guápiles-Guácimo, que abastece a las comunidades de Guápiles y Guácimo, presenta un caudal promedio de 5 l/s, un espesor promedio de 30 m, y un riesgo de contaminación por desechos urbanos y agrícolas.

Mora (s.f.), mediante estudio de reconocimiento hidrogeológico en los sectores montañosos hacia el sur de la ciudad de Jiménez, Pococí, observó la existencia de acuíferos volcánicos en lavas y lahares, los cuales son recargados gracias al aporte de las lluvias y de la pérdida de aguas de los ríos locales (sobre todo Roca, Guácimo, Jiménez y Elia), debido a la alta permeabilidad del medio, en particular de las lavas andesíticas. El mismo autor, indica que debe considerarse limitaciones y restricciones (aunque no necesariamente absolutistas) de actividades humanas, principalmente agropecuarias, debido a que son una fuente de contaminación importante. Además, menciona la contaminación fecal por medio de letrinas y excrementos animales, y las actividades de extracción de materiales para la construcción por medio de tajos.

- **Acuífero Siquirres:** de acuerdo con Vargas (2000), este acuífero que abastece a la comunidad de Siquirres, presenta un caudal promedio de 15 l/s, un espesor promedio de 15 m, y un riesgo de contaminación por desechos agrícolas.
- **Acuífero Matina:** según Vargas (2000), este acuífero abastece a la comunidad de Matina, presenta un caudal variable entre 1 y 10 l/s, un espesor promedio de 30 m, y un riesgo de contaminación por desechos agrícolas.
- **Acuífero Limón-Moín:** de acuerdo con Vargas (2000), en horizontes arenosos y conglomerádicos al oeste de Limón, se presenta un acuífero de limitada productividad en calidad y cantidad de agua, que constituye el acuífero Limón. Por su parte, las calizas coralinas expuestas entre el empalme de Moín y la carretera Santa Rosa, al oeste de Limón, constituyen el importante acuífero de Moín, que aflora en un área de unos 5 km<sup>2</sup> y en una pequeña sección de unos 2 km<sup>2</sup> en las cabeceras del río Bartolo (Vargas, 2000).

Según la ONU (1975), el acuífero Moín corresponde a un acuífero continuo, en el que el agua fluye por los poros y cavernas, descargando en los manantiales de Moín, los cuales se producen en el



contacto entre las calizas y las arcillas de las unidades Terciarias inferiores. De acuerdo con Vargas (2000), estos brotes de agua se producen en un frente de unos 160 m en el empalme de Moín, con caudales totales medios entre 80 y 100 l/s, sujeto a las lluvias, a las cuales los manantiales responden rápidamente. Además, se presentan dolinas de gran importancia hidrogeológica, ya que permiten un transporte muy rápido de agua, debido a que están interconectadas unas con otras por medio de cavernas (ONU, 1975). En este sentido, Ramos (2005) indica que el acuífero Moín presenta un alto número de dolinas, por lo que considera que correspondería a un acuífero kárstico.

De acuerdo con Guzmán (2006), en las cercanías de la refinería de Moín, existen evidencias de variaciones litológicas que ocasionan diferencias considerables en la producción de los niveles acuíferos de este sistema acuífero. El mismo autor, indica que en ese mismo sector el sistema acuífero presenta una moderada a alta permeabilidad, y sus caudales oscilan desde menos de 1 l/s hasta 12 l/s, dependiendo del sitio perforado, y el nivel estático del acuífero productor es de 9 m en promedio. Sin embargo, reporta la presencia de algunos niveles más someros con profundidades máximas de 2.5 m y mínimas de solo unos 15 cm, dependiendo de la época y del sitio.

La recarga del acuífero Moín se efectúa por infiltración directa y se estima que la delgada capa de meteorización y la abundante vegetación retarda el escurrimiento y favorece la infiltración (ONU, 1975). Por su parte, Vargas (2000), menciona que debido a la elevada posición topográfica y aflorante de las calizas, las lluvias son su mayor fuente de recarga.

De acuerdo con datos de Vargas (2000), el acuífero Limón-Moín, que abastece a la ciudad de Limón, presenta un caudal variable entre 3 y 100 l/s, un espesor promedio de 30 m, y un riesgo de contaminación por intrusión salina y por desechos urbanos. Por otra parte, la ONU (1975) estimó su espesor promedio en 40 m.

Además, Guzmán (2006) estimó la transmisividad de un nivel superficial del acuífero Moín en 11.88 m<sup>2</sup>/día, y su coeficiente de almacenamiento en 0.01, lo cual indica baja capacidad del acuífero para ceder agua, por lo que se deduce que el agua subterránea se mueve lentamente en dirección del gradiente hidráulico. Por su parte, Ramos (2005) estimó la transmisividad del acuífero Moín en otro sector oscilando entre 13 m<sup>2</sup>/día y 36 m<sup>2</sup>/día.

Entre los factores de contaminación del acuífero Moín, Guzmán (2006) menciona la presencia de contaminación con hidrocarburos (compuestos BTEX), en el sector de la planta de RECOPE en Moín, sin embargo, concluye que la contaminación en este sitio puede propagarse por fuera del plantel hacia el N-NW, pero no hacia el S-SE. Por su parte, Ramos (2005) indica que los mayores focos de contaminación en algunos sectores corresponden a las dolinas, que constituyen ventanas directas al acuífero, y en las cuales algunas veces son utilizadas como botaderos de basura. De acuerdo con Ramos (2005), las fuentes de Moín se encuentran en un alto riesgo de contaminación, debido a su ubicación en una zona de alta vulnerabilidad intrínseca y al efecto de la carga contaminante intermitente.

#### 7.4.2.2. Información de pozos y manantiales.



Una vez realizada la revisión bibliográfica de índole hidrogeológica existente de la zona, se procedió a compilar la información existente en la base de datos del Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (SENARA), sobre los pozos perforados y manantiales existentes en las cercanías del AP (ver Anexo 7.11). Finalmente se seleccionaron los pozos localizados en un margen de 3 km hacia cada lado del AP; esta franja de búsqueda general de 6 km de ancho, se consideró suficiente para la elaboración del modelo hidrogeológico, debido a que la cantidad de pozos ubicados en este radio, permitió la generación de un modelo conceptual local bastante consistente y confiable para el AP y el AID.

En este radio de búsqueda se localizaron un total de 160 pozos y 7 manantiales registrados. La ubicación de cada uno de estos pozos y manantiales se puede observar en los Mapas Hidrogeológicos del Anexo 7.12; mientras que los resúmenes con la información principal de los pozos y manantiales, se presentan en detalle en el anexo 7-A, en los Cuadros 11 y 12 del estudio, respectivamente. Lo anterior basado en el registro de pozos del SENARA a la fecha de elaboración del presente informe.

Con base en la información de pozos existentes para el área seleccionada, se procedió a elaborar el modelo hidrogeológico local del AP y AID, el cual se presenta en los Mapas Hidrogeológicos Locales del Anexo 7.12. Igualmente se elaboraron algunas Secciones Hidrogeológicas, que se muestran en el Anexo 7.13.

#### **7.4.2.3. Caracterización de acuíferos en el AP y AID.**

Con base en toda la información hidrogeológica compilada del área de estudio, así como con los trabajos de campo realizados y los diferentes modelos hidrogeológicos generados (ver Anexos 7.12 y 7.13), a continuación, se presenta una caracterización general de los acuíferos con influencia en el AP y AID.

Debido a la ubicación geomorfológica del AP y el AID, en su mayoría dispuesta sobre depósitos inconsolidados de origen aluvial, correspondientes a la llanura aluvial de la vertiente del Caribe, a lo largo de la zona de estudio se localizan una serie de acuíferos sedimentarios continentales, que en términos generales se podrían considerar como un sistema acuífero regional en un medio poroso. Este sistema acuífero aluvial corresponde al medio acuífero con mayor explotación en la zona, a través de pozos perforados y excavados.

Debido a la presencia de alternancia de capas aluviales con características hidráulicas distintas, se presentan medios acuíferos conformados por aluviones medios a gruesos, con matriz arenosa, poco contenido de finos (limos y arcillas), con espesores comprobados entre 10 y 60 m. Estos materiales se encuentran intercalados con materiales más finos con características de acuitardos, conformados principalmente por arcillas y limos, con espesores variables entre 5 y 25 m.

Por otra parte, en algunos pozos realizados sobre depósitos aluviales en la zona, se identificó la captación de los medios porosos antes mencionados, además de algunos medios acuíferos fracturados en roca, instalados en rocas subyacentes, tanto volcánicas (sector oeste) como sedimentarias (sector este).



En el caso del extremo este de la traza del proyecto, en el sector de Moín y Limón, las condiciones hidrogeológicas difieren un poco con respecto al resto del área; ya que en esta zona específica los acuíferos más importantes y que están siendo explotados actualmente, se presentan en calizas arrecifales fracturadas, y en alguna medida en las rocas sedimentarias subyacentes (areniscas y conglomerados).

Además, aunque con una menor influencia en el AP y AID, se presentan algunos sistemas acuíferos en los sectores montañosos localizados al sur de la traza del proyecto, localizados en las rocas volcánicas del sector occidental, y en rocas sedimentarias en el sector oriental.

En términos generales, los acuíferos identificados que dominan en el área de estudio son de tipo libre cubiertos, muy localmente no cubiertos sin embargo dada la variabilidad litológica de los diferentes materiales presentes, tanto inconsolidados como consolidados, se presentan algunos acuíferos de tipo confinados y semiconfinados; en función de la disposición de las capas de materiales más finos e impermeables.

De acuerdo con la información obtenida de los pozos cercanos al AP y AID, en términos generales los niveles piezométricos de los acuíferos en el área son relativamente superficiales, donde oscilan en el orden de 0,5 a 6 m, y ocasionalmente entre 6 y 11 m; así como algunos sectores muy localizados con niveles reportados entre 16 y 26.5 m.

Igualmente, según los modelos hidrogeológicos generados (ver Mapas Hidrogeológicos Locales; Anexo 7.12), el sistema acuífero a nivel regional presenta una dirección de flujo generalizada hacia el noreste, es decir en dirección más o menos perpendicular a la costa Atlántica. Sin embargo, en algunos sectores se presentarían algunas variaciones locales en la dirección de flujo de las aguas subterráneas, tal es el caso del sector de Pocora, con dirección de flujo hacia el noreste; así como el sector de Moín y Limón en el extremo este del proyecto, con dirección de flujo más o menos hacia el este. Con base en la información analizada, se estima una extensión lateral para este acuífero mayor a 6 km de radio a lo largo de la traza del AP.

En cuanto al gradiente hidráulico de los cuerpos acuíferos ubicados bajo la traza del proyecto, se realizaron algunas estimaciones basadas en los modelos hidrogeológicos realizados en el presente estudio (ver Anexo 7.12). Se determinaron valores de gradiente hidráulico para diferentes zonas del proyecto, los cuales se especifican a continuación:

- Cercanías de Guápiles: 0.0382 (3.82%)
- Pocora: 0.0250 (2.50%)
- Siquirres: 0.0394 (3.94%)
- Batán: 0.00194 (0.19%)
- Venecia: 0.00505 (0.50%)
- Limón: 0.0128 (1.28%)

De acuerdo con los datos anteriores, en términos generales los gradientes hidráulicos de los acuíferos a lo largo de la traza del proyecto, varían entre 0,00194 y 0,0394 (0.19% - 3,94%); donde los valores





más altos se presentan en el sector occidental del proyecto, y los valores más bajos en el sector oriental. Lo anterior podría deberse a la presencia de la zona costera Atlántica en el este del proyecto, que podría estar ejerciendo una especie de barrera al sistema acuífero regional, que se manifiesta con valores bajos de gradiente hidráulico en este sector.

#### 7.4.2.4. Vulnerabilidad a la contaminación (GOD).

La vulnerabilidad a la contaminación se determinó mediante el método GOD (Groundwater, Overall and Depth), el cual fue desarrollado por Foster en 1987, específicamente para zonas cuya información acerca del subsuelo y sistemas de agua subterránea es escasa.

Este método determina la vulnerabilidad intrínseca del acuífero, por lo que no toma en cuenta el tipo de contaminante; establece la vulnerabilidad del acuífero como una función de la inaccesibilidad de la zona saturada, desde el punto de vista hidráulico, a la penetración de contaminantes y la capacidad de atenuación de los estratos encima de la zona saturada, como resultado de su retención física y la reacción química con los contaminantes (Foster & Hirata, 1991).

El método GOD estima la vulnerabilidad de un acuífero, multiplicando tres parámetros que representan tres tipos de información especial:

- G: Grado de confinamiento o tipo de acuífero (Ground water occurrence)
- O: Litología y grado de consolidación de estratos sobre la zona no saturada (Overlying lithology)
- D: Profundidad del agua subterránea (Depth of groundwater)

El producto de estos componentes arroja un índice de vulnerabilidad que puede variar entre 0,0 y 1,0, indicando vulnerabilidades desde despreciables hasta extremas.

El grado de confinamiento hidráulico (G) está evaluado con una escala que varía de 0,0 a 1,0, según la cual los acuíferos artesianos o confinados son menos vulnerables que un acuífero freático. Por su parte, las características del substrato sobreyacente a la zona saturada del acuífero se evalúa por su litología y grado de consolidación (O), cuyo parámetro tiene una escala que varía de 0,4 a 1,0. Finalmente, la profundidad del agua subterránea (D) tiene una escala que varía de 0,6 a 1,0.

En la Figura 7.6 se presentan los parámetros y valores utilizados en la metodología GOD, para la evaluación de la vulnerabilidad a la contaminación de acuíferos.

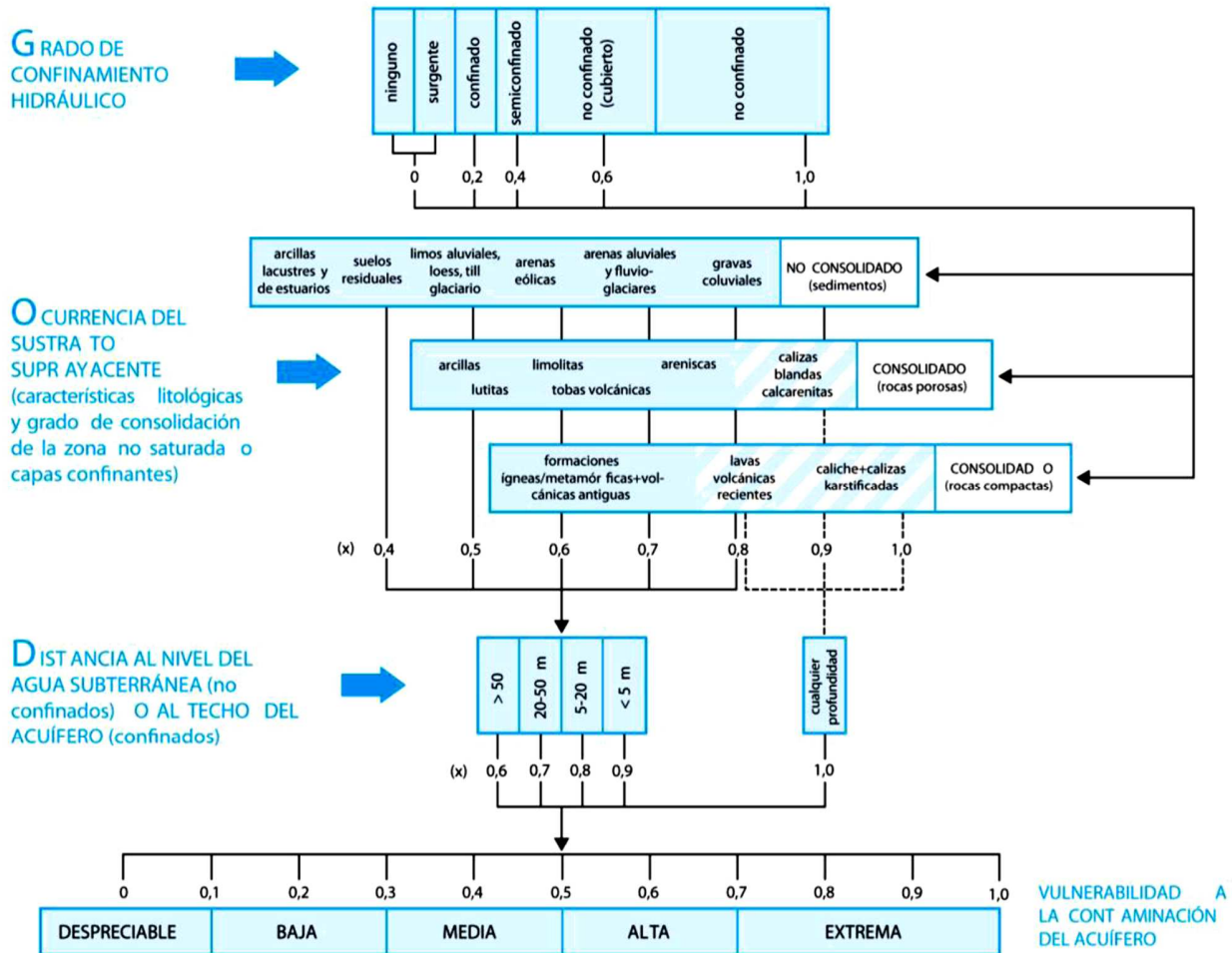


Figura 7.6. Parámetros de metodología GOD para la evaluación de la vulnerabilidad a la contaminación de acuíferos (Tomado de Foster et al., 2007)

Para el presente estudio, se procedió a revisar la información de pozos contenida en la base de datos del SENARA, ubicados a lo largo de la traza del proyecto, con el fin de determinar las características necesarias para analizar la vulnerabilidad de los acuíferos inmediatamente subyacentes al AP y AID. Con base en la información analizada de los pozos, en lo referente a los parámetros establecidos en la metodología GOD, se logró generar un modelo de vulnerabilidad a la contaminación de las aguas subterráneas, el cual fue restringido al Área de Influencia Directa (AID) del proyecto. Mediante este análisis se lograron generar los Mapas de Vulnerabilidad Hidrogeológica para el AP y AID, los cuales se presentan en el Anexo 7.14.

De acuerdo con los Mapas de Vulnerabilidad Hidrogeológica generados, se puede observar que en términos generales la vulnerabilidad a la contaminación de los acuíferos inmediatamente subyacentes al AP y AID, se considera variable entre Despreciable y Baja (ver Mapas de Vulnerabilidad Hidrogeológica 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7; Anexo 7.14). Uno de los factores que mayormente influye en la baja



vulnerabilidad de las aguas subterráneas a lo largo del proyecto, corresponde a la presencia de capas superficiales con baja permeabilidad aparente, tales como arcillas y limos con espesores variables, los cuales conforman una barrera de protección para la mayor parte de acuíferos en la zona, que incluso en muchos sectores funcionan como capas confinantes de los medios acuíferos subyacentes.

Por otra parte, muy localmente se identificó un tramo de poco más de 8 km de extensión, con vulnerabilidad Extrema, específicamente entre el suroeste de Guápiles, a la altura del río Tortuguero, y la comunidad de Fox Hall (ver Mapas de Vulnerabilidad Hidrogeológica 1 y 2; Anexo 7.14). En el Cuadro 7.9 se presenta un resumen con las diferentes vulnerabilidades hidrogeológicas definidas para el AP y AID, con sus respectivas referencias para su ubicación.

Cuadro 7.9. Vulnerabilidades hidrogeológicas identificadas en el AP y AID, con base en la metodología GOD.

Ubicación del tramo		Grado de Vulnerabilidad
De	A	
Cruce de Río Frío (extremo W del proyecto)	SW de ciudad de Guápiles (río Tortuguero)	BAJA
SW de ciudad de Guápiles (río Tortuguero)	Comunidad de Fox Hall	EXTREMA
Comunidad de Fox Hall	Cerca de comunidad de Freehold (al E del río Pacuare)	BAJA
Cerca de comunidad de Freehold (al E del río Pacuare)	SE de Sandoval (altura del río Moín)	DESPRECIABLE
SE de Sandoval (altura del río Moín)	Ciudad de Limón (extremo este E del proyecto)	BAJA

#### 7.4.2.5. Mapa de elementos hidrogeológicos.

En la Sección 7.4.2.3 del presente documento, se describe el modelo conceptual general establecido para los acuíferos subyacentes a la traza del AP y AID, incluyendo sus características hidráulicas básicas. Por su parte en el Anexo 7.12 se presentan los Mapas Hidrogeológicos propuestos para el AP y su entorno inmediato, incluyendo la ubicación de pozos y manantiales, líneas equipotenciales, así como dirección de flujo de las aguas subterráneas. Mientras que en el Anexo 7.13 se presentan algunas Secciones Hidrogeológicas realizadas para diversos sectores del área de estudio.

#### 7.5. CALIDAD DEL AIRE.

Uno de los factores ambientales positivos que se destacan en el AP y AID, es la buena calidad del aire a lo largo de toda la traza del proyecto, que se presenta contaminación aparente baja. Entre los factores principales para que se presente una buena calidad del aire, se tienen las pocas fuentes de contaminación importante (tanto naturales como antropogénicas), presencia de zonas con topografía plana, lo que, sumado a condiciones de viento favorables, permite una buena circulación del aire en la zona.



Quizás la principal fuente actual de contaminación del aire en el AP y AID, corresponde a una de tipo antropogénica móvil, específicamente a la emanación de gases de los vehículos, tanto livianos como pesados, que transitan actualmente por la carretera de la Ruta 32, lo cual se convierte en un aporte constante de contaminantes al ambiente. Sin embargo, debido a que la legislación vigente establece que los vehículos para transitar libremente en carretera deben de superar la revisión técnica vehicular que se realiza anualmente, la cual incluye el análisis de las emanaciones de gases de los vehículos, se considera que la contaminación de este tipo estaría en cierta medida controlada.

Otra de las fuentes potenciales actuales de contaminación del aire identificadas en el área del proyecto y alrededores, lo constituye la fumigación aérea de plantaciones agrícolas, principalmente de piña y banano, lo cual genera una aspersión de aerosoles de agroquímicos en el ambiente, que en función de las condiciones del viento pueden movilizarse a sectores fuera de las áreas de plantación, pudiendo afectar la calidad del aire en los sectores vecinos a las plantaciones.

Actualmente en la zona del proyecto y alrededores, no se presentan mayores problemas por contaminación de polvo en el aire, posiblemente debido a que es una región caracterizada por precipitaciones frecuentes, así como por la presencia de coberturas vegetales densas, tanto de bosque como de charral, lo cual tiende a controlar en alguna medida afectaciones de este tipo.

Si bien las condiciones de ubicación del proyecto respecto a los volcanes activos de la Cordillera Volcánica Central, la hacen una zona poco propensa a la afectación por actividad volcánica, no se descarta que, ante erupciones de magnitudes importantes, o bien por variaciones en la dirección de los vientos en la región, se pueda generar algún tipo de contaminación en el aire por productos volcánicos, tales como gases y cenizas.

En términos generales se considera que el proyecto a construir, sería ambientalmente amigable, donde la calidad del aire, entre otros, no se vería fuertemente afectada. En la fase constructiva del proyecto deberá prestarse especial atención al tratamiento del polvo durante los movimientos de tierra, tanto durante la remoción, como durante el transporte y disposición del material, tomando en cuenta todas las medidas de mitigación necesarias para disminuir la contaminación del aire por partículas de polvo. Lo anterior aplica de igual manera para los trabajos de acarreo y disposición de materiales de construcción, tales como arena, piedra, cemento, etc.

De igual manera, deberán mantenerse todos los controles necesarios sobre los vehículos y maquinaria pesada utilizados en el proyecto, con el fin de que las emanaciones de gases de los mismos se encuentren dentro de los parámetros establecidos por la legislación vigente, y así evitar la contaminación por fuentes móviles durante la etapa constructiva del proyecto.

Debido a que toda la traza del proyecto, se considera una zona pre impactada por la construcción y operación de la carretera actual de la Ruta 32, se estima que, durante la fase operativa del proyecto, la contaminación del aire por fuentes relacionadas con el proyecto, específicamente la emanación de gases de los vehículos, será similar al que se presenta actualmente en la zona. Este tipo de fuentes móviles de contaminación, son actualmente reguladas mediante las inspecciones vehiculares anuales



que establece la legislación vigente, por lo que se considera que este tipo de afectación al ambiente estaría en cierta medida controlado.

#### **7.5.1. RUIDO Y VIBRACIONES.**

Actualmente el AP y AID presentan algunos niveles de ruido y vibración, generados principalmente por el tránsito de los vehículos, tanto livianos como pesados, en ambos sentidos de la carretera actual de la Ruta 32. Sin embargo, estos niveles se consideran dentro de los estándares normales para una infraestructura de este tipo, y la molestia actual generada para la población en el área de influencia del proyecto, se considera baja.

Durante la etapa constructiva del proyecto se prevé un incremento normal en los niveles de ruido y vibración en el área, producto del empleo y movilización de maquinaria con motores de combustión interna. Aun así, se considera que el ruido y vibración que se va a generar durante la construcción del proyecto, no va a ocasionar un aumento en las molestias por parte de las poblaciones cercanas al AP. Además, debido a que toda la traza del proyecto se considera una zona pre impactada por la construcción y operación de la carretera actual de la Ruta 32, se estima que, durante la fase operativa del proyecto, los niveles de ruido y vibración generados por el tránsito de vehículos, serán similares a los que se presentan actualmente en la zona. Por lo tanto, se considera que este tipo de factores durante la fase operativa del proyecto, no generará un aumento en las molestias de los pobladores cercanos al AP; esto sumado a que, en el caso del ruido de vehículos, existen niveles máximos permitidos, los cuales son actualmente regulados por la legislación vigente, por lo que este factor específico se mantiene en alguna medida controlado.

#### **7.5.2. OLORES.**

Durante las visitas de campo realizadas al AP y AID, no se percibió la presencia de olores específicos, que pudieran estar siendo generados por alguna fuente cercana. En términos generales se considera un área sin olores particulares perceptibles para el ser humano. Sin embargo, no se descarta la presencia de olores ocasionales en algunos sitios específicos del proyecto, que pudieran estar relacionados con cursos de agua contaminados súbitamente (por aguas residuales, agroquímicos, etc.), o con aerosoles de agroquímicos dispersos en el ambiente por fumigación aérea de plantaciones, o bien con emisiones de gases de vehículos en mal estado que transiten por el sector.

No se prevé la emanación de ninguna clase de olor desagradable durante la etapa constructiva del proyecto, ya que el mismo tiene previsto la integración del proyecto con el ambiente, realizando un buen manejo de las posibles fuentes de olores generadas. Entre los posibles focos de olores del proyecto se encuentran los desechos de aguas negras y residuales, generados durante la fase constructiva del mismo, para lo cual se deberá manejar adecuadamente este tipo de residuos, de acuerdo con lo que dicta la legislación vigente para su correcto manejo y tratamiento. Otra de las posibles fuentes de olores durante esta etapa, corresponde a la emisión de gases por parte de vehículos y maquinaria que trabaje en el sector, para lo cual deberán mantenerse todos los controles necesarios, con el fin de que las emanaciones de gases de los mismos se encuentren dentro de los



parámetros establecidos por la legislación vigente, y así evitar la contaminación del ambiente por olores producidos por fuentes móviles relacionadas a la construcción del proyecto.

De igual manera, debido a que toda la traza del proyecto, se considera una zona pre impactada por la construcción y operación de la carretera actual de la Ruta 32, se estima que, durante la fase operativa del proyecto, la contaminación del ambiente por olores relacionadas con el proyecto, específicamente por la emanación de gases de los vehículos, será similar al que se presenta actualmente en la zona. Este tipo de fuentes móviles de contaminación, son actualmente reguladas mediante las inspecciones vehiculares anuales que establece la legislación vigente, por lo que se considera que este tipo de afectación al ambiente estaría en cierta medida controlado.

### **7.5.3. GASES.**

Debido a la ubicación de la actual carretera de la Ruta 32 a lo largo de la traza del AP y AID, donde existe un tránsito diario de vehículos, tanto livianos como pesados, se considera que actualmente existe algún nivel de contaminación, relacionado con la emisión de gases por efecto de combustión de los motores vehiculares. Sin embargo, debido a que la legislación vigente establece que los vehículos para transitar libremente en carretera deben de superar la revisión técnica vehicular que se realiza anualmente, la cual incluye el análisis de las emanaciones de gases de los vehículos, se considera que la contaminación de este tipo se encuentra en cierta medida controlada.

Durante la etapa constructiva del proyecto se prevé un leve incremento en los niveles de emanación de gases en el ambiente, el cual se considera normal para este tipo de actividades, debido al empleo y movilización de vehículos y maquinaria con motores de combustión interna. Sin embargo, se estima que la afectación por emanación de gases de los vehículos y maquinaria relacionados con la construcción del proyecto, será de menor consideración, siempre y cuando se mantengan todos los controles necesarios sobre los mismos, con el fin de que las emanaciones de gases se encuentren dentro de los parámetros establecidos por la legislación vigente.

Debido a que toda la traza del proyecto, se considera una zona pre impactada por la construcción y operación de la carretera actual de la Ruta 32, se estima que, durante la fase operativa del proyecto, la contaminación del ambiente por gases emanados por los vehículos que transiten en el sector, será similar al que se presenta actualmente en la zona. Este tipo de fuentes móviles de contaminación, son actualmente reguladas mediante las inspecciones vehiculares anuales que establece la legislación vigente, por lo que se considera que este tipo de afectación al ambiente estaría en alguna medida controlado.

## **7.6. AMENAZAS NATURALES.**

### **7.6.1. AMENAZAS SÍSMICA.**

Esta corresponde a una de las amenazas más importantes a tomar en cuenta en el AP y AID, y en general para toda la infraestructura en la mayor parte del país. La sismicidad en el AP y AID está muy vinculada con la presencia de fallas activas, tales como las mencionadas: Río Sucio, Alto Grande,



Guápiles-Guácimo, Siquirres-Matina, Río Blanco, y el Cinturón Deformado del Norte de Panamá (ver Secciones 7.1.3 y 7.6.1; y Anexos 7.2 y 7.3); así como otras ubicadas en otros bloques tectónicos del país, que podrían generar efectos en la zona.

En el Cuadro 7.14 se presenta un resumen con la información de las fallas activas con mayor influencia en el proyecto, en cuanto a los principales sismos históricos relacionados y las magnitudes máximas esperadas. Posteriormente se detalla más a fondo la sismicidad asociada a cada una de estas fallas activas, incluyendo mayor información, así como las fuentes bibliográficas de los datos presentados en el Cuadro 7.10.

Cuadro 7.10. Resumen con información sísmica de las fallas activas con influencia en el proyecto.

Falla	Sismos históricos relacionados	Magnitud máxima esperada (Mw)
Río Sucio	• Patillos (30/12/1952): Ms=5.7	6.4
Alto Grande	• Enjambres posteriores al terremoto Piedras Negras (22/12/1990; Ms=5.7) • Enjambres posteriores al terremoto de Limón (22/04/1991; Mw=7.7)	6.2 - 6.5
Guápiles-Guácimo	• Guápiles (30/09/1998; Mw = 4.0)	6.4
Siquirres-Matina	• Matina-Limón (07/01/1953; Ms=5.2, Mw=5.9)?	7.0
Río Blanco	• Matina-Limón (07/01/1953; Ms=5.2, Mw=5.9)?	7.0
Cinturón Deformado del Norte de Panamá-Limón	• Matina? (22/02/1798; Mw=?) • San Estanislao? (07/05/1822; Mw=7.6) • Bocas del Toro? (20/12/1904; Mw=7.3) • Limón (22/04/1991; Mw=7.7)	7.8

La falla Río Sucio corresponde a una falla de desplazamiento de rumbo de tipo dextral, a la cual Montero & Alvarado (1995) y Montero et al. (2013), relacionan con el terremoto de Patillos del 30 de diciembre de 1952 (Ms=5.7), específicamente con su ramal occidental. Aunque Montero (2003) también considera que este sismo pudo estar relacionado con la falla Lara, la cual también se encuentra dentro de la posible zona macrosísmica del terremoto. La intensidad del temblor alcanzó el grado VIII en la escala de Mercalli Modificada, originando considerables deslizamientos y 23 muertos. De acuerdo con Fernández et al. (1998), varios sismos de un enjambre ocurrido en el volcán Irazú durante el año 1991 y otros eventos de baja magnitud, que ocurrieron entre 1992 y 1996, fueron generados a lo largo de la falla Río Sucio.

Montero & Alvarado (1995) catalogan los macizos del Irazú y Turrialba como un área de peligrosidad sísmica, con potencial para general temblores con magnitudes de entre 5,0 y 6,6 Mw basados en la longitud de las fallas identificadas. De acuerdo con algunas relaciones empíricas, la RSN (2016a) considera que la falla Río Sucio podría generar sismos que alcancen magnitudes de hasta 6,4 Mw.





Por su parte, la falla Alto Grande se caracteriza por presentar una baja sismicidad, al igual que las fallas Blanquito y Río Sucio (Fernández & Pacheco, 1998). Sin embargo, en 1991, a raíz del terremoto de Piedras Negras (22 de diciembre de 1990,  $M_s=5,7$ ), y el terremoto de Limón (22 de abril de 1991,  $M_w=7,7$ ), el macizo del volcán Irazú sufrió una desestabilización sísmica que Barquero et al. (1995) denominaron como "la crisis sísmica del volcán Irazú", en donde ocurrieron una serie de temblores a lo largo de una falla orientada noroeste-sureste (cerca de la localidad de Pacayas), y que continúa hacia el noroeste con la Falla Alto Grande. Por lo anterior, Montero & Alvarado (1995) asocian esa serie de sismos con esta falla. Por otro lado, Linkimer (2003) no observó sismos asociados con esta falla en el periodo comprendido entre 1992-2002.

Según Montero & Alvarado (1995), la falla Alto Grande presenta una tasa de movimiento vertical relativamente baja (probablemente menor a 1 mm/año); y de acuerdo con la RSN (2016b), esta falla puede generar magnitudes máximas comprendidas entre 6,2 hasta 6,5  $M_w$ .

Aunque no se presenta sismicidad histórica comprobada relacionada al sistema de falla Guápiles-Guácimo, de acuerdo con Denyer et al. (2013), algunos sismos superficiales han sido localizados al sur de estas fallas inversas. Los mismos autores, indican que posterior al terremoto de Limón del 7 de enero de 1953 ( $M_w=5,9$ ) se detectaron levantamientos en esta región; igualmente, después del terremoto de Limón del 22 de abril de 1991, hubo sismos localizados en esta zona con movimiento de falla inversa, lo que indica que este es un sistema de falla activo. Por su parte, Montero (2001) menciona la ocurrencia de un sismo de magnitud 4,0 (30 de setiembre de 1998), con una profundidad de 8 km, y con un plano nodal de bajo ángulo que se inclina al sur, que de acuerdo con su interpretación podría asociarse con la falla Guápiles.

No existen referencias sobre el potencial sísmico del sistema de falla Guápiles-Guácimo, sin embargo, con base en relaciones empíricas la RSN (2016c), estima que esta falla puede generar sismos de hasta 6.4  $M_w$ .

De acuerdo con Boschini (1989), la falla Siquirres-Matina se asocia con el terremoto del 7 de enero de 1953 con magnitud superficial de 5,2, cuyo epicentro se ubicó entre Matina y Limón, y originó daños en esta última ciudad. Según Montero (2000), este terremoto tuvo una magnitud de 5,9  $M_w$ , y posterior al mismo se detectaron levantamientos en esta región. De igual manera en el mapa de sismicidad reciente de Climent et al. (2005) se registra sismicidad a lo largo de este sistema de falla; tal como sucedió posterior al terremoto de Limón del 22 de abril de 1991, donde hubo sismos localizados en esta zona con movimiento de falla inversa (Montero, 2000). De acuerdo con Climent et al. (2005) y Alvarado et al. (2012), esta falla presentaría un potencial sísmico de magnitud 7,0  $M_w$ . Por otra parte, de acuerdo con Rojas et al. (2004), un evento sísmico que podría asociarse con la falla Río Blanco, es el terremoto de Limón del 7 de enero de 1953 ( $M_w=5,9$ ), el cual como se mencionó anteriormente, ha sido relacionado por otros autores con la falla Siquirres-Matina. Este fallamiento, al estar relacionado con el Cinturón Deformado del Centro de Costa Rica y con el Cinturón Deformado del Norte de Panamá, y podría tener un potencial de terremotos de magnitudes  $M_w$  de alrededor de 7,0 (RSN, 2016d).



El Cinturón Deformado del Norte de Panamá-Limón, también conocido como falla Costera del Caribe, se relaciona con el terremoto de Limón del 22 de abril de 1991 ( $M_w=7,7$ ), que causó daños importantes tanto a viviendas como a líneas de comunicación y servicios básicos importantes para la región (carreteras, puentes, líneas de ferrocarril, tendido eléctrico, acueductos, etc.). De acuerdo con Morales (1994), causaron pérdidas económicas por 21 991 millones de colones, así como 48 víctimas mortales en Costa Rica y 52 en Panamá. Según Ponce et al. (1994), anterior a este terremoto el potencial sísmico de la zona era considerado como bajo, pues no se habían reconocido grandes sismos históricos. En forma similar, Montero et al. (1994), mencionan que previo al terremoto de 1991, la sección oeste del CDNP se consideraba poco sísmica, en relación con la porción este de dicha estructura. Por otra parte, Denyer et al. (1994b), indican que existen eventos sísmicos previos a 1991, registrados en los promotorios de la costa Caribe, donde los autores suponen la preexistencia de terremotos de magnitud 7,0 o mayor, los cuales han sido recurrentes al final del Cuaternario. Inclusive Montero et al. (1994), mencionan la ocurrencia de grandes terremotos históricos en el lado marino del norte de Panamá.

De acuerdo con Denyer et al. (2013), el terremoto de Limón del 22 de abril de 1991 ( $M_w=7,7$ ) se originó en una falla inversa, donde el bloque superior se movió hacia el noreste unos 3 m respecto al bloque inferior. Esto provocó un levantamiento vertical entre 0,5 y 2,0 m a lo largo de la costa, desde puerto Limón hasta cerca de la frontera con Panamá. Algunos datos indican que entre Búfalo y Río Blanco el levantamiento alcanzó casi 4,5 m, por la interacción de la falla Río Blanco y el sistema Siquirres Matina.

Según Fernández et al. (1994), el reconocimiento de campo realizado una semana después del terremoto de Limón, reveló que los sitios con la deformación superficial de mayor daño en la carretera Siquirres-Limón, coincide con la proyección del sistema de fallas inversas y de desgarre. Además, en estos sitios se sumaron los efectos del fenómeno de licuefacción y aceleración amplificadas entre los sedimentos Cuaternarios del subsuelo y el relleno de base de la carretera.

De acuerdo con la RSN (2016e), considerando la longitud de la falla (en ese sector oeste del CDNP), y algunas relaciones empíricas, esta falla es capaz de generar sismos de magnitud ( $M_w$ ) de 7,8.

De acuerdo con Denyer et al. (1994b), los registros históricos de sismicidad en la región Caribe son dispersos, a causa de la poca población existente en la zona en el pasado histórico. Montero et al. (1991), con base en datos históricos sugieren que el terremoto del 7 de mayo de 1822, pudo haber ocurrido en esta región en forma similar que el de abril de 1991. Por su parte, Camacho & Viquez (1992) concluyen que los terremotos de 1798, 1822, 1904 y 1991, parecen haber sido originados en el extremo occidental del Cinturón Deformado de Panamá. Plafker & Ward (1992) estiman que el período de recurrencia para eventos similares al de abril de 1991 es de 200 a 1100 años.

Según Sauter (1994), el daño más espectacular causado por el terremoto de Limón, lo representa el colapso de numerosos puentes de carretera y ferrocarril. Igualmente sobresalen los severos daños en pavimentos de carretera y vías de ferrocarril a causa de la fractura, desplazamiento lateral y asentamiento del terreno y terraplenes, debido a la pérdida de resistencia y licuefacción de suelos aluviales. De acuerdo con Sauter (1994), un total de cinco puentes de carretera sufrieron colapso



total, unos 13 puentes pequeños fueron severamente dañados, y ocho puentes de ferrocarril se asentaron o sufrieron colapso parcial. Un total de 80 km de pavimento y relleno de carretera fueron severamente dañados, impidiendo el tránsito de vehículos; consecuentemente, la región sureste de Costa Rica, incluyendo el litoral del Mar Caribe y el Valle de la Estrella, quedaron incomunicados después del terremoto. El tráfico entre San José y el puerto de Limón fue interrumpido durante cinco días a causa del terremoto. En el área del proyecto sobre la ruta Nº 32 el único puente importante que sufrió colapso, corresponde al del río Chirripó (Atlántico).

Además, en cuanto a lo que amenaza sísmica se refiere, se debe tomar en consideración la sismicidad originada por subducción de placas tectónicas, dado que se trata de un asunto de carácter nacional, que ha sido tomado en cuenta en la zonificación sísmica que establece el Código Sísmico de Costa Rica (2003).

De acuerdo con el Código Sísmico de Costa Rica (2003), el AP y AID se encuentran ubicados dentro de la zona sísmica II, desde el inicio del proyecto en el sector occidental, hasta la altura del cruce del río Reventazón, donde cambia a la zona sísmica III, la cual se extiende hasta el final del proyecto en el sector oriental, en la ciudad de Limón. De acuerdo con el código, cuando las propiedades geotécnicas del sitio no se conocen con suficiente detalle, se supone un sitio de cimentación tipo S3. Con base en la zonificación sísmica y el sitio de cimentación, en el Código Sísmico se establece un valor de aceleración pico efectiva de diseño de 0,28 para la zona II, y 0,36 para la zona III, ambos para un período de retorno de 500 años.

Por otra parte, según el mapa de distribución de zonas sísmicas de Costa Rica (Fernández & Rojas, 2000), el AP y AID se ubica en su mayor parte en la zona 19 llamada Zona Norte, desde el inicio del proyecto en el sector occidental, hasta más o menos la altura del río Chirripó Atlántico, sector donde pasa a la zona 21 llamada Limón-Changuinola. En el caso de la zona 19 el número anual de sismos magnitud M mayor a 4,5 es de 1,0839, con un valor medio probable de máxima magnitud que podría generar la fuente sísmica de 6,5, a una profundidad entre 2 y 30 km; mientras que en el caso de la zona 21 el número anual de sismos magnitud M mayor a 4,5 es de 1,9054, con un valor medio probable de máxima magnitud que podría generar la fuente sísmica de 7.7, a una profundidad entre 5 y 25 km.

Los sismos que más han afectado la zona se han producido en fallas corticales, como las mencionadas anteriormente, los cuales ocurren a profundidades relativamente someras menores a 15 km, de aquí que posean un potencial de destrucción alto, aunado a que se dan en zonas con altas densidades de población.

Entre los efectos geológicos más importantes que puede generar un sismo, se tienen: amplificaciones de ondas sísmicas, licuefacción de suelos, deslizamientos de diversa magnitud, tsunamis o maremotos, asentamientos de terrenos, y fracturas en el terreno con daños diversos a la infraestructura, entre otros.



### 7.6.2. FALLAS GEOLÓGICAS ACTIVAS.

En términos generales en el Caribe de Costa Rica existe un sistema compresivo compuesto por fallas inversas y pliegues, que forman parte del llamado Cinturón Deformado del Norte de Panamá, el cual bordea el litoral Caribe de este último país, y se continúa en Costa Rica hasta cerca de Puerto Limón. En este lugar, el cinturón cambia de rumbo y entra dentro de la región central de Costa Rica, donde existe un sistema de fallas y pliegues que recibe el nombre de Cinturón Deformado del Centro de Costa Rica. Ambos cinturones de fallas y pliegues constituyen los límites norte y oeste de la microplaca de Panamá con respecto a la placa del Caribe.

De acuerdo con Montero (2000a), las características del fallamiento y del plegamiento que existen en la zona límite entre la microplaca de Panamá y la placa Caribe, sugieren un movimiento relativo entre el norte y el este-noreste de la parte sur de Costa Rica con respecto al sector norte, lo cual origina compresión tanto en el sector norte de la Cordillera Volcánica Central, como a lo largo del margen Caribe hacia el sureste de Puerto Limón. Esto ocurre en fallas de movimiento horizontal predominantemente izquierdas de rumbo NE a E-NE y derechas de rumbo NW, inversas de rumbos W-NW a W y en pliegues de rumbos similares. Además, algunas fallas normales con rumbos cercanos al norte también contribuyen al proceso de interacción tectónica.

De acuerdo con el Atlas Tectónico de Costa Rica, Hojas San José y Limón, escala 1:600 000 (Denyer et al., 2013), las fallas activas identificadas más cercanas al AP son: Río Sucio, Alto Grande, Guápiles-Guácimo, Siquirres-Matina, Río Blanco, y Cinturón Deformado del Norte de Panamá (CDNP), así como una falla sin nombre al sur de la ciudad de Limón.

En los mapas de los Anexos 2 y 3 se presenta el mapa tectónico para el área de estudio, donde se puede observar la ubicación de las fallas activas mencionadas, así como otros rasgos tectónicos asociados al fallamiento activo, tales como pliegues. Mientras que a continuación se resumen las principales características de las fallas geológicas activas con mayor influencia en el AP y AID:

- **Falla Río Sucio.**

De acuerdo con Montero et al. (1998), esta falla se localiza en el flanco noroeste del volcán Irazú, al oeste de la Falla Alto Grande. Según Linkimer (2003), transcurre con una expresión geomórfica prominente a lo largo del río Sucio hasta el sector sur del cerro Alto Grande. Existen algunos criterios diferentes respecto a su longitud, por una parte, Montero et al. (1998) y Linkimer (2003) estiman una extensión de 17 km, mientras que Montero & Alvarado (1995), Montero et al. (2013) y Montero (2003), proponen una longitud mínima de unos 14 km.

De acuerdo con Montero et al. (1998), corresponde con una falla de desplazamiento de rumbo de tipo dextral, orientada N43°W, con un alto ángulo de inclinación. Montero et al. (2013) consideran que es la continuación del sistema de falla Atirro dentro del macizo del Irazú, además proponen que posee tres ramales.



Esta falla se expresa con valles lineales, sillas de falla y escarpes facetados al suroeste, con alturas entre 200 y 400 m en el área del cerro Alto Grande (Montero, 2003). Montero & Alvarado (1995) describen fuertes escarpes erosivos alineados con alturas de hasta 500 m dentro del cañón del río Sucio, y de 300 m en el cerro Alto Grande. Por su parte, Linkimer (2003) asocia la traza de la falla con el valle lineal del río Vueltas, y con un prominente escarpe lineal de 100 a 400 m de altura ubicado al sur del cerro Alto Grande. Además, Montero et al. (2013) reportan una cuenca de tracción en el ramal oriental de la falla, el cual culmina en la depresión volcánica Finca Liebres. Así mismo, indican que, en el ramal occidental de la falla, al sur de Tierras Morenas de Monserrat de Coronado, genera otra cuenca de tracción.

Esta falla presenta alguna influencia en el inicio del proyecto en su sector occidental, ya que se localiza unos cuantos kilómetros hacia el suroeste del cruce de Río Frío. Sin embargo, debido a que su traza no afecta directamente el AP ni el AID, el potencial de ruptura por la falla Río Sucio se considera despreciable.

- **Falla Alto Grande.**

De acuerdo con Montero et al. (1998), esta falla se encuentra ubicada sobre el flanco norte del volcán Irazú, entre la Falla Río Sucio, por el oeste, y la Falla Blanquito, por el este. La misma se extiende hacia el noroeste desde un punto al norte de cerro Alto Grande. En cuanto a su longitud, Denyer et al. (2003) sugieren una extensión de 22 km, mientras que Montero & Alvarado (1995) mencionan que la falla se prolonga por unos 18 km.

Presenta una orientación general N30°W, y corresponde con una falla de tipo normal con un alto ángulo de inclinación, y con un escarpe preservado en el trazo de la falla (Montero et al., 1998). De acuerdo con Linkimer (2003), posee un movimiento oblicuo de tipo dextral-normal, en concordancia con lo observado en el escarpe noreste de la falla, y el desplazamiento que experimenta el frente sur del cerro Alto Grande.

Es considerada por Montero & Alvarado (1995) y Montero et al. (1998), como una falla neotectónica, puesto que atraviesa depósitos cuaternarios del volcán Irazú. Montero & Alvarado (1995) afirman que puede corresponder con una falla relativamente joven, de unos 50 000 años, mientras que Montero et al. (1998) asumen que el último movimiento de la falla es menor a 0.5 millones de años. Se caracteriza por profundos valles alineados con la traza de la falla, así como por prominentes escarpes (Montero et al., 1998). Por su parte, Montero & Alvarado (1995), destacan farallones de hasta 350-550 m que han sido esculpidos por erosión diferencial. Además, Linkimer (2003) menciona que la expresión geomórfica de la falla se caracteriza por cinco valles lineales, una silla de falla, y tres escarpes de 20 a 350 m de altura, que miran hacia el sureste.

Esta falla presenta alguna influencia en el inicio del proyecto en su sector occidental, ya que se localiza unos cuantos kilómetros hacia el suroeste del cruce de Río Frío. Sin embargo, debido a que su traza no afecta directamente el AP ni el AID, el potencial de ruptura por la falla Río Sucio se considera despreciable.



- **Falla Guápiles-Guácimo.**

Algunos autores hablan de las fallas Guápiles y Guácimo por separado, sin embargo, más recientemente se les cataloga como el sistema Guápiles-Guácimo, ya que los estudios indican que existe una conexión entre ambas. De acuerdo con Montero et al. (1998) la falla Guápiles se ubica en la ladera norte del volcán Irazú y posee una longitud de unos 13 km, extendiéndose desde Guápiles hasta el río Chirripó, por otro lado, Boschini (1989) propone una longitud de unos 7 km.

Presenta una orientación promedio E-W, con una traza bastante lineal y un movimiento de tipo inverso (Borgia et al., 1990). Se desconoce su ángulo de inclinación, mientras que su plano de falla se perfila hacia el sur (Montero, 2001). Boschini (1989) menciona la posible existencia de una componente dextral para esta falla, con base en una serie de pequeñas fracturas orientadas noroeste-sureste, es decir, oblicuas al rumbo de la falla.

Algunos autores, como Montero (2001) colocan esta falla dentro del Cinturón Deformado del Centro de Costa Rica, mientras que otros la consideran como parte de un sistema de fallas inversas que extienden hacia el oeste el Cinturón Deformado del Norte de Panamá.

La falla es definida por un prominente escarpe que mira hacia el norte, el cual se presenta de manera rectangular, con una altura promedio de unos 40 m en el este, mientras que expresa facetas triangulares y una mayor elevación en el oeste de hasta 200 m (Montero et al., 1998). Además, Montero (2001) señala que el escarpe posee una fuerte inclinación y que se presenta muy rectilíneo y juvenil en el sector este de la falla, donde también menciona la disminución en altura con respecto al sector central y oeste de la falla. El mismo autor menciona la presencia de lomas, que se encuentran limitadas del lado sur por el contrario escarpes de suave pendiente, e inclinados en la misma dirección. Por otro lado, Boschini (1989) concluye que los ríos están encajados aguas arriba del escarpe, y que tienen difluencias aguas abajo, creando patrones trenzados muy evidentes. De igual manera, menciona una terraza aluvial, posiblemente del Pleistoceno Medio, localizada entre los ríos Costa Rica y Blanco, la cual exhibe una inclinación contrapendiente de entre 7 a 8 grados sobre el bloque levantado.

La falla Guápiles es considerada como neotectónica por Borgia et al. (1990), y puede considerarse como activa según la observación que hace Montero et al. (1998), sobre la presencia de terrazas levantadas del Holoceno en el borde este de la falla. Su tasa de movimiento es incierta, aunque Montero et al. (1998) proponen una tasa probable de 0,2-1 mm/año.

El sistema de falla Guápiles-Guácimo presenta una gran influencia en el AP y AID, ya que su traza superficial se dispone de manera sub paralela, y a una distancia variable mayor a 50 m de la red vial actual, desde el inicio del proyecto en su sector occidental, hasta las cercanías del río Guácimo, donde la traza de la falla presenta un cambio en su orientación, disponiéndose de forma NW-SE, y es desde ese sector que se le denomina como falla Siquirres-Matina.



Vale la pena mencionar que en algunos sectores específicos el AP estaría siendo atravesado por la traza de dicha falla, específicamente en las cercanías de la comunidad de Corinto, así como al sureste de Marina, y a la altura de la comunidad de El Molino.

Debido a todas las características anteriores, el potencial de ruptura en superficie por la falla Guápiles-Guácimo en el AP y AID, entre el cruce de Río Frío y la ciudad de Guácimo, se considera bajo a moderado. Sin embargo, en la historia geológica reciente no se han presentado manifestaciones de este tipo a lo largo de la traza en este sector.

- **Falla Siquirres-Matina.**

Esta falla está ubicada en la provincia de Limón, y su extremo noroeste inicia su trayecto al sur del poblado de Guácimo, siguiendo por el borde sur de la ciudad de Siquirres, pasando por San Miguel de Matina, y continuando su traza a 6 km al sur de la ciudad de Limón, hasta unos 5 km al sur de Cahuita (Denyer et al., 2013). Según los mismos autores, la longitud aproximada de esta falla es de 130 km. La misma sería la continuación oriental de la falla Guápiles-Guácimo.

De acuerdo con Denyer et al. (2013), esta es una falla de tipo inversa con inclinación hacia el suroeste, y con componente de rumbo sinistral. La sección noroeste de esta falla, desde Guácimo a Siquirres, posee un rumbo NW-SE, por otra parte, entre Matina y Puerto Limón, su rumbo es aproximadamente E-W, y desde allí hasta el sur de Cahuita, su rumbo es NW-SE.

Esta falla coincide morfológicamente con el borde noreste de la Cordillera Volcánica Central, y en su trazo central marca el límite con la zona montañosa de la Fila Matama, y otras filas de montañas locales de la costa del Caribe, al sureste de la provincia de Limón. Además, presenta un prominente escarpe mirando al norte a lo largo de la mayor parte de su trayecto. Actualmente se desconoce su tasa de deslizamiento.

Según Fernández et al. (1994), el reconocimiento de campo realizado una semana después del terremoto de Limón, reveló que los sitios con la deformación superficial de mayor daño en la carretera Siquirres-Limón, coincide con la proyección del sistema de falla Siquirres-Matina. Además, en estos sitios se sumaron los efectos del fenómeno de licuefacción y aceleración amplificada entre los sedimentos Cuaternarios del subsuelo y el relleno de base de la carretera.

La falla Siquirres-Matina presenta alguna influencia en el AP y AID, ya que su traza superficial se dispone de manera paralela a sub paralela, y a una distancia variable mayor a 50 m de la red vial actual a la red vial, en algunos tramos específicos. Tal es el caso del sector comprendido entre la margen derecha del río Reventazón y el sureste de la comunidad de Barbilla; así como en el tramo entre el río Toro (al sur de Maravilla) y el sureste de la comunidad de Liverpool.

Vale la pena mencionar que en algunos sectores específicos el AP estaría siendo atravesado por la traza de dicha falla, específicamente en las cercanías de la comunidad de Corinto, así como al sureste de Marina, y a la altura de la comunidad de El Molino. Igualmente, el AP estaría siendo atravesada





por una ramificación local de la falla Siquirres-Matina, específicamente a unos 1,5 km hacia el oeste del río Cimarrones, y a unos 2,5 km hacia el este de la comunidad de Vegas.

Debido a todas las características anteriores, el potencial de ruptura en superficie por la falla Siquirres-Matina en el AP y AID, entre el sector de Siquirres y Liverpool, se considera bajo a moderado. Sin embargo, en la historia geológica reciente no se han presentado manifestaciones de este tipo a lo largo de la traza en este sector.

- **Falla Río Blanco.**

Esta falla se localiza en el cantón Central de Limón, en la Provincia de Limón, y de acuerdo con Denyer et al. (2003), se extiende en dirección noreste desde las cabeceras del Río Banano, siguiendo paralela al cauce del Río Blanco, hasta el norte del puerto de Moín, y presenta una longitud de unos 25 km.

Según Denyer et al. (1994b), esta falla presenta un movimiento lateral izquierdo, así como un movimiento vertical de tipo tijera, donde el extremo delantero se levanta y el borde trasero se hunde. Tectónicamente actúa como una falla en relevo, que conecta el Cinturón Deformado del Centro de Costa Rica con el Cinturón Deformado del Norte de Panamá.

Denyer et al. (1994b) encontraron que, durante el terremoto de Limón de 1991, la falla Río Blanco tuvo un desplazamiento cosísmico, donde a la altura del poblado de Río Blanco (bloque este) se generó un desplazamiento horizontal entre 1,0 y 1,4 m hacia el noreste, y un hundimiento (movimiento vertical) del bloque noroeste de 0,5 a 1,5 m. Según los mismos autores, la proyección de la zona de fallamiento de Río Blanco coincide con el límite septentrional del levantamiento de la costa.

Esta falla presenta influencia directa en el AP y AID en las cercanías de la comunidad de Liverpool, ya que la traza superficial de la falla pasaría por ese sector. Debido a lo anterior, el potencial de ruptura en superficie por la falla Río Blanco en el AP y AID en este sitio particular, se considera moderado a alto.

- **Cinturón Deformado del Norte de Panamá-Limón.**

También conocida como falla Costera Caribe, se ubica en la zona trasarco, algunos kilómetros mar adentro al noreste de Puerto Limón y extendiéndose hacia el este, frente a la costa de las Islas Bocas del Toro, hasta la parte central del Golfo de Los Mosquitos, en el norte de Veraguas en Panamá. En esta región la falla cambia de rumbo noreste y continúa en forma de arco, conformando el Cinturón Deformado del Norte de Panamá (CDNP), el cual es interpretado como el límite norte de la Microplaca de Panamá.

De acuerdo con Camacho et al. (2010), presenta una longitud de al menos 240 km, desde el este de Puerto Limón hasta el Golfo de Los Mosquitos. Corresponde con una zona de fallas inversas que conforman un sobrecorrimiento del sector oeste del CDNP. Camacho et al. (2010), basados en un



análisis de sismicidad local combinada con telesismos, consideran el CDNP como una posible zona de subducción de la Placa Caribe bajo la Microplaca de Panamá.

Por tratarse de un plano de falla localizada bajo el mar, no es posible apreciar muchas evidencias geomorfológicas; no obstante, Astorga et al. (1991) presentan un perfil sísmico con orientación noreste, donde es posible observar diversas fallas en profundidad, que disminuyen su ángulo de inclinación y se unifican en una falla lítrica.

Según Montero (2001), este sistema de fallamiento inverso, frente a la costa Caribe, termina hacia el norte en la zona comprendida entre el talud y la plataforma continental, componiendo una serie de falla lítricas y pliegues delanteros asociados. Por otro lado, el terremoto de Limón del 22 abril de 1991, generó una serie de evidencias morfológicas de la existencia de esta falla; por ejemplo, el levantamiento costero, que según Denyer et al. (1994b) se extendió desde Moín hasta Gandoca, y osciló entre 0,3 hasta 1,85 m. Estos últimos autores también mencionan la identificación de movimientos horizontales significativos (hasta 1.4 m), sin embargo, estos fueron asociados a fallas secundarias, como en el caso de la falla Río Blanco.

De acuerdo con Montero et al. (1991), la fuente del terremoto de Limón correspondió a una falla inversa que buza con 20° hacia el SW, y tuvo un área de ruptura rectangular de cerca de 85 por 55 km, que se extiende desde Punta Limón hasta Panamá. La proyección del plano de falla hacia la superficie se localiza en la parte superior del talud continental, es decir en el frente del cinturón de corrimiento externo.

Esta falla se asocia con una serie de estructuras debidas esfuerzos compresivos direccionados de noreste a suroeste, deformando rocas que abarcan desde el Mioceno Superior hasta depósitos recientes (Astorga et al., 1991).

Según Denyer et al. (1994a), uno de los efectos más dramáticos del terremoto de Limón, fue el levantamiento co-sísmico de la línea de costa de Costa Rica, desde Moín (al norte), hasta Gandoca (al sur). El levantamiento alcanzó un máximo de 1,85 m, en las vecindades de Limón, mientras que en Cahuita, Puerto Viejo y Gandoca fue inferior a 1,0 m. Este levantamiento causó daños a embarcaderos y muelles, por ejemplo, el muelle de Moín tuvo que ser dragado, pues la menor profundidad del agua estaba provocando problemas a las embarcaciones de mayor calado. Según Cortés et al. (1994), este levantamiento co-sísmico produjo daños irreparables a los arrecifes de la costa caribeña.

Durante un levantamiento de campo posterior al terremoto de Limón, Denyer et al. (1994a) no localizaron evidencia superficial de la ruptura primaria de la falla, sin embargo, se cartografiaron varias superficies discontinuas de falla, con rumbo NE y movimiento transcurrente. Estas fallas serían el resultado de la segmentación del bloque superior que se movió al noreste, durante la ruptura, cuyo límite noroeste es la falla de Río Blanco. Igualmente, dichos autores observaron numerosas fracturas en las plataformas expuestas por el levantamiento co-sísmico, aunque la mayoría de ellas se interpretaron como causadas por el colapso durante el movimiento sísmico y se descartó un origen



tectónico. Este tipo de estructuras fue observado en el promontorio de Limón y Punta Manzanillo-Gandoca, y ejemplos submarinos similares fueron reportados por los buzos de la región.

Esta falla presenta alguna influencia en el final del proyecto en su sector oriental, ya que se localiza a aproximadamente 1 km hacia el noreste de la ciudad de Limón. Sin embargo, debido a que su traza no afecta directamente el AP ni el AID, el potencial de ruptura por la falla Costera Caribe se considera bajo.

- **Falla sin nombre (al sur de Limón).**

De acuerdo con Denyer et al. (2013), hacia el sur de la ciudad de Limón se presenta una falla dispuesta con orientación noreste, de manera sub paralela a la falla Río Blanco, la cual a su vez intercepta de manera perpendicular la proyección de la falla Siquirres-Matina. Esta estructura presenta una longitud de unos 8 km, y correspondería a una falla de desplazamiento de rumbo tipo dextral. No existe mayor información científica relacionada a esta estructura de falla, más que su localización y tipo de movimiento.

Esta falla presenta alguna influencia en el extremo oriental del proyecto, ya que se localiza a aproximadamente 1,5 km hacia el sureste de este sector, en la ciudad de Limón. Sin embargo, debido a que su traza no afecta directamente el AP ni el AID, el potencial de ruptura por esta falla se considera bajo.

### **7.6.3. AMENAZA POR TSUNAMIS.**

De acuerdo con Fernández & Rojas (2000), la costa caribeña es afectada por tsunamis que resultan de desplazamientos del subsuelo marino asociados a temblores que, aunque pocos, alcanzan magnitudes superiores a 7 grados en la escala Richter, y por ocurrir en el fondo marino o cerca de él, son potencialmente tsunamigénicos. Según los mismos autores, dichos sismos tienen su origen en las fuerzas compresivas generadas en el Cinturón Deformado del Norte de Panamá (CDNP). También juega un rol importante en la ocurrencia de esta sismicidad el fallamiento inverso de Baja Talamanca, el que también pareciera estar relacionado con el esfuerzo tectónico resultante en el CDNP.

Fernández & Rojas (2000), indican que desde 1530 hasta el presente, 5 tsunamis han afectado el Caribe de Costa Rica, cuyos detalles se resumen en el Cuadro 7.11.



Cuadro 7.11. Información de tsunamis históricos que han afectado la costa Caribe de Costa Rica.

Datos del sismo				Datos del tsunami		
Fecha	Sismo	Magnitud (Mw)	Profundidad (km)	Localización	Altura máxima de la ola (m)	Magnitud del tsunami
22 de febrero de 1798	Matina	-	-	Matina	-	Ningún daño
07 de mayo de 1822	San Estanislao	7.6	-	Matina	-	Ningún daño
20 de diciembre de 1904	Bocas del Toro	7.3	25	Bocas Toro	-	-
26 de abril de 1916	Talamanca	6.9	Superficial	Bocas Toro	1.3	Daño muy pequeño
22 de abril de 1991	Limón	7.7	20	Bocas Toro	3	Daño en la costa y barcos

Según Fernández & Rojas (2000), cuatro de estos temblores ocurrieron en la zona de fallamiento inverso ubicado en el Caribe del país, los cuales presentan una profundidad superficial, cuyos epicentros están en el área continental, sugiriendo que el desplazamiento a lo largo de las fallas que los originan tiene una fuerte componente de movimiento vertical, pues de otra forma sería más difícil desestabilizar la columna de agua. De acuerdo con los mismos autores, estos datos son interesantes porque dejan constancia de que no solamente los temblores originados en el piso oceánico disparan tsunamis. Al ser temblores ocurridos en el área continental, los tsunamis generados han sido pequeños, lo cual es favorable para los residentes costeros.

Los tsunamis del Caribe, aparte de ser escasos, han causado muy poco daño y no han provocado muertes; entre los mayores daños figura el arrastre de canoas y escombros tierra adentro, así como la destrucción de pequeñas obras de infraestructura (Fernández & Rojas, 2000). La máxima ola registrada alcanzó 3 m y fue originada por el terremoto de Limón del 22 de abril de 1991. Este último tsunami afectó toda la costa desde el norte de Limón hasta Panamá, desde Cahuita en Costa Rica hasta la isla Bastimentos en Panamá, se observó una ola de 2 y 3 m de alto, la cual inundó de 10 a 200 m tierras adentro y también fue registrada en Islas Vírgenes y Puerto Rico (Fernández & Rojas, 2000).

Denyer et al. (1994a) indican que al entrevistar a numerosos habitantes de la región afectada obtuvieron generalmente respuestas muy consistentes. En las localidades donde se reportó un tsunami (p.e. Gandoca, Punta Uva, Manzanillo y Boca Matina), los pobladores comentaron que antes del terremoto, el mar estaba muy tranquilo, sin ningún tipo de comportamiento anormal. Durante el terremoto hubo una súbita reducción del nivel del mar, seguido de un tsunami, unos 5 a 15 minutos después. La altura de la ola alcanzó un máximo de 2.5 m y en algunas localidades se reportó una serie de olas, por un período entre 15 y 60 minutos después del sismo (Denyer et al., 1994a).

Según Denyer et al. (1994a), los mayores daños por efecto de este tsunami, se reportaron en Panamá; en Costa Rica, la mayor parte de reportes son de Manzanillo, Punta Uva y algunos en la desembocadura de los ríos, cerca de la ciudad de Limón. De acuerdo con los mismos autores, los efectos del tsunami se vieron disminuidos en el país, a causa de la presencia de una barrera arrecifal, y al hecho de que en el momento que arribó, la costa había sido levantada por el efecto tectónico.



Los reportes de tsunami en la desembocadura de los ríos pueden deberse a la ausencia de barras arrecifales en estos sitios, y por la subsidencia por compactación de estas áreas, lo que pudo haber permitido la entrada de olas mayores que las normales.

De acuerdo con Fernández & Rojas (2000), otra de las amenazas que existen para ambas costas en el país (Caribe y Pacífico), lo constituyen los tsunamis regionales de países vecinos, siendo el más importante el de las islas de San Blas, Panamá, del 7 de setiembre de 1882, y el de Nicaragua del 2 de setiembre de 1992. El primero fue originado por un temblor de magnitud 7.9 del CDNP, y el segundo se debió a un temblor de 7.2 que ocurrió en las costas nicaragüenses, muy cerca de la fosa Mesoamericana. El tsunami que afectó las islas de San Blas tuvo olas de 3 m de alto o más, las cuales irrigaron y limpiaron la mayoría de las islas del archipiélago San Blas, muriendo ahogados alrededor de 100 personas. Pese a que no hay reportes de este tsunami en la costa Caribe, es muy probable que este evento haya afectado dichas costas también, pues es hasta el momento el tsunami más grande del sector oriental de la costa Caribe de Centroamérica.

En cuanto a tsunamis distantes, según Fernández & Rojas (2000) solamente se han registrado unos pocos fenómenos de este tipo. Tal es el caso del temblor de magnitud 8.5 que ocurrió en Chile el 22 de mayo de 1960, el cual causó un importante tsunami que llegó hasta las costas de Guatemala y El Salvador, y por la pequeña amplitud de sus olas quizá pasó desapercibido por los ciudadanos costarricenses. Igualmente, un temblor en Ecuador de magnitud 8.1 que aconteció el 31 de enero de 1906, provocó un tsunami que fue observado a lo largo de toda la costa pacífica de América Central, pero tampoco causó daños significativos en las comunidades costeras de la región.

Dadas las características mencionadas, se considera que el potencial de afectación por efecto de tsunamis para el AP y AID, es moderado en una zona muy localizada del proyecto, específicamente en el sector más oriental a la altura de la ciudad de Limón, debido a su cercanía con la costa caribeña. Sin embargo, basado en las evidencias históricas sobre tsunamis que han afectado la zona, se considera que la posible afectación del proyecto ante un fenómeno de esta naturaleza sería menor, ya que la magnitud reportada para los tsunamis ocurridos en el Caribe ha sido baja.

#### **7.6.4. AMENAZAS VOLCÁNICAS.**

Debido a la ubicación de gran parte del sector oeste del AP en las cercanías del extremo oriental de la Cordillera Volcánica Central, se localizan tres centros de emisión volcánica activos con influencia en un radio menor a los 30 km de distancia de algunos sectores del proyecto; específicamente los volcanes: Barva, Irazú y Turrialba. A continuación, se resumen las características de mayor relevancia de estos focos volcánicos y su posible influencia en el proyecto.

- **Volcán Barva.**

Este volcán presenta un radio de influencia menor a 30 km en el AP, específicamente desde el inicio proyecto en el sector oeste (~23 km al ENE del cráter), sobre el cruce de Río Frío, hasta más o menos las comunidades de Marina y Río Blanco.



Presenta una elevación de 2906 m.s.n.m., y corresponde a un escudo andesítico complejo con una docena de focos eruptivos en su cima y varios conos parásitos en sus laderas, además es el volcán de América central más grande en cuanto a su extensión (Alvarado, 2011). De acuerdo con el mismo autor, este volcán es el único de los cuatro grandes volcanes del Valle Central que no ha presentado actividad eruptiva desde tiempos de la Colonia, por lo que se le puede considerar como un volcán dormido.

Los estudios recientes demuestran que la actividad del Barva en los últimos 13 000 años es muy exigua y que sus mayores períodos explosivos y efusivos son más antiguos a 13 000 años (Arredondo & Soto, 2006). De acuerdo con el Mapa de Síntesis de Amenazas Naturales de Costa Rica (CNE, 2008), el área bajo influencia de actividad eruptiva del volcán Barva, se encuentra restringida al sector oeste del cráter, y se relaciona principalmente a la depositación de cenizas en la dirección de los vientos en el sector.

Alvarado et al. (2000) asigna a este volcán un índice de peligrosidad (IPV) de 7, con un peligro volcánico a corto plazo por una eventual reactivación, y a largo plazo por erupciones plinianas, flujos piroclásticos (ignimbritas), coladas de lava, y nuevos conos.

Los productos antiguos emitidos por el volcán Barva, con alguna influencia menor en el AP y AID, corresponden a los depósitos más distales de su sector noreste. Sin embargo, las características geológicas sugieren que la susceptibilidad del AP y AID a la amenaza volcánica del volcán Barva, debe considerarse como **baja a muy baja**. No se descarta la caída de cenizas debido a variaciones en la dirección de los vientos.

- **Volcán Irazú.**

Este macizo volcánico presenta un radio de influencia menor a 30 km en el AP, específicamente desde el inicio proyecto en el sector oeste (~26 km al NNW del cráter), sobre el cruce de Río Frío, hasta las cercanías de la comunidad de Guácimo.

Presenta una elevación de 3432 m.s.n.m. (más alto del país), y corresponde a un escudo volcánico complejo (500 km<sup>2</sup>) de forma subcónica irregular. Su flanco Caribe se presenta fuertemente erosionado, con profundos cañones, grandes deslizamientos y una topografía muy abrupta y tectonizada, aunque aún se preserva parte de su morfología original de escudo volcánico, con plataformas de lava de suave pendiente. Su flanco, pacífico, donde se asienta la ciudad de Cartago, posee una pendiente más suave (Alvarado, 2011).

De acuerdo con la CNE (2014), en promedio ocurre al menos una erupción importante cada 185 años, y entre dos y tres erupciones de moderada a baja magnitud cada 100 años. Sin embargo, en el caso de una reactivación de este volcán, se desconoce si va a ser de corta duración y magnitud como algunas erupciones de la primera mitad del siglo XX (por ejemplo: 1924, 1928, 1933 y 1939-1940) o prolongadas y con abundante caída de ceniza (por ejemplo: 1723, 1917-1920 y 1962-1965).



Según el Mapa de Síntesis de Amenazas Naturales de Costa Rica (CNE, 2008), el área bajo influencia de actividad eruptiva del volcán Irazú, se encuentra restringida al sector oeste del cráter, y se relaciona principalmente a la depositación de cenizas en la dirección de los vientos en el sector. Es decir que la caída de ceniza ocurre principalmente hacia el sector del Valle Central, lo cual tendría evidentes implicaciones para las fábricas, alambrado eléctrico y telefónico, torres de televisión y transmisión, sistemas de cómputo y agricultura.

De acuerdo con la CNE (2014), un peligro extremo a corto plazo lo constituyen los lahares en la estación lluviosa, y paralelo o ligeramente posterior a un período eruptivo, que generan alto riesgo a los pobladores aledaños a los cauces de los ríos que descienden del volcán, tales como: Reventado, Virilla, María Aguilar, Tiribí, Torres, Sucio, Toro Amarillo, Rete y Birrís.

Por otra parte, las avalanchas de escombros volcánicos (deslizamientos volcánicos) poseen una frecuencia alta en su flanco norte (donde al menos se dio un evento en 1994, pero muchos en años anteriores) y más baja en su flanco sur (depresión del Reventado o Prusia), por lo que, al ponderarlo con su intensidad, extrema a alta, la amenaza resulta en extrema en el norte a alta en el sur (CNE, 2014). Sin embargo, se considera que estos deslizamientos volcánicos tendrían un alcance de unos cuantos kilómetros, por lo que sus posibles efectos en el sector del AP y AID serían menores.

Alvarado et al. (2000) asigna a este volcán un índice de peligrosidad volcánica (IPV) de 12 y un índice de explosividad volcánica (IEV) de 3, con un peligro volcánico a corto plazo de cenizas sobre el Valle Central, con caída de bloques y lahares; y a largo plazo por erupciones vulcanianas a estrombolianas, lahares, deslizamientos volcánicos y nuevos conos.

Los productos antiguos emitidos por el volcán Irazú, con alguna influencia en el AP y AID, corresponden a los depósitos más distales de su sector norte. Las características geológicas sugieren que la susceptibilidad del AP y AID a la amenaza volcánica del volcán Irazú, debe considerarse como **baja a media**, principalmente por eventuales eventos laháricos relacionados con los ríos Sucio y Toro Amarillo. No se descarta la caída de cenizas debido a variaciones en la dirección de los vientos.

- **Volcán Turrialba.**

Este volcán presenta un radio de influencia menor a 30 km en el AP, específicamente desde el inicio proyecto en el sector oeste (~25 km al NW del cráter), sobre el cruce de Río Frío, hasta más o menos el poblado de Siquirres.

Presenta una elevación de 3340 m.s.n.m., y corresponde a un estratovolcán complejo, comparte la misma base con el volcán Irazú. Las laderas del macizo poseen pendientes desde fuertes a escarpadas en el lado norte y más moderadas en su lado este, su área es de aproximadamente 500 km<sup>2</sup>, constituye el volcán más oriental de la Cordillera Volcánica Central (Alvarado, 2011).

La CNE (2014) detalla que, en los últimos 3500 años, se han generado al menos 6 eventos explosivos de importancia en el volcán Turrialba, del tipo pliniano, vulcaniano y estromboliano. El pasado período eruptivo importante del volcán fue en 1864-1866, del tipo estromboliano violento hasta





vulcaniano, con caída de ceniza hasta Esparza y lahares sobre el cauce del río Aquiares. Actualmente el volcán se encuentra en una fase de actividad relativamente importante.

De acuerdo con la CNE (2014), en casos de reactivación eruptiva importante, se estima que alrededor del cráter activo en un radio de 2-5 km, y particularmente el flanco occidental, van a ser afectados por la sedimentación de piroclastos gruesos y cenizas, por diversos procesos (balísticos, oleadas y flujos). Si la actividad fuese vulcaniana, el área de afectación se incrementará a unos 10 km periféricos al cono y en el caso de una erupción pliniana, los efectos serán mayores, particularmente por el colapso de nubes eruptivas y la formación de flujos piroclásticos por sus flancos, así como la sedimentación de pómez hasta los flancos del Irazú y la caída de cenizas gruesas en gran parte del Valle Central. Dentro de los cauces con peligro potencial de lahares, estarían los ríos Toro Amarillo, Mercedes, Elia, Roca, Guácimo, Guayabo, Guayabito y claramente Aquiares. Las coladas de lava alcanzarían distancias de unos 3-5 km como máximo (CNE, 2014).

De acuerdo con el Mapa de Síntesis de Amenazas Naturales de Costa Rica (CNE, 2008), el área bajo influencia de actividad eruptiva del volcán Turrialba, se encuentra restringida al sector oeste del cráter, y se relaciona principalmente a la depositación de cenizas en la dirección de los vientos en el sector.

Alvarado et al. (2000) propone para este volcán un índice de peligrosidad volcánica (IPV) de 8, y un índice de explosividad volcánica (IEV) de 3, con un peligro volcánico a corto plazo por caída de ceniza fina sobre el Valle Central y caída de bloque y lahares; y a largo plazo por erupciones vulcanianas a estrombolianas, lahares y deslizamientos volcánicos.

Los productos antiguos emitidos por el volcán Turrialba, con alguna influencia en el AP y AID, corresponden a los depósitos más distales de su sector norte y noreste. Las características geológicas sugieren que la susceptibilidad del AP y AID a la amenaza volcánica del volcán Turrialba, debe considerarse como **baja a media**, principalmente por eventuales eventos laháricos relacionados con los ríos Toro Amarillo, Guácimo, Guacimito y Roca. No se descarta la caída de cenizas debido a variaciones en la dirección de los vientos.

#### 7.6.5. MOVIMIENTOS EN MASAS.

Debido a la morfología plana dominante a lo largo de prácticamente toda la traza del proyecto, los problemas de movimientos en masa se consideran ocasionales, y de presentarse se esperarían en los sectores en los que la carretera presenta taludes con pendiente mayor, o en las márgenes de los ríos donde se presentan cauces profundos.

Durante el reconocimiento de campo realizado para el presente estudio, no se identificaron movimientos en masa de importancia para el proyecto, sin embargo, no se descarta que localmente se puedan presentar algunos con magnitudes pequeños o medianos deslizamientos, relacionados con zonas con pendiente fuerte, los cuales pueden ser disparados por precipitaciones fuertes, mal manejo de estabilidad de taludes, o incluso por movimientos sísmicos.



Con respecto a lo anterior, vale la pena mencionar que de acuerdo con Denyer et al. (1994a), debido al terremoto de Limón de 1991 ocurrieron cientos de deslizamientos, como consecuencia directa del evento sísmico, y la gran cantidad de réplicas, y muchos otros siguieron durante las intensas lluvias, unos meses después del terremoto, los cuales causaron severo daño ecológico a la selva tropical (ver Figura 7.7). La mayoría de los deslizamientos ocurrieron en áreas con pendientes de más de 25°, en suelos saturados, pues en el momento del terremoto ya habían empezado las lluvias en la región. Algunos de ellos causaron la obstrucción del paso del agua, al formarse represamientos, que pudieron causar grandes avalanchas de lodo.

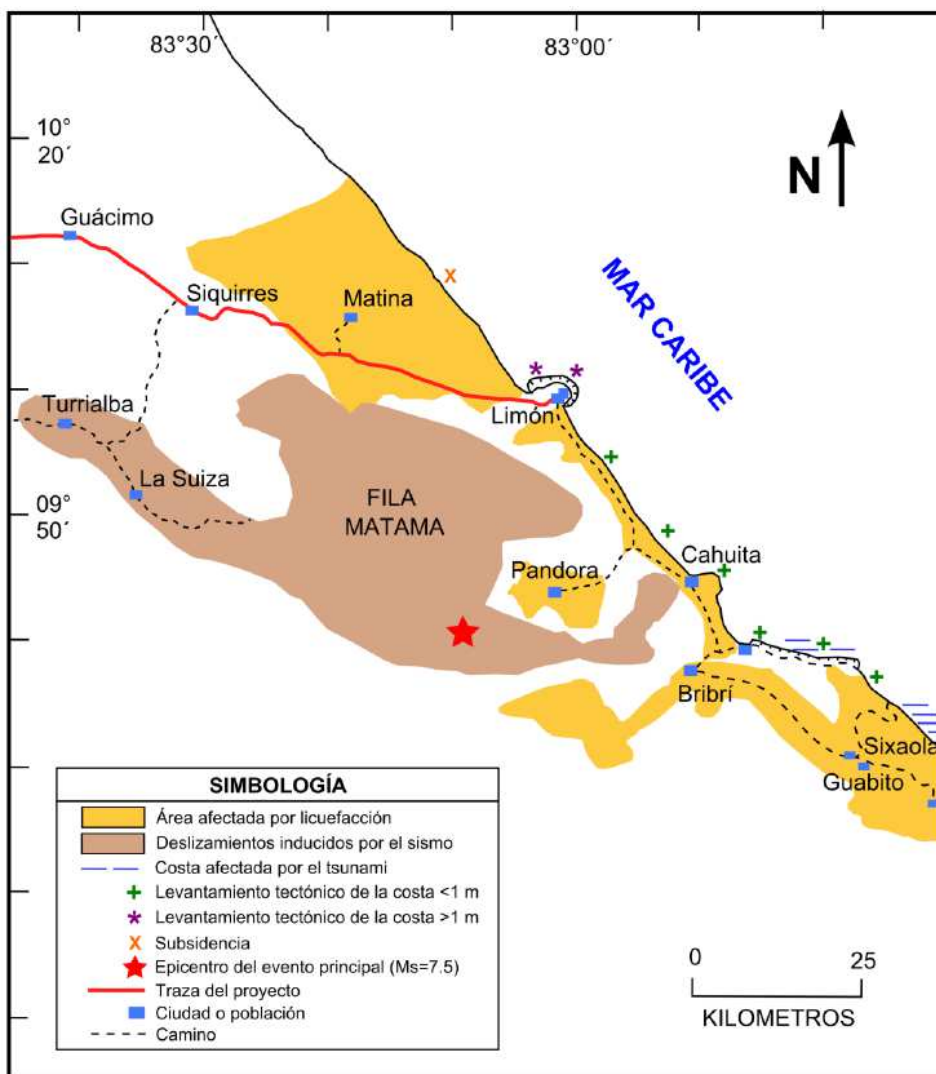


Figura 7.7. Mapa guía de los efectos geológicos del terremoto de Limón del 22 de abril de 1991 (Modificado de Denyer et al., 1994a)



Con las primeras lluvias post-terremoto, los ríos y playas de la región estaban llenos de inmensos troncos de árboles, y el color de las aguas era café intenso (Denyer et al., 1994a). Los mismos autores consideran que entre las cuencas más dañadas se tienen la de los ríos Estrella, Banano, Bananito, Viscaya, Zent y Chirripó. En la cuenca de río La Estrella, que tiene un área mínima de 150 km<sup>2</sup> con pendientes mayores a 30°, se estimó una devastación de al menos 30%; la cantidad de biomasa en este tipo de bosque es de unos 200 m<sup>3</sup>/hectárea. De esta forma se hizo un cálculo grosero de que la cantidad de biomasa removida, que bajó por el río La Estrella, fue de por lo menos 1.3x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> (Denyer et al., 1994a).

De acuerdo con Mora & Yasuda (1994), cerca de 2000 km<sup>2</sup> fueron afectados por deslizamientos, los cuales en cerca de 25 km<sup>2</sup> destruyeron el 100% del suelo y su cobertura forestal. Estos autores consideran que este correspondió al daño más importante, desde el punto de vista ambiental, generado por el terremoto de Limón.

Por otra parte, Mora & Mora (1994) clasifican los deslizamientos relacionados con el terremoto de Limón de 1991, dentro de las siguientes categorías:

- Deslizamientos superficiales del horizonte regolítico ("regolithic flow"): 69%.
- Desprendimiento y deslizamiento de masas rocosas ("rock-fall slide"): 20%.
- Deslizamientos traslacionales de masas de suelo y rocas ("rock-earth slumps"): 8%.
- Deslizamientos traslacionales de masas compuestas predominantemente por suelos ("slump-earth flows"): 3%.

De acuerdo con Mora & Mora (1994), los deslizamientos aumentaron considerablemente su actividad e incluso se multiplicaron, con las lluvias de alta intensidad de los meses subsiguientes al terremoto. Esto ocasionó una aceleración considerable de la erosión y la generación de avalanchas de lodo y rocas, además de represamientos en los cauces fluviales, de los cuales al romperse los más grandes, incrementaron los caudales y generaron avenidas que provocaron daños adicionales a la población, líneas vitales y actividades productivas en las regiones bajas.

Las laderas afectadas por los deslizamientos del terremoto de Limón, en su mayoría se componen de rocas sedimentarias clásticas (areniscas y lutitas), y en menor grado por rocas intrusivas y volcánicas; todas del Terciario y con grados moderados a altos de alteración meteórica e hidrotermal (Mora & Mora, 1994). Las áreas más afectadas fueron las cuencas altas de los ríos Estrella, Banano y Bananito, además de la cuenca media del río Chirripó (Atlántico).

De acuerdo con la información anterior, la afectación principal por deslizamientos post-terremoto, ocurrió en las zonas montañosas de las cuencas altas de algunos de los ríos que drenan el sector oriental del proyecto (Estrella, Banano, Bananito, y Chirripó (Atlántico)), y la afectación generada a lo largo de la ruta 32 por fenómenos de movimientos en masa fue de magnitud menor.

Uno de los aspectos a tomar en consideración para el proyecto, es la erosión generada en las márgenes de los cauces de los ríos durante crecidas, que puede generar afectación principalmente



en las fundaciones de los puentes a construir a lo largo de la ruta, tal como ha ocurrido históricamente en algunos de los principales ríos del área.

Con base en todo lo anterior, se estima que la vulnerabilidad a la afectación por movimientos en masa en el proyecto debe considerarse en términos generales baja, con excepción de algunos taludes localizados en los que por la fuerte pendiente podrían generarse problemas de este tipo, para lo cual en los casos que deban realizarse movimientos de tierra para la construcción del proyecto, deberán tomarse realizarse todos los estudios geológicos y geotécnicos necesarios para diseñar de la mejor manera la estabilización de taludes en los diferentes sitios.

Por su parte la vulnerabilidad a los efectos de erosión en el AP y AID, se considera muy localizada a las márgenes de los principales ríos que discurren el área, principalmente los que presentan cañones más profundos, por lo que debe tomarse en consideración este factor durante el diseño constructivo de los puentes a lo largo de todo el proyecto.

#### **7.6.6. EROSIÓN.**

Este tema se desarrolla en la sección anterior de movimientos de masa, siguiendo los lineamientos técnicos que establece el Decreto Nº 32966-MINAE, Manual de Instrumentos Técnicos para el Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental (Manual de EIA)- Parte IV: Guía -Estudios de Impacto Ambiental y Pronósticos-Plan de Gestión Ambiental, valoración de los impactos ambientales y términos de referencia.

#### **7.6.7. INUNDACIÓN.**

Dadas las características geomorfológicas dominantes a lo largo de prácticamente toda la traza del proyecto, típicas de una llanura aluvial activa, el área cuenta con una red fluvial bien definida, la cual consta de una gran cantidad de ríos y quebradas, muchas de las cuales representan una amenaza directa de inundación en el área.

En términos generales, la red de drenaje fluvial en la vertiente Caribe escurre en dirección noreste, hacia el mar Caribe. Entre los ríos principales que atraviesan el área del proyecto se encuentran: Chirripó, Costa Rica, Danta, Toro Amarillo, Tortuguero, Santa Clara, Jiménez, Roca, Guácimo, Guacimito, Dos Novillos, Perla, Babilonia, Peje, Reventazón, Siquirres, Pacuare, Leona, Pacuarito, Madre de Dios, Barbilla, Chirripó (Atlántico), Chocolate, Cuba, Toro, Blanco, y Moín.

Prácticamente todos los ríos mencionados anteriormente, han generado desbordamientos e inundaciones en los sectores aledaños a su cauce, fenómeno relacionado principalmente con las fuertes lluvias que afectan frecuentemente la región.

De acuerdo con la CNE (2008), de los ríos y quebradas presentes en la región, algunos han aumentado su período de recurrencia de inundaciones, debido a la ocupación de las planicies de inundación, el desarrollo urbano, y el desarrollo agropecuario en forma desordenada y sin ninguna planificación. Lo



anterior sumado al lanzamiento de desechos sólidos a los cauces, redundando en la reducción de la capacidad de la sección hidráulica, y provocando el desbordamiento de ríos y quebradas.

Esto último no aplica tanto al área de estudio, ya que los ríos que causan las principales inundaciones en la zona, son de una capacidad hidráulica muy amplia, por lo que la presencia de desechos en su cauce no generaría efectos tan notorios. Los procesos de inundación de los ríos en toda el área, se consideran normales dentro de la dinámica de un sistema fluvial activo de esta naturaleza, sin embargo, puede haberse generado una intensificación de este fenómeno debido a la deforestación de las zonas montañosas, lo cual eleva los procesos de escorrentía superficial, y por ende genera un aumento en el caudal de los ríos.

Según datos de la CNE (sin fecha) y CNE (2008), entre los principales ríos que con mayor frecuencia generan inundaciones en el país, localizados en el área de estudio se tienen:

- Río Reventazón: afectando las comunidades de Siquirres, Florida, Tres Millas, entre otras; con período de recurrencia de 3 años.
- Río Pacuare: afectando las comunidades de Pacuarito, Indiana, La Perla, Betania, entre otras; con período de recurrencia de 3 años.
- Río Chirripó (Atlántico): afectando las comunidades de Zent, Corina, B Line, Baltimore y Bristol; con período de recurrencia de 1 año.

Además, de acuerdo con Vahrson et al. (1990) y la CNE (2008), otros ríos que generan inundación en el área de estudio, y las comunidades afectadas por los mismos son:

- Río Chirripó: partes bajas de la cuenca (Llanura de Tortuguero).
- Río Toro Amarillo: San Rafael, Pueblo Nuevo, Guápiles, Balastre y San Cristobal.
- Río Tortuguero: Nazaret, Cariari, Vegas, Ceibo y Tortugero.
- Río Santa Clara: Numancia, Diamantes y Santa Clara.
- Río Jiménez: Jiménez, Anita Grande y Villa Franca.
- Río Guácimo: Guácimo y Esmeralda.
- Río Guacimito: Guácimo.
- Río Dos Novillos: Bremen.
- Río Peje: Cuatro Millas.
- Río Siquirres: Siquirres.
- Río Madre de Dios: Madre de Dios, San Carlos y Las Vegas.
- Río Barbilla: Barbilla.
- Río Cuba: Río Cuba y Maravilla.
- Río Toro: Toro.
- Río Blanco: Río Blanco y Liverpool.
- Quebrada Chocolate: Pueblo Nuevo y Envaco.
- Río Moín: Cieneguita y Liverpool.

De acuerdo con la CNE (sin fecha), entre los principales efectos de las inundaciones se tienen: arrastre de sólidos, extensas áreas cubiertas de agua, intensa erosión, proliferación de microorganismos,



interrupción de vías de comunicación, viviendas dañadas, pérdida de vidas, destrucción de cosechas, y depósitos de lodo, arena y grava. Como efectos secundarios también se pueden mencionar: enfermedades transmisibles, escasez de alimentos, problemas de eliminación de desechos y excrementos, y contaminación del agua potable.

Debido a lo anterior, la vulnerabilidad del AP y AID a fenómenos de inundación se considera alta, con mayores efectos en las zonas inmediatas a las márgenes de los principales ríos y quebradas que escurren a lo largo de la traza del proyecto. El principal efecto que podría generar las inundaciones al proyecto, sería la interrupción de las vías de comunicación, tanto por la cobertura de agua, como por la depositación de sedimentos en las vías, así como la intensificación de la erosión en las márgenes de los ríos, que podrían afectar la fundación de los puentes instalados a lo largo de la obra.

#### **7.6.8. HURACANES.**

Según el Instituto Meteorológico Nacional de Costa Rica (IMN, 2016a), en Costa Rica los huracanes que se forman en la Cuenca del Atlántico y, en particular, sobre el Mar Caribe afectan generalmente la vertiente del Pacífico (provincias de Guanacaste, Puntarenas y San José). El huracán produce dos tipos de efectos desde el punto de vista técnico: el efecto directo es cuando una región específica es afectada por vientos, lluvia y marejada generados por el huracán; el efecto indirecto, incluye únicamente uno o dos de los anteriores efectos. En la Cuenca del Atlántico (la cual comprende el Océano Atlántico, el Mar Caribe y el Golfo de México), los huracanes se presentan entre 1 de junio y el 30 de noviembre. A este periodo se le conoce como "Temporada de Huracanes".

De acuerdo con el IMN (2016b), los huracanes son los fenómenos atmosféricos que más daño causan a Costa Rica, ya sea por medio de inundaciones severas, derrumbes o deslizamientos. En los últimos años los huracanes Joan (1988), César (1996) y Mitch (1998), además de las tormentas tropicales Alma (2005) y Tomas (2010), han causado severos daños en Costa Rica, especialmente el huracán César, el cual causó pérdidas de vidas humanas y grandes daños a la infraestructura nacional.

A pesar de que los huracanes se forman en el mar Caribe, estos afectan el litoral del Pacífico costarricense, debido a la circulación de los vientos y del movimiento de la Zona de Convergencia Intertropical hacia el país. Por lo general, cuando una tormenta tropical o un huracán se forma en el Mar Caribe, afecta la vertiente del Pacífico de Costa Rica; tal como sucedió durante el huracán Mitch, el cual produjo una cantidad significativa de lluvia en la vertiente pacífica, contrariamente a la vertiente caribeña, en donde la lluvia fue escasa (IMN, 2016b). El huracán Mitch ha sido considerado el huracán más devastador en la historia de Centroamérica, sin embargo, el huracán César, un huracán de mucha menor categoría técnica, causó muchos más daños en Costa Rica.

Por otra parte, de acuerdo con datos del IMN (2016b), sobre la posibilidad de afectación directa de un huracán en Costa Rica que ingrese por el sector Caribe, la historia registrada muestra que, si bien la posibilidad de que ocurra un efecto directo es baja, no es del todo cero.



### 7.6.9. LICUEFACCIÓN, SUBSIDENCIA Y HUNDIMIENTOS.

De acuerdo con González et al. (2002), las propiedades que caracterizan a los suelos licuefactibles son: grado de saturación del 100%, diámetro medio D50 entre 0.05 y 1.0 mm, coeficiente de uniformidad  $C_u = D_{60}/D_{10} < 15$ , contenido de finos inferior al 10%, bajo grado de compactación ( $N < 10$  para profundidades  $< 10$  m, y  $N < 20$  para profundidades  $> 10$  m).

De acuerdo con Denyer et al. (1994), el terremoto del 22 de abril de 1991 generó efectos de licuefacción de grandes áreas constituidas por depósitos inconsolidados del Cuaternario, existiendo más influencia sobre la magnitud de la licuefacción por el tipo de subsuelo, que con la cercanía del epicentro. Según los mismos autores, los depósitos afectados correspondieron a depósitos fluviales, y los efectos producidos fueron: volcanes de arena y lodo, numerosas fracturas del suelo, y el asentamiento diferencial de grandes áreas de terreno.

En la Figura No.6 se muestra la distribución general de la licuefacción inducida en la región Caribe, producto del terremoto de Limón (22/04/91), con base en Denyer et al. (1994a).

El fenómeno de licuefacción combinado con el movimiento de la onda sísmica, causó un severo daño a numerosas casas, obras de infraestructura y decenas de kilómetros de carretera por el efecto; en la mayoría de los casos, la licuefacción causó más daños que el mismo movimiento durante el terremoto (Denyer et al., 1991). Según Montero et al. (1991), el área afectada por la licuefacción es mayor que el área de ruptura, lo que Matti & Carson (1991) achacan al fenómeno de amplificación dinámica en sedimentos poco cohesivos.

Según Mora & Yasuda (1994), en Costa Rica y Panamá cerca de 3000 km<sup>2</sup> fueron afectados por la licuefacción de los suelos y sus fenómenos asociados (volcanes de arena, fracturación de suelo, desplazamientos laterales, subsidencias del suelo, etc.), la cual se desarrolló a lo largo de las tierras bajas del sector oriental del litoral Caribe (e.g. Matina, Moín, Banano, y Sixaola), así como en Changuinola y Almirante (Bocas del Toro) en Panamá. Los mismos autores indican que los sectores en los que se desarrolló la licuefacción se pueden clasificar en tres tipos: 1) bancos aluviales continentales; 2) barras arenosas litorales y playas (cordones) y 3) áreas litorales, márgenes de los ríos, estuarios y lagunas.

Además, Mora & Yasuda (1994) mencionan que la Carretera Nacional N° 32 que conecta San José con Puerto Limón y varios de sus puentes, entre las localidades de Siquirres y Moín, sufrieron graves daños originados por la licuefacción. En los cordones litorales, barras arenosas playeras, contornos de los estuarios, canales y lagunas litorales, la deformación y movimientos se desarrollaron aprovechando las suaves pendientes formadas hacia las depresiones, lo que generó una intensa fracturación del suelo. Dentro del sector litoral y sobre los ríos, cuatro puentes de importancia, en la carretera N° 36 fueron totalmente destruidos por esta misma causa (Mora & Yasuda, 1994).

Según información de Mora & Yasuda (1994), la mayor distancia observada entre un sitio que mostrara algún tipo de fenómeno de licuefacción al origen epicentral del sismo de 1991 y en Limón





fue de 90 km, lo cual evidencia la amplitud de afectación por fenómenos de licuefacción originados por sismos en la región.

Con respecto a la carretera Nº 32, Mora & Yasuda (1994) indican que hubo afectación entre Madre de Dios y Moín, y sus alrededores. En estos sectores se mencionan desplazamientos laterales y hundimientos del relleno de la carretera entre el río Chirripó (Atlántico) y Moín (cerca de 40 km de destrucción casi total), varios puentes dañados, las fracturas alcanzaron en algunos sitios hasta 3.5 m de profundidad. Además, basculamientos de algunas torres de la línea de transmisión Cachí-Moín alrededor de Zent, a causa de la pérdida momentánea de la capacidad de soporte y subsidencias del suelo. Igualmente, se observaron desplazamientos laterales de las terrazas aluviales en el cauce del río Chirripó (Atlántico) y en las rampas de aproximación de los puentes sobre los ríos Cuba y Blanco, y algunos volcanes de arena. De acuerdo con Mora & Yasuda (1994), la granulometría principal en estos sectores específicos consistía de arenas finas entre 4 y 10 m de profundidad, con un nivel freático somero.

Igualmente, Mora & Yasuda (1994) identificaron fenómenos de licuefacción con daños en infraestructura, en la población de Matina y alrededores, en la carretera entre Limón y Boca de Matina a lo largo del cordón litoral, en la carretera No.36 y sus alrededores (Limón-Sixaola), y en el sector litoral panameño. En términos generales la granulometría principal en estos sectores consistía de arenas finas a medias, con niveles freáticos someros.

Según análisis granulométricos realizados por Mora & Yasuda (1994), en varios sectores con fenómenos de licuefacción generados por el terremoto de Limón, el diámetro medio (D50) de las partículas del suelo y su contenido de finos, se estimaron en 0,22 mm y 11% respectivamente. Los mismos autores mencionan que debe considerarse que los pilotes de fundación de los puentes alcanzaron profundidades de 15.5 m en el río Vizcaya, cerca de 13 m en las estructuras de apoyo en las márgenes y 16.2 m en el pilar central del río Bananito, y 12,75 m en los apoyos de las márgenes y 18 m en el pilar central del río Estero Negro, respectivamente. Bajo estas circunstancias, la licuefacción puede haber ocurrido en toda la profundidad cubierta por los pilotes hasta su punta o incluso mayor, bajo una aceleración (Amáx) aun ligeramente inferior a 250 Gals (Mora & Yasuda, 1994).

De acuerdo con Sauter (1994), las condiciones del suelo relativamente buenas en la ciudad de Limón deben haber contribuido al buen comportamiento de las edificaciones; en cambio, varias escuelas y clínicas del Seguro Social, obras de un piso y para el servicio de comunidades pequeñas, situadas sobre suelos aluviales y cercanas al área epicentral, fueron severamente dañadas y debieron ser clausuradas.

De acuerdo con Mora & Yasuda (1994), por lo observado en el terreno durante los procesos de construcción de los nuevos puentes que sustituyeron los destruidos por el terremoto de Limón, se manifiesta la preocupación de los autores por el hecho de no ser evidente que el diseño de las nuevas estructuras las haga capaces de soportar, sin daños considerables, un futuro evento sísmico semejante al ocurrido en 1991. Además, indican que, considerando la constitución geológica del terreno y su respuesta dinámica, de seguro la licuefacción de suelos se hará presente de nuevo.



Lo anterior es un punto muy importante a tomar en consideración para los diseños constructivos de los principales puentes del proyecto, donde se deben realizar estudios geotécnicos detallados para definir el diseño final, de manera tal que se garantice la resistencia de la estructura ante un fenómeno de licuefacción de suelos disparado por sismos, tal como el sucedido en 1991 en Limón.

De acuerdo con Denyer et al. (1991), uno de los fenómenos más espectaculares que causó el terremoto, y que está relacionado con la licuefacción, fue la formación de volcanes de arena, los cuales fueron observados principalmente en lugares cercanos a la costa. De acuerdo con entrevistas a pobladores que observaron el fenómeno, hubo numerosas salidas de agua fétida y salada que, junto con arena y barro, fueron eyectadas hasta alturas de 5 m (Denyer et al., 1991). Según los mismos autores, ocho días después del terremoto observaron los residuos de estos volcanes, con diámetros hasta de 2 m.

Según datos de Denyer et al. (1991), miles de fracturas y fisuras en el suelo se formaron durante el terremoto, la mayoría orientadas al azar y con formas curvilíneas. Otras se formaron paralelas a los rasgos geológicos, como la línea de costa, barras de arena, cauces de ríos y canales artificiales. El fracturamiento de extensión lateral ("lateral spreading") produjo severos daños en las vías de comunicación, incluyendo carreteras, puentes y vías de ferrocarril.

Este fenómeno de extensión lateral produjo daños considerables en el canal artificial de Tortuguero, ya que fue obstruido por fracturamiento de este tipo, paralelo a ambas riberas del canal. Fracturas con movimiento de extensión de más de un metro fueron observadas en ambas riberas. Los pobladores consultados reportaron que durante el terremoto hubo eyección de agua fétida y barro del centro del canal. Hubo que hacer un nuevo dragado para poder reestablecer la navegación en el canal (Denyer et al., 1991).

Además, se reportaron fracturamientos similares al del canal de Tortuguero, en las riberas de los ríos Matina, Estrella y Sixaola. Igualmente, el fenómeno fue muy crítico en el complejo sistema de canales de drenaje de las compañías bananeras, muchos de los cuales debieron ser dragados nuevamente (Denyer et al., 1991).

Por otra parte, Denyer et al. (1991), indican que numerosos ejemplos de asentamiento diferencial fueron observados durante el trabajo post-terremoto. La subsidencia no debe ser confundida con un efecto tectónico, sino que se debe al asentamiento de sedimentos pobremente consolidados. Estos sitios están localizados en áreas pantanosas, preferiblemente en las desembocaduras de los ríos, donde el subsuelo está constituido por espesos depósitos fluviales y deltaicos pobremente consolidados y saturados de agua. En Boca Matina, por ejemplo, la subsidencia fue mayor a 0.5 m y la población tuvo que ser reubicada. Otro ejemplo, aunque de menor escala que Matina, fue observado en el Parque Nacional Cahuita, donde se reporta un levantamiento co-sísmico de 0.5 m en las plataformas coralinas, y en las áreas pantanosas aledañas el nivel del mar se mantuvo sin cambio relativo, pues el levantamiento co-sísmico se compensó con la subsidencia causada por el asentamiento diferencial (Denyer et al., 1991).



La infraestructura a construir deberá estar diseñada de acuerdo con lo que se establece en el Código Sísmico y Código de Cimentaciones vigentes en Costa Rica, así como con los parámetros establecidos en los estudios geológicos y geotécnicos a realizar para las diferentes obras del proyecto, con el fin de prevenir una afectación de las obras por un evento sísmico de magnitud considerable y algún potencial efecto de licuefacción.

#### **7.6.10. MAPA DE SUSCEPTIBILIDAD.**

De acuerdo con todo lo mencionado en las secciones anteriores, con lo que respecta a la susceptibilidad del terreno a las amenazas naturales potenciales, en el Anexo 7.15 se presentan los Mapas de Amenazas Geológicas para los diferentes sectores del AP y AID.



## **8. DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE BIOLÓGICO.**

### **8.1. INTRODUCCIÓN.**

A continuación, se realiza la descripción del ambiente biológico del Área de Proyecto (AP) y Área de Influencia Directa (AID) del Proyecto de Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional No. 32 Sección: La Intersección con la Ruta Nacional No. 4 – Limón. En los mismos se describen los diferentes ecosistemas presentes, 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.

### **8.2. AMBIENTE TERRESTRE.**

#### **8.2.1. ESTATUS DE PROTECCIÓN DEL AP.**

El Área del Proyecto no se encuentra afectada directamente por ninguna área silvestre protegida establecida por decreto ejecutivo. Las áreas protegidas más cercanas son el Parque Nacional Braulio Carrillo, a 4,5 km al sur con respecto al cruce de la ruta nº4, cruce de Río Frío; los Acuíferos Guácimo-Pococí, a más de 200 metros al sur del límite estipulado, a la altura de la comunidad de la Angelina, Guácimo; la Zona Protectora de la Cuenca del Río Siquirres, a 3 km al SO del límite de la zona, a la altura del centro de Siquirres; la Zona Protectora de la Cuenca del Río Pacuare, a más de 1 km al SO, a la altura de la comunidad de Vegas, Matina; y la Zona Mixta Limoncito, a más de 1,5 Km, a la altura de la ciudad de Limón. Además, dentro de la zona de influencia directa e indirecta se encuentran algunas reservas forestales como Río Dantas, Tigre y Escalera de Mono de la Universidad EARTH.

Con respecto a los corredores biológicos, se observa que solamente el corredor Cordillera a Cordillera, es el único que está a ambos lados de la Ruta 32. El corredor Guácimo, se ubica en la margen derecha de la carretera, sin embargo, no presenta continuidad tal y como se observa en la figura 8.1.

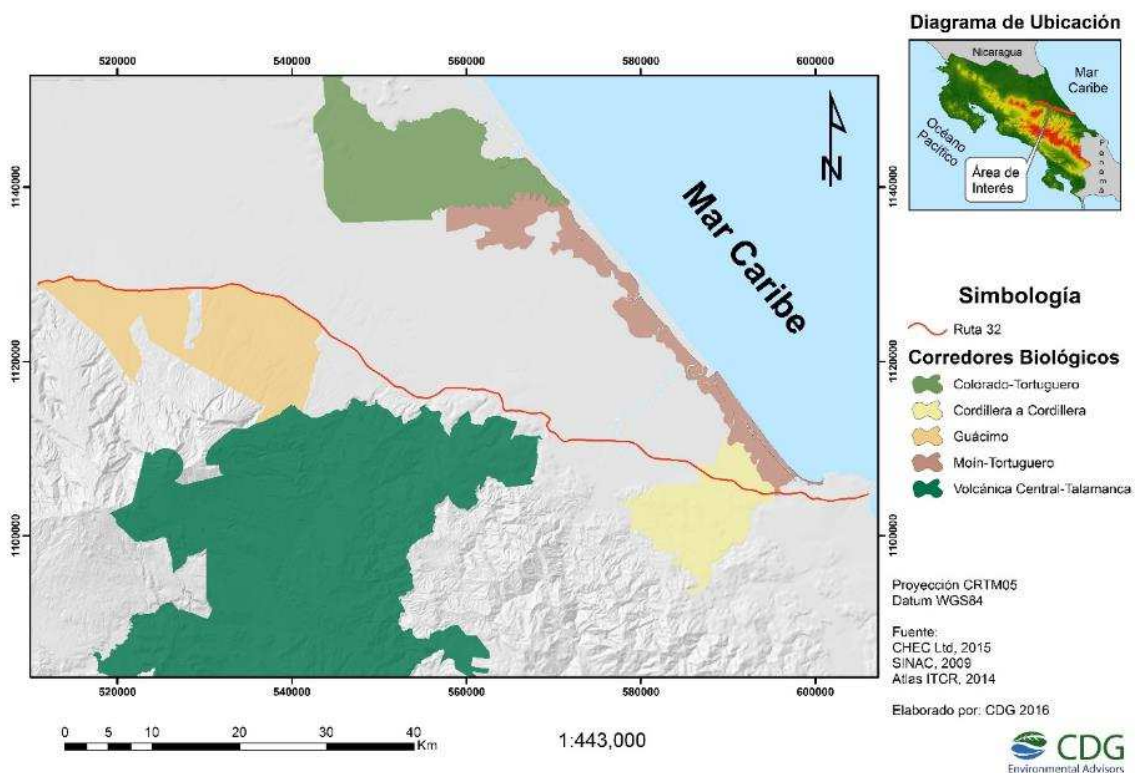


Figura 8.1. Corredores biológicos existentes a lo largo de la Ruta Nacional No. 32, Instituto Geográfico Nacional (IGN); Atlas de Costa Rica, 2014.

Por su extensión, el área del proyecto se localiza en dos áreas de conservación del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC); correspondiendo las mismas al Área de Conservación Tortuguero en el extremo oeste y al Área de Conservación La Amistad-Caribe en la sección media y al este (en su mayor extensión).

### 8.2.2. ZONAS DE VIDA.

De manera general, se puede decir que el proyecto se encuentra en las zonas de vida llamadas Bosque muy húmedo Premontano transición a Basal (bmh-P6) y Bosque muy húmedo Tropical (bmh-T). En Costa Rica, el mayor valor de precipitación se localiza en estas zonas de vida, cuyo extremo menor se estima aproximadamente en 2000 mm como promedio anual y su valor máximo es de 6000 mm anuales. Su temperatura oscila entre 24 y los 30°C. El periodo seco consecutivo o de menor precipitación es reducido, pudiendo ser de un máximo de 3 meses aproximadamente, variando de 1 a 3 meses al año (ver figura 8.2).

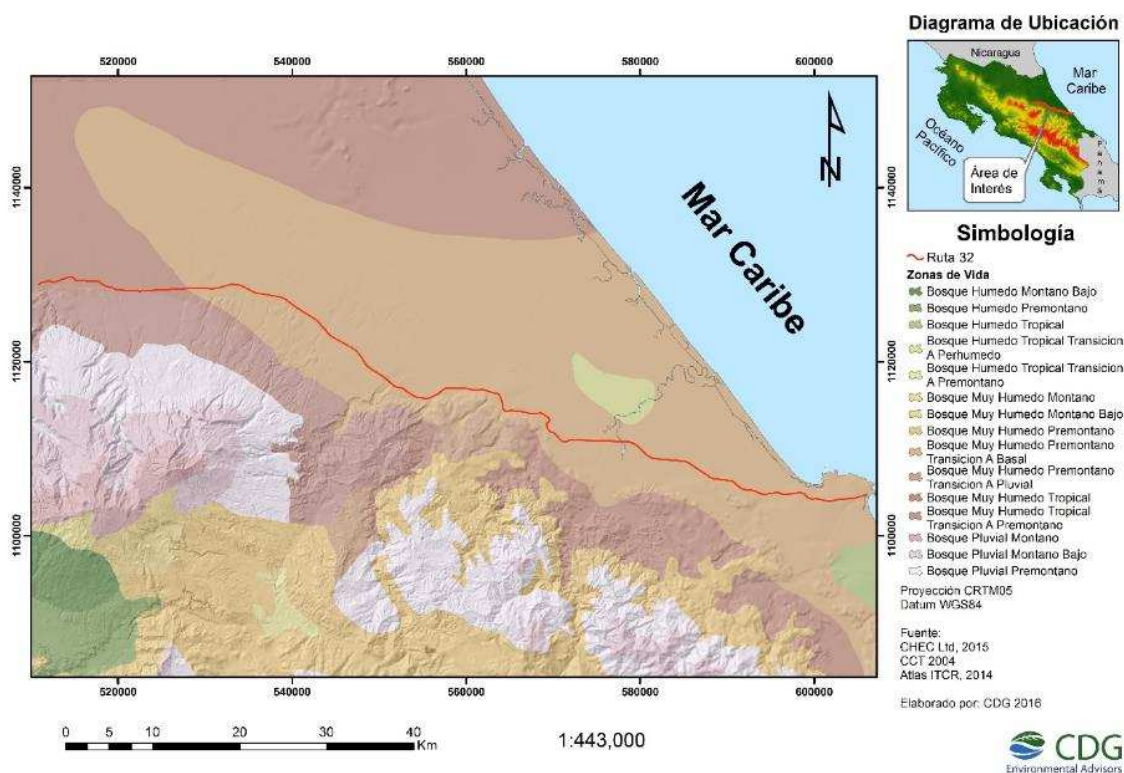


Figura 8.2. Zonas de vida presentes sobre el Proyecto de Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional No. 32 Sección: La Intersección con la Ruta Nacional No. 4 – Limón, Instituto Geográfico Nacional (IGN); Atlas de Costa Rica, 2014.

El estrato superior de la comunidad del bosque muy húmedo tropical y bosque muy húmedo Premontano, en su condición natural inalterada, tiene una altura promedio de 30 a 40 metros, siendo mayor en algunos sitios, y la mayoría de sus especies perennifolias (mantienen el follaje) durante la estación seca. Sus fustes son mayormente largos y proporcionalmente gruesos y macizos. Poseen, por lo general, de tres a cuatro estratos; muchas especies tienen cortezas más lisas y sistemas radicales pronunciados conocidos como gambas. Son bosques de densos a muy densos, con abundantes lianas y epífitas.

### 8.2.3. ASOCIACIONES NATURALES PRESENTES.

A lo largo de la carretera existente, en lo que respecta al derecho de vía, lo que se puede observar son áreas alteradas como producto del mantenimiento de la actual ruta y, además, áreas impactadas por la misma actividad comercial de la zona (áreas compactadas de ingresos a restaurantes y locales comerciales). La mayoría de la superficie de derecho de vía está cubierta con área de 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; y muy escasos tramos de la vía que son bosques secundarios, continuación de algunos reductos boscosos colindantes a la vía.



En las áreas de influencia directa e indirecta del AP, se encuentra una serie de asociaciones naturales con algunas superficies cubiertas de áreas en regeneración avanzada, reductos de vegetación remanente y/o en avanzado estado de regeneración; en apariencia más densa que el resto de la vegetación a lo largo de la vía, característico del Bosque muy Húmedo Tropical; se encuentran además zonas anegadas cubiertas de poáceas o arbolados; pero en su mayoría corresponde a áreas de pastos o de pastoreo arbolado; cultivos de productos agrícolas diversos como lo son las bananeras, piñeras, tubérculos y de granos básicos; plantaciones forestales con especies exóticas como Melina, Teca o con especies nativas como el Chanco o Botarrama; y otras zonas residenciales y urbanas, que a pesar que no son consideradas asociaciones naturales, son parte del paisaje del proyecto. A continuación, se desglosan en el cuadro 8.1 las diferentes asociaciones naturales presentes en el AID y sus correspondientes superficies.

Cuadro 8.1. Asociaciones naturales y productivas presentes en el AID del Proyecto de Ruta 32, según Mapa de Coberturas Boscosas de Costa Rica, 2012; obtenidos mediante imágenes de satélite 2012.

Cobertura / uso productivo	Superficie (ha)
Pastos	313,64
Plantación Forestal	5,35
Uso agrícola / Urbano	491,74
Bosque Maduro	145,07
Bosque Secundario	81,49
Nubes	29,55
Sombra nubes	0,0036
<b>Total</b>	<b>1066,85</b>

Fuente: Mapa de Cobertura Boscosa de Costa Rica, 2012, obtenido mediante imágenes satelitales del año 2012.

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 coberturas boscosas que se encuentran próximas no sufran cambios o alteraciones por la influencia del proyecto.

#### 8.2.4. COBERTURA VEGETAL ACTUAL POR ASOCIACIÓN NATURAL.

El tramo de la Ruta 32 a intervenir dentro del proyecto de rehabilitación-ampliación en su sección comprendida entre el cruce de la carretera número 4-Río Frío hasta la ciudad de Limón a la altura del desvío por el Estadio Juan Gobán posee una extensión aproximada a los 107,20 kilómetros para una superficie de 157,00 hectáreas; actualmente se pueden encontrar los siguientes usos:

- **Zonas de matorrales:** representa un gran porcentaje de la superficie del proyecto y se caracteriza por ser franjas estrechas con arbustos de porte bajo, 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 boscosas. Se pueden apreciar especies como el Guarumo (*Cecropia sp*), Balsa (*Ochroma pyramidale*), Laurel (*Cordia alliodora*), en estados juveniles; platanillas, diferentes pastos y gramíneas, entre otros (ver figura 8.3).



A.) Área de matorral en el derecho de vía, con predominancia de arbustos de porte bajo, margen derecho de la vía, tramo de Guápiles a Limón, marzo, 2016.



B.) Área de matorral en el derecho de vía, con predominancia de poaceas, margen derecho de la vía, sentido Guápiles a Limón, marzo, 2016.

Figura 8.3. Estado de la cobertura vegetal de algunas secciones del derecho de vía que han sido modificados por las actividades de mantenimiento de la ruta 32 en años anteriores, correspondientes a zonas con matorrales; marzo, 2016.

- **Zonas de matorrales arbolados:** este tipo de cobertura representa un relativo porcentaje de la superficie del derecho de vía y se debe a la dificultad que presenta para su respectivo mantenimiento. 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. 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*), Capulín (*Muntingia calabura*), Balsa (*Ochroma pyramidale*), Poró gigante (*Erythrina poeppigiana*), Guácimo (*Guazuma ulmifolia*), Guácimo colorado (*Luehea seemannii*), Hule (*Castilla elastica*), entre otras más, en diferentes estados sucesionales propios de áreas alteradas (ver figuras 8.4).



Figura 8.4. Estado de la cobertura vegetal del actual derecho de la vía Ruta 32, áreas de matorrales arbolados en secciones aledañas a zonas agrícolas y en taludes de fincas sin actividad económica activa; marzo, 2016.

- **Zonas de pastos arbolados:** se presentan en muchas secciones de la ruta y representan una gran superficie del actual derecho de vía. Se presentan frente diferentes propiedades donde existe actividades productivas de índole comercial y en algunos casos en fincas ganaderas y agrícolas. Las especies arbóreas son generalmente de carácter ornamental y en otros casos de tipo frutal. Muchas de estas superficies se conservan como áreas ornamentales o de jardines, donde reciben mayor mantenimiento y muchas de las especies observadas han sido plantadas como por ejemplo: Cocoteros (*Cocos nucifera*), Llama del bosque (*Spathodea campanulata*), Sotacaballo (*Zygia longifolia*), naranja (*Citrus sinensis*), entre muchos otros (ver figura 8.5).



Figura 8.5. Áreas de pastos arbolados presentes en el derecho de vía de la Ruta 32, marzo, 2016.





- **Zonas de pastos:** una serie de secciones del derecho de vía se mantienen en excelentes condiciones de mantenimiento en cuanto a la cobertura vegetal, por lo que predomina únicamente las superficies cubiertas con pastos únicamente (ver figura 8.6).



Figura 8.6. Zonas de cobertura existente en algunas secciones del derecho de vía donde sólo prevalece las gramíneas o poáceas sobre la superficie; marzo del 2016.

- **Zonas de áreas de mayor regeneración natural:** estas coberturas se presentan de manera muy aislada sobre el derecho de vía de la actual ruta 32, se pueden observar bordes de reductos boscosos en la zona de Guácimo, Siquirres y Matina. Se presenta una gran dominancia de especies arbóreas y arbustivas típicas del bosque secundario del Bosque muy Húmedo Tropical. Se pueden encontrar especies tales como Gavilán (*Pentaclethra macroloba*), Laurel (*Cordia alliodora*), Ceiba (*Ceiba pentandra*), Espavel (*Anacardium excelsum*), entre otros (ver figura 8.7)

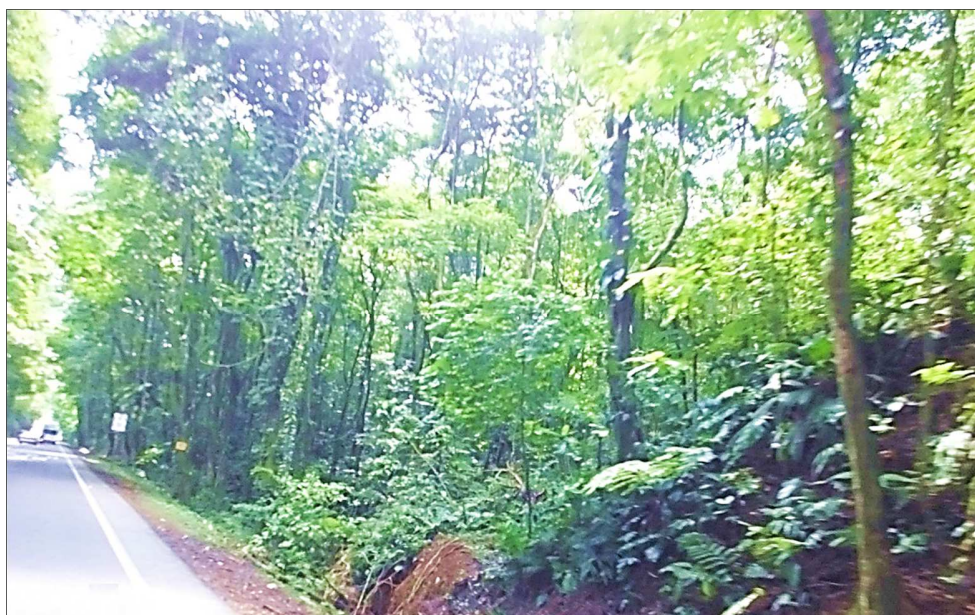


Figura 8.7. Estado de la cobertura vegetal de las zonas con presencia de reducidos de vegetación remanente en estado avanzado de regeneración natural, en el derecho de vía de la ruta 32 (Reducto de Guácimo); marzo, 2016.

- **Zonas de Protección de cauces:** estas zonas lo constituyen 36 sitios entre quebradas y ríos que son influenciadas por la actual ruta 32 (ver sección 7.4.1, cuadro 7.4, ríos a intervenir). En todas se ha presentado una modificación del cauce, debido a la actual estructura vial (puentes) durante sus respectivos procesos constructivos en años anteriores; y a procesos posteriores para su mantenimiento. En algunos casos se ha "encausado" los cuerpos de agua a la altura de los puentes como consecuencia de procesos de sedimentación de las últimas crecidas. Por otra parte, vale la pena mencionar, que una gran parte de estas áreas de protección dentro del derecho de vía, han sido desprovistas de la cobertura vegetal producto a los primeros procesos constructivos de los actuales puentes. 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 (ver figura 8.8).





Figura 8.8. Estado de la cobertura vegetal presente en algunos puentes y las zonas de protección de los ríos y quebradas sobre la ruta 32; marzo, 2016.

- **Zona urbana, comercial y residencial:** estas zonas 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 áreas de parqueadero de restaurantes y comercio en general (ver figura 8.9).



Figura 8.9. Estado de la cobertura vegetal del derecho de vía frente a zonas residenciales y comerciales en la ruta 32; marzo, 2016.



### 8.2.5. ESPECIES INDICADORAS POR ECOSISTEMA NATURAL.

En las zonas aledañas y próximas al Proyecto se pueden encontrar especies forestales exóticas como la melina (*Gmelina arborea*) y la teca (*Tectona grandis*); pero también existen bloques de especies nativas como el Chancho (*Vochysia guatemalensis*), destinadas a producción forestal; además se pueden visualizar de manera aislada especies nativas como el Roble Sabana (*Tabebuia rosea*), Gavilán (*Pentaclethra macroloba*), Laurel (*Cordia alliodora*) Balsa (*Ochroma pyramidale*), Espavel (*Anacardium excelsum*), Chilamate (*Ficus insipida*), Hule (*Castilla elastica*), Guácimo (*Guazuma ulmifolia*), Indio desnudo (*Bursera simaruba*), Chancho (*Vochysia guatemalensis*), Sotacaballo (*Zygia longifolia*), y Ceiba (*Ceiba pentandra*), entre otras. Muchas de las especies presentes en el área del proyecto corresponden a especies frutales, entre exóticas y nativas, como Achiote (*Bixa orellana*), Marañón (*Anacardium occidentale*), Naranjos (*Citrus sinensis*), Limón (*Citrus sp*), Fruta de pan (*Artocarpus altilis*), Guayaba (*Psidium guajaba*), y Cocotero (*Cocos nucifera*); especies ornamentales entre arbóreas y palmas como por ejemplo Orgullo de la India (*Lagerstroemia speciosa*), Cañafistula (*Cassia fistula*), Carao (*Cassia grandis*), Laurel de la India (*Ficus benjamina*), Llama del Bosque (*Spathodea campanulata*), Malinche (*Delonix regia*), Palma roja (*Cyrtostachys renda*), entre otras.



Figura 8.10. Coberturas naturales existentes sobre el actual derecho de vía de la Ruta Nacional 32, marzo, 2016; CDG Environmental Advisors.

En las zonas agrícolas aledañas se pueden observar cultivos de mango, cítricos, piña, banano, tubérculos, arroz, granos básicos, entre algunos otros. Las áreas con pastos, se destinan para forrajeo del ganado (vacas y caballos) de manera extensiva, en su mayoría, y en algunas situaciones de manera intensiva o semi-estabulada. En estas áreas, se pueden observar árboles dispersos o bien a lo largo de las cercas con especies como el Roble Sabana (*Tabebuia rosea*), Poró gigante (*Erythrina poeppigiana*), Poró nene (*Erythrina berteroana*), Indio Desnudo (*Bursera simarouba*), Madero negro (*Gliricidia sepium*), Higueros (*Ficus sp*), Corteza amarilla (*Tabebuia ochracea*), Laurel (*Cordia alliodora*), Ceiba (*Ceiba pentandra*), entre otros.

El bosque secundario y áreas en regeneración se encuentran principalmente en las áreas de mayor pendiente del derecho de vía (taludes), en las zonas de protección o próximas a los ríos y quebradas



existentes a lo largo del proyecto. Dentro de derecho de vía se contabilizan 97 cuerpos de agua o drenajes naturales entre ríos y quebradas, la mayoría de ellas son de cauce intermitente, pero cuentan con sus respectivas zonas de protección por lo que se forman corredores entre sí, uniéndose además con las zonas de bosque secundario y las que se encuentran en regeneración.

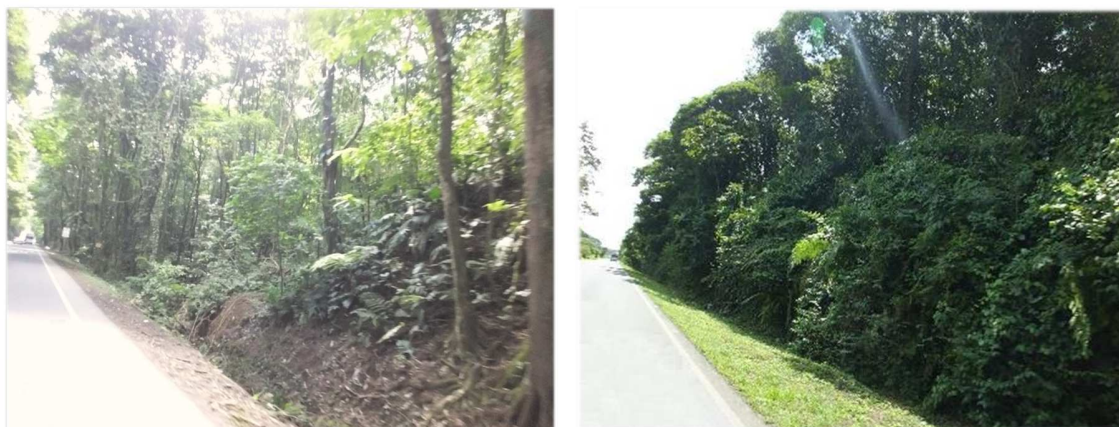


Figura 8.11. Algunas coberturas existentes sobre la Ruta 32, se visualiza tramos de áreas de matorral arbolado y de bosque secundario en el derecho de la vía, marzo, 2016; CDG Environmental Advisors.

#### **Composición florística.**

Basado en un estudio realizado por CDG Environmental Advisors, 2016; en las áreas con presencia de bosque secundario y áreas en regeneración, se logró determinar que las especies presentes en el bosque en general son típicas del bosque Húmedo Tropical y Bosque muy Húmedo Tropical 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 (suelos anegados). En el cuadro 8.2 se muestran las especies dominantes dentro del sitio de estudio.

#### **✓ Flora:**

En el siguiente cuadro 8.2 se muestran las especies de flora encontradas dentro del AP.

Cuadro 8.2. Lista de especies vegetales observadas en la Ruta Nacional No. 32 Sección: La Intersección con la Ruta Nacional No. 4 – Limón, Limón, 2016.

Especie	Nombre vernáculo	Familia botánica	Hábito	Estatus
<i>Bixa orellana</i>	Achiote	Bixaceae	Arbusto	A
<i>Persea americana</i>	Aguacate	Lauraceae	Árbol	MA
<i>Terminalia catappa</i>	Almendro de playa	Combretaceae	Árbol	A
<i>Myrospermum frutescens</i>	Arco	Fabaceae	Árbol	ES
<i>Ochroma pyramidale</i>	Balsa	Bombacaceae	Árbol	MA
<i>Bambusa vulgaris</i>	Bambú amarillo	Poaceae	Leñosa	A





Especie	Nombre vernáculo	Familia botánica	Hábito	Estatus
<i>Vochysia ferruginea</i>	Mayo	Vochysiaceae	Árbol	A
<i>Chrysophyllum cainito</i>	Caimito	Sapotaceae	Árbol	A
<i>Cassia fistula</i>	Cañafistula	Fabaceae	Árbol	A
<i>Muntingia calabura</i>	Capulín	Muntingiaceae	Arbusto	A
<i>Cassia grandis</i>	Carao	Fabaceae	Árbol	MA
<i>Cedrela odorata</i>	Cedro amargo	Meliaceae	Árbol	ES
<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	Bombacaceae	Árbol	A
<i>Pseudobombax septenatum</i>	Ceibo barrigón	Bombacaceae	Árbol	A
<i>Samanea saman</i>	Cenízaro	Fabaceae	Árbol	ES
<i>Blighia sapida</i>	Seso vegetal	Sapindaceae	Árbol	I
<i>Vochysia guatemalensis</i>	Chancho	Vochysiaceae	Árbol	A
<i>Lonchocarpus sp</i>	Chaperno	Fabaceae	Árbol	A
<i>Ficus insipida</i>	Chilamates	Moraceae	Árbol	A
<i>Cocos nucifera</i>	Cocotero	Arecaceae	Palma	MA
<i>Tabebuia ochracea</i>	Corteza amarilla	Bignonaceae	Árbol	MA
<i>Anacardium excelsum</i>	Espavel	Anacardiaceae	Árbol	A
<i>Eucalyptus deglupta</i>	Eucalipto arco iris	Myrtaceae	Árbol	I
<i>Artocarpus altilis</i>	Fruta de pan	Moraceae	Árbol	I
<i>Pentaclethra macroloba</i>	Gavilán	Fabaceae	Árbol	MA
<i>Psidium guajaba</i>	Guaba	Myrtaceae	Árbol	A
<i>Inga sp</i>	Guaba	Fabaceae	Árbol	A
<i>Dyphiza americana</i>	Guachipelín	Fabaceae	Árbol	A
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guácimo	Malvaceae	Árbol	MA
<i>Luehea seemannii</i>	Guácimo colorado	Malvaceae	Árbol	A
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Guanacaste	Fabaceae	Árbol	MA
<i>Cecropia obtusifolia</i>	Guarumo	Urticaceae	Árbol	MA
<i>Ficus sp</i>	Higuerón	Moraceae	Árbol	MA
<i>Ficus elastica</i>	Higuerón	Moraceae	Árbol	A
<i>Castilla elastica</i>	Hule	Moraceae	Árbol	A
<i>Cananga odorata</i>	Ilang-ilang	Annonaceae	Árbol	I
<i>Bursera simaruba</i>	Indio desnudo	Burseraceae	Árbol	MA
<i>Hura crepitans</i>	Javillo	Euphorbiaceae	Árbol	A
<i>Spondias monbin</i>	Jobo	Anacardiaceae	Árbol	MA
<i>Cordia alliodora</i>	Laurel	Boraginaceae	Árbol	MA
<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



Especie	Nombre vernáculo	Familia botánica	Hábito	Estatus
<i>Cojoba arborea</i>	Lorito	Fabaceae	Árbol	A
<i>Gliricidia sepium</i>	Madero negro	Fabaceae	Árbol	MA
<i>Delonix regia</i>	Malinche	Fabaceae	Árbol	I
<i>Mangifera indica</i>	Mango	Anacardiaceae	Árbol	I
<i>Syzygium jambos</i>	Manzana rosa	Myrtaceae	Árbol	I
<i>Syzygium malaccense</i>	Manzana de agua	Myrtaceae	Árbol	I
<i>Anacardium occidentale</i>	Marañón	Anacardiaceae	Árbol	I
<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nance	Malpighiaceae	Árbol	MA
<i>Citrus sp</i>	Naranja	Rutaceae	Árbol	I
<i>Morinda citrifolia</i>	Noni	Rubiaceae	Arbusto	I
<i>Lagerstroemia speciosa</i>	Orgullo de la India	Lythraceae	Árbol	I
<i>Cyrtostachys renda</i>	Palma roja	Arecaceae	Palmera	I
<i>Bactris gasipaes</i>	Pejibaye	Arecaceae	Palmera	I
<i>Hyeronima alchorneoides</i>	Pilón	Euphorbiaceae	Árbol	A
<i>Pinus sp</i>	Pino	Pinaceae	Árbol	I
<i>Erythrina berteroana</i>	Poró nene	Fabaceae	Árbol	A
<i>Erythrina poeppigiana</i>	Poró gigante	Fabaceae	Árbol	I
<i>Lysiloma sp</i>	Quebracho	Fabaceae	Árbol	MA
<i>Terminalia amazonia</i>	Roble coral	Combretaceae	Árbol	A
<i>Tabebuia rosea</i>	Roble Sabana	Bignonaceae	Árbol	MA
<i>Zygia longifolia</i>	Sotacaballo	Fabaceae	Árbol	MA
<i>Tectona grandis</i>	Teca	Verbenaceae	Árbol	I

Fuente: Elaboración propia con observación de campo, 2016. **A:** Abundante; **MA:** muy abundante; **ES:** Escaso; **I:** introducido.

#### ✓ Fauna.

Al existir ya una carretera de dos carriles y siendo que la mayoría de la vegetación a lo largo de la ruta son pastos o árboles aislados, la fauna que se ha identificado en la zona, es principalmente paso. La fauna voladora es común en cualquier área con y sin proyecto y con respecto a las especies de mamíferos, muchos están relacionados con los parches de bosque aledaños a la AID. Durante la visita se encontró una variedad de especies animales las cuales se encuentran en el siguiente cuadro 8.3.



Cuadro 8.3. Lista de especies de faunas visualizadas y reportadas en el área del proyecto y áreas de influencia de Ruta 32, CDG Environmental Advisors, marzo del 2016.

Clase	Familia	Nombre científico	Nombre común	Hábitat	IUCN / CITES	Estado	Lugar Obs.	Notas de ambientes característicos
Insecta	Uraniidae	<i>Urania fulgens</i>	Colipato verde	Bmh-T	---		AP-AID	Migratoria.
Amphibia	Bufonidae	<i>Rhinella marina</i>	Sapo verdadero	Bmh-T, bs-T	IUCN	LC	AP-AID	Zonas degradadas y alteradas.
	Craugastoridae	<i>Craugastor bransfordii</i>	Sapito bransfordi	Bmh-T, BmP	IUCN	LC	AP-AID	Común Zonas perturbadas.
	Hylidae	<i>Agalychnis callidryas</i>	Rana de hoja de ojos rojos	Bmh-T	IUCN - CITES	LC – A-II	AP, AID	Bosques secundarios, A. degradadas.
	Dendrobatidae	<i>Dendrobates auratus</i>	Rana arlequín	Bmh-T	IUCN - CITES	LC – A-II	AP, AID	En áreas agrícolas y B. Secundarios.
	Bufonidae	<i>Incilius coccifer</i>	Sapo del bosque seco	Bs-T, Bh-T	IUCN	LC	AP, AID	Diverso, cunetas, A. perturbadas.
	Ranidae	<i>Lithobates vaillanti</i>	Rana de Vaillant	Bs-T, Bh-T	IUCN	LC	AP, AID	Bosques, estanques y Hábit. perturbados.
	Dendrobatidae	<i>Dendrobates pumilio</i>	Ranita roja venenosa	Bmh-T	IUCN - CITES	LC – A-II	AP -AID	B. Secundarios, Plantaciones agrícolas.
	Dermophiidae	<i>Gymnopsis multiplicata</i>	Solda con solda	Bs-T, Bh-T	IUCN	LC	AP -AID	B. galería, hábitats secundarios.
	Bufonidae	<i>Incilius melanochlorus</i>	Sapo melanochlorus	Bmh-T, bm-T	IUCN	LC	AP-AID	Suelos en bosque.
	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus savagei</i>	Rana toro	Bmh-T	IUCN	LC	AP-AID	Borde de bosque, A. Deforestadas.
	Ranidae	<i>Lithobates taylori</i>	Rana leopardo	Bmh-T	IUCN	LC	AP, AID	Estanques, Pantanos, Bosques.
	Bufonidae	<i>Rhaebo haematiticus</i>	Sapito de hojarasca	Bmh-T	IUCN	LC	AP, AID	Bosques riparios.
	Hylidae	<i>Smilisca baudinii</i>	Rana mexicana de árbol	Bmh-T	IUCN	LC	AP-AID	Estanques, canales, áreas boscosas.
	Hylidae	<i>Smilisca puma</i>	Rana de árbol	Bmh-T	IUCN	LC	AP-AID	Bosques, hábitat perturbado (pastos).
Mammalia	Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote	Varios	IUCN	LC	AP, AID	Se adapta a diferentes hábitats.
	Mephitidae	<i>Conepatus semistriatus</i>	Zorro hediondo	Bmh-T, bs-T	IUCN	LC	AP, AID	Bosques, pastizales, plantaciones agric.
	Cyclopedidae	<i>Cyclopes didactylus</i>	Serafín de platanar	Bmh-T	IUCN	LC	AP, AID	Bosques secund, B. galería, B. manglar.
	Geomyidae	<i>Orthogeomys cherriei</i>	Taltuza	Bmh-T	IUCN	LC	AP, AID	Bosques, áreas agrícolas.
	Didelphidae	<i>Philander opossum</i>	Zorro gris cuatro ojos	Bmh-T	IUCN	LC	AP, AID	Bosques, áreas alteradas y riparias.

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



Continuación... Lista de especies de faunas visualizadas y reportadas en el área del proyecto y áreas de influencia de Ruta 32, CDG Environmental Advisors, marzo del 2016.

Clase	Familia	Nombre científico	Nombre común	Hábitat	IUCN / CITES	Estado	Lugar Obs.	Notas de ambientes característicos
Mammalia	Bradypodidae	<i>Bradypus variegatus</i>	Oso Perezoso Tres Dedos	Bmh-T	IUCN-CITES	LC – A-II	AP, AID	Bosque diversos, plant. cacao
	Cebidae	<i>Alouatta palliata</i>	Mono congo	Bmh-T, bs-T	CITES	A-I	AP, AID, AII	Bosques diversos, áreas alteradas.
	Cebidae	<i>Cebus imitador</i>	Mono cariblanco	Bmh-T, bs-T	-----	---	AP, AID, AII	Bosques diversos, áreas alteradas.
	Dasypodidae	<i>Dasybus novemcinctus</i>	Armadillo	Bmh-T, Bm-T	IUCN	LC	AP, AID, AII	Variable, bosques, A. alteradas.
	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Zorro pelón	Bh-t, bmh-t, bs-T	IUCN	LC	AP, AID, AII	Variables hábitats, A. alteradas.
	Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>	Manigordo	Bh-t, bmh-t, bs-T	IUCN - CITES	LC – A-I	AP, AID.	Hábitats diversos, Bosque, Mat.
	Felidae	<i>Leopardus wiedii</i>	Caucel	Bh-t, bmh-t, bs-T	IUCN	NT – A-I	AP, AID.	Hábitats boscosos.
	Felidae	<i>Panthera onca</i>	Jaguar	Bh-t, bmh-t, bs-T	IUCN - CITES	NT – A-I	AII	Bosques diversos, matorrales, etc
	Mustelidae	<i>Eira barbara</i>	Tolomuco	Bh-t, bmh-t, bs-T	IUCN - CITES	LC– A-III	AP, AID	Bosques diversos, áreas alteradas.
	Megalonychidae	<i>Choloepus hoffmanni</i>	Oso Perezoso Dos Dedos	Bh-t, bmh-t	IUCN - CITES	LC– A-III	AP, AID	Bosques, P. Cacao, B. secundario.
	Myrmecophagidae	<i>Tamandua mexicana</i>	Oso hormiguero	Bh-t, bmh-t, bs-T	IUCN - CITES	LC- A-III	AP, AID	Bosques secund, Áreas alteradas.
	Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Pizote	Bh-t, bmh-t, bs-T	IUCN - CITES	LC- A-III	AP, AID	Bosques secund, Áreas alteradas.
	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	Bh-t, bmh-t, bs-T	IUCN - CITES	LC - A-I	AP, AID	Hábitats diversos, Áreas alteradas.
	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	Bh-t, bmh-t, bs-T	IUCN - CITES	LC- A-III	AP, AID, AII	Hábitats diversos, Matorrales.
	Leporidae	<i>Sylvilagus gabii</i>	Conejo de monte	Bh-t, bmh-t, bs-T	-----	---	AP, AID	Hábitats diversos, Matorrales.
	Procyonidae	<i>Bassaricyon gabbii</i>	Olingo	Bh-t, bmh-t	IUCN - CITES	LC- A-III	AP, AID	Bosque secundario perenne.
	Didelphidae	<i>Caluromys derbianus</i>	Zorro de balsa	Bh-t, bmh-t, bs-T	IUCN	LC	AP, AID	Hábitats diversos, Áreas alteradas
Erethizontidae	<i>Sphiggurus mexicanus</i>	Puercoespín	Bh-t, bmh-t, bs-T	IUCN - CITES	LC- A-III	AP, AID	Hábitats diversos, Áreas alteradas	

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



Continuación... Lista de especies de faunas visualizadas y reportadas en el área del proyecto y áreas de influencia de Ruta 32, CDG Environmental Advisors, marzo del 2016.

Clase	Familia	Nombre científico	Nombre común	Hábitat	IUCN / CITES	Estado	Lugar Obs.	Notas de ambientes característicos
Mammalia	Procyonidae	<i>Potos flavus</i>	Martilla	Bh-t, bmh-t, bs-T	IUCN - CITES	LC – A-III	AP, AID	Bosques diversos.
Mammalia	Muridae	<i>Rattus sp</i>	Rata	Bh-t, bmh-t, bs-T	-----	-----	AP, AID, AII	Bosques diversos, Áreas alteradas.
Mammalia	Sciuridae	<i>Sciurus granatensis</i>	Chiza	Bh-t, bmh-t, bs-T	IUCN	LC	AP, AID, AII	Hábitats diversos.
Mammalia	Sciuridae	<i>Sciurus variegatoides</i>	Ardilla	Bh-t, bmh-t, bs-T	IUCN	LC	AP, AID, AII	Bosques secundarios y alterados.
Reptilia	Viperidae	<i>Bothrops asper</i>	Culebra terciopelo	Bh-t, bmh-t	-----	----	AP, AID, AII	Bosques diversos, Áreas alteradas
Reptilia	Alligatoridae	<i>Caiman crocodilus</i>	Caimán	Bh-t, bmh-t, bs-T	IUCN - CITES	BR/LC, A-I	AP, AID, AII	Bosques riparios, canales, ríos.
Reptilia	Chelydriidae	<i>Chelydra serpentina</i>	Tortuga lagarto	Bh-t, bmh-t, bs-T	IUCN	LC	AP, AID, AII	Bosques riparios, canales y ríos.
Reptilia	Dipsadidae	<i>Clelia clelia</i>	Culebra zopilota	Bh-t, bmh-t	A-II	-----	AP, AID, AII	Bosques variados y Áreas alterada
Reptilia	Colubridae	<i>Drymobiuu margaritiferus</i>	Corredora elegante	Bh-t, bmh-t	-----	-----	AP, AID	Bosques variados y Áreas alterada
Reptilia	Dipsadidae	<i>Enulius sclateri</i>	Culebra cabeza puntiaguda	Bh-t, bmh-t	-----	-----	AP, AID	Bosques variados y Áreas alterada
Reptilia	Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	Iguana	Bh-t, bmh-t, bs-T	CITES	A-II	AP, AID	Bosques, Áreas alteradas.
Reptilia	Colubridae	<i>Imantodes cenchoa</i>	Culebra dormilona	Bh-t, bmh-t	-----	-----	AP, AID	Bosques, Áreas alteradas.
Reptilia	Kinosternidae	<i>Kinosternon sp.</i>	Tortuga candado	Bh-t, bmh-t	-----	-----	AP, AID	Bosques, Áreas alteradas
Reptilia	Colubridae	<i>Mastigodryas melanolomus</i>	Culebra lagartijera olivácea	Bh-t, bmh-t	IUCN	LC	AP, AID	Bosques y áreas alteradas
Reptilia	Elapidae	<i>Micrurus sp.</i>	Culebra coral	Bh-t, bmh-t, bs-T	-----	-----	AP, AID	Hábitats diversos; Bosque, A alt.
Reptilia	Dipsadidae	<i>Ninia cebae</i>	Culebra hojarasquera anillo	Bh-t, bmh-t	-----	-----	AP, AID	Hábitats diversos; Bosque, A alt.
Reptilia	Colubridae	<i>Oxyrhopus petola</i>	Culebra gargantilla falsa	Bh-t, bmh-t	-----	-----	AP, AID	Hábitats diversos; Bosque, A alt.
Reptilia	Colubridae	<i>Oxybelis fulgidus</i>	Culebra bejuquilla verde	Bh-t, bmh-t, bs-T	-----	-----	AP, AID, AII	Hábitats diversos; Bosque, A alt.
Reptilia	Colubridae	<i>Oxybelis brevirostris</i>	Culebra bejuquilla verde	Bh-t, bmh-t, bs-T	-----	-----	AP, AID, AII	Hábitats diversos; Bosque, A alt.

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



Continuación... Lista de especies de faunas visualizadas y reportadas en el área del proyecto y áreas de influencia de Ruta 32, CDG Environmental Advisors, marzo del 2016.

Clase	Familia	Nombre científico	Nombre común	Hábitat	IUCN / CITES	Estado	Lugar Obs.	Notas de ambientes característicos
Reptilia	Iguanidae	<i>Ctenpsaura similis</i>	Garrobo	Bh-t, bmh-t, bs-T	-----	-----	AP, AID, AII	Hábitats diversos; Bosque, A alt.
Reptilia	Colubridae	<i>Leptodeira annulata</i>	Culebra ojos de gato	Bh-t, bs-T	IUCN	LC	AP, AID, AII	Hábitats pantanosos y pastizal.
Reptilia	Colubridae	<i>Leptodeira septentrionalis</i>	Culebra ojos de gato	Bh-t, bs-T	-----	-----	AP, AID, AII	Bosques y áreas perturbadas
Reptilia	Boidae	<i>Boa constrictor</i>	Boa constrictora	Bh-t, bmh-t	CITES	A-I	AP, AID, AII	Bosques y áreas perturbadas
Reptilia	Corytophanidae	<i>Basiliscus plumifrons</i>	Basilisco esmeralda	Bh-t, bmh-t	IUCN	LC	AP, AID, AII	Bosques y áreas perturbadas
Reptilia	Viperidae	<i>Porthidium nasutum</i>	Culebra tamagá	Bh-t, bmh-t	IUCN	LC	AP, AID, AII	Hábitats boscosos y B. Secund.
Reptilia	Colubridae	<i>Pseustes poecilonotus</i>	Culebra pajarera	Bh-t, bmh-t	IUCN	LC	AP, AID, AII	Bosques y pastizales.
Reptilia	Colubridae	<i>Rhadinaea sp.</i>	Culebra hojarasquera	Bh-t, bmh-t	-----	-----	AP, AID, AII	Bosques y áreas perturbadas
Reptilia	Geoemydidae	<i>Rhinoclemmys funerea</i>	Tortuga de bosque negra	Bh-t, bmh-t	IUCN	LR/NT	AP, AID, AII	Hábitats semi-acuáticos
Reptilia	Geoemydidae	<i>Rhinoclemmys sp.</i>	Tortuga de bosque	Bh-t, bmh-t	IUCN	LR/NT	AP, AID, AII	Hábitats semi-acuáticos
Reptilia	Dipsadidae	<i>Sibon nebulatus</i>	Culebra caracolera nebulosa	Bh-t, bs-T	-----	-----	AP, AID, AII	Hábitats boscosos, perturbados
Reptilia	Colubridae	<i>Spilotes pullatus</i>	Culebra mica	Bh-t, bmh-t, bs-T	-----	-----	AP, AID, AII	Bosques y áreas perturbadas
Ave	Trochilidae	<i>Florisuga mellivora</i>	Jacobino nubiblanco	Bh-t, bmh-t	IUCN	LC	AP, AID, AII	Bosques y áreas perturbadas
Ave	Icteridae	<i>Icterus prosthemelas</i>	Chorcha del platanar	Bh-t, bmh-t	IUCN	LC	AP, AID, AII	Bosques y áreas perturbadas
Ave	Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma coliblanca	Bh-t, bmh-t, bs-T	IUCN	LC	AP, AID, AII	Bosques y áreas perturbadas
Ave	Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Pecho amarillo	Bh-t, bmh-t, bs-T	IUCN	LC	AP, AID, AII	Bosques y áreas perturbadas
Ave	Columbidae	<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma morada común	Bh-t, bmh-t, bs-T	IUCN	LC	AP, AID, AII	Bosques y áreas perturbadas
Ave	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Cristo fue	Bh-t, bmh-t, bs-T	IUCN	LC	AP, AID, AII	Bosques y áreas perturbadas
Ave	Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara	Bh-t, bmh-t, bs-T	IUCN - CITES	LC – A-II	AP, AID, AII	Bosques y áreas perturbadas

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.



Continuación... Lista de especies de faunas visualizadas y reportadas en el área del proyecto y áreas de influencia de Ruta 32, CDG Environmental Advisors, marzo del 2016.

Clase	Familia	Nombre científico	Nombre común	Hábitat	IUCN / CITES	Estado	Lugar Obs.	Notas de ambientes característicos
Ave	Rallidae	<i>Porphyrio martinicus</i>	Polla de agua	Bh-t, bmh-t	IUCN	LC	AP, AID, AII	Bosques riparios, H. acuáticos
Ave	Icteridae	<i>Psarocolius montezuma</i>	Oropéndola	Bh-t, bmh-t	IUCN	LC	AP, AID, AII	Bosques, plantaciones agrícola
Ave	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate	Bh-t, bmh-t, bs-T	IUCN	LC	AP, AID, AII	Áreas agrícolas y perturbadas
Ave	Thraupidae	<i>Ramphocelus sp.</i>	Sargento	Bh-t, bmh-t	IUCN	LC	AP, AID, AII	Bosques, matorrales, A agrícola
Ave	Cardinalidae	<i>Saltator coerulescens</i>	Comepuntas	Bh-t, bmh-t	IUCN	LC	AP, AID, AII	Bosques abiertos y matorrales
Ave	Cardinalidae	<i>Saltator sp.</i>	Saltador	Bh-t, bmh-t	IUCN	LC	AP, AID, AII	Bosques abiertos y matorrales
Ave	Parulidae	<i>Setophaga petechia</i>	Reinita amarilla	Bh-t, bmh-t, bs-T	-----	-----	AP, AID, AII	B. riparios, manglares.
Ave	Emberizidae	<i>Sporophila corvina</i>	Setillero collarejo	Bh-t, bmh-t	IUCN	LC	AP, AID, AII	Bordes de Bosques, A. alteradas
Ave	Emberizidae	<i>Sporophila sp.</i>	Semillero	Bh-t, bmh-t	IUCN	LC	AP, AID, AII	Bordes de Bosques, A. alteradas
Ave	Thamnophilidae	<i>Thamnophilus doliatus</i>	Batará barreteado	Bh-t, bmh-t, bs-T	IUCN	LC	AP, AID, AII	Bosques, áreas alteradas, Urban.
Ave	Thraupidae	<i>Thraupis episcopus</i>	Viudita	Bh-t, bmh-t, bs-T	IUCN	LC	AP, AID, AII	Bosques, áreas alteradas, Urban.
Ave	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Soterrey	Bh-t, bmh-t, bs-T	IUCN	LC	AP, AID, AII	Áreas alteradas, jardines, Urban.
Ave	Turdidae	<i>Turdus grayi</i>	Yigüirro	Bh-t, bmh-t, bs-T	IUCN	LC	AP, AID, AII	Bosques, A. alteradas, Urbanas.
Ave	Emberizidae	<i>Volatinia jacarina</i>	Brea	Bh-t, bmh-t	IUCN	LC	AP, AID, AII	Praderas, matorrales, A alterada
Ave	Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	Bh-t, bmh-t, bs-T	IUCN	LC	AP, AID, AII	Estuarios, Manglares, B. riparios
Ave	Emberizidae	<i>Arremon aurantirrostris</i>	Chayotero	Bh-t, bmh-t	-----	-----	AP, AID, AII	Bosques y zonas alteradas
Ave	Emberizidae	<i>Arremonops conirostris</i>	Pinzón cabecillado	Bh-t, bmh-t	IUCN	LC	AP, AID, AII	Bosque secundario, matorrales.
Ave	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza del ganado	Bh-t, bmh-t, bs-T	IUCN	LC	AP, AID, AII	Sabanas, A. alteradas, praderas.
Ave	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote cabeza negra		IUCN	LC	AP, AID, AII	Bosque, A. alteradas, matorrales

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.





## **8.2.6. ESPECIES ENDÉMICAS, POBLACIONES AMENAZADAS Y EN PELIGRO EXTINCIÓN.**

### **8.2.6.1. 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 la Teca, Melina, Laurel de la India, Orgullo de la India, Llama del Bosque, Malinche, cítricos diversos, entre otros.

### **8.2.6.2. 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. Existe una serie de especies en bajo riesgo o casi amenazadas (ver cuadro 8.3) que frecuentan el paso sobre la actual vía o AP que pueden verse afectadas ante una posible ampliación de la actual ruta por lo que se deben de proponer las correspondientes medidas de mitigación.

## **8.2.7. FRAGILIDAD DE ECOSISTEMAS.**

El área del proyecto se caracteriza, en su gran mayoría, por poseer una cobertura predominante de pastos arbolados, matorrales y áreas arboladas de diverso porte y tamaño, identificándose dos tipos de ecosistemas frágiles: las áreas de protección de quebradas y ríos, y algunos reductos de bosque secundario próximos al derecho de vía actual. Sin embargo, debe recordarse que las áreas de protección de quebradas y ríos ya se encuentran intervenidas por la existencia de los actuales puentes, al igual que los reductos de bosque secundario sobre el derecho de vía.

### **8.2.7.1. Impactos esperados sobre flora y fauna local y migratoria.**

Durante el proyecto se esperan diferentes impactos sobre la flora y fauna. En la fase inicial destacan la eliminación de la cobertura vegetal, la compactación e impermeabilización del suelo y las emisiones de vehículos y maquinaria. Con respecto a la fauna se trata de impactos temporales y reducidos tomando en cuenta que es una vía con muchos años de operación y alta densidad de tráfico y que el área fue mayormente impactada en sus inicios.

El impacto más importante sobre la vegetación se da durante la fase inicial del proyecto, en vista de que deberá eliminarse los árboles. Otro impacto sobre la fauna, podría ser la barrera física que constituye el mismo para el paso de un extremo a otro considerando que se amplía el ancho de la vía.

Los impactos visuales de una "nueva" obra para la fauna, es igual que en cualquier otro tipo de infraestructura que se construya, ya que se convierte en un elemento nuevo del paisaje al que la fauna se irá adaptando con el tiempo.



### 8.3. AMBIENTE ACUÁTICO (AGUAS CONTINENTALES).

La sección completa de Ambiente Acuático en Aguas Continentales se adjunta en el [anexo 8](#), de este estudio. Favor dirigirse a este apartado para ver con detalle la información. De acuerdo a los lineamientos técnicos que establece el Decreto N° 32966-MINAE, Manual de Instrumentos Técnicos para el Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental (Manual de EIA)- Parte IV: Guía - Estudios de Impacto Ambiental y Pronósticos-Plan de Gestión Ambiental, valoración de los impactos ambientales y términos de referencia y en cumplimiento del mismo, debido a lo extenso de esta sección, se trasladó a los anexos.



## 9. DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE SOCIOECONÓMICO.

### 9.1. USO ACTUAL DE LA TIERRA EN SITIOS ALEDAÑOS.

#### 9.1.1. USO URBANO.

En el tramo de ampliación la ciudad más antigua es Limón, cabecera provincial y cantonal que enlaza el Caribe norte y sur, alberga oficinas de la mayor parte de instituciones estatales; también concentra los bienes y servicios relacionados con su condición de puerto comercial y turístico, presentando un potencial de crecimiento a partir de la actual construcción de nueva infraestructura de muelles en Moín. Ciudades consolidadas a lo largo de la Ruta 32 son las cabeceras cantonales Guápiles y Siquirres; la primera se ubica cerca de la intersección con la Ruta 4 hacia Río Frío; mientras que la segunda ocupa el estratégico cruce hacia Turrialba. Otras poblaciones secundarias con dinámica de crecimiento son la cabecera cantonal de Guácimo, así como Jiménez y Pocora; en este mismo rango se ubican La Unión, El Cairo, La Herediana, Estrada y Liverpool. En torno a estas poblaciones mayores, se desarrolla un patrón de poblamiento radial que incluye numerosas comunidades y caseríos dispersos a lo largo de la Ruta 32. El núcleo inicial de las poblaciones se ubicó usualmente sobre la antigua línea férrea instalada de manera paralela al lado norte de la Ruta 32, a distancias que oscilan entre los 50m-5km; sin embargo, en la actualidad la expansión urbana abarca algunos sectores al lado sur de la carretera; destacan en este aspecto La Unión, Guápiles, Jiménez, Pocora, El Cairo, Siquirres y Liverpool.

Cuadro 9.1. Núcleos urbanos en área de influencia indirecta. Ampliación de Ruta 32.

Cantón	Cabecera provincial	Ciudad consolidada	Población secundaria	Caseríos menores / dispersos
Pococí		Guápiles	La Unión Jiménez	El Cruce, Corinto La Marina, Río Blanco (Pococí), Danta, La Flor, Numancia, El Molino.
Guácimo			Guácimo Pocora	Fox Hall, Angelina, Cabaña, Selva, Guayacán, África, La Perla, Parismina, Confianza, Iroquis, Mercedes, Bremen.
Siquirres		Siquirres	El Cairo La Alegría Florida	Destierro, Germania, Babilonia, Herediana, Francia, Brooklyn, Las Palmiras, Betania, Indiana 1, Pacuarito, Leona, Freehold, Monteverde, Cimarrones, Río Hondo, Madre de Dios.
Matina			Matina Estrada Batán	Las Vegas, Espavel, Barbilla, La Esperanza, Davao, B-Line, Brisas de Zent, Strafford, Venecia, Cuba Creek.
Limón	Limón		Liverpool	Río Blanco, Cedar Creek, Búfalo, Limón 2000.
Total	1	2	11	50



Cabe también señalar que en las estribaciones montañosas que abarcan los cantones de Siquirres, Matina y Limón se encuentra buena parte de los Territorios Indígenas Nairi Awari, Bajo Chirripó, Punta de Lanza y Tayni; frecuentemente los pobladores indígenas descienden desde caseríos dispersos a través de caminos rústicos y veredas hasta la Ruta 32, entre los ríos Chirripó y Siquirres, con motivos de comercio, trabajo o atención sanitaria.

### **9.1.2. INDUSTRIAL-COMERCIAL.**

En los cantones de Pococí y Guácimo se encuentran de manera dispersa establecimientos para el procesamiento de madera y mueblerías; tajos en cauces de dominio público; fábricas de derivados de piedra-cemento; talleres para mantenimiento de maquinaria pesada y camiones; agroindustrias (granjas-lecherías, empacadoras); y parqueos-bodegas de cabezales y contenedores. En general, los terrenos a ambos lados de la ruta constituyen una franja de importante valor comercial e industrial, lo cual ha dado pie al surgimiento de numerosos restaurantes y cabinas para el personal en tránsito y el turismo. En Siquirres y Matina se observa una menor dinámica pecuaria, de transformación de materias primas y turismo; predominan los establecimientos agroindustriales relacionados con plantaciones de piña, banano y plantas ornamentales. En Limón, además de empacadoras agroindustriales, destaca una concentración de terminales para contenedores que ocupan aproximadamente unos 8km de la Ruta 32, hasta el inicio del casco urbano de Limón; en esta sección de la carretera se encuentra la refinera de RECOPE y la planta Térmica Sandillal del ICE. Por su parte, a partir del cementerio de Limón, el centro urbano constituye una sección de aproximadamente 4km con densa cobertura residencial y comercial.

### **9.1.3. AGROPECUARIO.**

El tramo de ampliación de la Ruta 32 atraviesa terrenos ondulados y planos, fértiles o muy fértiles, con gran potencial productivo. En Pococí y Guácimo predomina una mayor extensión de pastizales que reflejan la importancia económica de la ganadería vacuna, principalmente; mientras que en Siquirres y Matina los monocultivos permanentes como la piña y banano son los principales elementos del paisaje; particularmente en este último cantón se observa menor diversidad de coberturas. En general las coberturas varían a lo largo de la vía, incluyendo tacotales y parches de bosque dispersos; únicamente a la altura de Pacuarito el costado sur de la Ruta 32 presenta lomas cubiertas de bosque secundario. En el cantón de Limón, continúa habiendo una importante área de pastos a lo largo de la carretera; aumenta el porcentaje de tierras dedicadas al cultivo de productos anuales; y la abundante cobertura boscosa se encuentra retirada hacia las cuencas altas del sector.



Cuadro 9.2. Usos del suelo en hectáreas para el área de influencia indirecta del Proyecto de Ampliación Ruta 32.

Cantón	Total (ha)	Pastos (ha)	%	Cultivos permanentes (ha)	%	Labranza (ha)	%	Bosque (ha)	%
Pococí	88697	39650	43	16410	18	4262	4	24385	26
Guácimo	27623	9637	34	8578	31	1804	7	4801	17
Siquirres	46149	16923	36	16628	36	859	1	8438	18
Matina	26539	6793	25	12168	45	813	3	5086	19
Limón	38919	9032	23	6366	16	3821	10	16933	44

Elaboración propia según INEC, Censo Nacional Agropecuario 2014.

#### 9.1.4. PROTECCIÓN Y AMORTIGUAMIENTO.

Son áreas incluidas en alguna de las categorías de protección del SINAC; incluyen cobertura de pastizales arbolados, charrales, tacotales, bosques secundarios y primarios. Inmediatamente al sur de la Ruta 32, en el pie de monte y colinas a partir de Pococí se presenta el Corredor Biológico San Juan-La Selva; en seguida comienza la Zona Protectora del Acuífero Pococí-Guácimo, que colinda con el Corredor Biológico Guácimo; de este sector se extrae en la actualidad agua para aproximadamente 90 mil personas. Las pocas áreas boscosas cercanas al norte de la carretera, son las Reservas forestales El Tigre y El Mono, pertenecientes a la universidad EARTH. En Siquirres se cuenta la Zona Protectora del Río Siquirres, de donde se abastece el acueducto de esta población; la Zona Protectora del Río Reventazón; la Reserva Forestal del Río Pacuare; y el Parque Nacional Barbilla. Adentrándose en el cantón de Limón, se ubica el Corredor Biológico Cordillera a Cordillera y la Zona Protectora del Acuífero La Bomba, en la margen izquierda del río Banano, del cual se abastecen los acueductos de Limón y que constituye una importante reserva futura. Por su parte la población en Territorios Indígenas se dedica principalmente a cultivos artesanales y de pequeña escala, que permiten una mayor presencia de bosques y pastos. Pese al valor turístico y estratégico de las zonas protectoras, la región está expuesta a diversas amenazas:

- Contaminación de acuíferos por efecto de la actividad constructiva al sur del núcleo urbano de Guápiles.
- Contaminación por uso intensivo de agroquímicos a la altura de Germania, El Cairo y La Francia.
- Actividades económicas ilícitas, la deforestación y la cacería.
- Afectación de pobladores residentes y en tránsito debido a la dispersión de agroquímicos por fumigación aérea de banales, sobre caseríos y sectores que colindan con las plantaciones.

#### 9.1.5. ZONAS DE RIESGO-USO RESTRINGIDO.

El área donde se emplaza la Ruta 32 es catalogada como muy susceptible a inundaciones, siendo Matina y el casco urbano de Limón algunos de los sectores más golpeados por dichos eventos. Se considera estratégico identificar terrenos importantes para mitigar los desbordamientos, en



particular a la orilla de los ríos, con prioridad para la reforestación, protección del recurso hídrico y biodiversidad. Por ejemplo, con estas características se identifican unas 12732ha del cantón de Pococí; y 11724ha en el cantón de Siquirres. En dichas áreas se desarrollan actividades de extracción de piedra y arena de cauces; y se presentan ocasionalmente conflictos por uso inadecuado, como en numerosas fincas con pastizales inundables a las orillas del río Chirripó; finalmente también hay casos de uso urbano conflictivo en zonas de riesgo de los ríos Guápiles y Siquirres, las cuales se recomienda integrar como miradores públicos y parques lineales.

Cuadro 9.3. Zonas de riesgo-uso restringido en área de influencia directa, Proyecto de Ampliación Ruta 32.

Comunidad	Río
Guápiles, Numancia, Jiménez.	Blanco, Guápiles, Jiménez.
Guácimo, Parismina, Bremen, Pocora.	Guácimo, Parismina, Dos Novillos.
Florida, Siquirres, Betania, Indianas, Pacuarito, Cimarrones, Madre de Dios.	Siquirres, Chiquero, Pacuare, Cimarrones, Madre de Dios.
Las Vegas, Esperanza, Barbillas, Davao, B-Line, La Esperanza, Brisas de Zent.	Barbilla, Chirripó.
Liverpool, Río Blanco.	Blanco.

Elaboración propia a partir de CNE, 2016 ([www.cne.go.cr](http://www.cne.go.cr))

#### 9.1.6. 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 y residencial, debido a que se afectará la situación actual de ingreso de clientes y mercadería a los comercios y residencias, como resultado de las obras de mejoramiento vial. La misma situación sucederá para los restantes usos del suelo donde cabe la posible afectación temporal de la dinámica productiva. Toda esta situación puede ocasionar el traslado temporal de los comercios y residencias a otros sectores, generando un impacto socioeconómico negativo de carácter temporal y la generación de pérdidas de alquileres o aumento de gastos por el mismo rubro.

En cuanto a los efectos del proyecto durante la etapa de operación; se espera que se reactive la dinámica del 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.



## 9.2. TENENCIA DE LA TIERRA EN SITIOS ALEDAÑOS.

En Pococí al igual que en el resto de cantones implicados en la ampliación de la Ruta 32, la mayor parte de la tierra que no se concesionó a las empresas bananeras, fue en algún momento propiedad del IDA. En este sentido algunas pocas fincas abarcan grandes extensiones mientras que los antiguos terrenos estatales se parcelaron de manera excesiva impidiendo una producción agrícola competitiva. Así mismo se observa tendencia a una mayor plusvalía y lotificación cerca de las poblaciones y ejes carreteros, con motivo de la construcción de casas, infraestructura industrial o comercial. En Limón, un tamaño mayor de las fincas posiblemente está relacionado con la existencia de extensiones dedicadas a la forestación y venta de servicios ambientales, etc. Sin embargo, a partir de la comunidad de Búfalo se observa una lotificación intensiva con fines agroindustriales y comerciales (empacadoras y terminales de contenedores); y predominan pequeños lotes residenciales desde Liverpool hasta el centro de Limón.

Cuadro 9.4. Tenencia de fincas por hectárea en área de influencia indirecta, Ampliación Ruta 32.

Cantón	Productores	Total/ha	Promedio/ha	Administradores	Total/ha	Promedio/ha
Pococí	2247	3897	17	438	49722	113
Guácimo	884	9875	11	135	17747	131
Siquirres	1196	12860	11	292	33288	111
Matina	637	7408	11	163	19131	117
Limón	1333	23299	17	89	15689	176

Elaboración propia según INEC, Censo Nacional Agropecuario, 2014.

En general, el proyecto de ampliación de la carretera se desarrollará en el derecho de vía existente y no requiere expropiaciones excepto en la intersección con la Ruta 4; en la intersección a Guápiles; en la intersección a Siquirres; en la intersección con la Terminal de Contenedores de Moín; y en la intersección con el Puerto de Moín. Sin embargo, en algunos casos habrá posible afectación de viviendas colindantes y aceras al lado sur de la carretera, sea porque están situadas sobre terrenos altos que deben ser recortados (Monteverde); o porque quedarán inmediatamente adyacentes a la infraestructura vial (La Esperanza, etc).

La puesta en marcha de las obras del proyecto no vendría en sí, a afectar significativamente los patrones presentes de la tenencia de la tierra en las áreas cercanas al proyecto; pero si al mediano y largo plazo, una vez que entre en la etapa de operaciones, existiendo la posibilidad de cambio de tenencia en algunas áreas productivas para dar cabida a estructuras comerciales y residenciales; producto de la mejora de las características estructurales de la actual ruta 32.





### 9.3. CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN.

Las poblaciones afectadas por el Proyecto de ampliación de la Ruta 32 se identifican a partir de su residencia en los cantones y distritos que serán directamente intervenidos. Desde el punto de vista político-administrativo estas se agrupan en 5 cantones y 14 distritos.

Cuadro 9.5. Cantones y distritos en el área de proyecto.

Cantón	Distritos
Pococí	1º Guápiles
	2º Jiménez
Guácimo	1º Guácimo
	2º Mercedes
	3º Pocora
Siquirres	4º Germania
	5º Cairo
	1º Siquirres
	2º Pacuarito
Matina	2º Batán
	1º Matina
	3º Carrandí
Limón	1º Limón
	4º Río Blanco

A continuación, se identifican los datos generales de las poblaciones de los cantones y distritos correspondientes (Cuadro 9.1), según del X Censo de Población y Vivienda (junio 2011), tomando como referente comparativo las características poblacionales generales de la Provincia de Limón a la cual pertenecen, así como con relación a la media nacional.

#### 9.3.1. CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS.

Como se puede observar en el Cuadro 9.2, el censo del 2011 arrojó una población total para el país de 4 millones 301 mil 712 personas. La Provincia de Limón, zona de impacto indirecto, según dicho censo, tiene 386 mil 862 habitantes, o sea, aproximadamente el 9% de la población de Costa Rica. De estos, 356 mil 150 viven en los cantones intervenidos, para un 92% de la población de dicha Provincia y un 8.28% de los habitantes del país. A nivel distrital, tomando el mismo parámetro, es decir el trayecto del Proyecto de ampliación, las personas que viven en los distritos afectados llegan a 236 mil 609 personas, lo que implica una 61.16% de la población de la Provincia y un 5.5 % de la población del país.



Los porcentajes presentan una lógica disminución en cuanto a población afectada, en la medida que el parámetro de intervención se reduce de la Provincia, a los cantones o los distritos. Sin embargo, queda claro el alto impacto del Proyecto de ampliación, para la población de la Provincia de Limón y la importancia relativa, sin considerar otros parámetros como el económico, para el país en su conjunto.

Cuadro 9.6. Población total afectada según Provincia, cantón y distrito intervenido con la ampliación / Censo 2011.

País, Provincia, Cantón, Distrito:	Costa Rica	Provincia	Cantón	Distritos
<b>Totales</b>	4301712	386862	356150	236609
<b>Limón:</b>		386862		
Limón			94415	
-Limón				61072
-Río Blanco				8307
-Matama				7128
<b>Pococí:</b>			125962	
-Guápiles				36469
-Jiménez				10501
<b>Siquirres:</b>			56786	
-Siquirres				31637
-Pacuarito				8756
-Germania				2471
-Cairo				6082
-Alegría				5656
<b>Matina:</b>			37721	
-Matina				9142
-Batán				16532
-Carrandi				12047
<b>Guácimo:</b>			41266	
-Guácimo				18326
-Mercedes				1707
-Pocora				6432

Elaboración propia según censo 2011, Cuadro 01 INEC.

En cuanto al número de hogares intervenidos en el ámbito Provincial, si se toma en cuenta que el total nacional es de 1 millón 236 mil 981, estos representan el 9%, para un total de 111 mil 444 de hogares que radican en la Provincia de Limón y 103 mil 215 en los cantones intervenidos y 68 mil



843, viven en los distritos directamente intervenidos, para un 61% de los hogares de dicha Provincia.

Cuadro 9.7. Total de hogares por condición de jefatura del hogar, según Provincia, cantón y distrito.

Provincia, Cantón, Distrito	Total de hogares	Condición de jefatura		
		Jefatura compartida	Jefatura masculina	Jefatura femenina
<b>Costa Rica</b>	1236981	90161	787157	359663
<b>Provincia:</b>				
-Limón	111444	5927	75538	29979
<b>Cantón:</b>				
-Limón	270149	1193	17185	8671
<b>Distritos:</b>				
-Limón	18245	841	10818	6586
-Río Blanco	2156	112	1436	608
<b>Cantón:</b>				
-Pococí	36887	2286	25701	9530
<b>Distritos:</b>				
-Guápiles	10957	711	7011	3235
-Jiménez	3085	238	2038	809
<b>Cantón:</b>				
-Siquirres	16556	1084	11431	4041
<b>Distritos:</b>				
-Siquirres	9303	686	6132	2485
-Pacuarito	2419	125	1871	423
-Germania	766	24	587	155
-El Cairo	1748	52	1256	440
-Alegría	1678	122	1125	431
<b>Cantón:</b>				
-Matina	10675	292	8005	2378
<b>Distritos:</b>				
-Matina	2526	96	1844	586
-Batán	4731	104	3497	1130
-Carrandí	3418	92	2664	662



Provincia, Cantón, Distrito	Total de hogares	Condición de jefatura		
		Jefatura compartida	Jefatura masculina	Jefatura femenina
<b>Cantón:</b>				
-Guácimo	12048	650	8173	3225
<b>Distritos:</b>				
-Guácimo	5433	307	3588	1538
-Mercedes	444	38	288	118
-Pocora	1934	110	1280	544

*Elaboración propia según Censo 2011, INEC.*

Los indicadores demográficos analizados también se refieren a los cantones y los distritos ya mencionados, y se comparan con la información de la Provincia y del país, lo que permite una caracterización referenciada de tales indicadores. Éstos incluyen: la población total, la densidad de población, porcentaje de población urbana, relación hombres mujeres, relación de dependencia demográfica, porcentaje de población de 65 años y más; porcentaje de la población nacida en el extranjero, porcentaje de personas unidas o casadas, porcentaje de población con discapacidad y porcentaje de población no asegurada, ver Cuadro 9.4.

En la Provincia de Limón, como señalamos antes, viven aproximadamente el 9% de la población del país. Los cantones más poblados son Pococí (125 962) y Limón (94 415), justamente donde empieza y termina el proyecto. De los distritos, lo más poblados son Limón (61.072), Guápiles (36.469) y Siquirres (31 637), el resto de los distritos tiene menos de 30 mil habitantes.

La densidad de población del país es de 84,2 hab/Km<sup>2</sup> y la de la Provincia de Limón es la mitad de dicha media, es decir 42,1 hab/Km<sup>2</sup>. Esto significa que es la segunda Provincia con menos densidad de población en el País, siendo la de menor densidad Guanacaste con 32,2. Comparativamente a nivel de los distritos, Limón llega a 1022 hab/Km<sup>2</sup>, el resto oscila entre 20 y 100 hab/Km<sup>2</sup>. Como referencia vale apuntar que los distritos más poblados del país oscilan entre 4 mil u 8mil hab/Km<sup>2</sup>.

Al observar los datos, según distritos intervenidos, se puede concluir que estas poblaciones tienen una concentración relativamente alta de población, tanto para la media del país, como para la de la Provincia de Limón que asciende a 42,1 Hab/Km<sup>2</sup>. En consecuencia, reiteramos, las poblaciones impactadas por el proyecto son las de mayor concentración de población de la Provincia.

El porcentaje promedio de población urbana, para Costa Rica es de 72,8%, la media de la Provincia de Limón es de 56,5% considerablemente más baja que la media nacional. A nivel cantonal, en esta Provincia, solo Limón (71,2%) se aproxima a las medias; sin embargo, entre los distritos de esta Provincia hay algunos que superan la media nacional como Limón (98.3%), Guápiles (86.6%) y Pocora (80.2%). Esto implica que el proyecto impactará en poblaciones con significativo desarrollo



urbano, pero también que tendrá una incidencia relevante en un porcentaje alto de población rural.

En cuanto a la relación hombre mujer, considerando la media nacional que es de 95,9, lo que expresa un porcentaje ligeramente mayor de mujeres; sin embargo, en la Provincia de Limón es de 100,2, lo que indica una práctica paridad. En este orden de cosas, varios de los distritos que son referentes para este informe, se aproximan a esta situación, es decir mantiene una tendencia hacia un ligero predominio de la población de hombres sobre las de mujeres.

Con respecto a la relación de dependencia demográfica, cabe señalar que en Costa Rica la población dependiente económicamente (47,2%) es menor al promedio de la población productiva, para el caso de Limón esta relación tiende a invertirse, al igual que sucede en la amplia mayoría de sus cantones y distritos.

En Costa Rica, la población tiende a envejecer, según los resultados del censo del 2011 en el que se basa este informe. El promedio en el país, de personas adultas mayores llegó al 7,2%. No obstante, en la Provincia de Limón este porcentaje está en 5,2 y el promedio de sus cantones y distritos, con excepción de algunos de ellos como Germania, Mercedes, Pocora y Limón, dicho porcentaje tiende a ser mayor. Esto merece dos consideraciones, relacionadas con las poblaciones afectadas por el proyecto. Por una parte, implica que la población dependiente es menor que la población productiva; pero, por otra parte, refleja que los índices de salud, como la expectativa de vida, es más baja en estas poblaciones.

En cuanto al porcentaje de población nacida en el extranjero, considerando que este indicador refleja la migración en las poblaciones (Provincia, cantones y distritos) referentes para este estudio y, consecuentemente, para el proyecto de ampliación de la Ruta 32, es importante destacar que el porcentaje de migrantes establecidos en Costa Rica, como promedio nacional es de 9% y en la Provincia de Limón de 8,7% por lo que se ubica prácticamente dentro de esa media. Sin embargo, es prácticamente la mitad de la de San José que tiene 16.3% y se ubica por debajo de otras Provincias como Alajuela y Heredia que llegan arriba del 10%. Pero, por otra parte, al compararse con Provincias con menor recepción de migrantes como Cartago 4,2% y Puntarenas 5,9%, Limón se ubica por encima de éstas. A nivel cantonal destacan Matina con 14,5% y sus distritos Carrandí con 22,9%, y de Mercedes con 22,6%. Esto nos permite concluir que las poblaciones afectadas por el proyecto de Ampliación de la Ruta 32, no están, salvo excepciones puntuales, dentro de las poblaciones con mayor recepción de migrantes.

Los datos de uniones familiares, en las poblaciones intervenidas, no distan mucho de la media nacional de 50,4%, con una cierta desviación en distritos como Pococí y Siquirres que llegan ligeramente arriba de 54%.

La población con discapacidad, por sus características, para un proyecto de infraestructura como el presente, merece una atención especial, particularmente porque este grupo poblacional, en la Provincia de Limón sobre pasa la media nacional que es de 10,5%, llegando en distritos como Limón, arriba del 12% y de Batán con más de 13%.



En cuanto al porcentaje de población no asegurada la media de la Provincia de Limón, es prácticamente igual a la media del país de 14,5%. No obstante, destacan distritos como Río Blanco, del Cantón de Limón, donde este indicador asciende a 20% es decir una quinta parte de su población.

Cuadro 9.8. Indicadores demográficos y sociales según Provincia, cantón y distrito.

País, Provincia, cantón y distrito	Poblac total	Dend De poblac	% Poblac. urbana	Relación Hombres /Mujeres	Relación depend Demog	% Poblac De +65 Años.	% Poblac nacida extranjero	% Poblac Unidas o casadas	% de DIS*	% Poblac no aseg
COSTA RICA	4301712	84,2	72,8	95,9	47,2	7,2	9,0	50,4	10,5	14,5
Provincia										
Limón	386862	42,1	56,5	100,2	54,7	5,2	8,7	53,2	11,2	14,4
Cantón										
Limón	94415	53,5	71,2	94,0	56,9	5,7	6,7	50,4	11,8	15,4
Distritos (130451).										
Limón	61072	1022,0	98,3	88,7	53,0	6,3	6,8	48,4	12,2	15,8
Río Blanco	8307	62,3	51,6	108,0	57,9	4,3	9,0	52,4	10,2	19,7
Cantón										
Pococí	125962	52,4	59,2	100,9	51,6	5,3	7,6	54,1	11,4	16,1
Distritos (46970).										
Guápiles	36469	140,3	86,6	92,7	47,6	5,3	6,3	52,4	10,2	14,3
Jiménez	10501	97,5	44,4	97,7	53,7	5,4	7,2	54,7	10,0	16,6
Cantón										
Siquirres	56786	66,0	53,8	102,6	52,7	5,2	6,9	54,0	10,8	10,4
Distritos (48946).										
Siquirres	31637	84,8	66,1	100,6	52,2	5,2	6,9	52,7	10,9	10,4
Pacuarito	8756	40,2	41,2	111,3	53,7	4,4	12,6	57,9	10,4	6,9
Germania	2471	76,1	54,0	110,3	48,7	6,9	4,5	54,7	8,5	13,5
El Cairo	6082	57,3	54,9	101,1	55,9	5,7	4,4	53,7	13,2	13,7
Cantón										
Matina	37721	48,8	50,9	108,1	56,0	4,1	14,5	54,4	10,5	12,1
Distritos										
Matina	9142	25,8	47,6	107,4	56,7	3,8	12,6	54,8	9,5	14,0
Batán	16532	77,5	54,2	104,5	57,1	4,9	9,3	53,5	13,1	10,2
Carrandí	12047	58,8	48,8	113,7	54,2	3,4	22,9	55,5	7,7	13,1
Cantón										
Guácimo	41266	71,6	48,7	99,9	53,8	5,4	8,5	53,7	11,6	12,4
Distritos (26465).										
Guácimo	18326	82,5	54,9	97,2	54,1	5,6	5,7	53,1	11,2	14,7
Mercedes	1707	19,1	57,2	101,8	38,2	6,0	22,6	43,8	11,5	8,8
Pocora	6432	89,1	80,2	99,4	52,0	6,2	9,0	53,0	13,0	11,7

\*\*Construcción propia a partir de cuadro C11. Indicadores demográficos y sociales, provincia, cantón, distrito, Censo 2011. INEC. \* DIS: Discapacidad.



Sobre el total de hogares, considerando la condición de jefatura, como puede verse en el Cuadro 9.9, los hogares con “jefatura compartida” son una clara minoría, predominando la jefatura femenina como la segunda en importancia, después de la masculina. En una relación de 1 a 3 aproximadamente.

Cuadro 9.9. Total de hogares por condición de jefatura del hogar, según Provincia, cantón y distrito.

Provincia, cantón y distrito	Total de Hogares	Condición de Jefatura		
		Jefatura compartida	Jefatura masculina	Jefatura femenina
Costa Rica	1236981	90161	787157	359663
Provincia				
Limón	111444	5927	75538	29979
Cantón				
Limón	27049	1193	17185	8671
Distritos				
Limón	18245	841	10818	6586
Río Blanco	2156	112	1436	608
Cantón				
Pococí	36887	2286	25071	9530
Distritos				
Guápiles	10957	711	7011	3235
Jiménez	3085	238	2038	809
Cantón				
Siquirres	16556	1084	11431	4041
Distritos				
Siquirres	9303	686	6132	2485
Pacuarito	2419	125	1871	423
Germania	766	24	587	155
El Cairo	1748	52	1256	440
Alegría	1678	122	1125	431
Cantón				
Matina	10675	292	8005	2378
Distritos				
Matina	2526	96	1844	586
Batán	4731	104	3497	662
Carrandí	3418	92	2664	662
Cantón				
Guácimo	12048	650	8173	3225
Distritos				
Guácimo	5433	307	3588	1538
Mercedes	444	38	288	118
Pocora	1934	110	1280	544

\*\*Construcción propia a partir de Censo 2011. INEC





### 9.3.2. CARACTERÍSTICAS CULTURALES Y SOCIALES.

En este aparte se consigan distintos indicadores que en su conjunto dan cuenta de las características culturales y sociales de las poblaciones identificadas como ámbito de intervención o impacto del Proyecto de Ampliación de la Ruta 32: el nivel educativo de la población; las características educativas; y la población de 5 años y más por nivel de instrucción, según cantón y sexo.

En el primer criterio, sobre "Nivel Educativo", ver Cuadro 9.10, se observa que la población de la Provincia de Limón tiene niveles de educación relativamente más deprimidos, con relación al resto del país. Esto puede observarse en el porcentaje de población sin ningún año de educación formal, cuya media nacional es de 3,8%, pero en la Provincia de Limón asciende a 6,5% y, particularmente en el Cantón de Matina este porcentaje se eleva a 7,5%, siendo más bajo en el distrito de Limón con 5,5%, siempre muy arriba de la media nacional.

Cuadro 9.10. Nivel educativo de la población que se encuentra dentro del área de influencia del Proyecto de Ampliación de Ruta 32.

Nivel Educativo de la Población	Costa Rica	Provincia de Limón	Cantón				
			Limón	Pococí	Siquirres	Matina	Guácimo
Ningún año	3,8	6,5	5,5	6,1	6,0	7,5	6,1
Primaria incompleta	13,9	20,0	15,2	20,7	21,1	24,3	23,3
Primaria completa	27,5	29,5	22,4	31,5	34,2	31,0	33,3
Secundaria incompleta	----	19,9	23,0	18,9	18,7	19,9	18,5
Secundaria completa	26,0	12,0	17,0	10,7	10,3	10,0	9,7
Superior	18,6	12,0	16,9	12,1	9,7	7,3	8,9

Elaboración propia, Censo Nacional de Población y Vivienda, 2011.

En cuanto a las "características educativas", ver Cuadro 9.11, en las que se incluyen indicadores como porcentaje de alfabetismo, escolaridad promedio y porcentaje de asistencia a la educación, puede observarse que la Provincia de Limón, en su conjunto, la alfabetización alcanza al 96,3% de la población, sin que haya niveles de gran desigualdad entre cada uno de los cantones. Puede observarse también que el porcentaje promedio de las personas que saben leer y escribir es más alto en la población más joven, de 10 a 24 años que en la de 25 y más años. De igual manera, la población de 25 a 49 años tiene un más elevado promedio de años aprobados de educación regular que la de 50 o más años. Por su parte, el "Porcentaje de asistencia a la educación", se manifiesta predominantemente más alto, en la población de 5 a 17 años, con un 84% como promedio de la Provincia, disminuyendo claramente en la población de 18 a 24 años con un promedio de 33,5%, bajando significativamente en el cantón de Matina (27,5%). Las personas de 25 y más años, junto con los menores de 5 años, son las personas que asistente menos a la educación.



Cuadro 9.11. Características educativas de la población que se encuentra dentro del área de influencia del Proyecto de Ampliación de Ruta 32.

Características Educativas	Provincia Limón	Cantón				
		Limón	Pococí	Siquirres	Matina	Guácimo
Porcentaje de alfabetismo	96,3	97,0	96,5	96,5	96,1	95,1
<b>Personas que saben leer y escribir de cada 100:</b>						
10 a 24 años	99,9	99,1	99,1	99,1	99,0	99,1
24 y más años	94,7	95,7	95,0	95,0	94,1	94,9
Escolaridad promedio	7,0	8,1	6,9	6,5	6,2	6,3
<b>Promedios de años aprobados de educación regular:</b>						
25 a 49 años	7,6	8,7	7,6	7,2	6,7	7,0
50 o más años	5,7	7,0	5,4	5,2	4,9	5,0
<b>Porcentaje de asistencia a la educación:</b>						
Menor de 5 años	8,3	8,6	8,1	8,9	6,1	10,3
5 a 17 años	84,0	85,1	84,4	84,6	81,6	83,2
18 a 24 años	33,5	39,7	32,9	31,5	27,5	32,2
25 y más años	7,0	8,7	6,9	6,3	6,0	5,6

Elaboración propia Censo Nacional de Población y Vivienda, 2011

En cuanto a la población de 5 años o más según su "nivel de instrucción", como se puede en el Cuadro 9.12, en la Provincia de Limón representa el 8,8% de este grupo poblacional. En tanto Pococí, con 32,75% es el Cantón más poblado, correspondientemente, también reúne al mayor número de población (114 319), del rango de 5 años o más, utilizado en el censo para identificar los niveles de instrucción de los habitantes. El cantón con menor número y porcentaje de población, al interior de la Provincia, es el de Matina con 33 mil 842 personas y 9,69% respectivamente.

También, en el Cuadro 9.12 se observa que existe prácticamente una paridad entre las mujeres y los hombres en los distintos niveles de instrucción, con excepción de los niveles para universitario y universitario en los que se encuentra un mayor número de mujeres que de hombres.

Si se compara la Provincia de Limón con el país y con otras Provincias, como San José y Guanacaste, se observan varias diferencias relevantes. En primer lugar, el indicador de "personas sin ningún grado de instrucción", es de 4,4% en el país, mientras que en la Provincia de Limón esa cifra sube a 6,6%, siendo el de San José de 3,1% y Guanacaste ostenta el 5,0%. Este mismo indicador, al analizarlo por cantón revela que Matina aparece con 7,0%, el más alto porcentaje; siendo el más bajo el de Limón con 5,92%.

En cuanto a "enseñanza especial y kínder o preparatoria", las cifras no varían significativamente de las medias nacionales. En el caso de "primaria" si llama la atención que los indicadores tanto de la Provincia de Limón, como de sus cantones, en general sobrepasan la media nacional. En cuanto a la "secundaria académica", dado que la media nacional es de 28,8%, llama la atención que como Provincia esta cifra cae a 26,1%, por debajo también de las Provincias de San José (31,75%) e incluso de Guanacaste (28,3%). A nivel cantonal, el cantón de Limón tiene un porcentaje de 32,4%, siendo



el más alto y Matina y Siquirres el más bajo con cerca de 24%. La secundaria técnica ronda entre 3,5 y 4% en los distintos cantones, muy próximo a la media nacional.

En los niveles de instrucción para-universitaria y universitaria, la Provincia de Limón muestra un muy bajo porcentaje, de 0,73% y 7,7% respectivamente, en comparación de 1,62% y 15,8% que son la media nacional.

Cuadro 9.12. Población de 5 años y más por nivel de instrucción, según cantón y sexo.

Cantón afectado	Población de 5 años y más	Nivel de Educación							
		Ningún grado	Enseñanza especial	Kínder o preparat	Primaria	Secund académ	Secund técnica	Para-universit	Universit
Costa Rica	3962995 %	174493 4,40%	10359 0,26%	90556 2,30%	1723993 43,50%	1143500 28,80%	129289 3,26%	64355 1,62%	626450 15,80%
Hombres	1933120	88030	5917	46128	859279	550942	64401	28022	290401
Mujeres	2029875	86463	4442	44428	864714	592558	64888	36333	336049
<b>Provincias</b>									
San José	1305440 32% / país	40954 31%	3493 0,26%	26950 2,30%	496401 38,00%	414606 31,75%	35939 2,75%	25267 1,93%	261830 20,05%
Guanacaste	298954 7,5% / país	15041 5,00%	706 0,23%	6757 2,20%	136164 45,50%	84663 28,30%	13438 4,50%	3997 1,33%	38188 0,1277
Limón	348996 8,8% / país	23017 6,60%	529 0,15%	9595 2,70%	181220 51,90%	91165 26,10%	13800 3,95	2545 0,73%	27125 7,70%
Hombres	174415	11762	286	4823	93552	44374	6857	1128	11660
Mujeres	174581	11255	243	4772	87668	46818	6943	1417	15465
<b>Cantones</b>									
Limón	85017 24,36%	5037 5,92%	112 0,13%	2390 2,81%	36800 43,28%	27243 32,04%	3303 3,88	885 1,04%	9247 10,87%
Hombres	41036	2405	56	1771	18587	13117	1572	382	3746
Mujeres	43981	2632	56	1219	18213	14126	1731	503	5501
Pococí	114319 32,75%	7165 6,26%	190 0,16%	3033 2,65%	61197 53,53%	28601 25,01%	4176 3,65%	598 0,52%	9359 8,18%
Hombres	57385	3801	116	1551	31338	13936	2111	273	4259
Mujeres	56934	3364	74	1482	29859	14665	2065	325	5100
Guácimo	37317 10,69%	2360 6,32%	81 0,22%	999 2,68%	21361 57,24%	8779 23,52%	1367 3,66%	222 0,59%	2148 5,75%
Hombres	18625	1217	40	507	10926	4203	646	90	996
Mujeres	18692	1143	41	492	10435	4576	721	132	1552
Siquirres	51437 14,73%	3084 5,99%	85 0,16%	1406 2,73%	28652 55,70%	12126 23,57%	2502 4,86%	381 0,74%	3201 6,22%
Hombres	25995	1636	43	705	15046	5854	1266	167	1278
Mujeres	25442	1448	42	701	13606	6272	1236	214	1923
Matina	33842 9,69%	2394 7,07%	47 0,13%	985 2,91%	19137 56,54%	8186 24,18%	1372 4,05%	230 0,68%	1491 4,40%
Hombres	17570	1283	23	497	10239	4089	711	111	617
Mujeres	16272	1111	24	488	8898	4097	661	119	874

Elaboración propia, Censo Nacional de Población y Vivienda, 2011.



### 9.3.3. CARACTERÍSTICAS ECONÓMICAS.

Los indicadores seleccionados para identificar las características de las poblaciones intervenidas en el proyecto de Ampliación de la Ruta 32, desde la perspectiva económica de las poblaciones identificadas, son: Población de 15 años y más, Tasa neta de participación, Tasa de ocupación, Tasa de desempleo abierto, Porcentaje de población económicamente inactiva, Relación de dependencia económica, Porcentaje de población ocupada para el sector primario, secundario y terciario (ver Cuadro 9.13).

La "población de 15 años o más" considerada como la población activa, por el Instituto Nacional de Estadística y Censo, INEC, en la Provincia de Limón asciende a 270 mil 157 personas que representa un 8,3% del total nacional. De ésta, el porcentaje de fuerza de trabajo o "tasa neta de participación", se ubica en 50,4%, tres puntos porcentuales menos que la media nacional de 53,5%. La "tasa de ocupación" también es 3,4 puntos porcentuales menores que el promedio del país y la "tasa de desempleo" un punto porcentual menos. Igualmente, la población económicamente inactiva (49,6%) es al menos 3 puntos porcentuales más alta que la media nacional.

A nivel cantonal, en relación a estos mismos indicadores, los porcentajes se mantienen en un nivel muy parecido; no obstante, en los distritos resaltan algunas tasas de participación muy bajas, como es el caso de Río Blanco con 45,1%, así como tasas de desempleo abierto más altas, tasas de ocupación más bajas y altos porcentajes de población económicamente inactiva. Una situación aún más pronunciada sucede con el distrito de Mercedes del cantón de Guácimo, en donde la tasa de participación cae hasta el 41,2% y el porcentaje de población económicamente inactiva sube hasta 58,8%.

Con relación al "Porcentaje de población ocupada", según sector, en la Provincia de Limón ésta representa un 50,3% de dicha población ocupada en el sector terciario, es decir aquella que reúne las ramas de actividad cuyas empresas generan bienes inmateriales como electricidad, agua, comercio, transporte, comunicaciones, educación, servicios sociales, comunales y personales, administración pública, entre otras. A ésta le sigue una ocupación de 38,2% en el sector primario, o sea aquel sector que se caracteriza porque sus actividades se realizan próximas a las fuentes de recursos naturales como son la agricultura, silvicultura, caza, pesca. El Sector secundario agrupa al 11,4% de ocupación, en este caso se trata de empresas o actividades económicas que se caracterizan por transformar materias primas en otros bienes, en general son actividades de tipo industrial, incluyendo manufactura, construcción y minas.

En general, en la Provincia de Limón, la ocupación de su población oscila entre el sector terciario y primario, con extremos en los que priva el sector terciario, como en el distrito de Limón, con 81,1% en esta rama de ocupación o el caso de los distritos de Pacuarito o Carrandí con un hasta más de 75% de dedicación al sector primario o Matina con 68,6%. La ocupación en el sector secundario tiende a ser más baja que el 15% en los distintos cantones y provincias. Lo anterior se explica por la actividad portuaria y la bananera que predomina en la región.



Cuadro 9.13. Indicadores económicos, según Provincia, cantón y distrito en el área del proyecto.

Provincia, cantón y distrito	Población 15 años y más	Tasa neta de participación	Tasa de ocupación	Tasa desempleo abierto	% PEA	Relación dependencia Económica	Porcentaje de población ocupada		
							Sector Primario	Sector Secundario	Sector Terciario
Costa Rica	3233882	53,5	51,7	3,4	46,5	1,5	13,9	17,9	68,2
Provincia									
Limón	270157	50,4	48,3	4,3	49,6	1,8	38,2	11,4	50,4
Cantón									
Limón	65555	48,9	46,4	5,1	51,1	1,9	17,3	13,3	69,4
Distritos									
Limón	43765	50,8	48,1	5,3	49,2	1,7	3,9	14,3	81,1
Río Blanco	5616	46,1	43,4	5,9	53,9	2,2	15,4	19,8	64,9
Cantón									
Pococí	89730	51,2	48,9	4,5	48,8	1,7	36,5	13	50,5
Distritos									
Guápiles	26647	54,8	53,1	3,1	45,2	1,5	11,7	16,1	72,2
Jiménez	7393	53,5	51,1	4,5	46,5	1,7	20,4	25,5	54,1
Cantón									
Siquirres	40174	50,6	48,8	3,6	49,4	1,8	44,9	10,4	44,8
Distritos									
Siquirres	22430	51,2	49,3	3,8	48,8	1,8	40,2	8,8	51
Pacuarito	6077	51,3	49,6	3,4	48,7	1,8	75,7	3,2	21,2
Germania	1832	49,2	48,1	2,3	50,8	1,7	43,5	19,3	37,2
El Cairo	4247	48,1	46,2	4	51,9	2	43,5	16,2	40,4
Cantón									
Matina	25740	51,9	49,6	4,4	48,1	1,8	64,4	5,8	29,9
Distritos									
Matina	6180	51,8	49	5,3	48,2	1,9	68,6	6,3	25
Batán	11339	50,7	48,2	4,9	49,3	1,9	53,6	6,9	39,4
Carrandí	8221	53,7	52	3	46,3	1,7	75,2	3,9	21
Cantón									
Guácimo	29059	50,4	48,3	4,1	49,6	1,8	48,1	11,7	40,1
Distritos									
Guácimo	12919	52,1	50,1	3,9	47,9	1,7	31,8	16,1	52,1
Mercedes	1337	41,2	39,4	4,4	58,8	2,1	29,2	11	59,8
Pocora	4631	49,9	47,6	4,6	50,1	1,8	42	12,7	45,2

Construcción propia a partir de cuadro C22. Indicadores demográficos y sociales, provincia, cantón, distrito, Censo 2011. INEC.

Con las anteriores siglas poblacionales, se puede concluir que existe una alta probabilidad de cubrir la mano de obra no calificada y semicalificada que se requiere para el proyecto de rehabilitación y ampliación de la ruta 32. Los niveles de desocupación presentes en los diferentes cantones influenciados por el proyecto, manifiestan la disponibilidad de mano de obra y la urgencia de contar con alternativas de trabajo.

La ejecución de las diferentes obras del proyecto traerá mayores opciones de empleo directo y de fuentes de empleo indirecto, producto de los servicios que demandará el personal del proyecto y la necesidad de materias primas e insumos.



## 9.4. SEGURIDAD VIAL, CONFLICTOS ACTUALES DE CIRCULACION VEHICULAR.

### 9.4.1. ANÁLISIS DE VIALIDAD.

#### 9.4.1.1. Antecedentes.

La ruta número 32 une las provincias de San José y Limón, tiene un trayecto aproximado de 158 km, su construcción se realizó entre 1978 y 1987, el recorrido inicia en San José, con una altura promedio de 1.160 msnm y una temperatura entre los 15 y 28 grados centígrados, hasta llegar a Puerto Limón, a 3 msnm y un clima tropical lluvioso, con una temperatura que ronda los 29 grados centígrados.

Por su parte el proyecto La Intersección con la Ruta Nacional No. 4-Limón, de 107,2 km, forma parte de los cantones Pococí, Guácimo, Siquirres y, Matina, hasta llegar a Limón.

El proyecto en mención reviste gran importancia ya que constituye la principal vía que comunica la provincia de Limón con el resto del país, el trayecto se caracteriza por actividades agrícolas, turísticas y por ser la ruta principal a los puertos de Moín y Muelle Alemán.

#### 9.4.1.2. Identificación del problema.

El problema principal se traduce en una alta demanda vial en el tramo intersección Ruta Nacional No. 4 - Limón en relación a la capacidad de la carretera que actualmente está construida. Lo anterior se debe a que el tránsito local de Guápiles se mezcla con el tráfico de la Ruta Nacional N° 32 incrementando el tránsito de la zona de 10.000 a 20.000 vehículos. Tal y como se muestra a continuación en las diferentes secciones:

Cuadro 9.14. Demanda vial en el tramo intersección Ruta Nacional No. 4 – Limón, CONAVI, 2012.

Descripción / Sección de control	70490	70142	70150	70141	70130	70090	70472	70471	70471	70080	70070
TPPD (2012)	20066	20066	10899	10716	10716	10361	10361	10361	10751	10751	14874

Fuente: Planificación Sectorial, MOPT, diciembre, 2012.

Algunas de las causas son:

- Se ha incrementado la circulación de vehículos hacia la Región Huetar Atlántica por motivos turísticos y comerciales.
- Se tiene un alto porcentaje de vehículos de carga pesada.
- El tránsito se concentra en esta ruta porque no hay rutas alternas con costos de operación similares.



Todo esto repercute para que:

- Sea mayor el tiempo de viaje.
- Se encarezca el costo de transporte de productos.
- Se aumenten los costos de operación.
- Aun cuando las velocidades de circulación no sean excesivamente bajas, el conductor experimenta disconformidad por tener que ir detrás de otros vehículos en casi todo el recorrido.
- Se presenten altos congestionamientos cuando hay un accidente de tránsito.

Según el Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras Regionales en el Cuadro 1 del Resumen Ejecutivo se determinan los Elementos de Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales. Para autopistas con tránsito promedio diario superior a 20.000 vehículos, se establece que el número de carriles requerido es de 4 a 8.

#### 9.4.1.3. Estimación de la demanda vehicular actual y proyectada.

- **Situación inicial del proyecto (fase pre-diagnóstico).**

El análisis de la demanda del tránsito se efectuó en dos secciones de la ruta 32; la sección "A" Guápiles (R.247) (Calle Emilia)- Guácimo (R.248) y la sección "B" La I Griega (Cruce Ruta N.4) - Guápiles; Guácimo-Limón (Muelle Alemán). Lo anterior por hallarse diferencias considerables en los TPD entre una y otra; (20066 en la sección "A" y 11157 en la sección "B") y para ser consistentes a la hora de la ponderación de las características del tramo.

Cuadro 9.15: Demanda de tránsito en la Sección "A" Guápiles (R.247) (Calle Emilia)- Guácimo (R.248), Dirección de Planificación Sectorial MOPT, 2008.

Variables	Valores
Longitud (km)	10,77
Pendiente (%)	2,0
Visibilidad (%)	90,0
Tipo de superficie actual	asfalto
Condición superficie (sin proyecto)	4,00
Condición superficie (con proyecto)	5,00
Tipo de terreno aldeaño	1,00
Número de carriles (sin proyecto)	2
Número de carriles (con proyecto)	4
TPD	20 066
% Pasajero	54,10
% de Carga liviana	22,29
% Buses	3,01
% 2 ejes	8,85
% 3 ejes	2,04
% 5 ejes	9,71
% Crecimiento con proyecto	5,00





Cuadro 9.16: Demanda de tránsito en la Sección "B" La Griega (Cruce Ruta N.4) -Guápiles; Guácimo-Limón (Muelle Alemán), Dirección de Planificación Sectorial MOPT, 2008.

Variables	Valores
Longitud (km)	95,45
Pendiente (%)	3,0
Visibilidad (%)	90,0
Tipo de superficie actual	asfalto
Condición superficie (sin proyecto)	3,00
Condición superficie (con proyecto)	5,00
Tipo de terreno aledaño	1,64
Número de carriles (sin proyecto)	2
Número de carriles (con proyecto)	4
TPD	11 157
% Pasajero	43,38
% de Carga liviana	18,08
% Buses	4,31
% 2 ejes	8,52
% 3 ejes	3,74
% 5 ejes	21,96
% Crecimiento con proyecto	5,00

En cuanto a la demanda vehicular futura del proyecto, la misma se efectuó de manera conservadora con base en los vehículos que circulan en la actualidad por la vía. Utilizando los historiales de tránsito de la Dirección de Planificación del MOPT para once estaciones de conteo vehicular ubicadas en el tramo estudiado, se determinó un TPD proyectado para el año 2012, el mismo que será utilizado por las situaciones sin y con proyecto. Además, se asume una tasa de crecimiento vehicular del 5% anual para el período de análisis, se sabe que la tasa de crecimiento es afectada por la capacidad de la vía, sin embargo para simplificar los cálculos se asume que es constante durante los 20 años.

Cuadro 9.17: Proyección de la demanda de tránsito para el año 2012, en la Sección "A" Guápiles (R.247) (Calle Emilia)- Guácimo (R.248), Dirección de Planificación Sectorial MOPT.

Tipo de Vehículos/Año	Año 2012
Pasajero	10856
Carga Liviana	4473
Buses	604
2 ejes	1776
3 ejes	409
5 ejes	1948
Total	20066



Cuadro 9.18: Proyección de la demanda de tránsito para el año 2012, en la Sección "B" La I Griega (Cruce Ruta N.4) -Guápiles; Guácimo-Limón (Muelle Alemán), Dirección de Planificación Sectorial MOPT.

Tipo de Vehículo/Año	Año 2012
Pasajero	4840
Carga Liviana	2018
Buses	481
2 ejes	951
3 ejes	418
5 ejes	2450
<b>Total</b>	<b>11157</b>

- **Proyección de la demanda vial de la ruta 32.**

El crecimiento en la demanda de transporte depende de las variaciones en la población y su nivel de ingreso, la producción de bienes y servicio que tiene la zona y las variaciones que tengan las rutas alternas y complementarias.

El aumento en el flujo vehicular guarda estrecha relación con la actividad económica. Por ello, suele tomarse como referencia el producto interno bruto (PIB) del país, que para el período 1991-2011 tuvo un crecimiento anual de 4,6%, por lo que justifica la utilización de una tasa de crecimiento de 5% anual en la proyección.

Como se mencionó anteriormente, los datos de tránsito promedio diario utilizados provienen de la Dirección de Planificación Sectorial, se determinó un TPD promedio proyectado para el año 2012, en la sección A es de 20.066 y para la sección B es de 11.157, se asume una tasa de crecimiento de 5% anual para un horizonte de análisis de 20 años. Los datos se muestran en el siguiente cuadro 9.19.

Cuadro 9.19. Proyección del Tránsito promedio diario para el periodo 2012 – 2036 para las dos secciones de la ruta 32, Planificación Sectorial del MOPT, 2012.

Año	Sección A TPD	Sección B TPD	Año	Sección A TPD	Sección B TPD
<b>2012</b>	20066	11157	<b>2025</b>	37837	21039
<b>2013</b>	21069	11715	<b>2026</b>	39729	22090
<b>2014</b>	22123	12301	<b>2027</b>	41716	23195
<b>2015</b>	23229	12916	<b>2028</b>	43801	24355
<b>2016</b>	24390	13562	<b>2029</b>	45991	25572
<b>2017</b>	25610	14240	<b>2030</b>	48291	26851
<b>2018</b>	26890	14952	<b>2031</b>	50706	28194



Año	Sección A TPD	Sección B TPD	Año	Sección A TPD	Sección B TPD
2019	28235	15699	2032	53241	29603
2020	29647	16484	2033	55903	31083
2021	31129	17308	2034	58698	32638
2022	32685	18174	2035	61633	34270
2023	34320	19083	2036	64715	35983
2024	36036	20037			

#### 9.4.1.4. Estimación de la oferta de transporte.

La superficie de rodamiento presente en el tramo de estudio, presentaba una condición de entre mal y buen estado. A continuación, se describen las principales características actuales de la ruta, de acuerdo a la sección de control en la que se encuentra. Con respecto al derecho de vía, la información fue suministrada por el Departamento de Previsión Vial del MOPT mediante consulta telefónica.

Cuadro 9.20. Características del tramo, según secciones de control, Inventario de la Red Vial Nacional por ruta y por condición, Dirección de Planificación Sectorial, Abril 2012.

Características	Secciones de control			
	70150	70490	70142	70141
Tramo	La Y Griega – Guápiles.	Guápiles – Lte cantonal Pococí / Guácimo.	Lte cantonal Pococí / Guácimo – Guácimo.	Guácimo – Lte cantonal Guácimo/Siquirres.
Longitud (km)	13,260	4,450	6,320	10,630
Categoría de la ruta	Primaria	Primaria	Primaria	Primaria
Tipo de terreno	Algo ondulado	Llano	Llano	Llano
Pendiente según tipo de terreno	Entre 6 y 14 %	Entre 0 y 5 %	Entre 0 y 5 %	Entre 0 y 5 %
Ancho del derecho de vía (m)	50	50	50	50
Tipo de superficie	Carpeta asfáltica	Carpeta asfáltica	Carpeta asfáltica	Carpeta asfáltica
Número de carriles	2	2	2	2
Ancho de calzada (m)	7,60	7,50	7,40	7,30
Ancho espaldones (m)	0,60	1,00	0,6	1,2



Cuadro 9.21. Continuación de cuadro de Características del tramo, según secciones de control, Inventario de la Red Vial Nacional por ruta y por condición, Dirección de Planificación Sectorial, Abril 2012.

Características	Secciones de control			
	70130	70090	70472	70471
Tramo	Lte cantonal Guácimo/Siquirres – Siquirres.	Siquirres - Lte cantonal Siquirres/Matina.	Lte cantonal Siquirres/Matina – San Miguel	San Miguel - Lte cantonal Matina/Limón.
Longitud (km)	12,540	12,920	9,870	15,585
Categoría de la ruta	Primaria	Primaria	Primaria	Primaria
Tipo de terreno	Algo ondulado	Muy ondulado	Algo ondulado	Llano
Pendiente según tipo terreno	Entre 6 y 14 %	Entre 15 y 25%	Entre 6 y 14 %	Entre 0 y 5 %
Ancho derecho de vía (m)	50	50	50	50
Tipo superficie de rueda	Carpeta asfáltica	Carpeta asfáltica	Carpeta asfáltica	Carpeta asfáltica
Número de carriles	2	2	2	2
Ancho de calzada (m)	7,50	7,60	7,60	7,60
Ancho espaldones (m)	0,50	0,30	0,3	1,4

Cuadro 9.22. Continuación de cuadro de Características del tramo, según secciones de control, Inventario de la Red Vial Nacional por ruta y por condición, Dirección de Planificación Sectorial, Abril 2012.

Características	Secciones de control	
	70080	70070
Tramo	Lte cantonal Matina/Limón – Liverpool.	Liverpool - Limón
Longitud (km)	9,620	12,035
Categoría de la ruta	Primaria	Primaria
Tipo de terreno	Llano	Llano
Pendiente según tipo de terreno	Entre 0 y 5 %	Entre 0 y 5 %
Ancho del derecho de vía (m)	50	50 y 24 (desde el Cementerio a Muelle Alemán.
Tipo de superficie de rueda	Carpeta asfáltica	Carpeta asfáltica
Número de carriles	2	2
Ancho de calzada (m)	7,40	7,20
Ancho espaldones (m)	0,4	1,2



Para realizar la Evaluación del proyecto, se utilizaron las siguientes características generales:

Cuadro 9.23. Características generales del proyecto, Alcance del proyecto: Ampliación y Rehabilitación de la Ruta 32, Cruce Ruta Nacional No. 4 – Limón, Octubre del 2012.

Características	Detalle	Unidad
Número de carriles	4	
Ancho de carril	3,50 - 3,65	m
Ancho de espaldón	1,0 - 1,8	m
Mediana	2,00	m
Velocidad de diseño	100	Km/h
Velocidad de ley	80	Km/h
Tipo de terreno	Llano / Ondulado	

#### 9.4.1.5. Optimización de la situación base.

Para optimizar la situación base, se implementarán medidas para mejorar el nivel de servicio de la carretera actual, tales como el mejoramiento del sistema de drenaje pluvial, señalización de la vía y establecer un programa de mantenimiento periódico.

#### 9.4.1.6. Alternativas de solución.

Como opción para mejorar el nivel de servicio, se podría:

- Ampliar a cuatro carriles.
- Construir espaldones.

En cuanto al tipo de mejoramiento existen dos opciones para la estructura de pavimento:

- Pavimento semirrígido (base estabilizada con cemento portland).
- Pavimento rígido (concreto hidráulico).

Sobre las intersecciones, se tienen las opciones de:

- Intercambios con pasos a desnivel.
- Intersecciones a nivel con carriles exclusivos para giros.

Sobre los puentes, se tienen las siguientes opciones:

- Rehabilitar los existentes.
- Construir puentes nuevos.

#### 9.4.1.7. Selección de la alternativa de solución.

La alternativa de solución es ampliar a 4 carriles la carretera.

Sin embargo, es importante mencionar que la estructura de pavimento existente debe ser rehabilitada para llevarla a un nivel de servicio y de seguridad adecuados al estándar del Proyecto.



Esta rehabilitación se hará de acuerdo con el diseño final que realizará el Contratista conforme a los requisitos establecidos en el Anteproyecto Referencial y las normas y parámetros de diseño definidos en la Bases Técnicas del Contrato.

El Contratista debe diseñar y construir la estructura de pavimento en las zonas de ampliación, es decir, tanto en las ampliaciones del cuerpo existente como en la duplicación de la vía. El diseño y construcción de la nueva estructura de pavimento se hará conforme a los requisitos establecidos en el anexo 4 de este documento, más lo que se incluye de los tránsitos de los años 2008 y 2010 y la proyección al año 2012, con los porcentajes de crecimiento, que sirvan también para el diseño de la estructura del pavimento. El diseño de los espesores del pavimento es para soportar la sollicitación de cargas durante diez años, antes de la primera intervención de mantenimiento.

Los diseños finales de la rehabilitación del pavimento existente y construcción del pavimento nuevo, deberán ser revisados y aprobados por el Ingeniero de la Administración de previo al inicio de los trabajos correspondientes.

Los espesores del pavimento de las marginales será de 5 cm de carpeta asfáltica, 20 cm de base granular CBR 80 y una sub base de 30 cm con CBR 30.

#### 9.5. SERVICIOS DE EMERGENCIA DISPONIBLES.

- Cruz Roja Costarricense.

Para efectos del presente informe, se ubican como los servicios de emergencia más relevantes los Comités Regionales de Emergencia de la Cruz Roja. Particularmente aquellos ubicados en la zona impacto del Proyecto de Ampliación de la Ruta 32, Esto por cuanto ellos constituyen la estructura regional, descentralizada con los que cuenta la benemérita institución para brindar sus servicios esenciales. Dé estos Comités cinco (5) se ubican prácticamente sobre la carretera y tres (3) en zonas aledañas. El Cuadro 9.15 presenta la información correspondiente.

Cuadro 9.24. Comités Regionales de Emergencia de la Cruz Roja presentes en las cercanías del Área del Proyecto.

SOBRE LA CARRETERA	ALEDAÑOS
Guápiles, Pococí. Teléfono: 2710-2104 Emergencias: 2710-6257 guapiles@cruzroja.or.cr	El Porvenir, La Rita de Pococí. Teléfono: 2200-3132 Emergencias: 2200-3132 porvenirdeticaban@cruzroja.or.cr



SOBRE LA CARRETERA	ALEDAÑOS
Guácimo, Limón. Teléfono: 2716-6059 Emergencias: 2716-5171 guacimo@cuzroja.or.cr	Cariari, Pococí. Teléfono: 2767-7361 Emergencias: 2767-7090 cariari@cuzroja.or.cr
Siquirres, Limón. Teléfono: 2768-9330 Emergencias: 2768-8030 siquirres@cuzroja.or.cr	El Carmen, Siquirres. Teléfono: 2769-1760. Emergencias: 2769-1760 elcarmendesiquirres@cuzroja.or.cr
Batán, Limón. Teléfono: 2718-4306 Emergencias: 2718-6352 batan@cuzroja.or.cr	
Limón, Limón. Teléfono: 2798-0935 Emergencias: 2758-0125, 2798-1690. limon@cuzroja.or.cr	

Elaboración propia.

- **Bomberos.**

Al igual que en el apartado anterior, se identifican las estaciones de bombero ubicadas sobre el mismo eje de la carretera nacional 32 así como otras de comunidades limonenses alejadas de esta ruta.

Cuadro 9.25. Estaciones de Bomberos regionales presentes en las cercanías del Área del Proyecto.

SOBRE LA CARRETERA	ALEDAÑOS
Estación de Bomberos de Limón Email: limon@bomberos.go.cr Teléfono: (506) 2758-0229	Estación de Bomberos de Cariari Email: cariari@bomberos.go.cr Teléfono: (506) 2767-3849
Estación de Bomberos de Bataan Email: batan@bomberos.go.cr Teléfono: (506) 2718-6358	Estación de Bomberos de Bribri Email: bribri@bomberos.go.cr Teléfono: (506) 2751-0347





SOBRE LA CARRETERA	ALEDAÑOS
Estación de Bomberos de Siquirres Email: <a href="mailto:siquirres@bomberos.go.cr">siquirres@bomberos.go.cr</a> Teléfono: (506) 2768-8218	
Estación de Bomberos de Guápiles Email: <a href="mailto:guapiles@bomberos.go.cr">guapiles@bomberos.go.cr</a> Teléfono: (506) 2710-6290	

Elaboración propia.

- **Centros médicos y hospitales.**

Los centros médicos, hospitales y clínicas que se identifican cerca del eje de la carretera nacional 32, así como otras de comunidades limonenses alejadas de esta ruta son los siguientes:

Cuadro 9.26. Centros médicos regionales y locales presentes en las cercanías del Área del Proyecto

SOBRE LA CARRETERA	ALEDAÑOS
Hospital Toni Facio, Limón Centro. Teléfono: (506) 2758-2222	EBAIS de Barrio Santa Eduvigis, Limón. Teléfono: (506) 2758-4106
Hospital de Guápiles; Guápiles, Pococí. Teléfono: (506) 2710-6801	EBAIS de Pueblo Nuevo, Limón. Teléfono: (506)
Clínica de Siquirres, Siquirres. Teléfono: (506) 2768-8210	Clínica de Matina, Matina. Teléfono: (506) 2718-1171
Clínica de Guácimo, Guácimo. Teléfono: (506) 2716-5953.	Clínica 28 Millas, Batán. Teléfono: (506) 2718-7373
	EBAIS CCSS Estrada, Matina. Teléfono: (506) 2718-1200.
	Clínica de Cariari, Cariari, Pococí. Teléfono: (506) 2767-8631
	Clínica Roxana, Roxana, Pococí. Teléfono: (506) 2763-3189.

Elaboración propia.

Cabe destacar, que dentro de los centros poblacionales de cabecera de cantón se encuentra con una amplia gama de servicios privados disponibles, en caso de cualquier emergencia.



## 9.6. SERVICIOS BÁSICOS DISPONIBLES.

En cuanto a la vivienda y los servicios básicos, los datos del censo revelan que de 1 millón 211 mil 964 viviendas que se reportan en el país, 109 mil 316 están ubicadas en la Provincia de Limón, para un 9% (semejante al porcentaje de población y de hogares del país). El promedio de ocupación también es semejante al promedio nacional de 3,5 personas por vivienda. No obstante, el porcentaje de "viviendas en buen estado", baja de 63,7% que es la media nacional a 49,1% para la Provincia de Limón y en algunos casos como en el cantón de Matina este llega a 37,1%. En cuanto a "porcentaje de viviendas hacinadas" el censo reporta también un claro aumento porcentual de 7,6% para la Provincia, frente a una 5,2% que es el promedio nacional, reportándose como índice más alto el del cantón de Matina con un 10,5%, seguido del cantón de Limón con un 8,3%.

En lo referente a servicios básicos, nuevamente el cantón de Matina reporta el porcentaje menor con un 87,8%, de "servicios sanitarios", seguido del cantón de Limón con un 89,9% para una media nacional de 95,6%. En lo referente a la "electricidad", con excepción del cantón de Limón, con un 95,5% de cobertura de las viviendas, los otros 4 cantones reportados para esta evaluación, tiene un porcentaje superior a la media nacional de 98,1%. No obstante, la cobertura de agua potable, para las viviendas, en la Provincia de Limón es claramente deficitaria, con un 78,2%, frente a una media nacional de 93,1%. Destacan como mayormente deficitarios, en este indicador de servicios de agua, el cantón de Matina con un 73,1% de cobertura de las viviendas y Pococí con un 75,5% de cobertura.

Cuadro 9.26. Vivienda y Servicios básicos existentes a lo largo de la zona de influencia del Proyecto.

Vivienda y Servicios básicos	País	Provincia	Cantón				
	Costa Rica	Limón	Limón	Pococí	Siquirres	Matina	Guácimo
Viviendas Individuales ocupadas	1211964	109316	26666	36238	16206	10410	11797
Promedio de ocupantes (Promedio de personas por vivienda individual ocupada)	3,5	3,5	3,52	3,46	3,49	3,59	3,47
Promedio de viviendas en buen estado	63,7	49,1	51,1	51,8	48,2	37,1	51,4
Porcentaje de viviendas hacinadas (Viviendas con más de 3 ocupantes por dormitorio por cada cien viviendas ocupadas)	5,2	7,6	8,3	6,3	5,9	10,5	5,7
Electricidad	98,1	96,6	95,5	98,5	98,7	96,8	99,1



Vivienda y Servicios básicos	País Costa Rica	Provincia Limón	Cantón				
			Limón	Pococí	Siquirres	Matina	Guácimo
Servicio sanitario	95,6	91,3	89,9	94,9	93,9	87,8	96,2
Agua	93,1	78,2	85,8	75,5	82,2	73,1	83,6

Elaboración propia, Censo Nacional de Población y Vivienda, 2011.

### 9.7. PERCEPCIÓN LOCAL SOBRE EL PROYECTO.

Debido a la extensión y gran cantidad de habitantes en el área de influencia, el análisis de la percepción local sobre el proyecto incluyó tres fases de investigación: una encuesta para un estudio cuantitativo, entrevistas a actores locales para un estudio cualitativo y un proceso interactivo participativo aún en proceso de aplicación.

La encuesta se aplicó en toda el área de influencia directa del proyecto, desde Río Frío hasta la ciudad de Limón. Se logró entrevistar a 89 personas (una por hogar) principalmente habitantes o trabajadores en el área de influencia directa del proyecto (ver anexo 10). A estas personas se les consultó acerca de sus opiniones sobre el proyecto, así como de los potenciales beneficios y riesgos que podría suponer; así mismo se les consultó sobre su grupo familiar, por lo que la muestra en términos poblacionales representa a un total de 315 habitantes o trabajadores del área de influencia del proyecto. La aplicación de este instrumento, con adición de algunas preguntas abiertas, permitió identificar las principales preocupaciones, la percepción de potenciales impactos ambientales del proyecto y caracterizar los posibles conflictos sociales. Además, se lograron identificar las necesidades de información que tiene la población sobre el proyecto.

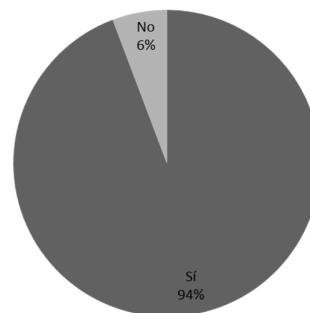


Figura 9.1. Proporción de personas que habían escuchado hablar del proyecto de Ruta 32.

Para una segunda etapa de tipo cualitativo, se hicieron entrevistas abiertas por vía telefónica y presencial, las cuales permitieron obtener ampliar las observaciones realizadas en la encuesta y conocer las posiciones de funcionarios de instituciones gubernamentales y organismos no gubernamentales.

El 94% de las personas entrevistadas dijeron haber escuchado hablar del proyecto, lo cual refleja tanto la presencia que ha tenido el mismo en los medios como el interés que reviste para los habitantes de la zona y en general el país.

La gran mayoría de los encuestados (76%  $\pm$ 7,7 con un 90% de confianza) consideraron que el proyecto tendría consecuencias positivas o muy positivas para ellos como individuos. Solo un 13%



( $\pm 6$  con un 90% de confianza) de los encuestados consideraron que el proyecto tendría consecuencias negativas o muy negativas para ellos como individuos.

Cuadro 9.18. Opinión sobre las consecuencias del proyecto para individuos, mayo, 2016.

Muy negativo (1)	2% ( $\pm 2,7$ )
Negativo (2)	10% ( $\pm 5,5$ )
Neutral (3)	11% ( $\pm 5,7$ )
Positivo (4)	30% ( $\pm 8,2$ )
Muy positivo (5)	46% ( $\pm 8,9$ )
Confianza: 90%	

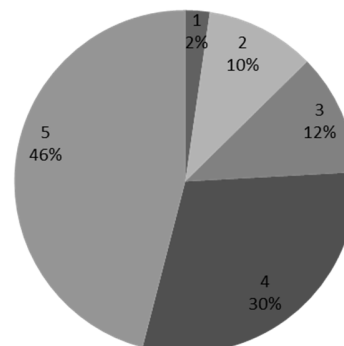


Figura 9.2. Opinión sobre las consecuencias del proyecto para individuos.

Al preguntar a los entrevistados sobre las consecuencias del proyecto para la comunidad, las opiniones no variaron de manera importante.

Cuadro 9.19. Opinión sobre las consecuencias del proyecto para la comunidad.

Muy negativo (1)	0%
Negativo (2)	8% ( $\pm 4,9$ )
Neutral (3)	20% ( $\pm 7,1$ )
Positivo (4)	33% ( $\pm 8,4$ )
Muy positivo (5)	38% ( $\pm 8,7$ )
Confianza: 90%	

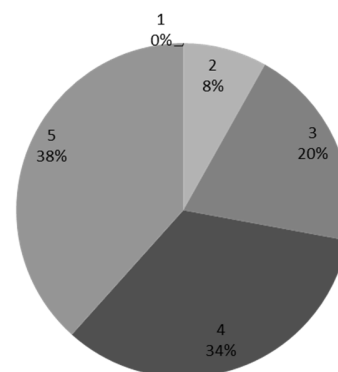


Figura 9.3. Opinión sobre las consecuencias del proyecto para la comunidad.

La gran mayoría de los encuestados (71%  $\pm 8,1$  con un 90% de confianza) consideraron que el proyecto tendría consecuencias positivas o muy positivas para la comunidad. Solo un 8% ( $\pm 4,9$  con un 90% de confianza) de los encuestados consideraron que el proyecto tendría consecuencias negativas para la comunidad y nadie consideró que el proyecto tendría consecuencias muy negativas para la comunidad.

En materia de la ubicación de los pasos de fauna, los ciudadanos y vecinos no se han manifestado en acuerdo o desacuerdo con dichas estructuras, principalmente por desconocer la ubicación de los mismos y si se van a implementar dichas obras. En algunos casos si han manifestado interés para que establezcan medidas para proteger la fauna.

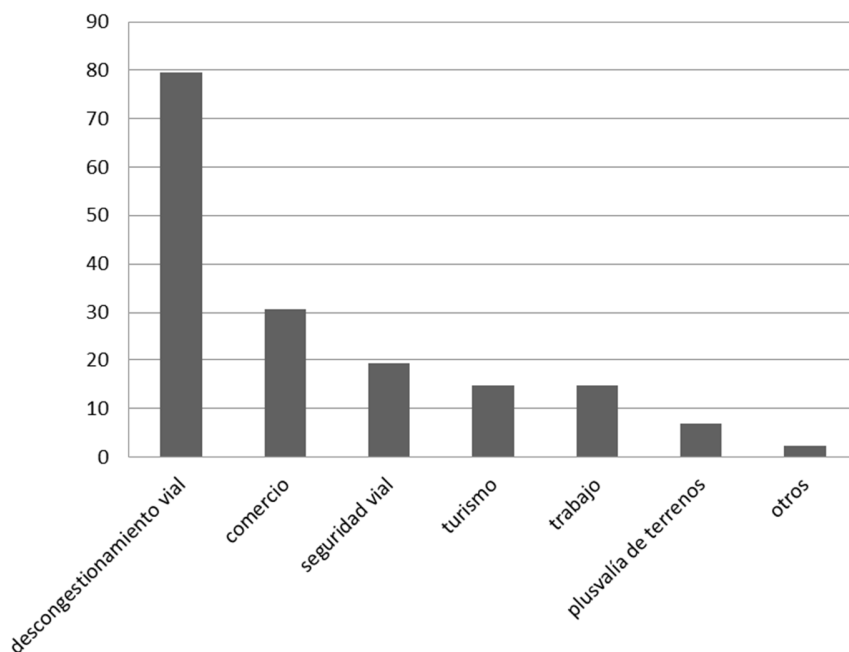


Figura 9.4. Principales beneficios que traería el proyecto de Rehabilitación-Ampliación de la Ruta 32: Tramo Intersección con ruta nº4 a Limón.

El 80% de los entrevistados consideraron que el proyecto ayudará al descongestionamiento vial, el segundo aspecto mencionado, por un 30% de los entrevistados, es el posible impulso para el comercio, seguido por beneficios en seguridad vial (19%), el turismo (15%), fuentes de trabajo (15%) y plusvalía de terrenos (7%).

**Descongestionamiento vial:** Los habitantes locales reconocen que existen graves problemas de congestión y consideran que es un serio problema que cada vez resulta más grave. En muchas de las entrevistas surgieron de manera espontánea comentarios sobre el colapso vial y los tiempos de transporte cada vez más largos.

**Impulso para el comercio:** Los limonenses consideran que una ampliación de la carretera traerá beneficios para el comercio al disminuir tiempos y costos de transporte de mercancías y estimular mayores relaciones comerciales.

**Beneficios en seguridad vial:** Los vecinos señalan un alto número de accidentes viales en la ruta actual y consideran que el proyecto de ampliación de la carretera podría mejorar la seguridad de la carretera.

**Turismo:** La reducción de los tiempos de viaje y comodidad del transporte se espera estimulen una mayor visitación turística.



**Fuentes de trabajo:** Muchas personas esperan que los beneficios en comercio y turismo, así como el proceso de construcción del proyecto brinden oportunidades laborales para la región.

**Plusvalía de terrenos:** Otro aspecto positivo que se mencionó con cierta regularidad es la posibilidad de que los terrenos cercanos a la carretera aumenten su valor.

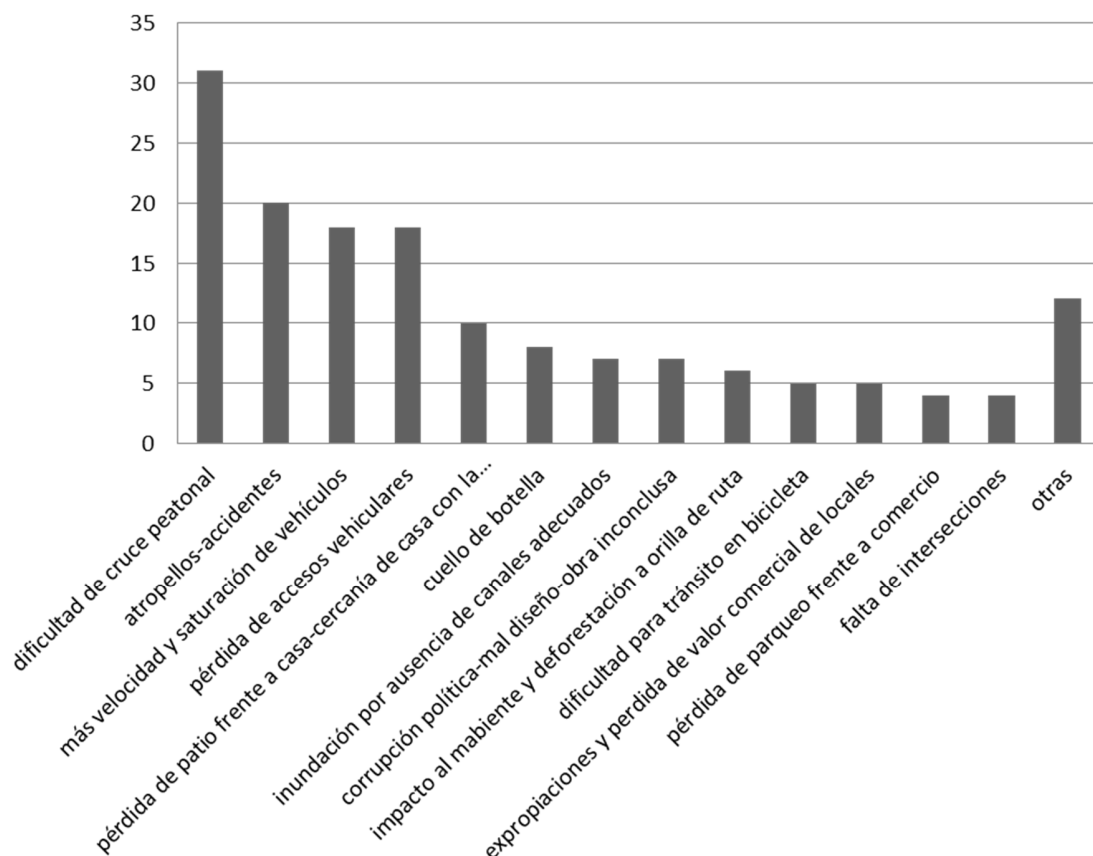


Figura 9.5. Potenciales aspectos negativos del proyecto.

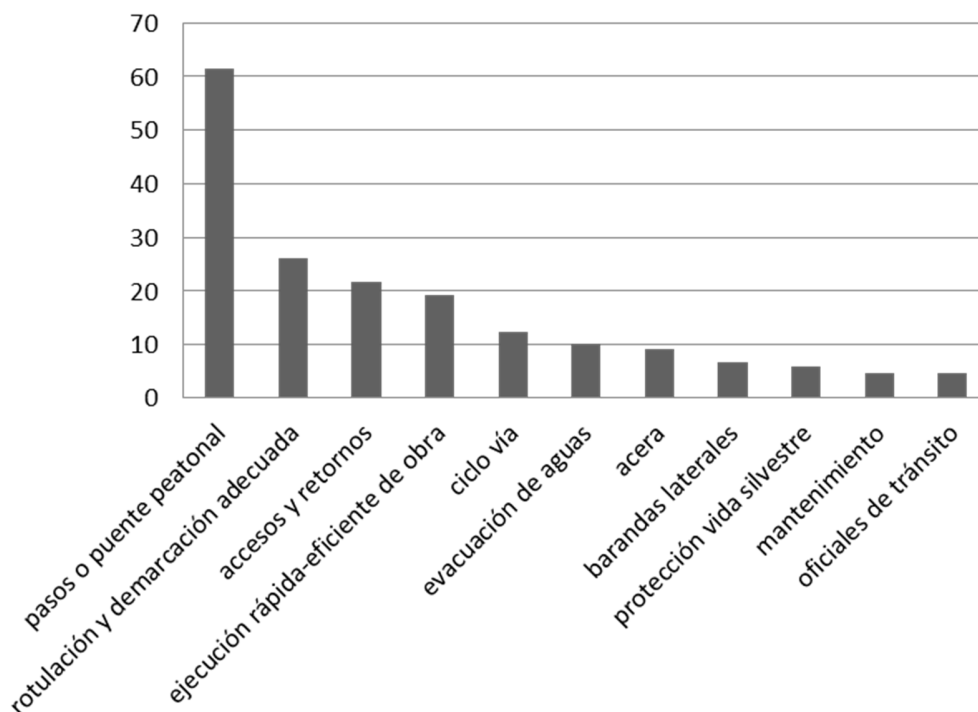


Figura 9.6. Principales intereses de la población local.

#### ***Preocupaciones y necesidades de información.***

Las entrevistas realizadas permitieron reconocer varios aspectos potencialmente negativos en el proyecto o que preocupan a la comunidad. Se debe recordar que a pesar de esto la gran mayoría de las personas piensa que el proyecto será beneficioso para ellos y para la comunidad. Por este motivo, los aspectos señalados como negativos en el proyecto reflejan en factores delicados que deben ser tomados en cuenta en el diseño para remediarlos cuando sea pertinente.

**Pasos peatonales:** La principal preocupación de los habitantes del área de influencia de la carretera es que la ampliación de la carretera afecte el paso de peatones ya que muchas comunidades se encuentran a la orilla de la ruta 32. Existen varias escuelas y otros servicios a un lado de la vía y muchos niños y adultos deben cruzarla a diario. La situación actual es bastante delicada, por ejemplo, un entrevistado señaló que algunas personas de Guácimo prefieren pagar un taxi sólo para cruzar la carretera debido al alto volumen de tránsito y falta de pasos peatonales. Esta situación se ve reflejada en el hecho de que un 80% de los entrevistados señaló la importancia de que el diseño de la nueva carretera tenga suficientes pasos peatonales, ya sea puentes o semáforos. Aunque en menor grado de importancia, se destaca también la necesidad de aceras para el tránsito de peatones.

**Seguridad vial:** Otra de las principales preocupaciones de la población en el área de influencia es el tema de la seguridad vial dado que consideran que la ruta actual es peligrosa. En las entrevistas





surgieron constantemente señalamientos sobre la importancia de que la nueva ruta presente una apropiada rotulación y demarcación, mantenimiento, oficiales de tránsito y barandas laterales.

**Accesos y retornos:** Con mucha regularidad los entrevistados señalaron la importancia de que no se limite el acceso a comunidades y propiedades a la orilla de la carretera. Esto se indicó como una preocupación de que las propiedades y comunidades que se encuentran al lado de la carretera queden aisladas o que su acceso se vuelva muy complicado.

También se mencionó el interés de que se mantenga el acceso a comercios y negocios a la orilla de la carretera, que actualmente dependen de los usuarios de la carretera para sus ventas. En esta categoría destacan varios negocios informales de venta de fruta como por ejemplo los ubicados a la altura de la comunidad de Monte Verde, y que sostienen a familias extensas con muy bajos ingresos y en situación de vulnerabilidad.

**Ejecución rápida y eficiente de la obra:** La zona de Limón presenta altos grados de desconfianza a las instituciones gubernamentales, situación que afecta sobre la percepción de sus habitantes sobre la ejecución del proyecto. Existe el temor en una parte importante de la población, de que la obra no se inicie en los tiempos requeridos, o que haya un mal manejo de fondos y/o calidad de la construcción. Esta desconfianza hace que sea de vital importancia mantener una adecuada comunicación con los actores principales de la zona.

**Ciclo vía:** Una de las principales formas de transporte en la zona es la bicicleta. Los bajos ingresos de la población y facilidades que brinda una topografía plana para el uso de bicicletas hacen que ese medio de transporte sea favorecido. Sin embargo, las características de la carretera actual hacen que sea sumamente peligroso el uso de bicicletas en la ruta.

**Evacuación de aguas:** Los habitantes del área de influencia de la carretera destacan que existen sectores con serios problemas de evacuación de aguas pluviales, y que la carretera juega un papel de barrera que fomenta o evita las inundaciones. En la zona de B-Line se mencionan que con las lluvias excepcionales el agua se empoza hasta alcanzar el nivel de la carretera y varias casas están construidas sobre pilotes calculando superar ese nivel. Con el reciente recarpeteo de la carretera el nivel subió unos centímetros por lo que ahora alcanza de nuevo a algunas de las casas sobre pilotes. Otro sector con una situación similar es La Esperanza de Zent (Matina).

**Cuello de botella:** Una preocupación expresada por muchos de los habitantes del área de influencia es que el proyecto no solucione el problema vial, al quedar truncado con posibles "cuellos de botella" en el ingreso a la ciudad de Limón y en la intersección con la Ruta 4.

**Impacto ambiental y sobre la vida silvestre:** Aunque no fue una de las preocupaciones principales, alrededor de un 7% de los encuestados se mostraron preocupados por el impacto al medio ambiente y en particular a la vida silvestre. Estos temas han sido directamente tratados por especialistas del equipo consultor y por otros profesionales, por lo que será de gran importancia que se transmita la información a las comunidades.



#### **9.7.1. ESTUDIO CUALITATIVO.**

Esta sección se está desarrollando en el campo a través de talleres participativos de todas las fuerzas vivas, organizaciones comunales y personas interesadas, por lo que queda pendiente de incorporar al presente estudio. El objetivo es que, en cada municipio donde haya efecto directo se organicen talleres informativos y de evacuación de dudas y preocupaciones para los ciudadanos que se verán afectados por las obras y beneficiados por el proyecto una vez finalizado.

#### **9.7.2. ESTUDIO CUANTITATIVO.**

Esta sección, al igual que la anterior, se está desarrollando en el campo a través de talleres participativos de todas las fuerzas vivas, organizaciones comunales y personas interesadas, por lo que queda pendiente de incorporar al presente estudio. El objetivo es que, en cada municipio donde haya efecto directo se organicen talleres informativos y de evacuación de dudas y preocupaciones para los ciudadanos que se verán afectados por las obras y beneficiados por el proyecto una vez finalizado.

#### **9.7.3. PROCESO PARTICIPATIVO-INTERACTIVO.**

Esta sección, al igual que las anteriores, se está desarrollando en el campo a través de talleres participativos de todas las fuerzas vivas, organizaciones comunales y personas interesadas, por lo que queda pendiente de incorporar al presente estudio. El objetivo es que, en cada municipio donde haya efecto directo se organicen talleres informativos y de evacuación de dudas y preocupaciones para los ciudadanos que se verán afectados por las obras y beneficiados por el proyecto una vez finalizado.

### **9.8. 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, se describe en la sección 6.3.1 del presente EsIA, 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 32, así como la reubicación de las personas que se vean afectadas.

### **9.9. INFRAESTRUCTURA COMUNAL.**

En relación con la *infraestructura educativa* a lo largo de la Ruta 32, se observa que la mayoría se encuentra en regular estado; en particular, numerosas escuelas y colegios ubicados a lo largo de la Ruta 32 implican poblaciones de infantes y adolescentes que deben cruzar esta carretera diariamente. Existen al menos 5 centros de educación superior pública en la zona: el Recinto de Guápiles de la UCR; las sedes de la UNED en Guácimo y Pococí; la Sede Atlántico de la Universidad



de Costa Rica y el Tecnológico de Limón Centro. Adicionalmente se cuenta con la Universidad EARTH, en Guácimo; y un centro de educación técnica, el INA, en Limón Centro.

En relación con la **infraestructura hospitalaria**, el Área de Salud del CCSS de Pococí funciona con el Hospital de Guápiles, reforzado por un total de 25 EBAIS; el Área de Salud de Siquirres cuenta con una Clínica Tipo 3, farmacia y laboratorio de microbiología; administra 16 EBAIS. En el cantón de Matina se encuentran 8 EBAIS. La población urbana de Limón es atendida por el Hospital Tony Facio mientras el cantón cuenta con 16 EBAIS. La infraestructura deportiva y de esparcimiento, está limitada a los parques centrales de las cabeceras de cantón y canchas de fútbol en casi todas las comunidades; hay en toda la zona una evidente carencia de parques para niños y ancianos, así como centros deportivos.

Cuadro 9.18. Infraestructura educativa y de atención primaria inmediata al área de influencia indirecta. Ampliación Ruta 32.

Cantón	Escuela	Colegio	Universidad	EBAIS
Pococí	7	2	--	3
Guácimo	10	2	1	6
Siquirres	11	3	--	5
Matina	5	1	--	1
Limón	10	3	1	--
<b>Total</b>	<b>43</b>	<b>11</b>	<b>2</b>	<b>15</b>

Elaboración propia.

En términos de **telecomunicaciones** los cantones de la región Huetar Atlántica al 2011 presentaban, por vivienda, una cobertura del 37% en telefonía fija; 78% en telefonía móvil; y 8% en servicio de internet. Pese a diversos esfuerzos por dotar de estos recursos a las instituciones educativas y hospitalarias, ello implica que las comunidades de la región ocupan los últimos puestos de acceso a tecnología, en comparación con el resto del país. En este sentido, el principal proveedor de servicios, el ICE, posee entre otros elementos casetas de central telefónica y torres de transmisión en diversos puntos a lo largo de la Ruta 32; también una tubería para conducción de fibra óptica se ubica a al costado norte a lo largo de la carretera, al menos desde Siquirres hasta Limón Centro.

En cuanto al acceso a **electricidad**, en este caso a través del ICE, la cobertura es buena y sólo un porcentaje pequeño de viviendas carece de servicio: en Pococí (1,5%); Guápiles (0.9%); Siquirres (2%); Matina (3%); en Limón, 1212 casas (4.5% del cantón) de las cuales 299 son indígenas. En general se observa tendido eléctrico dentro del derecho de vía a uno o ambos lados de la Ruta 32.

En Siquirres se ubica buena parte de las obras del PH Reventazón, siendo este municipio un nodo de la red de transmisión que conecta al Caribe con Guápiles y Turrialba. Así mismo, al menos tres torres de alta tensión ubicadas sobre el costado sur de la carretera, a la altura de Liverpool-Limón, se encuentran cercanas al derecho de vía. La Planta Térmica Sandoval, al norte de la Ruta 32 y aledaña a la refinería de RECOPE en Río Blanco, Limón, constituye un elemento importante de la



red de producción del ICE, generando el 10% de la energía de consumo nacional. Respecto al alumbrado público el servicio está marcado por apagones ocasionales, robo de cable y frecuente ausencia de iluminación en puentes y paradas de buses, favoreciendo la comisión de accidentes y actos delictivos.

Cuadro 9.19. Viviendas por tipo de abastecimiento de agua en área de influencia indirecta. Ampliación Ruta 32.

Cantón	AyA	ASADAS	Quebradas	Pozos
Pococí	21988	4875	280	8441
Guácimo	6802	2865	128	1743
Siquirres	6903	5633	644	2116
Matina	5207	2106	549	2144
Limón	19301	3256	2094	1314
<b>Total</b>	<b>60201</b>	<b>18735</b>	<b>3695</b>	<b>15758</b>

Elaboración propia a partir de INEC, 2014.

El servicio de **acueductos** en las comunidades a lo largo de la Ruta 32 es provisto por AyA en las cabeceras cantonales, a partir de captaciones en ríos y pozos; en el caso de Guápiles y Siquirres las redes de distribución se consideran obsoletas y presentan numerosas conexiones clandestinas; también algunas barriadas periféricas presentan carencias de abastecimiento. Numerosas comunidades secundarias y caseríos dispersos se abastecen mediante ASADAS, captaciones artesanales de quebradas y pozos, en ocasiones no declarados. Se reporta contaminación de pozos de ASADAS en el Cairo y Francia, debido a filtración de agroquímicos procedentes de las piñeras locales. También existen en varias comunidades (Monteverde, Las Vegas, Cedar Creek) tuberías de distribución ubicadas al lado sur del derecho de vía de la Ruta 32; o que pasan por debajo de la carpeta asfáltica, en ocasiones aprovechando alcantarillas y puentes. En general esta infraestructura implica al menos ocho acueductos de AyA y diez acueductos de ASADAS.

Cuadro 9.20. Infraestructura de agua potable en área de influencia directa. Ampliación Ruta 32.

ASADA	Descripción	AyA	Descripción
La Unión	Tubería de conducción	Acueducto de Guápiles	Tubería de conducción y distribución
Pocora Sur	Tubería de distribución	Acueducto de Jiménez	Tubería de conducción y distribución
Milano-Germania	Tubería de conducción	Acueducto de la Isleta-Tierra Grande-Guácimo	Tubería de conducción
La Francia	Tubería de conducción	Acueducto de La Roca-Guácimo	Tubería de conducción
El Cairo	Tubería de conducción	Acueducto Pocora Norte	Tubería de conducción
La Herediana	Tubería de conducción	Acueducto de Siquirres	Tubería de conducción
Barbilla	Tubería de distribución	Acueducto de Barbilla	Tubería de distribución



ASADA	Descripción	AyA	Descripción
B-Line	Tubería de distribución	Acueducto de Limón	Tubería de distribución
Venecia	Tubería de captación		
Lomas del Toro- Larga Distancia	Tubería de conducción y distribución		
Río Blanco	Tubería de distribución		

El **alcantarillado pluvial** de los centros cantonales y núcleos urbanos secundarios es inexistente o colapsa fácilmente ante las intensas lluvias, el relieve plano, así como por la antigüedad y mal diseño; en general se trata de cunetas profundas sin rejillas ni tapas protectoras; y alcantarillas de diámetro reducido. Este mismo tipo de estructuras se encuentra puntualmente en diversos tramos a lo largo de la Ruta 32, lo cual potencia la inundación de los terrenos ubicados al sur de la carretera, así como la escorrentía sobre la carpeta asfáltica durante épocas de lluvia intensa. Estas circunstancias revisten mayor gravedad en el cantón de Matina, por el desborde combinado de los ríos Chirripó y Barbilla, lo cual implica la necesidad de construcción sobre pilotes y en general, una mejor zonificación para efectos residenciales.



Figura 9.7. Izquierda: Tubería de agua potable que atraviesa la Ruta 32, La Unión de Guápiles. Derecha: Alcantarilla sin paso peatonal, Siquirres, abril, 2016.

En cuanto al **alcantarillado sanitario**, únicamente el casco urbano de Limón dispone desde el 2004 de una red de colectores de aguas negras y grises para cerca 7041 viviendas (26% del cantón); se canalizan mediante un emisario submarino que desemboca a 500m de la costa, entre isla Uvita y el puerto de Moín; sobre la Ruta 32 se encuentran los colectores de Coopeutba y Cieneguita, en



mal estado. Plantas de tratamiento menores también dentro del área de influencia indirecta de la Ruta 32 se ubican en algunas comunidades pequeñas y empresas privadas como Dos Pinos, ABOPAC y RADA, a la altura de Río Blanco de Limón. En general en toda el área predomina el tanque séptico como forma usual de manejo de excretas; sin embargo 7256 casas (7.4%) en los cantones del área de influencia depositan aguas negras en letrina, ríos, zanjas, estero o campo abierto.

El manejo de **residuos sólidos** se lleva a cabo a través de administración municipal o privada. Existe en la provincia de Limón un único relleno sanitario en Tomatales de Limón, administrado por la empresa EBI. Dos vertederos se encuentran en La Roxana de Pococí y en Guácimo. Siquirres y Matina no cuentan actualmente con vertedero. Se estudia la construcción de un nuevo relleno en Siquirres, con capacidad para procesar los desechos de este cantón y eventualmente de Guácimo y Matina. En general en la región Huetar Atlántica el servicio de recolección está limitado a los centros cantonales y comunidades aledañas (85685 viviendas) de manera que es frecuente la quema o entierro de basura a nivel doméstico (41710 viviendas); así como los botaderos clandestinos a cielo abierto o sobre cauces de ríos.

En relación con la **infraestructura vial**, a excepción de Siquirres, en la región se destaca la poca cantidad de kilómetros asfaltados: básicamente se trata de la Ruta 32, la carretera Guápiles-Cariari, la carretera a Turrialba, el ramal Estrada-Matina-Batán y la ruta al Caribe Sur. Otras calles importantes para el acceso a Tortuguero, tales como Cariari-Caño Pavona/Palacios, o Siquirres-Caño Blanco requieren numerosas mejoras; estos factores, sumado al patrón radial de los caminos en torno a los centros cantonales, implica una escasa integración productiva. Sin embargo, se debe tener en cuenta la existencia de algunos caminos cantonales, paralelos a la Ruta 32, que comunican diversas comunidades, por ejemplo, en el eje Pococí-Jiménez-Guácimo-Parismina; el asfaltado y habilitación estratégica de puentes en este tipo de caminos, puede constituir una alternativa para el tránsito peatonal, de bicicleta y vehículos livianos, fuera de la Ruta 32.

Se observa también una ausencia general de ciclo vías, pese al uso intensivo de bicicletas por parte de los empleados de empresas agroindustriales. En Limón Centro se observan vestigios de un proyecto de ciclo-vía en el cual se invirtió cerca de 900 millones de colones, completándose únicamente en 40% por falta de planos aprobados, así como por conflictos con los derechos de vía de la Ruta 32. Buena parte de comunidades aledañas a la Ruta 32 carecen de aceras, las cuales en cualquier caso implican una pequeña cantidad de kilómetros instalados. Se cuentan únicamente 4 puentes peatonales a la altura de La Marina, Guápiles, Pocora y Siquirres.

Cuadro 9.21. Infraestructura vial en el área de influencia. Ampliación Ruta 32.

Cantón	Asfalto	Lastre	Puentes peatonales sobre Ruta 32.
Pococí	---	-----	2
Guácimo	28	220	1
Siquirres	105	613	1
Matina	20	377	----
Limón	56	293	----

Elaboración propia con base en MAG, 2006.





En relación con la antigua *vía férrea*, la línea principal se constituye en el eje Turrialba-Siquirres-Matina-Limón, corriendo de forma paralela al norte de la Ruta 32 a distancias que oscilan entre los 50m y los 5km. Un ramal primario conocido como Línea B se ubica en paralelo unos 50m al norte de la Ruta 32, desde la población de B-Line de Matina, hasta la estación ferroviaria en Limón. Al menos en cuatro puntos la antigua línea férrea intersecta la Ruta 32:

- Sobre el río Destierro, en Siquirres, un ramal secundario.
- Sobre el río Reventazón, en el giro que hace la línea férrea principal de Siquirres a Turrialba.
- A la altura del río Pacuare, donde la línea principal hace una amplia curva, cruza la carretera hacia el sur por debajo del puente del río Pacuare y vuelve a cruzar al norte, por debajo del mismo puente, para continuar hacia Pacuarito.

En este caso es necesario considerar los derechos de vía de la línea férrea (14m mínimo) y los proyectos de rehabilitación del transporte ferroviario por la actual administración de INCOFER.



Figura 9.8. Tuberías del poliducto de RECOPE a la altura de la comunidad de Monteverde, Siquirres.

Finalmente, sobre el costado norte de la Ruta 32 está instalado el poliducto de RECOPE, el cual consiste en una serie de dos tuberías de 15cm de diámetro y una tubería adicional de 30cm de diámetro aproximadamente; en conjunto cuentan con un derecho de vía de 12m. Esta tubería se encuentra desde la intersección con la carretera a Turrialba hasta la estación de bombeo en Siquirres y de allí al plantel de abastecimiento de RECOPE, en Río Blanco de Limón. Sin embargo, por motivos geotécnicos, la tubería de 30cm de diámetro se trasladó al margen sur de la Ruta 32, en tres tramos con un trayecto total de 1610m, los cuales deberán eventualmente ser reubicados.





## 10. SITIOS ARQUEOLÓGICOS.

### 10.1. ANTECEDENTES.

La vertiente Caribe Central de Costa Rica se encuentra entre las más estudiadas del país y presentan muy altas densidades de sitios arqueológicos. La ocupación precolombina tiene allí una larga historia que inicia por lo menos unos 10000 a.C.

Las investigaciones arqueológicas tienen una larga historia en el Caribe costarricense, siendo las piezas saqueadas durante la construcción del ferrocarril y coleccionadas por Minor Keith, la base de lo que posteriormente fue el Museo Nacional. A finales del siglo XIX se inicia la investigación científica arqueológica con el trabajo de Carl Hartman (1901), sin embargo, este tipo de investigaciones no se vuelven a realizar sino hasta los años 70s.

Fueron las investigaciones dirigidas por Michael Snarskis (1978), las que definieron una secuencia de ocupación y fases regionales para la vertiente atlántica. Sin embargo, estos trabajos se ubicaron en su gran mayoría en el Caribe Central. Posteriormente el Museo Nacional ha realizado trabajos en diversos sitios de la región.

En contraste con esta situación, el sector entre el Río Barbilla y puerto Limón ha sido objeto de muy pocas investigaciones. En 1981 Ferrero ya señalaba sobre el sureste de Costa Rica que "es la tierra desconocida de la arqueología costarricense", y esta situación no ha cambiado demasiado. Al oeste del río Barbilla las investigaciones han sido muy escasas. Algunas excepciones de poca duración han sido los proyectos de la Universidad de Costa Rica (1986), el Instituto Costarricense de Electricidad (2006) y el Museo Nacional (2015) del proyecto de diagnóstico arqueológico de la Línea de Transmisión Moín-Cahuita, un proyecto del Así mismo, en el marco del fallido "Limón ciudad puerto" el Museo Nacional realizó investigaciones en distintos sitios arqueológicos de esa zona.

Para el estudio y registro de sitios arqueológicos en la vertiente Caribe de Costa Rica se han definido varios períodos:

10000-8000 a.C. Paleoindio, 8000-1000 a.C. Arcaico, 1000-300 a.C. La Montaña, 300 a.C.-300 d.C. El Bosque, 300-1000 d.C. La Selva, 1000-1500 d.C. La Cabaña.

El período Paleoindio corresponde a la llegada de grupos de cazadores y recolectores al país y al período durante el cual estos grupos cohabitaron con megafauna. En la zona de Sarapiquí se han encontrado puntas de lanza para la caza de megafauna asociadas a este período, pero aún se desconoce qué tanta importancia tuvo el consumo de estos animales en la supervivencia. Se estima que el modo de vida no cambió mucho durante varios milenios y aunque la tecnología de trabajo en piedra (lítica) cambia, el período Arcaico se caracteriza por poblaciones de cazadores y recolectores con un alto grado de movilidad. Las poblaciones se van haciendo más sedentarias y mucho más numerosas hace unos 3000 a.C., a partir de ese período comienza la fabricación de



objetos de cerámica y la dependencia de la agricultura es cada vez mayor, pero al menos algunos grupos aún mantienen un importante grado de movilidad. El aumento más notable en la población y la aparición de poblados cada vez mayores se da unos 300 a.C., y grandes centros de población con importancia política comienzan a surgir hace unos 2000 años. Para el 1000 d.C. numerosos poblados ubicados en el Caribe Central se establecen como centros de poder y se distinguen por su arquitectura de cantos rodados y montículos de tierra. Estos centros se disputan el poder político, militar y religioso, este tipo de organización política ha sido generalmente llamada "cacicazgo". Es esta dinámica de conflictos, alianzas e intercambio la que los españoles documentan brevemente durante el período de conquista. Durante la conquista y colonia la población indígena decrece de manera dramática por guerras y epidemias, mientras que parte de la población nativa decide huir y refugiarse en zonas como Talamanca y las Llanuras del Norte.

## 10.2. SITIOS REGISTRADOS.

En el área de proyecto se han identificado siete sitios arqueológicos:

- Nuevo Corinto (L72NC).
- Finca Patricia (L41FP).
- Milpa (L73Mi).
- La Fuente (L51LF).
- Las Mercedes (Sectores G, F).
- Shamarti (L233Sh).
- Bartolo (L86BT).

Debido a que la inspección de campo no incluyó pozos de prueba ni una prospección total del área, aún no se han identificado muchos de los sitios.

Es notable que el sector entre la intersección en Río Frío y el Río Barbilla se encuentra una alta densidad de sitios arqueológicos, mientras que al sur del Río Barbilla la densidad es muy baja hasta llegar a la zona de Moín.

La sección siguiente establece las zonas del proyecto según su potencial arqueológico.

- **Nuevo Corinto (L72NC).**

El sitio Nuevo Corinto ubicado en Guápiles, colinda con la Ruta 32, principalmente hacia el norte. Investigaciones de la Universidad de Costa Rica 2013 han caracterizado el sitio como un asentamiento central en los períodos La Selva y La Cabaña, asociados a rasgos arquitectónicos elaborados con cantos rodados y montículos de tierra. El sector con arquitectura monumental se ubica aproximadamente un kilómetro al norte de la carretera, sin embargo, en el área de proyecto se observa una baja densidad de restos cerámicos correspondientes a la fase El Bosque que corresponde al margen sur del sitio arqueológico.



Los terrenos en este sector del AP deberán ser evaluados para definir si existen rasgos arqueológicos como casas o tumbas con un valor científico o patrimonial.

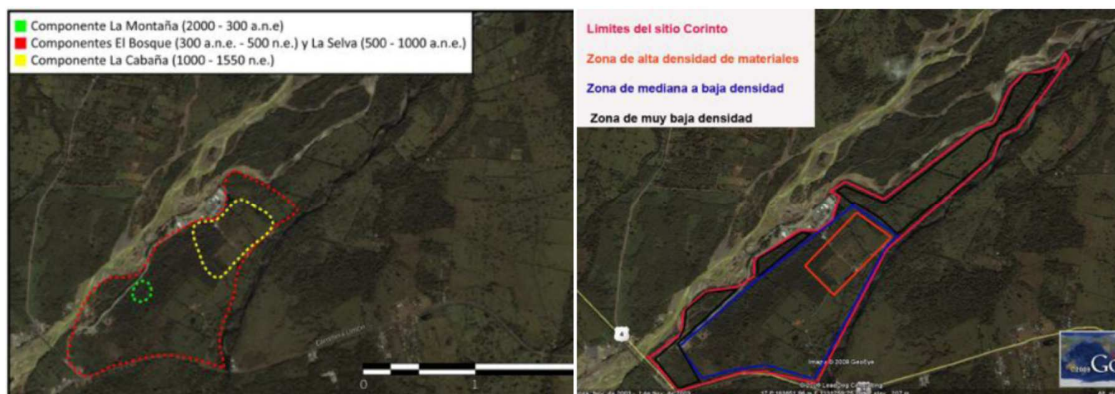
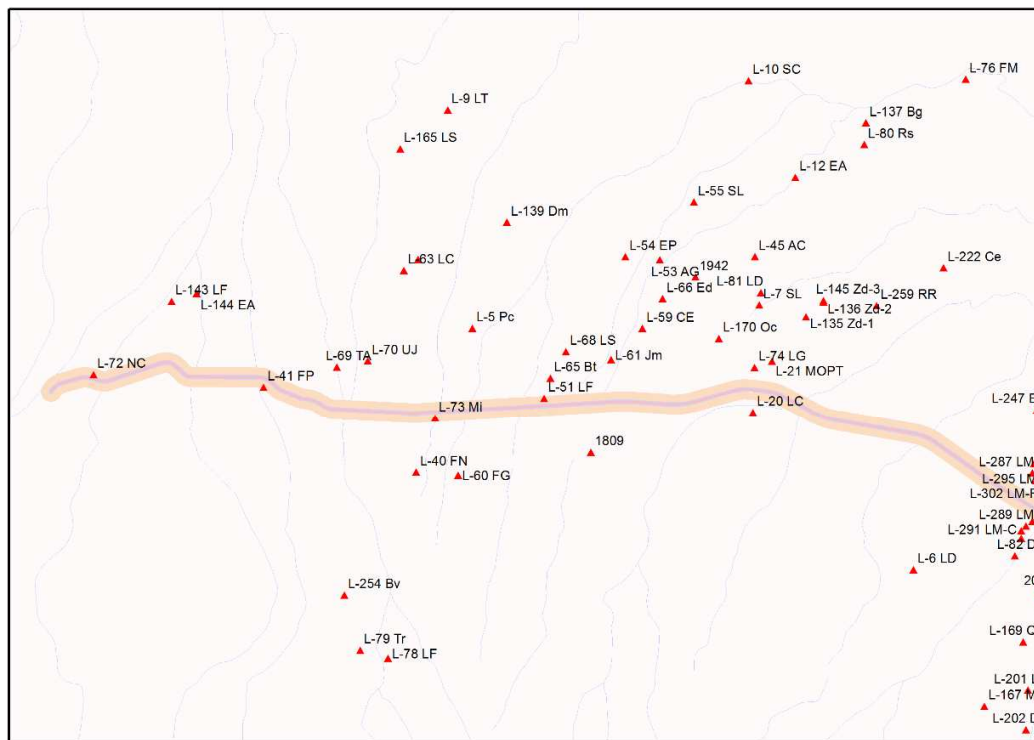


Figura 9.19. Ubicación de restos arqueológicos según período. (Tomado de Salgado et al 2009).



Figura 9.10. Izquierda: Fragmento cerámico en el Área de Proyecto en las cercanías de Nuevo Corinto. Derecha: Vista general del sector, nótese la baja a moderada alteración del terreno en ese sector del A.P.



### Simbología

• comunidades

▲ Cantones

0 0.5 1 2 3 4 km



— Ruta 32

Figura 9.11. Sitios arqueológicos en el sector oeste de la ruta 32.

- **Finca Patricia (L41FP).**

El sitio Finca Patricia es un sitio poco conocido ubicado cerca de Guápiles y que está reportado en el margen sur de la carretera. El sitio fue investigado brevemente como parte del trabajo doctoral de Michael Snarskis (1978) para el cual se excavó una cala estratigráfica que alcanzó apenas 60cm.b.s., pero permitió identificar el sector como unicomponente de la fase El Bosque, asociado a una fecha de radiocarbono de aproximadamente 425 d.C.

No se conocen otras características del sitio, pero la sección del mismo que coincide con la carretera deberá ser objeto de una evaluación arqueológica.

- **Milpa (L73Mi).**

Este sitio ubicado en el distrito de Guápiles fue reportado por Vázquez e Hidalgo en 1997 como parte de una prospección asistemática. No se conocen detalles del sitio.



El sector general deberá ser objeto de una evaluación arqueológica.

- **La Fuente (L51LF).**

El sitio arqueológico La Fuente ubicado en Jiménez de Pococí fue reportado por una denuncia en 1996. Un sector del sitio, en terrenos donde se construiría un proyecto habitacional, fue objeto de un rescate arqueológico. El sector excavado fue utilizado principalmente como un cementerio, no se definió la extensión ni ubicación del área habitacional del sitio. Los rasgos arqueológicos corresponden principalmente a la fase El Bosque.

El sector deberá ser objeto de una evaluación arqueológica.



Figura 9.12. Izquierda: Ofrendas funerarias (metate y olla) dentro de tumba. Derecha: Cantos rodados utilizados para delimitar tumbas en el cementerio de La Fuente.



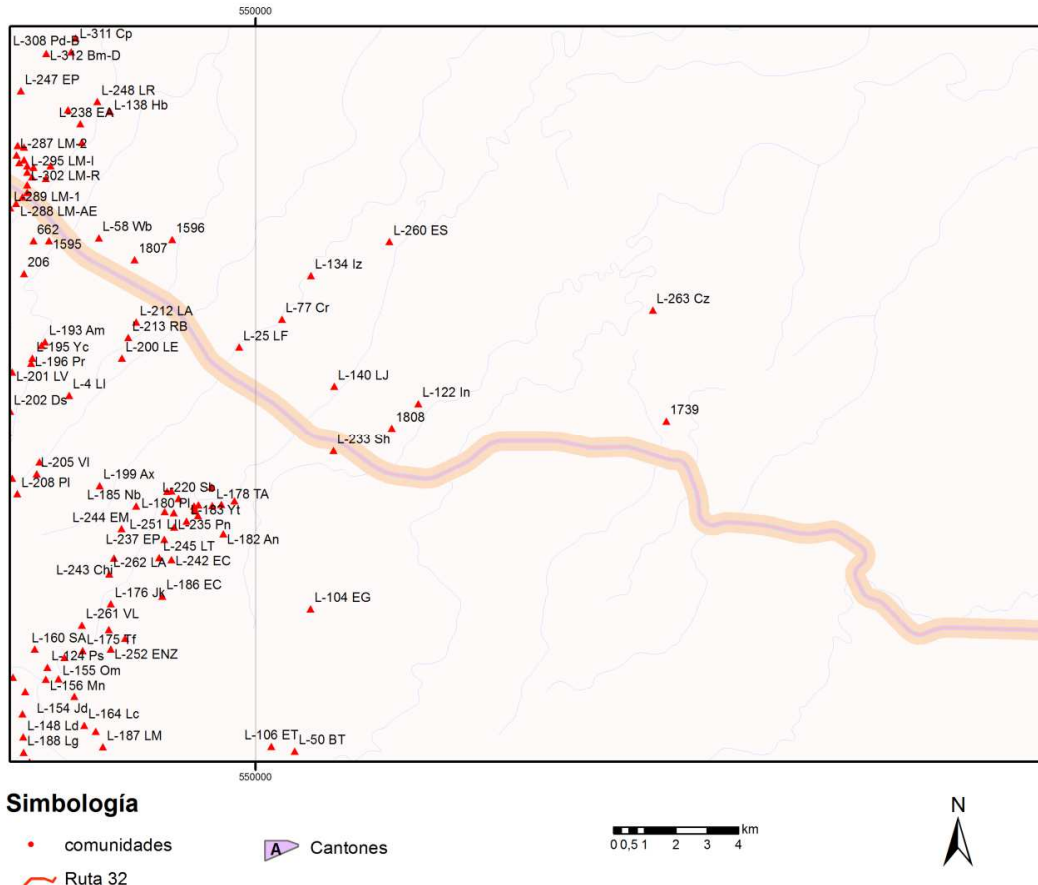


Figura 9.13. Sitios arqueológicos en el sector central de la ruta 32.

- **Las Mercedes (Sectores 1 y 3).**

El sitio Las Mercedes es uno de los más grandes del país. Se ubica en Mercedes de Guácimo y buena parte del sitio está dentro de la finca de la Universidad EARTH. En el período La Cabaña fue el asentamiento principal de un cacicazgo poderoso que construyó montículos y caminos empedrados, también destaca por el uso de escultura en piedra de gran escala.

El sector monumental del asentamiento se ubica unos 400m al norte de la carretera, sin embargo, la zona fue extensamente poblada y se han detectado restos arqueológicos en áreas extensas cercanas a la carretera (figura 9.13) y es muy probable que se ubiquen otros sectores aún no identificados.

Este sector es uno de los más delicados desde el punto de vista arqueológico de este sector y deberá ser considerado como prioritario para una futura etapa de investigación.

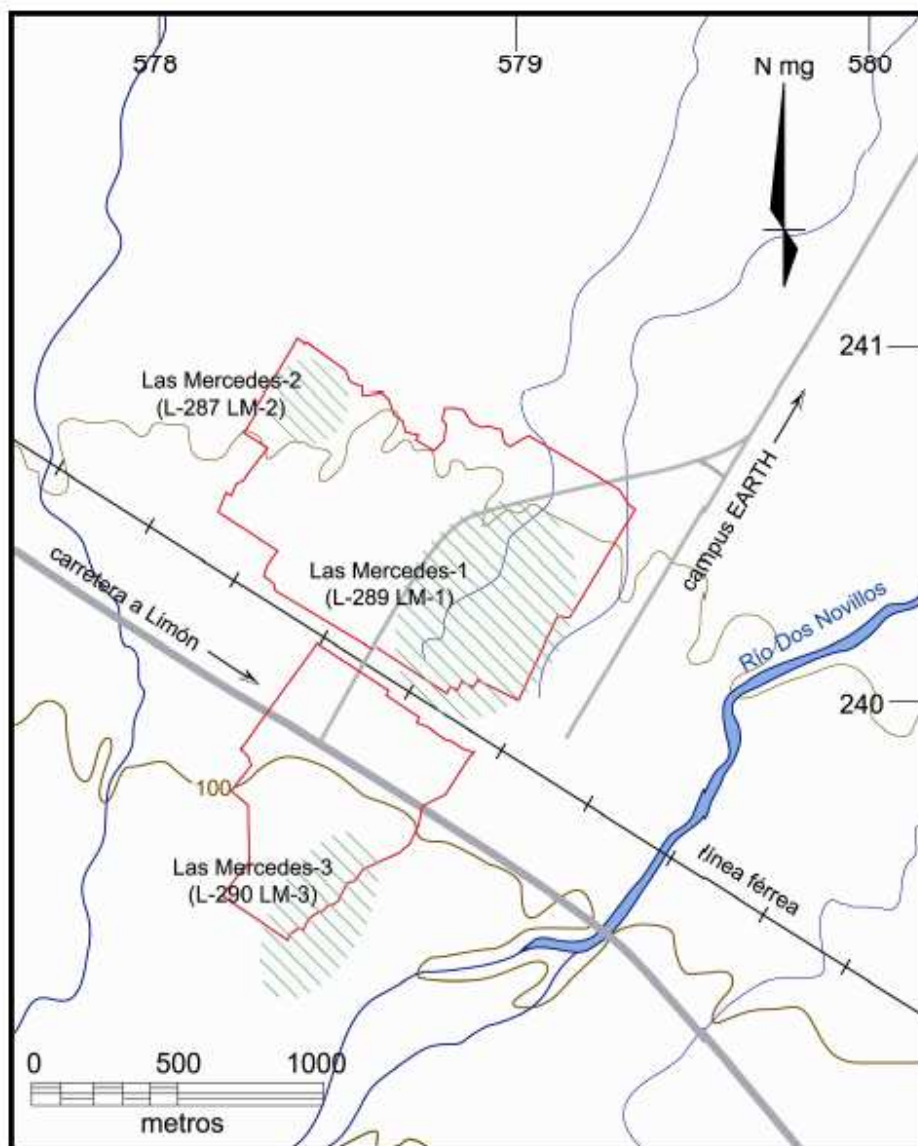


Figura 9.14. Sectores con evidencia arqueológica en los alrededores del sitio Las Mercedes 1.

- Shamarti (L233Sh).

El sitio Shamarti se ubica en el distrito de Siquirres. No se conoce mucho de las características del sitio pues fue reportado en una inspección asistemática y no ha sido objeto de excavaciones. El sitio se reporta como multicomponente, con materiales que indican una ocupación en las fases El Bosque, La Selva y La Cabaña.





Este sector deberá ser incluido en el área a investigar mediante una evaluación con pozos de prueba en el A.P.

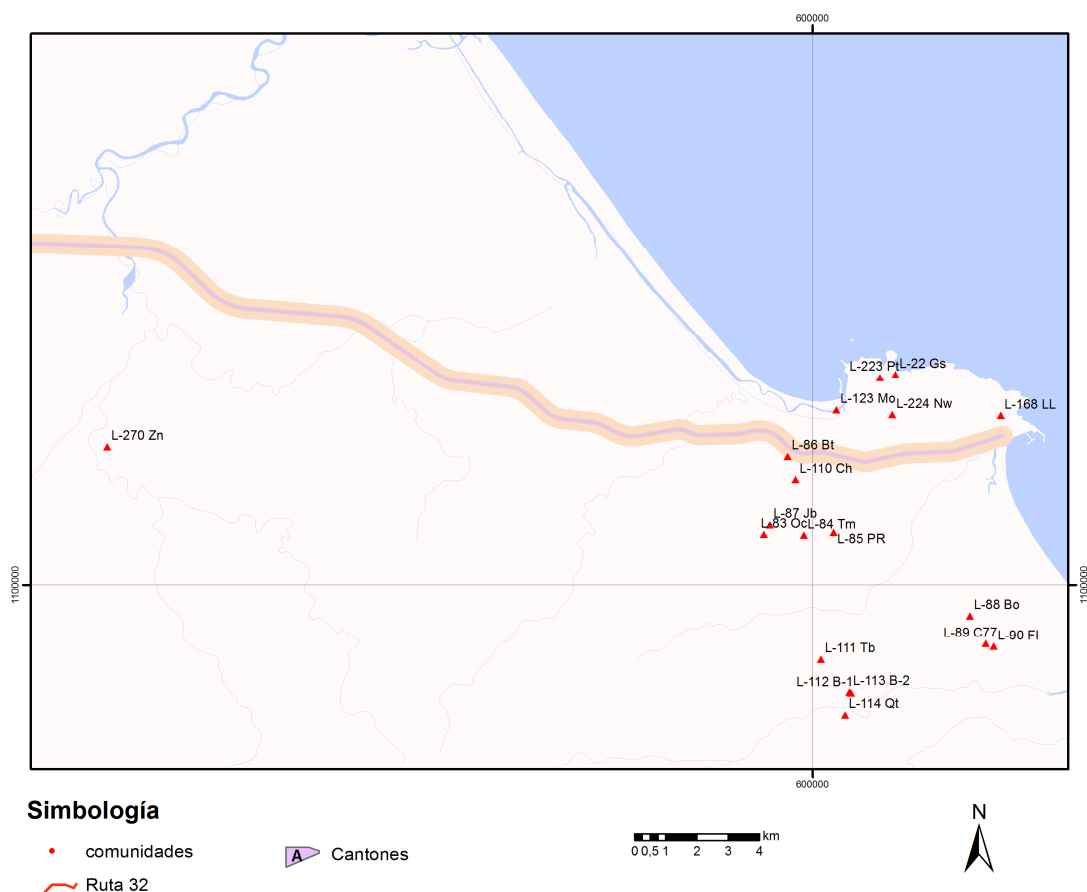


Figura 9.15. Sitios arqueológicos en el sector oeste de la ruta 32.

- **Bartolo (L86BT).**

Pequeño sitio arqueológico con materiales cerámicos y líticos en una terraza en la margen del Río Bartolo. Hacia el pie de monte y las terrazas de las lomas adyacentes al sureste del sitio, los habitantes locales reportan el hallazgo de tumbas. Se trata posiblemente de un sitio habitacional en que se llevaron a cabo actividades agrícolas.

El sitio no ha sido objeto de excavaciones y no se conocen bien sus características. Hay reportes de materiales arqueológicos en otros puntos cercanos en Moín por lo que este sector debe ser objeto de una evaluación arqueológica.



### Conclusiones:

El Área de Influencia directa del proyecto presenta características variables en cuanto a la densidad de evidencias de ocupación precolombina y el grado de alteración por factores modernos. Estos factores fueron valorados para definir una zonificación del potencial para el hallazgo de restos arqueológicos conservados.

El sector entre la intersección de río Frío y el río Pacuare presenta una muy alta densidad de sitios arqueológicos varios de los cuales coinciden con el trazado de la carretera. Este sector es el que requerirá de mayores investigaciones arqueológica, iniciando con una evaluación mediante pozos de sondeo en los sectores del Área de Proyecto que no están alterados por obras de infraestructura.

Entre el río Pacuare y el río Barbilla se han reportado pocos sitios arqueológicos, pero es posible que esto se deba a la falta de investigaciones en el sector.

Entre el río Barbilla y río Blanco no se han reportado sitios arqueológicos cerca del trazado de la carretera. Esta situación se debe en principalmente a que aquí la carretera atraviesa una zona más alejada del pie de monte y es sujeta a mayor riesgo de inundación. Estas características topográficas limitaron fuertemente la ocupación precolombina en ese sector y por tanto resulta de poco interés para la realización de investigaciones arqueológicas.

Finalmente, entre río Blanco y Moín, la densidad de sitios arqueológicos es baja, sin embargo, hay presencia de algunos pequeños sitios y se deberá realizar una evaluación arqueológica del sector en las partes más planas y no afectadas por obras de infraestructura.



### **10.3. MATERIALES O RASGOS CULTURALES IDENTIFICADOS EN EL AP.**

La sección completa de Materiales o Rasgos Culturales identificados en el AP, se adjunta en el anexo 10, de este estudio. Favor dirigirse a este apartado para ver con detalle la información. De acuerdo a los lineamientos técnicos que establece el Decreto N° 32966-MINAE, Manual de Instrumentos Técnicos para el Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental (Manual de EIA)- Parte IV: Guía - Estudios de Impacto Ambiental y Pronósticos-Plan de Gestión Ambiental, valoración de los impactos ambientales y términos de referencia y en cumplimiento del mismo, debido a lo extenso de esta sección, se trasladó a los anexos.

### **10.4. SITIOS HISTÓRICOS Y CULTURALES.**

La sección completa de Sitios Históricos y Culturales, se adjunta en el anexo 10, de este estudio. Favor dirigirse a este apartado para ver con detalle la información. De acuerdo a los lineamientos técnicos que establece el Decreto N° 32966-MINAE, Manual de Instrumentos Técnicos para el Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental (Manual de EIA)- Parte IV: Guía -Estudios de Impacto Ambiental y Pronósticos-Plan de Gestión Ambiental, valoración de los impactos ambientales y términos de referencia y en cumplimiento del mismo, debido a lo extenso de esta sección, se trasladó a los anexos.

### **10.5. PAISAJE.**

La sección completa de Paisaje, se adjunta en el anexo 10, de este estudio. Favor dirigirse a este apartado para ver con detalle la información. De acuerdo a los lineamientos técnicos que establece el Decreto N° 32966-MINAE, Manual de Instrumentos Técnicos para el Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental (Manual de EIA)- Parte IV: Guía -Estudios de Impacto Ambiental y Pronósticos-Plan de Gestión Ambiental, valoración de los impactos ambientales y términos de referencia y en cumplimiento del mismo, debido a lo extenso de esta sección, se trasladó a los anexos.

### **10.6. MAPA DE ÁREAS SOCIALMENTE SENSIBLES.**

La sección completa de Mapa de Áreas Socialmente Sensibles, se adjunta en el anexo 10, de este estudio. Favor dirigirse a este apartado para ver con detalle la información. De acuerdo a los lineamientos técnicos que establece el Decreto N° 32966-MINAE, Manual de Instrumentos Técnicos para el Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental (Manual de EIA)- Parte IV: Guía - Estudios de Impacto Ambiental y Pronósticos-Plan de Gestión Ambiental, valoración de los impactos ambientales y términos de referencia y en cumplimiento del mismo, debido a lo extenso de esta sección, se trasladó a los anexos.



## 11. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.

Para efectos del Diagnóstico Ambiental del Proyecto de Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional Nº 32 Sección: La Intersección con la Ruta Nacional Nº 4 – Limón, 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.

### 11.1. RESUMEN DEL PROYECTO.

El proyecto consiste en la rehabilitación y ampliación de la Ruta Nacional nº 32 a lo largo de 107,2 km. Los trabajos a realizar comprenden la ampliación a dos carriles sobre el derecho de vía actual (50 metros de ancho), cinco intersecciones a desnivel, las cuales se harán sobre el derecho de vía o bien para ciertos casos, implica la expropiación de algunos terrenos, la construcción y reforzamiento de los puentes nuevos y existentes, tanto en capacidad de carga viva como en capacidad para sismos; rehabilitación o mejoramiento de los dos carriles existentes, entre otras obras que se detallan más adelante. Estas obras se efectuarán, en su mayoría, al lado derecho de la ruta en sentido San José-Limón; el proyecto se llevará a cabo en 2 etapas que se finalizarán en un período aproximado de 42 meses.

La ampliación-rehabilitación de la ruta 32 tendrá una huella de construcción de 1 570 000 m<sup>2</sup> (157,00 ha), a desarrollarse en 536,00 ha, quedando libres 382,00 ha para un futuro desarrollo. En general contará con las siguientes estructuras:

- Tramo de 107,2 km con dos carriles rehabilitados y dos ampliados (nuevos).
- Construcción de 35 puentes vehiculares nuevos y rehabilitación de los 35 existentes.
- Espaldones con un ancho de 1,80 metros a cada lado.
- Construcción de 18 accesos de calles existentes sobre la carretera principal con los respectivos carriles de desaceleración.
- Construcción y remodelación de la Estación de pesaje.
- Construcción de obras de seguridad vial tales como: 26160 metros lineales de ciclovías, aceras, 24 puentes peatonales, 26180 metros lineales de calles marginales, 176 bahías de autobuses, una medianera para la división de los sentidos del tráfico vehicular, 19 pasos a desnivel, 11 retornos, 5 intersecciones a desnivel, así como demarcación horizontal y vertical.
- Sistema de alcantarillado con 84 alcantarillas de tubería y 159 alcantarillas de cuadro.
- Construcción de 146 pasos a nivel y desnivel.
- Una separación física en medio (duplicación de calzada).

Adicionalmente se construirán estructuras temporales como son: 8 campamentos, 7 Oficinas administrativas, 8 Bodegas para maquinaria y materiales, 6 plantas de estructuras prefabricadas, 8 plantas mezcladoras de concreto, y 2 plantas mezcladoras de asfalto; todos se instalarán en 8 lotes



o terrenos cerca del AP en terrenos municipales y de particulares privados en calidad de préstamo o alquiler. Además, se pretende sacar el material de préstamo de 3 sitios autorizados, y los escombros depositarlos en 4 sitios o escombreras, distribuidas cerca al AP y a lo largo de la ruta en construcción.

La obra se construirá en una sola etapa, en tres tramos, con actividades ejecutándose de manera coordinada y simultánea por un periodo de 34 meses, desde el momento que se adquieran todos los permisos y viabilidad ambiental.

## 11.2. ELEMENTOS DEL PROYECTO GENERADORES DE IMPACTOS AMBIENTALES.

A continuación, se enumeran las actividades que, potencialmente, generarán impactos ambientales en cada fase del Proyecto.

### 11.2.1. FASE CONSTRUCTIVA.

ACTIVIDADES	DEFINICIÓN	FUENTES DE IMPACTO
<b>Eliminación de la vegetación.</b>	Acción de cortar árboles, palmas y arbustos.	Emisión de gases y ruido a causa del uso de maquinaria y vehículos. Generación de desechos orgánicos. Afectación de la flora y la fauna.
<b>Movimiento de tierras.</b>	Consiste en la nivelación y relleno del terreno para la conformación de la base vial y de colocación de las diferentes capas de la carpeta asfáltica. 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.
<b>Habilitación edificaciones temporales.</b>	Consiste en habilitar áreas específicas en algunas propiedades aledañas para depositar el material <i>orgánico</i> de construcción, así como	Impacto en la economía local por renta de terrenos.



ACTIVIDADES	DEFINICIÓN	FUENTES DE IMPACTO
	campamentos residenciales, bodegas para el material y maquinaria, oficinas de ingenieros y personal, plantas de prefabricados, Plantas mezcladoras de concreto y asfalto.	Movimiento de vehículos dentro y fuera del derecho de vía del AP.  Generación de ruido y polvo.  Alteración del terreno y del paisaje.
<b>Transporte de material y equipos.</b>	Traslado de material constructivo usual hasta el AP, hacia los puntos de escombreras, hacia las plantas de prefabricados y mezcladoras de concreto y asfalto.	Circulación de vehículos pesados.  Entrada y salida de vehículos al AP.  Generación de ruido y polvo.  Emisiones de gases por la combustión de combustibles fósiles.
<b>Obras civiles</b>	Rehabilitación y construcción de carriles de la vía, puentes peatonales, calles marginales, drenajes, bahías para autobuses, puentes, separación de vía, aceras, ciclovías, accesos de vías aledañas, pasos a desnivel, entre otros.	Impacto a nivel de empleo, economía local, bienestar social y valor de los terrenos.  Entrada y salida de vehículos livianos y pesados.  Uso de equipos pesados y herramientas que generan ruido.  Generación de desechos comunes y escombros.  Alteración de los procesos ecológicos y del ambiente existente.
<b>Generación de aguas residuales</b>	Aguas residuales generadas durante la etapa de construcción.	Contaminación de fuentes de aguas superficiales y subterráneas.  Afectación de los procesos ecológicos.
<b>Generación de desechos sólidos</b>	Desechos domésticos, industriales y propios de la construcción.	Afectación al paisaje por desechos, contaminación de aguas superficiales y afectación del suelo.
<b>Bienestar social: Actividades de construcción.</b>	Comprende todas las actividades relacionadas con el Proyecto durante la etapa constructiva.	Generación de empleos directos e indirectos, ingresos por concepto de arrendamiento de propiedades, alimentación, hospedaje, entre otros.



### 11.2.2. FASE OPERATIVA.

ACTIVIDADES	DEFINICIÓN	FUENTES DE IMPACTO
<b>Mantenimiento y operación de los carriles de la vía principal, calles marginales, puentes peatonales, pasos a desnivel, ciclovías, entre otras.</b>	Se necesita personal para darle mantenimiento a las diversas estructuras de la vía, principalmente en las labores de demarcación vial, así como en el derecho de vía durante las diversas fases o construcción de las diferentes secciones de la ruta.	Impacto a nivel de empleo, economía local, bienestar social, disminución de escorrentía superficial, disminución de fijación natural.  Mayor flujo vehicular con el consecuente aumento de emisiones de gases por la combustión de combustibles fósiles.
<b>Generación de aguas residuales</b>	En el proceso de operación se generan aguas residuales de tipo doméstico e industrial (asfalto y concreto, pintura).	Contaminación de aguas superficiales.  Deterioro del suelo que se encuentra cerca de las diferentes estructuras viales.
<b>Generación de desechos sólidos</b>	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.

### 11.3. 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; si bien es cierto no se maneja ninguno peligroso directamente en el AP, 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, construcción de puentes, pasos a desnivel, puentes peatonales y demás estructuras; luego para el transporte de material y equipo al sitio de trabajo. Durante la fase operativa, se prevé que el ruido sea el que genera el tráfico vehicular, el cual existe actualmente y el que pueda generarse por la maquinaria en procesos de mantenimiento.

- 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. En la etapa operativa, la afectación al aire sería a causa de las emisiones de los vehículos que transiten la ruta.

- Flora:

Se requiere eliminar vegetación, la cual se hará tramitando todos los permisos respectivos como se observa en el [Anexo 9](#). Ciertos 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 eliminación de la vegetación existente; principalmente las aves, también mamíferos y ovíparos de clases muy diversas. Existe una barrera física para la fauna silvestre al existir ya una carretera.

- Suelo:

El suelo se verá afectado principalmente por el movimiento de tierras, compactación de las bases y subbases de puentes, carriles 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. Se prevén ingresos económicos por el arrendamiento temporal de propiedades y compra de material de construcción, arrendamiento de vehículos pesados, entre otros. Además, los ingenieros, técnicos y demás trabajadores del proyecto, durante la instalación del mismo, 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. También se debe considerar la posible atracción de personas que quieren conocer el proyecto.

- Paisaje:

El Proyecto impondrá una alteración del actual paisaje, ya que deberá eliminarse la cobertura vegetal existente para la edificación de las estructuras y ejecutar movimientos de tierra importantes sobre el actual derecho de vía.

- Bienestar social:

Corresponde al nivel de bienestar social y calidad de vida de las personas que habitan las comunidades dentro del área de influencia directa. El proyecto puede tener un impacto positivo, si se desarrolla un plan de capacitación y entrenamiento para personal no calificado, ya que los trabajadores locales pueden adquirir mayores destrezas y habilidades en otros campos,



ampliándose así sus posibilidades de empleo en otros sectores que nos son ni agricultura ni la ganadería. Por otra parte, las actividades constructivas pueden generar perturbaciones a las actividades cotidianas de los pobladores y usuarios, inconveniente que será compensado con mecanismos eficientes de regulación del tránsito en cada frente de trabajo.

Otro aspecto positivo asociado al proyecto, es que con las obras a realizar se solucionan y mejoran muchas de las condiciones actuales de la población, como inexistencia de pasos peatonales, carriles de retorno, mejoras en los drenajes, etc.

#### **11.4. IDENTIFICACIÓN Y PRONÓSTICOS DE IMPACTOS AMBIENTALES.**

La interrelación entre el ambiente biótico y abiótico, con un proceso constructivo, siempre produce impactos negativos y algunas veces positivos. Estos impactos pueden ser significativos o no significativos. Los impactos negativos significativos es necesario prevenirlos y en el caso de no poderse eliminar por completo, deben de ser mitigados o compensados.

En el caso del Proyecto de Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional Nº 32 Sección: La Intersección con la Ruta Nacional Nº 4 – Limón, se identificarán a continuación una serie de impactos potenciales que serán clasificados en orden de magnitud y posteriormente se presentarán las medidas propuestas para realizar una mitigación correcta y eficiente en aras de lograr un desarrollo en armonía con el ambiente.

Es con base en la descripción del entorno del proyecto presentada anteriormente que se debe trabajar y evitar o mitigar los impactos negativos relacionados con la ejecución de este Proyecto. Se utilizará la matriz básica de Leopold para la identificación de los impactos ambientales que generará el Proyecto.



**Cuadro 11.1.** Matriz básica de Leopold para la identificación de los impactos ambientales que potencialmente se producirán en el Proyecto.

ENTORNO DEL PROYECTO				ACTIVIDADES DEL PROYECTO											
				FASE CONSTRUCTIVA							FASE OPERATIVA				
				Eliminación de vegetación	Movimiento de tierras	Habilitación de Edificaciones temporales	Transporte de Materiales y equipos	Generación de aguas residuales	Generación de desechos sólidos	Obras civiles	Mantenimiento y Operación del proyecto	Generación de desechos sólidos	Generación de aguas residuales		
				A	B	C	D	E	F	G	H	I	J		
ELEMENTOS DEL ENTORNO AMBIENTE POTENCIALMENTE IMPACTABLES	BIÓTICO	Flora	1	A1	B1	C1						H1			
		Fauna	2	A2	B2	C2	D2	E2	F2	G2		H2	I2	J2	
	FÍSICO/ QUÍMICO	Calidad sónica	3	A3	B3	C3	D3				G3		H3		
		Calidad del aire	4	A4	B4	C4	D4	E4	F4	G4		H4	I4	J4	
		Aguas superficiales y subterránea	5	A5	B5	C5	D5	E5	F5	G5		H5	I5	J5	
		Suelo	6	A6	B6	C6	D5	E6	F6	G6		H6	I6	J6	
	SOCIAL CULTURAL	Empleo	7	A7	B7	C7	D7	E7	F7	G7		H7	I7	J7	
		Economía local	8	A8	B8	C8	D8	E8	F8	G8		H8			
		Paisaje	9	A9	B9	C9	D9	E9	F9	G9		H9	I9	J9	
		Bienestar social	10	A10	B10	C10	D10			G10		H10			



### 11.5. 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 leñosa y no leñosa que a lo largo de los años ha crecido a todo lo largo del derecho de vía de la Ruta 32. Esta limpieza se realiza, con el fin de liberar el espacio para dar inicio a las actividades de movimiento de tierra y reubicación de los servicios básicos existentes. Se generan impactos directos sobre la fauna, al reducirse la cobertura de anidación, alimento, percha y protección. Además, el equipo utilizado para la corta, genera ruido y libera gases producto de la combustión interna de sus motores. Por otra parte, se reduce la capacidad de fijación natural de carbono y afecta el paisaje natural. También, también genera impactos positivos al crear fuentes de empleo temporales, lo que genera un beneficio en la economía local, el bienestar social por los ingresos recibidos y productos maderables obtenidos para los centros educativos de la región y a la vez por el aumento de las actividades comerciales en las zonas aledañas.

- Movimientos de tierra:

Corresponde a la eliminación de la capa orgánica del suelo, la remoción de suelo de baja calidad y sustitución del mismo por otro material de calidad que permita la estabilidad de las estructuras que soportarán las diferentes capas de vía, estructuras de puentes, ciclovías, bahías de autobuses, accesos de calles, 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- alterar 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 cubiertas principalmente por pastos. 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 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, principalmente a nivel de la ruta 32 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 construcción de dos carriles adicionales contiguos a los ya existentes, la rehabilitación de los existentes, así como de la construcción y rehabilitación de puentes, la construcción de ciclovías, pasos a desnivel, accesos a calles existentes, calles marginales y demás infraestructura descrita. Esta actividad implica mayor cantidad de mano de obra no calificada, semicalificada y calificada, que podría ser abastecida por las comunidades vecinas, lo cual favorece a la economía de la localidad de varias maneras, incluyendo por aumento del comercio local de servicios y por ende contribuye 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, así como un mal manejo podría provocar la contaminación de quebradas y ríos, pozos.



La construcción de nuevas obras civiles en este proyecto podría generar un impacto sobre el paisaje y la fauna local, debido a que hay un aumento en el área construida por lo que se incrementaría la barrera física que dificultaría el paso de especies animales de un sector a otro.

- Mantenimiento y operación de carriles habilitados, puentes, pasos a desnivel, puentes peatonales:

Corresponde a la puesta en marcha y operación del Proyecto, la misma será paulatina ya que está estructurado para realizarse en un horizonte de 2-3 años. Además, va a generar, aunque en menor cantidad, empleos directos. Puede haber afectaciones a la fauna y al paisaje, así como mayor circulación de vehículos. También habrá impactos positivos como aportes directos e indirectos a la economía local, solución de problemas existentes en las comunidades vecinas y mejoras en competitividad a nivel de provincia y país.

- 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 durante la etapa constructiva, son principalmente ordinarias, y en la etapa operativa no se prevé generación de aguas residuales, excepto en etapas de mantenimiento o control.

#### **11.6. SELECCIÓN DE LA OPCIÓN DEL PROYECTO.**

El Proyecto de Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional No. 32 Sección: La Intersección con la Ruta Nacional Nº 4 – Limón fue establecido dentro de un convenio marco entre el Gobierno de la República de Costa Rica y el Gobierno de la República Popular China en un proceso directo de gobierno a gobierno sin demás oferentes. El proyecto como tal ha sido modificado desde el inicio con el fin de garantizar la calidad de las obras, la viabilidad ambiental, mantener las garantías contractuales y financieras que establece la legislación de ambas naciones.

El Proyecto por desarrollarse en el derecho de vía actual y relacionarse con la rehabilitación-ampliación de una ruta existente no posee diferentes opciones de trazado. Las opciones de trazado son: a.) Dirigir todas las obras de ampliación en el margen derecho en sentido San José-Limón, o b.) Trazar secciones de ampliación en ambos márgenes de la actual vía, según las condiciones estructurales presentes y de costos operativos, con el objetivo de agilizar la construcción de las obras. El diseño del proyecto de la nueva ruta plantea dirigir el trazado en ambos márgenes, pero



con mayor frecuencia sobre el margen derecho (San José-Limón) permitiendo un mejoramiento de las características viales, un mejor traslado de mercancías y materiales, así como de los diferentes usuarios de la vía; mejora la seguridad vial al dotarla de estructuras para el paso fluido de vehículos en general, y aporta obras para el paso de ciclistas y peatones.

#### **11.7. MAPA SUSCEPTIBILIDAD AMBIENTAL INTEGRAL VRS COMPONENTE PROYECTO.**

Esta sección se desarrolló en el tema de amenazas naturales capítulo 7, específicamente en la sección 7.6.10, donde se integra en el mapa todos los factores relacionados con riesgo ambiental y su respectiva influencia sobre estos factores ambientales; considerando los lineamientos técnicos que establece el Decreto Nº 32966-MINAE, Manual de Instrumentos Técnicos para el Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental (Manual de EIA)- Parte IV: Guía -Estudios de Impacto Ambiental y Pronósticos-Plan de Gestión Ambiental, valoración de los impactos ambientales y términos de referencia.

La finalidad del mapa de susceptibilidad ambiental integral versus componente del proyecto es identificar los efectos que tendrán las actividades del proyecto dentro del AP con respecto al ambiente circundante donde se desarrollará la obra vial, además se podrá detectar los sitios sensibles de amenaza, del algún tipo, que requieran un tratamiento especial en las secciones siguientes del presente estudio.





## 12. EVALUACIÓN DE IMPACTOS Y MEDIDAS CORRECTIVAS.

En este capítulo se presenta la valoración de los impactos potenciales identificados en el Capítulo 11, utilizando la metodología establecida en el Decreto Ejecutivo N° 32966-MINAE. Mediante esta metodología, se establece la Matriz de Importancia de Impacto Ambiental (MIIA), que considera los siguientes parámetros:

**Signo del Impacto (+/ -):** Hace alusión al carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos indicadores o factores considerados. Es posible considerar un tercer signo (\*) para impactos cuya magnitud depende de otros factores externos al proyecto, y que requieren de una evaluación general de estas circunstancias. Para los impactos negativos (-) que superen los estándares pre-establecidos, se deben de fijar medidas de mitigación o corrección.

**Intensidad (IN):** Este término se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que se actúa. El rango de valoración estará comprendido entre 1 y 12, en el que 12 expresará una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto, y el 1 una afección mínima. Los valores comprendidos entre esos dos términos reflejarán situaciones intermedias. Debe tomarse en cuenta que esta valoración se realiza en función de porcentaje del área del proyecto (AP) que está siendo directamente afectada.

**Extensión (EX):** Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto, obra o actividad. Su valoración puede variar entre 1 y 8, dependiendo si el efecto es de carácter Puntual, Parcial, Extenso, o Total, con respecto a la distribución del impacto en las áreas de influencia del proyecto. Para aquellos casos donde el impacto se de en un punto crítico (ejemplo: aguas arriba de una toma), se le suman 4 puntos a su valoración correspondiente.

**Momento (MO):** El plazo de manifestación del impacto, se refiere al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor o indicador del medio considerado. Así pues, cuando el tiempo transcurrido sea nulo, el momento será Inmediato, asignándole un valor de 4; si es un periodo de 1 a 5 años, se considerará Medio Plazo (2), y si el efecto tarda en manifestarse más de cinco años, Largo Plazo (1). Si ocurriese alguna circunstancia que hiciese crítico el momento del impacto, cabría atribuirle un valor de 4 unidades por encima de las especificadas.

**Persistencia (PE):** Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto a partir de su aparición y al plazo en que tardaría el factor afectado en volver a sus condiciones previas, ya sea mediante recuperación natural o medidas de mitigación. Se valora entre 1 y 4 puntos, dependiendo de si es Fugaz, Temporal, o Permanente.



**Reversibilidad (RV):** Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado como consecuencia de la acción acometida, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales. Se le asignan valores entre 1 y 4 para efectos de corto plazo, largo plazo, o irreversibles.

**Recuperabilidad o Medidas Correctivas (MC):** La posibilidad de introducir acciones o medidas correctivas (prevención o mitigación) para remediar los impactos con intervención humana. Se valora entre 1 y 8 puntos, si la recuperación es inmediata, a medio plazo, parcial, o irrecuperable.

**Sinergia (SI):** Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. El componente total de la manifestación de los efectos simples, provocada por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provoca actúan de manera independiente y no simultánea. Se valora entre 1 y 4 dependiendo de su grado de sinergismo. Si hay acciones que más bien provocan un debilitamiento entre sí, la valoración 1 a 4 tendrá un signo negativo.

**Acumulación (AC):** Este atributo da la idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera. Cuando una acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple), el efecto se valora como 1, si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa a 4.

**Efecto (EF):** Este atributo se refiere a la relación causa-efecto en términos de su direccionalidad, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción consecuencia directa de ésta, se le asigna un valor de 4. En caso de que se presente un efecto indirecto o secundario, es decir que tiene lugar a partir de un efecto primario, y no existe un efecto directo asociado a esa misma acción, se le asigna al impacto un valor de 1.

**Periodicidad (PR):** La periodicidad se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma esporádica en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (continuo). A los efectos continuos se les asigna un valor de 4, a los periódicos un valor de 2, y a los de aparición irregular, que deben evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia, así como a los discontinuos un valor de 1.

Todos estos factores se combinan para obtener la Importancia **(I)** del Impacto, a partir de la siguiente ecuación:

$$I = \pm [3 IN + 2 EX + MO + PE + PV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

La Importancia del impacto presenta valores extremos de 13 y 100. Los impactos con Importancia menor a 25 se consideran Irrelevantes; entre 25 y 50 son Moderados; entre 51 y 75 son Severos; y se consideran Críticos cuando superan los 75 puntos.



## 12.1. MEDIO FÍSICO/QUÍMICO.

En este apartado, se presenta la valoración de impactos en el medio físico, durante la fase constructiva y operativa, según la metodología del Decreto 32966-MINAE. Se identificarán los impactos significativos para cada fase y se describirán las medidas de mitigación correspondientes.

Cuadro 12.1. Impactos potenciales del medio físico/químico durante la etapa de construcción del Proyecto.

MATRIZ DE IDENTIFICACION DE IMPACTOS POTENCIALES, ETAPA CONSTRUCTIVA													
FACTOR IMPACTADO	ACCIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO vrs VALORACIÓN DE IMPACTOS												
	Eliminación de vegetación												
	Sig.	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR		Impacto
Calidad sónica	-	1	1	2	1	1	1	1	1	4	1	-17	Irrelevante
Calidad del aire	-	1	1	2	1	1	1	1	1	4	1	-17	Irrelevante
Aguas superficiales y subterránea	-	1	1	2	1	2	2	2	1	1	1	-17	Irrelevante
Suelo	-	1	1	1	2	2	2	2	1	4	1	-20	Irrelevante
	Movimiento de tierras												
	Sig.	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR		Impacto
Calidad sónica	-	2	1	2	1	1	1	1	1	4	1	-20	Irrelevante
Calidad del aire	-	2	1	2	1	1	1	1	4	4	1	-23	Irrelevante
Aguas superficiales y subterránea	-	2	2	1	2	2	2	2	4	1	2	-26	Moderado
Suelo	-	6	2	4	2	2	2	2	4	4	4	-46	Moderado
	Habilitación de edificaciones temporales												
	Sig.	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR		Impacto
Calidad sónica	-	2	1	2	1	1	1	1	1	4	2	-21	Irrelevante
Calidad del aire	-	2	1	2	1	1	2	1	4	4	2	-25	Moderado
Aguas superficiales y subterránea	-	3	1	1	2	2	2	1	4	4	2	-29	Moderado
Suelo	-	3	1	2	2	2	2	1	4	4	4	-32	Moderado
	Transporte de material y equipos												
	Sig.	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR		Impacto
Calidad sónica	-	2	1	2	1	1	1	1	1	4	1	-20	Irrelevante
Calidad del aire	-	2	1	2	1	1	1	1	4	4	1	-23	Irrelevante
Aguas superficiales y subterránea	-	2	1	2	1	2	1	1	1	1	1	-18	Irrelevante
Suelo	-	3	1	2	2	2	2	2	1	4	2	-28	Moderado



Generación de aguas residuales													
	Sig.	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	Impacto	
Calidad del aire	-	1	1	2	1	1	1	1	1	4	1	-17	Irrelevante
Aguas superficiales y subterránea	-	2	1	2	1	2	2	1	4	4	1	-25	Moderado
Suelo	-	2	1	2	2	2	2	1	4	4	2	-27	Moderado
Generación de desechos sólidos													
	Sig.	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	Impacto	
Calidad del aire	-	1	1	2	1	1	1	1	1	4	2	-18	Irrelevante
Aguas superficiales y subterránea	-	2	1	2	2	2	2	1	1	1	2	-21	Irrelevante
Suelo	-	3	1	2	2	2	2	2	1	4	2	-28	Moderado
Obras civiles													
	Sig.	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	Impacto	
Calidad sónica	-	2	1	2	2	2	2	1	1	1	2	-21	Irrelevante
Calidad del aire	-	2	1	2	2	2	2	1	1	1	2	-21	Irrelevante
Aguas superficiales y subterránea	-	2	1	2	4	2	2	2	4	1	2	-27	Moderado
Suelo	-	2	2	4	4	4	4	2	4	4	4	-40	Moderado

\*\* Sig: signo de impacto, IN: Intensidad, EX: Extensión, MO: Momento, PE: Persistencia, RV: Reversibilidad, MC: Recuperabilidad, SI: Sinérgia, AC: Acumulación, EF: Efecto, PR: Periodicidad.

Cuadro 12.2. Impactos potenciales del medio físico/químico durante la etapa de operación.

MATRIZ DE IMPACTOS POTENCIALES DEL MEDIO FÍSICO, ETAPA OPERATIVA													
FACTOR IMPACTADO	ACCIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO vrs. VALORACIÓN DE IMPACTOS												
Mantenimiento y Operación del proyecto													
	Sig.	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	Impacto	
Calidad sónica	-	1	1	1	4	2	1	1	1	4	4	-23	Irrelevante
Calidad del aire	-	1	1	1	4	2	2	1	4	4	4	-27	Moderado
Aguas superficiales y subterránea	-	1	1	1	4	2	2	1	4	1	2	-22	Irrelevante
Suelo	-	1	1	2	4	4	4	1	4	4	2	-30	Moderado
Generación de desechos sólidos													
	Sig.	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	Impacto	
Calidad del aire	-	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	-14	Irrelevante
Aguas superficiales y subterránea	-	1	1	2	1	1	2	1	4	1	1	-18	Irrelevante
Suelo	-	1	1	2	1	1	2	1	4	4	2	-22	Irrelevante



	Generación de aguas residuales											Impacto	
	Sig.	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR		
Calidad del aire	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-13	Irrelevante
Aguas superficiales y subterránea	-	1	1	1	2	2	2	1	1	4	1	-19	Irrelevante
Suelo	-	1	1	1	2	2	2	1	1	4	2	-20	Irrelevante

\*\* Sig: signo de impacto, IN: Intensidad, EX: Extensión, MO: Momento, PE: Persistencia, RV: Reversibilidad, MC: Recuperabilidad, SI: Sinérgia, AC: Acumulación, EF: Efecto, PR: Periodicidad.

### 12.1.1. MEDIDAS DE MITIGACIÓN.

#### 12.1.1.1. 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 (C4 -25) ya que se van a incorporar en áreas pocos alteradas y debido a la escala de la actividad que representan para el proyecto. 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 de las plantas durante la ejecución de las obras. Esto podría provocar molestias en 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 maquinarias 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 los mismos.
- ✓ Establecer horarios de trabajo y alternar las tareas en el uso de la maquinaria pesada según la sección de la ruta y de acuerdo a la obra, con el objetivo de no entorpecer la circulación restringida de vehículos en el tramo de la ruta 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 eviten 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 del gas, 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 materiales a fines 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.
- ✓ El personal en general, deberá 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 componentes 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 (B5 -26), habilitación de edificaciones temporales (C5 -29), generación de aguas residuales (E5 -25), y la construcción de obras civiles (G5 -27).



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 hidráulico, 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 removidas, 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 del mismo.
- ✓ 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 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 materiales a fines 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 (B6 -46), habilitación de edificaciones temporales (C6 -32), transporte de materiales y equipos (D6 -28), generación de aguas residuales (E6 -27), generación de desechos sólidos (F6 -28), y construcción de obras civiles (G6 -40).

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 los mismos. 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 al plan regulador de cada municipalidad.
- ✓ Se debe emplear equipos y maquinarias en buen estado para evitar derramen de hidrocarburos.

#### **12.1.1.2. Etapa Operativa.**

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



- **Suelo:**

Principalmente las labores de mantenimiento de las diferentes obras y de las áreas del derecho de vía (H6 -30), 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 disponer 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 derramen 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 recolectadas 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:**

La calidad del aire se podrá ver afectada debido a las labores de mantenimiento de las diversas estructuras y por el funcionamiento de la ruta ampliada (H4 -27), debido a que se utilizan una serie de sustancias químicas y se generan una serie de desechos sólidos, que, en conjunto, emiten una serie de gases y material particulado si no se efectúan apropiadas técnicas y equipos para reducir las emisiones.

Medidas correctivas:

- ✓ Contar con un protocolo estricto de manejo de los desechos sólidos y tóxicos producto del mantenimiento de las diferentes estructuras del proyecto.
- ✓ Los equipos y maquinarias para el manejo de desechos sólidos deben estar en buen estado y contar con dispositivos o mecanismos para evitar la emisión de contaminantes.
- ✓ Todos los equipos y artefactos destinados para las diferentes operaciones de mantenimiento y funcionamiento deben poseer un adecuado mantenimiento para evitar la emisión de gases a niveles perjudiciales para la calidad del aire.
- ✓ Evitar depositar o almacenar sustancias tóxicas o químicas en bodegas mal ventiladas o con malas condiciones de almacenaje. Estos sitios se deben regir según las normas nacionales e internacionales de manejo de productos tóxicos.



- ✓ Disponer del equipo de seguridad apropiado para todos los trabajadores durante la manipulación de productos químicos como la pintura para la demarcación vial y de la mezcla asfáltica.
- ✓ Establecer horarios apropiados para las actividades de mantenimiento periódico, según la demanda vial y picos de mayor tránsito para evitar las aglomeraciones de vehículos en espera.
- ✓ Mantener medios efectivos de comunicación para la ciudadanía y usuarios de la ruta, en caso que se den frentes de mantenimiento y se requieren que tomen vías alternas.

### 12.1.2. MATRIZ DE IMPACTOS DEPURADA.

A continuación, se presentan las matrices de impactos depuradas para el medio físico/químico, según lo establecido en el Decreto Ejecutivo No 32966-MINAE.

CUADRO 12.3. Matriz de Impactos depurada para la etapa de construcción, Medio Físico/químico.

FACTORES AMBIENTALES IMPACTADOS		ACCIONES IMPACTANTES							Total Fase de Construcción
		FASE DE CONSTRUCCIÓN							
		Eliminación de vegetación	Movimientos de tierras	Habilitación de edificaciones temporales	Transporte de material y equipos	Generación de aguas residuales	Generación de desechos sólidos	Obras civiles	
CONSIDERANDO	COMPONENTE FÍSICO/QUÍMICO								
	Calidad sónica	Irre	Irre	Irre	Irre	NA	NA	Irre	Irre
	Calidad del aire	Irre	Irre	-25	Irre	Irre	Irre	Irre	-25
	Agua aguas superficiales	Irre	-26	-29	Irre	-25	Irre	-27	-107
	Suelo	Irre	-46	-32	-28	-27	-28	-40	-201
<b>Total del impacto medio</b>		Irre	-72	-86	-28	-52	-28	-67	<b>-333</b>

\*\* NA: no aplica; Irre: Irrelevante.



La mayoría de los impactos ambientales en la fase constructiva para este proyecto de ampliación y rehabilitación de vía existente, se clasifican como irrelevante y/o moderado. Como es de esperarse, los impactos más relevantes se producen sobre el suelo y sobre las aguas superficiales productos de los movimientos de tierra, la habilitación de estructuras temporales y el establecimiento de nuevas estructuras viales, llegando a ser de categoría moderada, debido principalmente a las condiciones actuales y por emplearse mejores tecnologías.

CUADRO 12.4. Matriz de Impactos depurada para la etapa de operación, Medio Físico/químico.

FACTORES AMBIENTALES IMPACTADOS		ACCIONES IMPACTANTES			Total fase de Operación	Total fase de Construcción	TOTAL DE SIGNIFICANCIA	
		FASE DE OPERACIÓN						
		Operación del proyecto	Generación de desechos sólidos	Generación de aguas residuales				
CONSIDERANDO	COMPONENTE FÍSICO							
		Calidad sónica	Irre	NA	NA	Irre	Irre	Irre
		Calidad del aire	-27	Irre	Irre	-27	-25	-52
		Agua aguas superficiales	Irre	Irre	Irre	Irre	-107	-107
		Suelo	-30	Irre	Irre	-30	-201	-231
<b>Total del impacto medio</b>		-57	Irre	Irre	-57	-333	-390	

\*\* NA: no aplica; Irre: Irrelevante.

En la fase operativa, las diferentes actividades de mantenimiento y de funcionamiento de la obra incrementarán de manera irrelevante los diferentes impactos ambientales, debido a la mejora de las estructuras y a un mejor diseño de la vía.



## 12.2. MEDIO BIÓTICO.

En este apartado, se presenta la valoración de impactos en el medio biótico, durante la fase constructiva y operativa, según la metodología del Decreto 32966-MINAE. Se identificarán los impactos significativos para cada fase y se describirán las medidas de mitigación correspondientes.

CUADRO 12.5. Impactos potenciales del medio biótico durante la etapa de construcción del Proyecto.

MATRIZ DE IDENTIFICACION DE IMPACTOS POTENCIALES, ETAPA CONSTRUCTIVA													
FACTOR IMPACTADO	ACCIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO vrs. VALORACIÓN DE IMPACTOS												
	Eliminación de vegetación												
	Sig.	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR		Impacto
Fauna	-	2	1	4	2	2	2	2	1	1	1	-23	Irrelevante
Flora	-	6	2	4	2	2	2	2	1	4	4	-43	Moderado
	Movimiento de tierras												
	Sig.	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR		Impacto
Fauna	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-13	Irrelevante
Flora	-	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	-15	Irrelevante
	Habilitación de edificaciones temporales												
	Sig.	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR		Impacto
Fauna	-	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	-18	Irrelevante
Flora	-	2	1	4	2	2	2	1	1	4	2	-26	Moderado
	Transporte de materiales y equipos												
	Sig.	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR		Impacto
Fauna	-	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	-16	Irrelevante
	Generación de aguas residuales												
	Sig.	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR		Impacto
Fauna	-	1	1	2	2	2	1	1	1	4	1	-19	Irrelevante
	Generación de desechos sólidos												
	Sig.	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR		Impacto
Fauna	-	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	-15	Irrelevante





	Obras civiles													
	Sig.	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR		Impacto	
Fauna	-	2	2	2	2	2	2	1	4	1	2	-26	Moderado	

\*\* Sig: signo de impacto, IN: Intensidad, EX: Extensión, MO: Momento, PE: Persistencia, RV: Reversibilidad, MC: Recuperabilidad, SI: Sinérgia, AC: Acumulación, EF: Efecto, PR: Periodicidad.

CUADRO 12.6. Impactos potenciales del medio biótico durante la etapa de operación.

MATRIZ DE IMPACTOS POTENCIALES DEL MEDIO FÍSICO, ETAPA OPERATIVA														
FACTOR IMPACTADO	ACCIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO vrs. VALORACIÓN DE IMPACTOS													
	Mantenimiento y Operación del proyecto													
	Sig.	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR		Impacto	
Fauna	-	2	1	2	4	2	2	1	1	1	4	-25	Moderado	
Flora	-	1	1	2	2	2	2	1	1	1	2	-18	Irrelevante	
	Generación de desechos sólidos													
	Sig.	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR		Impacto	
Fauna	-	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	-15	Irrelevante	
	Generación de aguas residuales													
	Sig.	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR		Impacto	
Fauna	-	1	2	4	2	2	2	1	1	4	1	-24	Irrelevante	

\*\* Sig: signo de impacto, IN: Intensidad, EX: Extensión, MO: Momento, PE: Persistencia, RV: Reversibilidad, MC: Recuperabilidad, SI: Sinérgia, AC: Acumulación, EF: Efecto, PR: Periodicidad.

## 12.2.2. MEDIDAS DE MITIGACIÓN.

### 12.2.2.1. Fase Constructiva.

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

- **Fauna:**

Durante la ejecución de la obra podría haber un impacto indirecto en la fauna de la zona, debido a la construcción de obras civiles (G2 -26).

Las labores de conformación de los espacios de construcción de las obras civiles, los carriles nuevos y vías de acceso, drenajes; podría causar varios impactos durante la fase de construcción, generando efectos de manera temporal, como son la pérdida de fuentes de alimentación, refugio



y de anidación de algunas especies de aves, reptiles y mamíferos, así como condiciones temporales adversas de ruido que generaría la migración temporal de algunas especies.

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 con cobertura arbórea aledañas.
- ✓ Fomentar la conectividad entre zonas de protección a manera de corredores, ya sea mediante pasos de fauna artificial o natural, donde las especies puedan desplazarse por diferentes zonas.
- ✓ Mantener las letrinas móviles en buenas condiciones para evitar derramen de aguas residuales, malos olores, o bien alejadas de drenajes o cuerpos de agua.
- ✓ Mantener coberturas artificiales como plásticos o textiles sobre los depósitos temporales de los desechos sólidos para evitar derramen 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 construcción o de cualquier índole, donde permita verificar la no presencia de animales sobre las áreas de trabajo o en las áreas de apertura de obras para evitar daños o mortalidad.

- **Flora:**

La ejecución de la obra podría llevar un impacto directo a la flora existente, debido a eliminación de la vegetación (A1 -43), y habilitación de edificaciones temporales (C1 -26).

Las labores constructivas conllevan una serie de actividades dentro del AP, entre estas, la eliminación de vegetación, esta actividad genera un impacto fuerte a la vista, pero de manera momentáneo, que ocurre en un área puntual dentro del AP, pero no de efecto 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 que éstos cumplen.

Medidas correctivas:

- ✓ Realizar todos los trámites legales requeridos para que el proyecto vial cumpla con la normativa vigente y bajo el consentimiento de las autoridades estatales.



- ✓ Asesorarse con un profesional forestal con amplia experiencia, que garantice 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.
- ✓ Efectuar las labores de corta de árboles hasta que se obtengan los respectivos permisos ante el Ministerio del Ambiente y Energía.
- ✓ 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.
- ✓ Deben tomarse todas las precauciones necesarias para proteger de cualquier daño o mutilación a los árboles remanentes o los que se encuentren fuera del AP.
- ✓ Proteger las áreas adyacentes al proyecto evitando el ingreso de maquinaria a esos sitios.
- ✓ Restablecer, en lo posible, la cobertura vegetal (especies) 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. Estas áreas deberán contar con la aprobación de las autoridades competentes y fuera de los límites establecidos por la normativa nacional de cualquier cuerpo de agua (ríos, quebradas, humedales, pozos, nacientes).
- ✓ 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 vial con especies nativas o autóctonas con el objetivo de recuperar las áreas intervenidas, en especial zonas de protección de ríos, quebradas y humedales; y darle 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.



#### 12.2.2.2. Etapa 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 de la nueva vía (H2 -25), 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 afectada y ahuyentarse, debido a que las luces, los periódicos ruidos del tránsito diario, de algunas labores de mantenimiento de los diferentes componentes del proyecto y de las áreas verdes; sin embargo, reiterando que se utilizará únicamente el 30% del derecho de vía y que implementarán medidas correctivas, el impacto se espera sea muy 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.
- ✓ Usar los dispositivos reflectivos o de iluminación en las labores de mantenimiento, sólo en casos estrictamente necesarios.
- ✓ Evitar el uso de "piteretas" o medios auditivos de alto nivel 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 viales autorizados por el MOPT para que los conductores reduzcan la velocidad o estén atentos.

Para complementar las medidas de mitigación en fase operativa para el componente fauna, se han enumerado y esquematizado una serie de obras de mitigación en el anexo 21, Estudio y Medidas Ambientales para la Fauna.



### 12.2.3. MATRIZ DE IMPACTOS DEPURADA.

A continuación, se presentan las matrices de impactos depuradas para el medio biótico, según lo establecido en el Decreto Ejecutivo No 32966-MINAE.

CUADRO 12.7. Matriz de Impactos depurada para la etapa de construcción, Medio Biótico.

FACTORES AMBIENTALES IMPACTADOS		ACCIONES IMPACTANTES							Total fase de Construcción
		FASE DE CONSTRUCCIÓN							
		Eliminación de vegetación	Movimientos de tierras	Habilitación de Edificaciones temporales	Transporte de material	Generación de aguas residuales	Generación de desechos sólidos	Obras civiles	
CONSIDERANDO COMPONENTE BIÓTICO	Fauna	Irre	Irre	Irre	Irre	Irre	Irre	-26	-26
	Flora	-43	Irre	-26	NA	NA	NA	NA	-69
	<b>Total del impacto medio</b>	-43	Irre	-26	Irre	Irre	Irre	-26	-95

\*\* NA: no aplica; Irre: Irrelevante.

CUADRO 12.8. Matriz de Impactos depurada para la etapa de operación, Medio Biótico.

FACTORES AMBIENTALES IMPACTADOS		ACCIONES IMPACTANTES			Total fase de Operación	Total fase de Construcción	TOTAL DE SIGNIFICANCIA
		FASE DE OPERACIÓN					
		Operación del proyecto	Generación de desechos sólidos	Generación de aguas residuales			
CONSIDERANDO COMPONENTE BIÓTICO	Fauna	-25	Irre	Irre	-25	-26	-51
	Flora	Irre	NA	NA	Irre	-69	-69
	<b>Total del impacto medio</b>	-25	Irre	Irre	-25	-95	-120

\*\* NA: no aplica; Irre: Irrelevante.



### 12.3. MEDIO SOCIOECONÓMICO.

En este apartado, se presenta la valoración de impactos en el medio socioeconómico, durante la fase constructiva y operativa, según la metodología del Decreto 32966-MINAE. Se identificarán los impactos significativos para cada fase y se describirán las medidas de mitigación correspondientes.

CUADRO 12.9. Impactos potenciales del medio socioeconómico durante la etapa de construcción del Proyecto.

MATRIZ DE IDENTIFICACION DE IMPACTOS POTENCIALES, ETAPA CONSTRUCTIVA													
FACTOR IMPACTADO	ACCIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO vrs. VALORACIÓN DE IMPACTOS												
	Eliminación de vegetación												
	Sig.	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR		Impacto
Empleo	+	12	4	4	2	1	1	4	1	4	1	+62	Beneficioso
Economía Local	+	12	8	4	2	1	1	4	4	4	1	+73	Beneficioso
Paisaje	-	6	2	4	2	2	2	2	4	4	4	-46	Moderado
Bienestar social	+	12	8	4	2	1	1	4	4	4	1	+73	Beneficioso
	Movimiento de tierras												
	Sig.	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR		Impacto
Empleo	+	6	4	4	2	1	1	4	1	4	1	+44	Beneficioso
Economía Local	+	6	8	4	2	1	1	4	4	4	1	+55	Beneficioso
Paisaje	-	6	2	4	2	2	2	2	1	4	4	-43	Moderado
Bienestar social	+	6	8	4	2	1	2	4	4	4	1	+56	Beneficioso
	Habilitación de edificaciones temporales												
	Sig.	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR		Impacto
Empleo	+	8	4	4	2	1	1	2	1	4	4	+51	Beneficioso
Economía Local	+	12	4	4	2	1	1	2	4	4	4	+66	Beneficioso
Paisaje	-	3	1	4	2	2	2	2	1	4	2	-30	Moderado
Bienestar social	+	12	4	4	2	1	1	2	4	4	4	+66	Beneficioso
	Transporte de material y equipos												
	Sig.	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR		Impacto
Empleo	+	6	4	4	2	1	1	2	1	4	4	+45	Beneficioso
Economía Local	+	6	4	4	2	1	1	2	4	4	2	+46	Beneficioso
Paisaje	-	2	1	4	2	2	2	2	1	1	2	-24	Irrelevante
Bienestar social	+	6	4	4	2	1	1	2	4	4	4	+48	Beneficioso



Generación de aguas residuales													
	Sig.	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR		Impacto
Empleo	+	6	2	2	1	1	1	2	1	4	4	+38	Beneficioso
Economía Local	+	6	2	2	2	1	1	2	4	4	4	+42	Beneficioso
Paisaje	-	2	1	2	2	2	1	1	1	1	2	-20	Irrelevante
Generación de desechos sólidos													
	Sig.	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR		Impacto
Empleo	+	6	4	2	1	1	1	4	1	4	4	+44	Beneficioso
Economía Local	+	10	4	2	2	2	1	4	1	4	4	+58	Beneficioso
Paisaje	-	3	2	2	2	2	2	2	4	4	2	-33	Moderado
Obras civiles													
	Sig.	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR		Impacto
Empleo	+	6	4	4	2	2	2	2	4	4	4	+50	Beneficioso
Economía Local	+	10	8	4	4	2	2	2	4	4	4	+72	Beneficioso
Paisaje	-	3	2	4	2	4	4	2	4	4	4	-41	Moderado
Bienestar social	+	10	8	4	4	2	2	2	4	4	4	+72	Beneficioso

\*\* Sig: signo de impacto, IN: Intensidad, EX: Extensión, MO: Momento, PE: Persistencia, RV: Reversibilidad, MC: Recuperabilidad, SI: Sinérgia, AC: Acumulación, EF: Efecto, PR: Periodicidad.

CUADRO 12.10. Impactos potenciales del medio socioeconómico durante la etapa de operación.

MATRIZ DE IMPACTOS POTENCIALES DEL MEDIO FÍSICO, ETAPA OPERATIVA													
FACTOR IMPACTADO	ACCIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO vs. VALORACIÓN DE IMPACTOS												
Mantenimiento y Operación del proyecto													
	Sig.	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR		Impacto
Empleo	+	12	4	2	4	1	2	2	4	4	4	+67	Beneficioso
Economía Local	+	12	8	4	4	1	2	2	4	4	4	+77	Beneficioso
Paisaje	-	1	1	4	4	2	2	2	1	4	4	-28	Moderado
Bienestar social	+	12	8	4	4	4	2	2	4	4	4	+80	Beneficioso
Generación de desechos sólidos													
	Sig.	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR		Impacto
Empleo	+	12	4	4	1	1	2	2	4	4	2	+64	Beneficioso
Paisaje	-	1	1	4	2	2	2	1	1	4	2	-23	Irrelevante
Generación de aguas residuales													
	Sig.	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR		Impacto
Empleo	+	12	8	4	2	1	2	4	4	4	2	+75	Beneficioso
Paisaje	-	1	1	1	2	2	2	2	1	4	2	-21	Irrelevante

\*\* Sig: signo de impacto, IN: Intensidad, EX: Extensión, MO: Momento, PE: Persistencia, RV: Reversibilidad, MC: Recuperabilidad, SI: Sinérgia, AC: Acumulación, EF: Efecto, PR: Periodicidad.





### 12.3.1. MEDIDAS DE MITIGACIÓN.

#### 12.3.1.1. Fase Constructiva.

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

- **Paisaje:**

Los posibles impactos que podría experimentar el paisaje sería debido a eliminación de la vegetación (A9 -46), movimiento de tierras (B9 -43), habilitación de edificaciones temporales (C9 -30), generación de desechos sólidos (F9 -33), y la construcción de obras civiles (G9 -41).

El paisaje irremediablemente se ve impactado de manera irreversible, ya que se pretende realizar una ampliación y rehabilitación de un proyecto de infraestructura vial, sin embargo, al afectar únicamente el 30% del terreno, se espera que sea de moderado impacto. Ante esto, se recomienda:

- ✓ Recuperar, hasta donde es posible, la cobertura vegetal sobre el 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 a 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 experimentar 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 (A7+62, A8+73, A10+73), movimiento de tierras (B7+44, B8+55, B10+56), habilitación de edificaciones temporales (C7+51, C8+66, C10+66), generación de aguas residuales (E7+38, E8+42), generación de desechos sólidos (F7+44, F8+58), y la construcción de obras civiles (G7+50, G8+72, G10+72).

Medidas potencializadoras:

- ✓ Se 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 acuerdo con la legislación nacional y por el alquiler de inmuebles para la instalación de estructuras temporales.
- ✓ Instalar rótulos en el inicio y final de cada tramo de la obra que contenga la información general del proyecto, donde se indique el número de expediente y el número de resolución de la viabilidad ambiental.
- ✓ 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 la Municipalidad, El Cuerpo de Bomberos, la Cruz Roja, la autoridades de policía, y las oficinas regionales del Ministerio del Ambiente y del Ministerio de Salud, así como del A y A, el ICE, ASADAS, Fuerzas Comunes y de Conservación, la Comisión de Emergencias local y otras, 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 rutas alternas a los actuales usuarios de la vía para un adecuado flujo vehicular.
- ✓ 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.
- ✓ Usar la mejor calidad de los materiales para garantizar obras resistentes y duraderas.
- ✓ Capacitación de personal en las diferentes áreas técnicas y operativas.

#### **12.3.1.2. Fase operativa.**

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

- **Paisaje.**

Las labores de mantenimiento, operación de las diversas estructuras (H9 -28), pueden generar impactos sobre el paisaje debido a la transformación de ciertas áreas, y la presencia de más vehículos automotores.



Medidas correctivas:

- ✓ Al haber mayor iluminación en las intersecciones y en las demás estructuras, el paisaje desde luego se verá afectado debido al cambio, por lo anterior como se ha venido reiterando, lo adecuado es contrastar el diseño con la naturaleza mediante un trabajo conjunto de arquitectura y el asesoramiento de ingenieros forestales o Ingenieros en Paisajismo con experiencia que puedan recomendar las especies idóneas según la necesidad.

- **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 al mantenimiento y operación del proyecto (H7+67, H8+77, H10+80), generación de aguas residuales (J7+75), y generación de desechos sólidos (I7+64).

Medidas potencializadoras:

- ✓ Mantener bien señalizada las diferentes intersecciones y vías para garantizar la seguridad vial de la ruta.
- ✓ 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 de la nueva obra según los diseños iniciales.

### **12.3.2. MATRIZ DE IMPACTOS DEPURADA.**

A continuación, se presentan las matrices de impactos depuradas para el medio socioeconómico, según lo establecido en el Decreto Ejecutivo No 32966-MINAE.



CUADRO 12.11. Matriz de Impactos depurada para la etapa de construcción, Medio Social.

FACTORES AMBIENTALES IMPACTADOS		ACCIONES IMPACTANTES							Total Fase de Construcción	
		FASE DE CONSTRUCCIÓN								
		Eliminación de vegetación	Movimientos de tierras	Habilitación de edificaciones temporales	Transporte de material	Generación de aguas residuales	Generación de desechos sólidos	Obras civiles		
CONSIDERANDO	COMPONENTE SOCIAL	Empleo	+62	+44	+51	+45	+38	+44	+50	+334
		Economía local	+73	+55	+66	+46	+42	+58	+72	+412
		Paisaje	-46	-43	-30	Irre	Irre	-33	-41	-193
		Bienestar social	++73	+56	+66	+48	NA	NA	+72	+315
		<b>Total del impacto</b>	+162	+112	+153	+139	+80	+69	+153	+868

\*\* NA: no aplica; Irre: Irrelevante.

CUADRO 12.12. Matriz de Impactos depurada para la etapa de operación, Medio Social.

FACTORES AMBIENTALES IMPACTADOS		ACCIONES IMPACTANTES			Total fase de Operación	Total fase de Construcción	TOTAL DE SIGNIFICANCIA	
		FASE DE OPERACIÓN						
		Operación del proyecto	Generación de desechos sólidos	Generación de aguas residuales				
CONSIDERANDO	COMPONENTE SOCIAL	Empleo	+67	+64	+75	+206	+334	+540
		Economía local	+77	NA	NA	77	+412	+489
		Paisaje	-28	Irre	Irre	-28	-193	-221
		Bienestar social	+80	NA	NA	80	+315	+395
		<b>Total del impacto</b>	+196	+64	+75	+335	+868	+1203

\*\* NA: no aplica; Irre: Irrelevante.



#### **12.4. ANÁLISIS DE LOS EFECTOS ACUMULATIVOS.**

Debido a la naturaleza y escala de este Proyecto, la mayoría de los impactos ambientales pronosticados se consideran moderados, pero no acumulativos; y pocos son de efectos acumulativos por la índole y la escala de las obras. Estos tienden a desaparecer a mediano o largo plazo, a través de medidas de control ambiental, las tecnologías aplicadas, o bien, en tal plazo son asimilados por la naturaleza o ambiente del sitio.

Por otro lado, los movimientos de tierra, la construcción de obras civiles y la puesta en marcha del proyecto en su fase operativa se considera acumulativa ya que acarrea una serie de cambios duraderos y que persisten sobre el paisaje, el drenaje del suelo y sobre la composición florística; además que se generan desechos de diferente índole por la operación de la vía y la movilización de los usuarios, sin embargo es un efecto indirecto.

#### **12.5. ANÁLISIS DE LOS EFECTOS SINERGÉTICOS DE OTROS PROYECTOS EN CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN.**

Actualmente no existen proyectos en construcción cercanos a la propuesta del Proyecto de Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional No. 32 Sección: La Intersección con la Ruta Nacional Nº 4 – Limón. Es una zona rural, donde predominan los campos de pastos para ganadería y áreas con cultivos alternativos. No se esperan efectos sinérgicos, en vista de que no existen proyectos similares o de desarrollo en la zona.

#### **12.6. SÍNTESIS DE LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS.**

A continuación, se presenta el acumulado de las matrices depuradas de valoración de los impactos identificados para el entorno físico, biológico y socioeconómico del Proyecto de Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional No. 32 Sección: La Intersección con la Ruta Nacional No. 4 – Limón.



CUADRO 12.13. Matriz de Impactos depurada para la etapa de construcción, todos los medios.

FACTORES AMBIENTALES		ACCIONES IMPACTANTES							Total Fase de Construcción	
		FASE DE CONSTRUCCIÓN								
		Eliminación de vegetación	Movimientos de tierras	Habilitación de edificaciones temporales	Transporte de material y equipos	Generación de aguas residuales	Generación de desechos sólidos	Obras civiles		
CONSIDERANDO	COMPONENTE BIÓTICO	Fauna	Irre	Irre	Irre	Irre	Irre	Irre	-26	-26
		Flora	-43	Irre	-26	NA	NA	NA	NA	-69
		<b>TOTAL BIOTICO</b>	<b>-43</b>	<b>Irre</b>	<b>-26</b>	<b>Irre</b>	<b>Irre</b>	<b>Irre</b>	<b>-26</b>	<b>-95</b>
	COMPONENTE FÍSICO	Calidad sónica	Irre	Irre	Irre	Irre	NA	NA	Irre	Irre
		Calidad del aire	Irre	Irre	-25	Irre	Irre	Irre	Irre	-25
		Agua aguas superficiales	Irre	-26	-29	Irre	-25	Irre	-27	-107
		Suelo	Irre	-46	-32	-28	-27	-28	-40	-201
		<b>TOTAL FISICO</b>	<b>Irre</b>	<b>-72</b>	<b>-86</b>	<b>-28</b>	<b>-52</b>	<b>-28</b>	<b>-67</b>	<b>-333</b>
	COMPONENTE SOCIAL	Empleo	+62	+44	+51	+45	+38	+44	+50	+334
		Economía local	+73	+55	+66	+46	+42	+58	+72	+412
		Paisaje	-46	-43	-30	Irre	Irre	-33	-41	-193
		Bienestar social	+73	+56	+66	+48	NA	NA	+72	+315
		<b>TOTAL SOCIAL</b>	<b>+162</b>	<b>+112</b>	<b>+153</b>	<b>+139</b>	<b>+80</b>	<b>+69</b>	<b>+153</b>	<b>+868</b>
	<b>TOTAL IMPACTO DEL MEDIO AMBIENTE FASE CONSTRUCTIVA</b>		<b>+119</b>	<b>+40</b>	<b>+41</b>	<b>+111</b>	<b>+28</b>	<b>+41</b>	<b>+60</b>	<b>+440</b>



CUADRO 12.14. Matriz de Impactos depurada para la etapa de operación, todos los medios.

FACTORES AMBIENTALES		ACCIONES IMPACTANTES			Total fase de Operación	Total fase de Construcción	TOTAL DE SIGNIFICANCIA	
		FASE DE OPERACIÓN						
		Operación del proyecto	Generación de desechos sólidos	Generación de aguas residuales				
CONSIDERANDO	COMPONENTE BIÓTICO	Fauna	-25	Irre	Irre	-25	-26	-51
		Flora	Irre	NA	NA	NA	-69	-69
		<b>TOTAL BIOTICO</b>	<b>-25</b>	<b>Irre</b>	<b>Irre</b>	<b>-25</b>	<b>-95</b>	<b>-120</b>
	COMPONENTE FÍSICO	Calidad sónica	Irre	NA	NA	Irre	Irre	Irre
		Calidad del aire	-27	Irre	Irre	-27	-25	-52
		Agua aguas superficiales	Irre	Irre	Irre	NA	-107	-107
		Suelo	-30	Irre	Irre	-30	-201	-231
		<b>TOTAL FISICO</b>	<b>-57</b>	<b>Irre</b>	<b>Irre</b>	<b>-57</b>	<b>-333</b>	<b>-390</b>
	COMPONENTE SOCIAL	Empleo	+67	+64	+75	+206	+334	+540
		Economía local	+77	NA	NA	+77	+412	+489
		Paisaje	-28	Irre	Irre	-28	-193	-221
		Bienestar social	+80	NA	NA	+80	+315	+395
		<b>TOTAL SOCIAL</b>	<b>+196</b>	<b>+64</b>	<b>+75</b>	<b>+335</b>	<b>+868</b>	<b>+1203</b>
	<b>TOTAL IMPACTO DEL MEDIO AMBIENTE FASE OPERATIVA</b>		<b>+114</b>	<b>+64</b>	<b>+75</b>	<b>+253</b>	<b>+440</b>	<b>+693</b>

Observando los resultados del cuadro 12.14, se obtiene una diferencia entre los impactos negativos y positivos generados por el proyecto de un total de **+693 puntos**. Dicho resultado quiere decir que





el proyecto es ambientalmente viable y que su inserción dentro del medio generará más impactos positivos que negativos; más aún después de implementar las medidas de mitigación descritas y adoptar además las medidas de índole socioeconómico que traerán grandes beneficios para las comunidades vecinas y la provincia de Limón y al país en general.

Los principales impactos negativos que podría generar el proyecto son: afectación a la flora, fauna y alteración del suelo. Para evitar, minimizar, o corregir estos impactos es que se presenten las diferentes medidas de mitigación en cada una de las secciones del medio físico, biológico, y socioeconómico del Capítulo 13.

Los principales impactos positivos potenciales son: generación de empleo, aporte a la economía local y bienestar social. Estos tres factores se ven favorecidos tanto en la etapa constructiva como en la operativa, que inclusive podría extenderse a lo largo de la provincia y el país. Por otra parte, los impactos sociales en cuanto a reducción de los tiempos de traslado y de transporte de mercadería, mayor seguridad vial, emisiones reducidas y la contribución a la C/Neutralidad, tienen un alcance más amplio de manera indirecta en todo el país. Los efectos positivos de estos impactos serán verdaderamente significativos si se implementan las medidas de potencialización descritas en secciones anteriores del Capítulo 13. Realmente no es de sorprenderse que el proyecto obtenga un resultado positivo. En términos generales, la mayor preocupación es el entorno biótico, ya que la afectación principal se da sobre la cobertura forestal, el suelo y la fauna, claro está, que debe tenerse presente que la eliminación de cobertura corresponde en realidad a la corta de árboles plantados ornamentales y/o frutales, los cuales posteriormente, en la etapa operativa, CONAVI/MOPT podrá implementar un programa de ornato y recuperación de áreas verdes.

Por otra parte, se ha demostrado que el impacto sobre la fauna local va a ser reducido, en la medida que se acaten las respectivas medidas de mitigación contempladas en este estudio. Como en cualquier proyecto donde intervenga la actividad humana, la fauna tiende a alejarse y buscar otros sitios para anidamiento, paso y alimento de manera temporal, muchos de ellos regresan al AP siempre y cuando encuentren las condiciones mínimas para satisfacer sus necesidades. Es importante mencionar, que se conserva un área importante del derecho de vía actual, donde la fauna tanto terrestre como voladora puede refugiarse. Un proyecto que representa beneficios directos para el entorno natural y social, y cuyos principales impactos negativos son relativamente sencillos de mitigar, es el tipo de actividad que el país requiere para seguir el camino del desarrollo sostenible.



### **13. PRONÓSTICO-PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL (P-PGA)**

#### **13.1. ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO Y EJECUTOR DE MEDIDAS.**

En el cuadro resumen del P-PGA, de este Estudio de Impacto Ambiental, se presenta el ejecutor de las medidas en cada caso. En la fase constructiva, el Proyecto contará con un Regente Ambiental y con el ingeniero encargado de la obra. Estas dos personas junto con el Desarrollador del Proyecto serán los responsables del manejo ambiental del Proyecto. Durante la fase operativa los encargados serán el Regente Ambiental (si así lo establece la SETENA en la resolución final de Viabilidad Ambiental), y el administrador del Proyecto.

#### **13.2. CUADRO DEL PRONÓSTICO-PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL.**

A continuación, se presenta el Cuadro Resumen del P-PGA para el Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto de Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional No. 32 Sección: La Intersección con la Ruta Nacional No. 4 – Limón.



Cuadro 13.1. Resumen del P-PGA del Proyecto: "Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional No. 32 Sección: La Intersección con la Ruta Nacional No. 4 – Limón". Entiéndase como Contratista CHEC o empresa constructora y Desarrollador como institución responsable CONAVI.

Factor Ambiental afectado	Acción Impactante	Impacto Ambiental	Medida correctiva compensatoria	Indicador de cumplimiento	Tiempo de aplicación	Responsable	Costo de la medida	Síntesis del compromiso
<b>Calidad del aire</b>	Habilitación de estructuras temporales.	Emisión de material particulado. (Decreto No. 30221-S Reglamento sobre inmisión de contaminantes atmosféricos)	Establecer manuales para la operación segura de los diferentes equipos y maquinarias 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 los mismos.  Establecer horarios de trabajo y alternar las tareas en el uso de la maquinaria pesada según la sección de la ruta y de acorde a la obra, con el objetivo de no entorpecer la circulación restringida de vehículos en el tramo de la ruta e intentando alterar lo menos posible la calidad de vida de las poblaciones locales.	Existe un manual de operación de equipos y maquinarias para el buen uso y mantenimiento de los mismos.	Fase constructiva	Contratista	Incluido en los costos de desarrollo del proyecto.	Se mantienen los frentes de trabajo humedecidos y se controlan los vehículos para verificar que cuenta con RTV al día.
	Transporte de materiales y equipos dentro de las estructuras temporales.			Existe un cronograma de actividades que define tiempos y horarios para las diferentes actividades.				Desarrollador.
	Mantenimiento de las diversas estructuras y Operación del Proyecto.			No se observan nubes de polvo o depósitos de polvo productos de los procesos industriales, en los sitios aledaños.	Regente ambiental	Se hace una correcta y oportuna disposición de los desechos sólidos ordinarios.		



Factor Ambiental afectado	Acción Impactante	Impacto Ambiental	Medida correctiva compensatoria	Indicador de cumplimiento	Tiempo de aplicación	Responsable	Costo de la medida	Síntesis del compromiso
<b>Calidad del aire</b>	Habilitación de estructuras temporales.	Material particulado por la acción de maquinaria en labores constructivos. (Decreto No. 30221-S Reglamento sobre inmisión de contaminantes atmosféricos)	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.	No hay molestias por las emisiones de material particulado por parte de los vecinos.	Fase constructiva	Contratista.	Incluido en los costos de desarrollo del proyecto.	Se mantienen los frentes de trabajo humedecidos y se controlan los vehículos para verificar que cuenta con RTV al día.
	Transporte de materiales y equipos dentro de las estructuras temporales.		Intensificar estas labores de acuerdo a las condiciones de viento, radiación solar y cercanía de áreas de producción agrícola, comercial o industrial, así como de centros de población o viviendas.	No hay reportes o quejas por el movimiento de vehículos a alta velocidad.				Desarrollador.
	Mantenimiento de las diversas estructuras y Operación del Proyecto.		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.	No se presentan sobre las áreas de trabajo sobrantes o residuos después de periodos prolongados.  Se revisan los vehículos que cuentan con RTV al día, o con su respectiva hoja de mantenimiento.	Fase operativa.	Regente ambiental.		Se hace una correcta y oportuna disposición de los desechos sólidos ordinarios.



Factor Ambiental afectado	Acción Impactante	Impacto Ambiental	Medida correctiva compensatoria	Indicador de cumplimiento	Tiempo de aplicación	Responsable	Costo de la medida	Síntesis del compromiso
Calidad del aire	Habilitación de estructuras temporales.	Material particulado por la acción de maquinaria en labores constructivos y de preparación de mezclas de concreto. (Decreto No. 30221-S Reglamento sobre inmisión de contaminantes atmosféricos).	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.	Las Bodegas de material presentan condiciones idóneas para el almacenaje de sustancias de granulometría fina, así como la debida rotulación.	Fase constructiva	Contratista.	Incluido en los costos de desarrollo del proyecto	Se mantienen los frentes de trabajo humedecidos y se controlan los vehículos para verificar que cuenta con RTV al día.
	Transporte de materiales y equipos dentro de las estructuras temporales.	Emisión de olores por presencia de sustancias químicas como emulsiones asfálticas. (Decreto No. 30221-S Reglamento sobre inmisión de contaminantes atmosféricos)	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.	Las vagonetas utilizan en su totalidad las lonas protectoras en el momento de trasladar escombros y materiales constructivos.		Desarrollador.		Se mantienen bajos los niveles de emisiones de material particulado en las áreas de plantas, bodegas y talleres.
	Mantenimiento de las diversas estructuras y Operación del Proyecto.	Existe un mantenimiento periódico en los talleres de la empresa o en sitios autorizados. Los vehículos pesados y maquinaria pesada no emiten niveles altos de material particulado a la atmosfera, según chequeos periódicos de la empresa constructora.			Fase operativa.	Regente ambiental.		Se hace una correcta y oportuna disposición de los desechos sólidos ordinarios.



Factor Ambiental afectado	Acción Impactante	Impacto Ambiental	Medida correctiva compensatoria	Indicador de cumplimiento	Tiempo de aplicación	Responsable	Costo de la medida	Síntesis del compromiso	
<b>Calidad del aire</b>	Habilitación de estructuras temporales.	Malos olores por acumulación de desechos sólidos tradicionales. (Decreto Ejecutivo No. 36093-S Reglamento sobre el manejo de residuos sólidos ordinarios)  Presencia de material particulado por almacenaje y manipulación de sustancias volátiles como concreto. (Decreto No. 30221-S Reglamento sobre inmisión de contaminantes atmosféricos).	Cubrir la carga de las vagonetas con lonas o algún otro cobertor, para evitar la generación de polvo.	Existen una cantidad suficiente de recipientes con tapa para la disposición de desechos orgánicos.	Fase constructiva	Contratista.	Incluido en los costos de desarrollo del proyecto.	Se mantienen los frentes de trabajo humedecidos y se controlan los vehículos para verificar que cuenta con RTV al día.	
	Transporte de materiales y equipos dentro de las estructuras temporales.		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.	No existen denuncias por malos olores por parte de los vecinos o comunidades aledañas.				Desarrollador.	Se mantienen bajos los niveles de emisiones de material particulado en las áreas de plantas, bodegas y talleres.
	Mantenimiento de las diversas estructuras y Operación del Proyecto.		Los vehículos y maquinaria que tengan anomalías en la salida del gas, deberán ser retirados del área del Proyecto y reparados en un sitio adecuado.	No se observan quemaduras de basura, ni hay restos de las mismas dentro de las zonas de trabajo.				Regente ambiental.	Se hace una correcta y oportuna disposición de los desechos sólidos ordinarios.
			Los residuos sólidos se reciclan y almacenan en sitios adecuados para su posterior recolección, evitando de esta manera la generación de malos olores.	No se perciben malos olores dentro de las instalaciones por acumulación de desechos.	Fase operativa.				



Factor Ambiental afectado	Acción Impactante	Impacto Ambiental	Medida correctiva compensatoria	Indicador de cumplimiento	Tiempo de aplicación	Responsable	Costo de la medida	Síntesis del compromiso	
<b>Calidad del aire</b>	Habilitación de estructuras temporales.	Generación de partículas por procesos de combustión de hidrocarburos. (Decreto No. 30221-S Reglamento sobre inmisión de contaminantes atmosféricos).	Evitar la quema de basura o de escombros.	Las plantas mezcladoras y de prefabricados se ubican a una distancia mayor de 200 metros de cualquier área residencial.	Fase constructiva	Contratista.	Incluido en los costos de desarrollo del proyecto.	Se mantienen los frentes de trabajo humedecidos y se controlan los vehículos para verificar que cuenta con RTV al día.	
	Transporte de materiales y equipos dentro de las estructuras temporales.		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 materiales a fines 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 montículos y depósitos de materiales con posibilidad de suspensión de partículas se encuentran cubierta con lonas plásticas durante los tiempos "muertos" de trabajo.				Todo el personal usa el Equipo de Protección Personal de manera constante y de acorde a la actividad que se desempeña.	Fase operativa.
	Mantenimiento de las diversas estructuras y Operación del Proyecto.		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	En cada extremo del tramo de ejecución de obras donde se requiera la regulación de tránsito habrá personal bien identificado, con equipo radiofónico y	Se hace una correcta y oportuna disposición de los desechos sólidos ordinarios.				





Factor Ambiental afectado	Acción Impactante	Impacto Ambiental	Medida correctiva compensatoria	Indicador de cumplimiento	Tiempo de aplicación	Responsable	Costo de la medida	Síntesis del compromiso		
<b>Calidad del aire</b>	Habilitación de estructuras temporales.	Generación de partículas suspendidas en el aire. (Decreto No. 30221-S Reglamento sobre imisión de contaminantes atmosféricos).	para su debido tratamiento.	capacitado para dichas labores.	Fase constructiva	Contratista.	Incluido en los costos de desarrollo del proyecto.	Se mantienen los frentes de trabajo humedecidos y se controlan los vehículos para verificar que cuenta con RTV al día.		
	Transporte de materiales y equipos dentro de las estructuras temporales.		El personal en general, deberá 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.	Se hacen publicaciones periódicas por medios radiales, escritos y televisivos sobre cierres de la vía o avance de obras.				Existen mecanismos eficientes de manipulación y tratamiento de sustancias peligrosas en cada planta o área de trabajo.	Desarrollador.	Se mantienen bajos los niveles de emisiones de material particulado en las áreas de plantas, bodegas y talleres.
	Mantenimiento de las diversas estructuras y Operación del Proyecto.		Coordinar con las autoridades componentes 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.	Los materiales y sustancias peligrosas se disponen en recipientes herméticos y en espacios (bodegas) cerradas, bien rotuladas y con restricción de ingreso.				Existen mecanismos eficientes de manipulación y tratamiento de sustancias peligrosas en cada planta o área de trabajo.	Regente ambiental.	Se hace una correcta y oportuna disposición de los desechos sólidos ordinarios.
			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	Existen áreas de acopio de residuos peligrosos bien identificados, rotulados y alejadas de las áreas de trabajo, impermeabilizados en	Fase operativa.					



Factor Ambiental afectado	Acción Impactante	Impacto Ambiental	Medida correctiva compensatoria	Indicador de cumplimiento	Tiempo de aplicación	Responsable	Costo de la medida	Síntesis del compromiso
<b>Calidad del aire.</b>	Habilitación de estructuras temporales.	Emisión de gases de efecto invernadero de la maquinaria presente en el área del Proyecto. (Decreto No. 30221-S Reglamento sobre inmisión de contaminantes atmosféricos).	aglomeraciones innecesarias en los diferentes frentes de ejecución de obras.	la superficie base de la bodega y con estructuras que contengan posibles derrames.	Fase constructiva	Contratista.	Incluido en los costos de desarrollo del proyecto.	Se mantienen los frentes de trabajo humedecidos y se controlan los vehículos para verificar que cuenta con RTV al día.
	Transporte de materiales y equipos dentro de las estructuras temporales.		Contar con un protocolo estricto de manejo de los desechos sólidos y tóxicos producto del mantenimiento de las diferentes estructuras del proyecto.	Existe un protocolo interno para el manejo de los desechos sólidos y tóxicos que es de conocimiento de todos los trabajadores de las áreas de riesgo.				Desarrollador.
	Mantenimiento de las diversas estructuras y Operación del Proyecto.		Mantener los equipos y maquinarias para el manejo de desechos sólidos en buen estado y contar con dispositivos o mecanismos para evitar la emisión de contaminantes.	Todos los equipos y maquinarias se les hacen un mantenimiento periódico preventivo y de control de emisiones.	Fase operativa.	Regente ambiental.		Se hace una correcta y oportuna disposición de los desechos sólidos ordinarios.



Factor Ambiental afectado	Acción Impactante	Impacto Ambiental	Medida correctiva compensatoria	Indicador de cumplimiento	Tiempo de aplicación	Responsable	Costo de la medida	Síntesis del compromiso
<b>Calidad del aire.</b>	Habilitación de estructuras temporales.	Emisión de olores por presencia de sustancias químicas como emulsiones asfálticas, pinturas, concreto, entre otras. (Decreto No. 30221-S Reglamento sobre inmisión de contaminantes atmosféricos).	Evitar depositar o almacenar sustancias tóxicas o químicas en bodegas mal ventiladas o con malas condiciones de almacenaje.	Existen bodegas condicionadas para el almacenaje apropiado de sustancias químicas.	Fase constructiva	Contratista.	Incluido en los costos de desarrollo del proyecto.	Se mantienen los frentes de trabajo humedecidos y se controlan los vehículos para verificar que cuenta con RTV al día.
	Transporte de materiales y equipos dentro de las estructuras temporales.		Disponer del equipo de seguridad apropiado para todos los trabajadores durante la manipulación de productos químicos.	El personal utiliza equipo de protección adecuado para las labores de manipulación de productos químicos.				Fase operativa.
	Mantenimiento de las diversas estructuras y Operación del Proyecto.		Establecer horarios apropiados para las actividades de mantenimiento periódico, según la demanda vial y picos de mayor tránsito para evitar las aglomeraciones de vehículos en espera.	Existe un equipo de profesionales destinados para atender emergencias mecánicas y evitar maquinaria varada.	Se cuenta con medios de información local para informar a los usuarios sobre horarios de cierre o paso regulado para que tomen posibles vías alternas.	Se hace una correcta y oportuna disposición de los desechos sólidos ordinarios.		



Factor Ambiental afectado	Acción Impactante	Impacto Ambiental	Medida correctiva compensatoria	Indicador de cumplimiento	Tiempo de aplicación	Responsable	Costo de la medida	Síntesis del compromiso
<b>Aguas superficiales y subterráneas</b>	Movimiento de tierra.	Derrame de productos químicos como concreto, emulsiones asfálticas, aceites y combustibles. (Decreto N° 27008 MEIC – MOPT. Reglamento técnico: RTCR 305:1998; Decreto Ejecutivo No. 24715-MOPT-MEIC-S “Reglamento para el transporte terrestre de productos peligrosos”).	Usar maquinaria en buenas condiciones.	Existe un programa eficiente de mantenimiento de equipos que evalúa los mismos semana a semana.  Existen sitios en cada campamento con las condiciones idóneas para el mantenimiento y reparación de maquinaria y equipos.  El mantenimiento de los equipos averiados se efectúa fuera del AP.  Existen áreas de lavado en los respectivos talleres y no efectúan en cuerpos naturales.	Fase constructiva	Contratista.  Desarrollador  Regente ambiental.	Incluido en los costos de desarrollo del proyecto.	No se contaminan los cuerpos de agua cercanos al AP con sedimentos, aguas residuales o cualquier otro tipo de desecho, ni tampoco se observan derrames de combustibles u otras sustancias peligrosas.
	Habilitación de edificaciones temporales.		Establecer un programa de mantenimiento preventivo de la maquinaria fuera de las áreas de trabajo del proyecto y lejos de cuerpos de agua.					
	Generación de aguas residuales.		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.					
	Construcción de Obras civiles.		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.  Prohibir el lavado de equipos o maquinaria en fuentes o cuerpos de agua superficial tales como quebradas, ríos o lagunas.					



Factor Ambiental afectado	Acción Impactante	Impacto Ambiental	Medida correctiva compensatoria	Indicador de cumplimiento	Tiempo de aplicación	Responsable	Costo de la medida	Síntesis del compromiso
<b>Aguas superficiales y subterráneas</b>	Movimiento de tierra.	Derrame de productos químicos como concreto, emulsiones asfálticas, aceites y combustibles. (Decreto N° 27008 MEIC – MOPT.	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 para evitar infiltraciones.	Todos los talleres o áreas de mantenimiento presentan pisos impermeabilizados y condiciones que estipula la ley.	Fase constructiva	Contratista.	Incluido en los costos de desarrollo del proyecto.	No se contaminan los cuerpos de agua cercanos al AP con sedimentos, aguas residuales o cualquier otro tipo de desecho, ni tampoco se observan derrames de combustibles u otras sustancias peligrosas.
	Habilitación de edificaciones temporales.	Reglamento técnico: RTCR 305:1998; Decreto Ejecutivo No. 24715-MOPT-MEIC-S "Reglamento para el transporte terrestre de productos peligrosos").	Rotular las distintas zonas donde se efectúe la manipulación, almacenamiento y uso de combustibles y materiales químicos, advirtiendo de los riesgos y las medidas de precaución que se deben implementar.	Existen rótulos que indican las zonas de riesgo y de uso obligatorio de EPP. (Equipos de Seguridad Personal)				
	Generación de aguas residuales.	Decreto Ejecutivo No. 24715-MOPT-MEIC-S "Reglamento para el transporte terrestre de productos peligrosos").	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 bodegas de materiales peligrosos se impermeabilizan y permanecen rotuladas, ubicadas en áreas alejadas de áreas residenciales o de convivio.				
	Construcción de Obras civiles.			Todas las áreas donde se usan sustancias tóxicas se encuentran alejadas de cuerpos de agua y residenciales.				



Factor Ambiental afectado	Acción Impactante	Impacto Ambiental	Medida correctiva compensatoria	Indicador de cumplimiento	Tiempo de aplicación	Responsable	Costo de la medida	Síntesis del compromiso
Aguas superficiales y subterráneas	Movimiento de tierra.	Derrame de productos químicos como concreto, emulsiones asfálticas, aceites y combustibles. (Decreto N° 27008 MEIC – MOPT. Reglamento técnico: RTCR 305:1998; Decreto Ejecutivo No. 24715-MOPT-MEIC-S "Reglamento para el transporte terrestre de productos peligrosos").	Las plantas de asfalto, concreto, trituradoras, talleres, patios de servicio y demás materiales a fines 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.	Los sitios y plantas donde haya procesos industriales se ubican fuera de las áreas de riesgo de cuerpos de agua.	Fase constructiva	Contratista.  Desarrollador  Regente ambiental.	Incluido en los costos de desarrollo del proyecto.	No se contaminan los cuerpos de agua cercanos al AP con sedimentos, aguas residuales o cualquier otro tipo de desecho, ni tampoco se observan derrames de combustibles u otras sustancias peligrosas.
	Habilitación de edificaciones temporales.		Evitar la contaminación de las aguas con productos de concreto durante la construcción de puentes o demás estructuras.	Las bodegas, plantas y áreas de procesos cuentan con depósitos de residuos y áreas de acopio de desechos sólidos bien impermeabilizados, rotulados y cerrados.				
	Generación de aguas residuales.		Implementar 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.	Se disponen de lonas plásticas o de sarán para cubrir las áreas de construcción cercanas a cuerpos de agua.				
	Construcción de Obras civiles.			Existen sitios de preparación de mezclas de concreto fuera del AP.				



Factor Ambiental afectado	Acción Impactante	Impacto Ambiental	Medida correctiva compensatoria	Indicador de cumplimiento	Tiempo de aplicación	Responsable	Costo de la medida	Síntesis del compromiso
<b>Aguas superficiales y subterráneas</b>	Movimiento de tierra.	Sedimentación de cauces de ríos y quebradas por la acción de la escorrentía. (Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos N° 7779; Ley de Aguas N°276; Ley de Conservación de la Vida Silvestre N°7317; Ley General de Caminos Públicos N°5060).	Establecer dispositivos para capturar sedimentos, ya sea mediante mallas, fosas con mallas, canales de drenaje con trampas de sedimentos, presas de decantación, antes que las aguas de escorrentía lleguen a los cuerpos de agua. Disponer 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.	Se instalan dispositivos de recolección de sedimentos en los drenajes naturales y artificiales del proyecto.	Fase constructiva	Contratista.  Desarrollador  Regente ambiental.	Incluido en los costos de desarrollo del proyecto.	No se contaminan los cuerpos de agua cercanos al AP con sedimentos, aguas residuales o cualquier otro tipo de desecho, ni tampoco se observan derrames de combustibles u otras sustancias peligrosas.
	Habilitación de edificaciones temporales.		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 del mismo.	Los sedimentos son recolectados en trampas antes de que lleguen a los cuerpos de agua.				
	Generación de aguas residuales.		Existen cunetas de protección de taludes con las características idóneas y en cada corte del terreno que lo amerite.	Se hace un mantenimiento rutinario de las trampas y reductores de escorrentía día a día o cuando estos lo requieran.				
	Construcción de Obras civiles.							



Factor Ambiental afectado	Acción Impactante	Impacto Ambiental	Medida correctiva compensatoria	Indicador de cumplimiento	Tiempo de aplicación	Responsable	Costo de la medida	Síntesis del compromiso
Aguas superficiales y subterráneas	Movimiento de tierra.	-Sedimentación de cauces de ríos y quebradas por la acción de la esorrentía. (Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos N° 7779; Ley de Aguas N°276; Ley de Conservación de la Vida Silvestre N°7317; Ley General de Caminos Públicos N°5060).	Evitar el desarrollo de la actividad de movimientos de tierra durante los periodos de lluvias intensas.  Proteger la cobertura vegetal existente que no requiera ser removidas, en lo posible, en las áreas del derecho de vía donde vayan los puentes, drenajes y demás infraestructura para conservar los cuerpos de agua.	Las labores de movimiento de tierra no se realizan durante periodos lluviosos o lluvias fuertes.  La cobertura vegetal remanente no presenta daños en la corteza, raíces o follaje.	Fase constructiva	Contratista.  Desarrollador	Incluido en los costos de desarrollo del proyecto.	No se contaminan los cuerpos de agua cercanos al AP con sedimentos, aguas residuales o cualquier otro tipo de desecho, ni tampoco se observan derrames de combustibles u otras sustancias peligrosas.
	Habilitación de edificaciones temporales.	- Obstrucción de cuerpos de agua y daños de las áreas de protección no autorizadas. Ley de Aguas N°276; Ley de Conservación de la Vida Silvestre N°7317; Ley General de Caminos Públicos N°5060).	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.	Se marca con cintas reflectivas color blanco las que no se cortarán.				
	Generación de aguas residuales.			Todas las áreas de trabajo son delimitadas con cintas de riesgo.				
	Construcción de Obras civiles.			Se sigue estrictamente las instrucciones del diseño para el movimiento de tierra y construcción.				





Factor Ambiental afectado	Acción Impactante	Impacto Ambiental	Medida correctiva compensatoria	Indicador de cumplimiento	Tiempo de aplicación	Responsable	Costo de la medida	Síntesis del compromiso
Aguas superficiales y subterráneas	Movimiento de tierra.	Obstrucción de cuerpos de agua y daños de las áreas de protección no autorizadas. Ley de Aguas N°276; Ley de	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, salvo que sea dentro del diseño, rehabilitación y construcción de los puentes y bajo supervisión ambiental.	En cada frente de trabajo u obra existe un supervisor que garantice las buenas prácticas constructivas y el seguimiento de los diseños del proyecto.	Fase constructiva	Contratista.	Incluido en los costos de desarrollo del proyecto.	No se contaminan los cuerpos de agua cercanos al AP con sedimentos, aguas residuales o cualquier otro tipo de desecho, ni tampoco se observan derrames de combustibles u otras sustancias peligrosas.
	Habilitación de edificaciones temporales.	Conservación de la Vida Silvestre N°7317; Ley General de Caminos Públicos N°5060; Ley Forestal N° 7575.	No utilizar aguas provenientes de cuerpos de aguas superficiales o subterráneas, para mitigar el polvo o para las labores de construcción, salvo que se cuente con la debida concesión de aprovechamiento del recurso.	Se cuentan con los permisos o autorizaciones para el uso de fuentes adicionales de uso de agua.				
	Generación de aguas residuales.			Todos los dispensadores de agua poseen mecanismos o dispositivos eficientes para abastecer agua.				
	Construcción de Obras civiles.	Desperdicio y contaminación del agua disponible. (Ley de Aguas N°276)	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.	Se reutiliza el agua de procesos de mezcla de concreto y de uso doméstico para labores industriales.				



Factor Ambiental afectado	Acción Impactante	Impacto Ambiental	Medida correctiva compensatoria	Indicador de cumplimiento	Tiempo de aplicación	Responsable	Costo de la medida	Síntesis del compromiso
Aguas superficiales y subterráneas	<p>Movimiento de tierra.</p> <p>Habilitación de edificaciones temporales.</p> <p>Generación de aguas residuales.</p> <p>Construcción de Obras civiles.</p>	Contaminación por aguas negras y residuales. (Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales N° 33601).	<p>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.</p> <p>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.</p>	<p>Existen recipientes o depósitos por tipo de desecho sólido; clasificado y separado; ubicados en sitios impermeabilizados, cerrados y rotulados.</p> <p>Los residuos de sustancias son contenidos en recipientes herméticos o tapados, rotulados y en lugares seguros.</p> <p>Existen varios servicios autorizados, semanal de recolección de desechos sólidos y líquidos que cumple con la normativa nacional.</p>	Fase constructiva	<p>Contratista.</p> <p>Desarrollador</p> <p>Regente ambiental.</p>	Incluido en los costos de desarrollo del proyecto.	No se contaminan los cuerpos de agua cercanos al AP con sedimentos, aguas residuales o cualquier otro tipo de desecho, ni tampoco se observan derrames de combustibles u otras sustancias peligrosas.



Factor Ambiental afectado	Acción Impactante	Impacto Ambiental	Medida correctiva compensatoria	Indicador de cumplimiento	Tiempo de aplicación	Responsable	Costo de la medida	Síntesis del compromiso
<b>Aguas superficiales y subterráneas.</b>	Movimiento de tierra.	Contaminación por aguas negras y residuales. (Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales N° 33601).	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.	Existen tanques sépticos en cada campamento/planta que recolecta las aguas residuales para su posterior reutilización en procesos de mezcla de concreto.	Fase constructiva	Contratista.  Desarrollador  Regente ambiental.	Incluido en los costos de desarrollo del proyecto.	No se contaminan los cuerpos de agua cercanos al AP con sedimentos, aguas residuales o cualquier otro tipo de desecho, ni tampoco se observan derrames de combustibles u otras sustancias peligrosas.
	Habilitación de edificaciones temporales.		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.	Existen tanques sépticos en cada sitio de trabajo y residencia que recolecta de aguas negras para su posterior traslado a plantas de tratamiento autorizadas.				
	Generación de aguas residuales.			Se efectúa el debido mantenimiento de letrinas o casetas sanitarias.				
	Construcción de Obras civiles.			Todas las casetas sanitarias se encuentran en buen estado y no presentan malos olores.				



Factor Ambiental afectado	Acción Impactante	Impacto Ambiental	Medida correctiva compensatoria	Indicador de cumplimiento	Tiempo de aplicación	Responsable	Costo de la medida	Síntesis del compromiso
Aguas superficiales y subterráneas	Movimiento de tierra.	Contaminación por desechos sólidos. (Decreto Ejecutivo No. 36093-S Reglamento sobre el manejo de residuos sólidos ordinarios; Ley No. 8839 Ley para la Gestión Integral de Residuos Sólidos).	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.  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.	Se colocan estructuras de contención o retención de desechos sólidos en cada drenaje que lo amerite.	Fase constructiva	Contratista.  Desarrollador  Regente ambiental.	Incluido en los costos de desarrollo del proyecto.	No se contaminan los cuerpos de agua cercanos al AP con sedimentos, aguas residuales o cualquier otro tipo de desecho, ni tampoco se observan derrames de combustibles u otras sustancias peligrosas.
	Habilitación de edificaciones temporales.			Existen recipientes o estaciones identificados y en número suficiente en cada área de trabajo o estructura para la disposición por tipo de desecho.				
	Construcción de Obras civiles.			Existe un responsable con cuadrillas para la recolección de desechos y traslado a los puntos de acopio autorizados.  La recolección de desechos se efectúa todos los días o cuando lo amerite.				



Factor Ambiental afectado	Acción Impactante	Impacto Ambiental	Medida correctiva compensatoria	Indicador de cumplimiento	Tiempo de aplicación	Responsable	Costo de la medida	Síntesis del compromiso
<b>Aguas superficiales y subterráneas.</b>	<p>Movimiento de tierra.</p> <p>Habilitación de edificaciones temporales.</p> <p>Construcción de Obras civiles.</p>	<p>Contaminación por desechos sólidos. (Decreto Ejecutivo No. 36093-S Reglamento sobre el manejo de residuos sólidos ordinarios; Ley No. 8839 Ley para la Gestión Integral de Residuos Sólidos).</p>	<p>Disponer de personal, recipientes y contenedores para la recolección de los residuos sólidos ordinarios y especiales, en caso que los haya; estos últimos debe estar debidamente rotulados.</p> <p>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.</p>	<p>Existen recipientes o estaciones identificados y en número suficiente en cada área de trabajo o estructura para la disposición por tipo de desecho.</p> <p>Los recipientes usados para la recolección de desechos deben ser herméticos y estar tapados para evitar generación de vectores.</p> <p>Existe un responsable con cuadrillas que recolectan los desechos sólidos ordinarios y demás desechos.</p>	Fase constructiva	<p>Contratista.</p> <p>Desarrollador</p> <p>Regente ambiental.</p>	Incluido en los costos de desarrollo del proyecto.	No se contaminan los cuerpos de agua cercanos al AP con sedimentos, aguas residuales o cualquier otro tipo de desecho, ni tampoco se observan derrames de combustibles u otras sustancias peligrosas.



Factor ambiental afectado	Acción impactante	Impacto ambiental	Medida de correctiva compensatoria	Indicador de cumplimiento	Tiempo de aplicación	Responsable	Costo de la Medida	Síntesis del compromiso
<b>Suelo</b>	Movimiento de tierra.		Ejecutar las labores de movimiento de tierra, en la medida de lo posible, en los periodos más secos o lapsos del día que no se presenten lluvias.	No se efectúan labores de movimiento de tierra con lluvias fuertes o periodos lluviosos intensos.	Fase constructiva	Desarrollador	Costos intrínsecos en el desarrollo de la obra.	El suelo mantiene las propiedades físico / químicas adecuadas para la regeneración o siembra de coberturas verdes y no se erosiona.
	Habilitación de edificaciones temporales.	Impermeabilización del suelo. (Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos N° 7779).	Efectuar los movimientos de tierra, 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 actividades de movimiento de tierra se realizan bajo los lineamientos del diseño y bajo la supervisión de los ingenieros de la constructora / Desarrollador.				
	Transporte de materiales y equipos.	Pérdida de suelo por erosión. (Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos N° 7779).	Coordinar las labores de retiro de desechos sólidos o sobrantes, 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.	Se hace el retiro inmediato de escombros, tierras y desechos sólidos conforme se avanzan las obras.				
	Generación de aguas residuales.	Cambio en la estructura del suelo. (Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos N° 7779).	Ejecutar las labores de excavación y de relleno únicamente dentro de las superficies pertenecientes al derecho de vía y de acorde a los diseños del proyecto.					
	Generación de Desechos sólidos.							
	Construcción de obras civiles.					Contratista		



Factor ambiental afectado	Acción impactante	Impacto ambiental	Medida de correctiva compensatoria	Indicador de cumplimiento	Tiempo de aplicación	Responsable	Costo de la Medida	Síntesis del compromiso
Suelo	Movimiento de tierra.	Impermeabilización del suelo. (Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos N° 7779).	Instalar los sistemas de drenaje 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.	En las áreas de trabajo y en los drenajes no se observan excesos o acumulaciones de agua por mal sistema de drenajes.	Fase constructiva	Desarrollador	Costos intrínsecos en el desarrollo de la obra	El suelo mantiene las propiedades físico / químicas adecuadas para la regeneración o siembra de coberturas verdes y no se erosiona.
	Habilitación de Edificaciones temporales.							
	Transporte de materiales y equipos.	Pérdida de suelo por erosión. (Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos N° 7779).	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.	Todas las salidas de tubería, cunetas, alcantarillas poseen los dispensadores de energía.				
	Generación de aguas residuales.	Cambio en la estructura del suelo. (Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos N° 7779).	Se emplea materiales resistentes a la erosión en las diferentes estructuras de la vía para evitar la socavación.	No hay socavación de terrenos por escorrentía.				
	Generación de Desechos sólidos.							
	Construcción de obras civiles.							



Factor ambiental afectado	Acción impactante	Impacto ambiental	Medida de correctiva compensatoria	Indicador de cumplimiento	Tiempo de aplicación	Responsable	Costo de la Medida	Síntesis del compromiso
Suelo	Movimiento de tierra.	Impermeabilización del suelo. (Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos N° 7779).  Pérdida de suelo por erosión. (Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos N° 7779).  Cambio en la estructura del suelo. (Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos N° 7779).	Mantener un apropiado corte de los taludes, con el ángulo requerido que evite el derrumbe de los mismos. 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.	Los cortes de los taludes se mantiene sin afectaciones en su estabilidad y no se presentan derrumbes.	Fase constructiva.	Desarrollador  Contratista.	Costos intrínsecos en el desarrollo de la obra.	El suelo mantiene las propiedades físico / químicas adecuadas para la regeneración o siembra de coberturas verdes y no se erosiona.
	Habilitación de Edificaciones temporales.		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).	Existen capas fértiles de suelo en áreas de potencial paisajístico producto de los movimientos de tierra del Proyecto.				
	Transporte de materiales y equipos.		Utilizar coberturas verdes en la medida de lo posible para la contención de taludes.	Los depósitos de tierra se colocan en sitios que no afectan el drenaje natural, ni a la personas.				
	Generación de aguas residuales.							
	Generación de Desechos sólidos.							
Construcción de obras civiles.								





Factor ambiental afectado	Acción impactante	Impacto ambiental	Medida de correctiva compensatoria	Indicador de cumplimiento	Tiempo de aplicación	Responsable	Costo de la Medida	Síntesis del compromiso
<b>Suelo</b>	Movimiento de tierra.	Impermeabilización del suelo. (Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos N° 7779).	Instalar sistemas de drenajes apropiados que reduzcan la erosión por escorrentía.	Existe una cantidad reducida de sedimentos en los drenajes debido a la erosión por escorrentía.	Fase constructiva.	Desarrollador	Costos intrínsecos en el desarrollo de la obra.	El suelo mantiene las propiedades físico / químicas adecuadas para la regeneración o siembra de coberturas verdes y no se erosiona.
	Habilitación de Edificaciones temporales.		Instalar 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 taludes presentan poco deterioro debido a los geotextiles.				
	Transporte de materiales y equipos.	Pérdida de suelo por erosión. (Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos N° 7779).	Recoger los sobrantes de la mezcla asfáltica en camiones de volteo, a la planta de asfalto para su reciclado o disposición definitiva.	No se observa sobrantes de asfalto en los drenajes, ni en los cuerpos de agua.		Contratista.		
	Generación de aguas residuales.	Cambio en la estructura del suelo. (Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos N° 7779).	Los suelos destinados para escombreras deberán ser idóneos en topografía, drenaje, textura, y demás, para la deposición de estos materiales y de acuerdo al plan regulador de cada municipalidad.	Las escombreras presentan suelos idóneos y de acorde a Plan Regulador.		Supervisor arqueológico		
	Generación de Desechos sólidos.	Daño al patrimonio arqueológico. (Ley de Patrimonio Arqueológico Nacional N°6703)	Emplear equipos y maquinarias en buen estado para evitar derrame de hidrocarburos.	El supervisor arqueológico coordina con las autoridades del Museo Nacional y funcionarios del CONAVI ante posibles hallazgos.				
	Construcción de obras civiles.		Se cuenta con un profesional en arqueología que supervisa las actividades de movimiento de tierra en sitios con potencial arqueológico.					



Factor ambiental afectado	Acción impactante	Impacto ambiental	Medida de correctiva compensatoria	Indicador de cumplimiento	Tiempo de aplicación	Responsable	Costo de la Medida	Síntesis del compromiso
Suelo	Mantenimiento y Operación del Proyecto.	<p>Impermeabilización del suelo. (Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos N° 7779).</p> <p>Pérdida de suelo por erosión. (Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos N° 7779).</p> <p>Cambio en la estructura del suelo. (Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos N° 7779).</p>	<p>Disponer los residuos sólidos en el mismo sitio de trabajo de manera temporal, mientras se colocan en recipientes o sobre equipos dispuestos para tales fines.</p> <p>Evitar actividades de mantenimiento de equipos y maquinarias dentro de las áreas de la vía que puedan generar derrame de hidrocarburos o combustibles.</p> <p>Emplear equipos en buen estado y con el debido mantenimiento mecánico.</p> <p>Capacitar al personal operativo para el buen uso de los equipos y para el trabajo eficiente en las labores de mantenimiento.</p>	<p>Los equipos y maquinarias presentan buenas condiciones mecánicas, por lo que no manifiestan fugas de aceite o combustible.</p> <p>No se realizan actividades de reparación o mantenimiento dentro del AP.</p> <p>Existen recipientes en el AP para los desechos sólidos.</p> <p>No se presentan reportes de equipos averiados por mal uso.</p> <p>No se observan restos o residuos de hidrocarburos en el área de trabajo, producto de la actividad constructiva.</p>	Fase Operativa.	Desarrollador / Contratista.	Costos intrínsecos en el desarrollo de la obra.	El suelo mantiene las propiedades físico / químicas adecuadas para la regeneración o siembra de coberturas verdes y no se erosiona.



Factor ambiental afectado	Acción impactante	Impacto ambiental	Medida de correctiva compensatoria	Indicador de cumplimiento	Tiempo de aplicación	Responsable	Costo de la Medida	Síntesis del compromiso
<b>Suelo</b>	Mantenimiento y Operación del Proyecto.	<p>Impermeabilización del suelo. (Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos N° 7779).</p> <p>Pérdida de suelo por erosión. (Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos N° 7779).</p> <p>Cambio en la estructura del suelo. (Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos N° 7779).</p>	<p>Reciclar o reutilizar los desechos sólidos generados por la actividad de mantenimiento, o bien darles un adecuado tratamiento para depositarlos en sitios autorizados.</p> <p>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.</p> <p>Evitar la deposición de materiales tóxicos o contaminantes sobre las áreas verdes o drenajes.</p>	<p>En cada campamento y área de trabajo existe un centro de acopio de desechos sólidos que son separados y clasificados para reciclarlos.</p> <p>No se presenta acumulaciones de desechos sólidos sobre el derecho de vía.</p> <p>No hay presencia de acumulaciones de materiales tóxicos o de contaminantes sobre las áreas verdes o drenajes del proyecto.</p> <p>Existen servicios permanentes autorizados para el traslado de desechos a sitios idóneos.</p>	Fase Operativa.	Desarrollador / Contratista	Costos intrínsecos en el desarrollo de la obra.	El suelo mantiene las propiedades físico / químicas adecuadas para la regeneración o siembra de coberturas verdes y no se erosiona.



Factor ambiental afectado	Acción impactante	Impacto ambiental	Medida de correctiva compensatoria	Indicador de cumplimiento	Tiempo de aplicación	Responsable	Costo de la Medida	Síntesis del compromiso
Fauna	<p>Construcción de las obras civiles.</p> <p>(Aplica para los impactos: Ley de Biodiversidad N° 7788; Ley de Conservación de la Vida Silvestre N°7317)</p>	<p>Pérdida de fuentes de alimentación.</p> <p>Pérdida de refugio y áreas de anidación.</p> <p>Estrés por ruido e iluminación de los vehículos y mayor presencia de personas.</p> <p>Degradación de los ambientes o ecosistemas existentes debido a un mal manejo de aguas residuales y desechos sólidos.</p> <p>Mortalidad de especies acuáticas en los cauces de los ríos.</p>	<p>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 boscosas aledañas.</p> <p>Fomentar la conectividad entre zonas de protección a manera de corredores, ya sea mediante pasos de fauna artificial o natural, donde las especies puedan desplazarse por diferentes zonas.</p> <p>Mantener las letrinas móviles en buenas condiciones para evitar derramen de aguas residuales, malos olores, o bien alejadas de drenajes o cuerpos de agua.</p>	<p>Las actividades de construcción se hacen por etapas y de manera paulatina.</p> <p>Se observan indicios de paso de animales.</p> <p>Se realizan modificaciones estructurales a los diseños de alcantarillas para el paso de fauna terrestre y acuática.</p> <p>Se instalan pasos aéreos para la fauna arborícola en los sitios críticos.</p> <p>No hay presencias de fugas o residuos provenientes de las letrinas.</p>	Durante la etapa constructiva.	<p>Contratista.</p> <p>Desarrollador.</p> <p>Regente ambiental.</p>	Incluido en los costos de desarrollo del proyecto.	Se reducen las alteraciones ecológicas del proyecto permitiendo las interacciones de las especies con las áreas circundantes para su anidación, reproducción, alimentación.



Factor ambiental afectado	Acción impactante	Impacto ambiental	Medida de correctiva compensatoria	Indicador de cumplimiento	Tiempo de aplicación	Responsable	Costo de la Medida	Síntesis del compromiso
<b>Fauna</b>	Construcción de las obras civiles. (Aplica para los impactos: Ley de Biodiversidad N° 7788; Ley de Conservación de la Vida Silvestre N°7317).	<p>Pérdida de fuentes de alimentación.</p> <p>Pérdida de refugio y áreas de anidación.</p> <p>Estrés por ruido e iluminación de los vehículos y mayor presencia de personas.</p> <p>Degradación de los ambientes o ecosistemas existentes debido a un mal manejo de aguas residuales y desechos sólidos.</p> <p>Mortalidad de especies acuáticas en los cauces de los ríos.</p>	<p>Mantener coberturas artificiales como plásticos o textiles sobre los depósitos temporales de los desechos sólidos para evitar derramen de lixiviados o bien exposición de materiales peligrosos que sean de riesgo para los animales.</p> <p>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.</p> <p>Mantener los desechos sólidos, en los recipientes debidamente designados, rotulados y con tapa hermética; que representen riesgo para la fauna existente.</p>	<p>Los depósitos de materiales peligrosos o tóxicos presentan coberturas como lonas cerradas.</p> <p>No hay presencia de lixiviados de desechos tóxicos en drenajes, ni en cuerpos de agua.</p> <p>No se observan animales muertos o enfermos por los desechos sólidos del proyecto.</p> <p>Existen recipientes con tapa hermética, bien rotulados, donde se depositan los desechos sólidos y orgánicos.</p>	Durante la etapa constructiva.	<p>Contratista.</p> <p>Desarrollador.</p> <p>Regente ambiental.</p>	Incluido en los costos de desarrollo del proyecto.	Se reducen las alteraciones ecológicas del proyecto permitiendo las interacciones de las especies acuáticas y terrestres con las áreas circundantes para su anidación, reproducción, alimentación.



Factor ambiental afectado	Acción impactante	Impacto ambiental	Medida de correctiva compensatoria	Indicador de cumplimiento	Tiempo de aplicación	Responsable	Costo de la Medida	Síntesis del compromiso
Fauna	<p>Construcción de las obras civiles. (Aplica para los impactos: Ley de Biodiversidad N° 7788; Ley de Conservación de la Vida Silvestre N°7317; Ley Forestal N°7575 y su Reglamento)</p>	<p>Pérdida de fuentes de alimentación, refugio y áreas de anidación.</p>	<p>Establecer protocolos de inicio de labores de construcción o de cualquier índole, donde permita verificar la no presencia de animales sobre las áreas de trabajo o en las áreas de apertura de obras para evitar daños o mortalidad.</p>	<p>Durante las labores de construcción se efectúan las verificaciones de presencia de fauna silvestre.</p>	<p>Durante la etapa constructiva.</p>	<p>Contratista.</p>	<p>Incluido en los costos de mantenimiento del proyecto.</p>	<p>Se reducen las alteraciones ecológicas del proyecto permitiendo las interacciones de las especies acuáticas y terrestres con las áreas circundantes para su anidación, reproducción, alimentación.</p>
	<p>Operación y mantenimiento del Proyecto (Aplica para los impactos: Ley de Biodiversidad N° 7788; Ley de Conservación de la Vida Silvestre N°7317; Ley de Aguas N°276; Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales N° 33601).</p>	<p>Estrés por ruido e iluminación de los vehículos y mayor presencia de personas.</p>	<p>Efectuar un debido mantenimiento de los equipos, maquinarias y en el traslado de personal para que no emitan excesivo ruido durante su funcionamiento.</p>	<p>No ha mortalidad de especímenes de fauna por inicio de labores.</p>				



Factor ambiental afectado	Acción impactante	Impacto ambiental	Medida de correctiva compensatoria	Indicador de cumplimiento	Tiempo de aplicación	Responsable	Costo de la Medida	Síntesis del compromiso
Fauna	Operación y mantenimiento del Proyecto (Aplica para los impactos: Ley de Biodiversidad N° 7788; Ley de Conservación de la Vida Silvestre N°7317; Ley de Aguas N°276; Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales N° 33601).	<p>Pérdida de fuentes de alimentación, refugio y áreas de anidación.</p> <p>Estrés por ruido e iluminación de los vehículos y mayor presencia de personas.</p> <p>Degradación de los ambientes o ecosistemas existentes debido a un mal manejo de aguas residuales y desechos sólidos.</p> <p>Alteración de las migraciones de algunas especies.</p>	<p>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.</p> <p>Garantizar el correcto funcionamiento de las estructuras de paso de fauna establecidas que permita una mejor movilización de las especies de fauna de la zona.</p> <p>Evitar el uso de "piteretas" o medios auditivos de alto nivel que puedan ahuyentar a las especies de fauna local.</p>	<p>Los pasos de fauna funcionan efectivamente y se visualiza tránsito de animales sin dificultad.</p> <p>Las estructuras de paso de fauna presentan buenas condiciones estructurales.</p> <p>Se colocan señalización vial que indica la presencia repentina de fauna cruzando la vía.</p> <p>Los operarios de mantenimiento tienen conocimiento de la presencia de fauna en la vía para no usar medios auditivos.</p>	Durante la etapa de operaciones y mantenimiento del proyecto.	Desarrollador / Contratista.	Incluido en los costos de mantenimiento del proyecto.	Se reducen las alteraciones ecológicas del proyecto permitiendo las interacciones de las especies acuáticas y terrestres con las áreas circundantes para su anidación, reproducción, alimentación.



Factor ambiental afectado	Acción impactante	Impacto ambiental	Medida de correctiva compensatoria	Indicador de cumplimiento	Tiempo de aplicación	Responsable	Costo de la Medida	Síntesis del compromiso
Fauna	Operación y mantenimiento del Proyecto (Aplica para los impactos: Ley de Biodiversidad N° 7788; Ley de Conservación de la Vida Silvestre N°7317; Ley de Aguas N°276; Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales N° 33601).	<p>Pérdida de fuentes de alimentación, refugio y áreas de anidación.</p> <p>Estrés por ruido e iluminación de los vehículos y mayor presencia de personas.</p> <p>Degradación de los ambientes o ecosistemas existentes debido a un mal manejo de aguas residuales y desechos sólidos.</p> <p>Alteración de las migraciones de algunas especies.</p>	<p>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.</p> <p>Señalar las áreas o puntos críticos de paso de fauna mediante dispositivos viales autorizados por el MOPT para que los conductores reduzcan la velocidad o estén atentos.</p>	<p>Existe coordinación con las asociaciones y fuerzas vivas locales para el reporte de animales lesionados en la vía.</p> <p>Existe señalización vial informativa y de precaución sobre presencia de animales silvestres.</p> <p>Existe señalización vial que previene a los conductores de sitios críticos de paso de fauna silvestre.</p>	Durante la etapa de operaciones y mantenimiento del proyecto.	Desarrollador / Contratista.	Incluido en los costos de mantenimiento del proyecto.	Se reducen las alteraciones ecológicas del proyecto permitiendo las interacciones de las especies acuáticas y terrestres con las áreas circundantes para su anidación, reproducción, alimentación.





Factor ambiental afectado	Acción impactante	Impacto ambiental	Medida de correctiva compensatoria	Indicador de cumplimiento	Tiempo de aplicación	Responsable	Costo de la Medida	Síntesis del compromiso
Flora	Eliminación de la vegetación.	Afectación en fauna terrestre y voladora al perderse espacios de forrajeo, alimentación, refugio y percha (Ley de Biodiversidad N° 7788; Ley de Conservación de la Vida Silvestre N°7317).	Realizar todos los trámites legales requeridos para que el proyecto vial cumpla con la normativa vigente y bajo el consentimiento de las autoridades estatales.  Asesorarse con un profesional forestal con amplia experiencia, que garantice un eficiente proceso, tanto en el censo de la masa forestal existente como en los respectivos trámites de permiso de corta.	Se cuenta con todos los permisos técnicos y legales para la ejecución de la corta de los árboles.  Existen profesionales forestales supervisando las labores de corta.	Durante la etapa constructiva.  Una vez que se obtiene la VA y el permiso del MINAE, se procede con las labores de campo para realizar la eliminación de la vegetación.	Contratista.  Desarrollador.	Incluido en los costos de mantenimiento del proyecto.	Eliminar solamente la vegetación que sea estrictamente necesaria para el proyecto y proteger las áreas restantes.  Se recuperan los espacios de cobertura vegetal en un mediano plazo y las funciones ecosistémicas de las mismas.
	Habilitación de Edificaciones temporales.	Pérdida de cobertura forestal y transformación del paisaje (Ley Forestal N°7575 y su Reglamento).  Degradación de los ambientes o ecosistemas existentes. (Ley de Biodiversidad N° 7788; Ley de Conservación de la Vida Silvestre N°7317).	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.	Todas las labores de corta se hacen con equipos especializados y en buenas condiciones.  No hay presencia de agroquímicos, ni quemas forestales para la eliminación de la vegetación.	Regente ambiental.			



Factor ambiental afectado	Acción impactante	Impacto ambiental	Medida de correctiva compensatoria	Indicador de cumplimiento	Tiempo de aplicación	Responsable	Costo de la Medida	Síntesis del compromiso
Flora	Eliminación de la vegetación.	Afectación en fauna terrestre y voladora al perderse espacios de forrajeo, alimentación, refugio y percha (Ley de Biodiversidad N° 7788; Ley de Conservación de la Vida Silvestre N°7317).	Efectuar las labores de corta de árboles hasta que se obtengan los respectivos permisos ante el Ministerio del Ambiente y Energía, y la Declaratoria de Conveniencia Nacional del Proyecto.	Las labores de corta de árboles se efectúan bajo la aprobación y consentimiento de las autoridades del MINAE de cada oficina regional.	Durante la etapa constructiva.	Contratista.	Incluido en los costos de mantenimiento del proyecto.	Eliminar solamente la vegetación que sea estrictamente necesaria para el proyecto y proteger las áreas restantes.
	Habilitación de Edificaciones temporales.	Pérdida de cobertura forestal y transformación del paisaje (Ley Forestal N°7575 y su Reglamento). Degradación de los ambientes o ecosistemas existentes. (Ley de Biodiversidad N° 7788; Ley de Conservación de la Vida Silvestre N°7317).	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.	El personal sigue las instrucciones del Ing. Forestal, aplica las normas de seguridad y usa el EPP. Los límites de las áreas a intervenir son claramente delimitados, así como de aquellos árboles que se pretenden dejar. No hay árboles o daños a la vegetación aledaña a la zona intervenida.	Una vez que se obtiene la VA y el permiso del MINAE, se procede con las labores de campo para realizar la eliminación de la vegetación	Desarrollador. Regente ambiental.		



Factor ambiental afectado	Acción impactante	Impacto ambiental	Medida de correctiva compensatoria	Indicador de cumplimiento	Tiempo de aplicación	Responsable	Costo de la Medida	Síntesis del compromiso
Flora	Eliminación de la vegetación.	Afectación en fauna terrestre y voladora al perderse espacios de forrajeo, alimentación, refugio y percha (Ley de Biodiversidad N° 7788; Ley de Conservación de la Vida Silvestre N°7317).	Los límites de la zona de remoción de la cobertura vegetal, deben indicarse claramente sobre el terreno, utilizando señales visibles.  Deben tomarse todas las precauciones necesarias para proteger de cualquier daño o mutilación a los árboles remanentes o los que se encuentren fuera del AP.	Se observa en el campo delimitado la huella de construcción con cintas de colores donde no haya cerca que delimite el derecho de vía.  Los árboles a cortar están claramente marcados con cintas topográficas.	Durante la etapa constructiva.  Una vez que se obtiene la VA y el permiso del MINAE, se procede con las labores de campo para realizar la eliminación de la vegetación.	Contratista.  Desarrollador.	Incluido en los costos de mantenimiento del proyecto.	Eliminar solamente la vegetación que sea estrictamente necesaria para el proyecto y proteger las áreas restantes.  Se recuperan los espacios de cobertura vegetal en un mediano plazo y las funciones ecosistémicas de las mismas.
	Habilitación de Edificaciones temporales.	Pérdida de cobertura forestal y transformación del paisaje (Ley Forestal N°7575 y su Reglamento).  Degradación de los ambientes o ecosistemas existentes. (Ley de Biodiversidad N° 7788; Ley de Conservación de la Vida Silvestre N°7317).	Restablecer, en lo posible, la cobertura vegetal (especies) removida en algunas zonas aledañas del AP, mediante la reforestación con especies nativas para mantener el equilibrio ecológico.  Proteger las áreas adyacentes al proyecto evitando el ingreso de maquinaria a esos sitios.	Se cuenta con la autorización de corta por parte del MINAE.  Los árboles remanentes no presentan lesiones.	Regente ambiental.			



Factor ambiental afectado	Acción impactante	Impacto ambiental	Medida de correctiva compensatoria	Indicador de cumplimiento	Tiempo de aplicación	Responsable	Costo de la Medida	Síntesis del compromiso
Flora	Eliminación de la vegetación.	Afectación en fauna terrestre y voladora al perderse espacios de forrajeo, alimentación, refugio y percha (Ley de Biodiversidad N° 7788; Ley de Conservación de la Vida Silvestre N°7317).	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. 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. Deben tener la aprobación de las autorizadas competentes y establecidas por la normativa nacional de cualquier cuerpo de agua (ríos, quebradas, humedales, pozos, nacientes).	No se observa fauna muerta a causa de las actividades de corta.  Al menos el 10% de los árboles remanentes sobre el derecho de vía son de especies nativas.	Durante la etapa constructiva.	Contratista.	Incluido en los costos de mantenimiento del proyecto.	Eliminar solamente la vegetación que sea estrictamente necesaria para el proyecto y proteger las áreas restantes.
	Habilitación de Edificaciones temporales.	Pérdida de cobertura forestal y transformación del paisaje (Ley Forestal N°7575 y su Reglamento).  Degradación de los ambientes o ecosistemas existentes. (Ley de Biodiversidad N° 7788; Ley de Conservación de la Vida Silvestre N°7317).	Los residuos se amontonan en sitios adecuados para su posterior traslado.  No hay arrastre o exportación de materia orgánica hacia los cuerpos de agua cercanos.  No se elimina vegetación que no cuente con el aval del MINAE.	Desarrollador.				
				Regente ambiental.		Se recuperan los espacios de cobertura vegetal en un mediano plazo y las funciones ecosistémicas de las mismas.		



Factor ambiental afectado	Acción impactante	Impacto ambiental	Medida de correctiva compensatoria	Indicador de cumplimiento	Tiempo de aplicación	Responsable	Costo de la Medida	Síntesis del compromiso
Flora	Eliminación de la vegetación.	Afectación en fauna terrestre y voladora al perderse espacios de forrajeo, alimentación, refugio y percha (Ley de Biodiversidad N° 7788; Ley de Conservación de la Vida Silvestre N°7317).	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 vial con especies nativas o autóctonas con el objetivo de recuperar las áreas intervenidas.	Se desarrollan zonas verdes en sitios autorizados y dentro del AP.  No hay evidencia de quemas de residuos derivados de la corta de árboles.	Durante la etapa constructiva.	Contratista.	Incluido en los costos de mantenimiento del proyecto.	Eliminar solamente la vegetación que sea estrictamente necesaria para el proyecto y proteger las áreas restantes.
	Habilitación de Edificaciones temporales.	Pérdida de cobertura forestal y transformación del paisaje (Ley Forestal N°7575 y su Reglamento).  Degradación de los ambientes o ecosistemas existentes. (Ley de Biodiversidad N° 7788; Ley de Conservación de la Vida Silvestre N°7317).	Las maderas resultantes de los procesos de eliminación de la cobertura vegetal, serán destinadas a los centros educativos según lo estipula la legislación nacional, serán entregados dichos bienes de manera transparente por las autoridades competentes e informados por los medios de comunicación escrita y oral nacional.	Al menos se recupera un 10% de la cobertura forestal.  La madera resultante se encuentra en patios autorizados y de conocimientos de las autoridades educativas beneficiarias.		Desarrollador.  Regente ambiental.		Se recuperan los espacios de cobertura vegetal en un mediano plazo y las funciones ecosistémicas de las mismas.



Factor ambiental afectado	Acción impactante	Impacto ambiental	Medida de correctiva compensatoria	Indicador de cumplimiento	Tiempo de aplicación	Responsable	Costo de la Medida	Síntesis del compromiso
Paisaje	Eliminación de vegetación.	Eliminación de la cobertura vegetal (Ley Forestal N°7575 y su Reglamento).	Recuperar, hasta donde es posible, la cobertura boscosa sobre el derecho de vía y en las zonas de protección de los cuerpos de agua.	Se recupera al menos el 10% de las franjas de cobertura existen en los costados del AP.	Fase construcción	Desarrollador / Contratista.	Incluido en los costos de mantenimiento del proyecto.	Se minimiza el impacto visual del proyecto con el empleo de vegetación natural y no existen cúmulos de desechos sólidos o de construcción.
	Movimiento de tierra.	Infraestructura nueva y diferente al AID. (Ley de Biodiversidad N° 7788; Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos N° 7779; Ley de Planificación Urbana N° 4240).	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.	Se crean espacios en la obra para la arborización paisajística del proyecto.				
	Habilitación de edificaciones temporales.	Depósito de desechos sólidos o residuos de construcción. (Decreto Ejecutivo No. 36093-S Reglamento sobre el manejo de residuos sólidos ordinarios; Ley No. 8839 Ley para la Gestión Integral de Residuos Sólidos).	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 a fin de preservar la calidad biológica de los ecosistemas naturales.	Se cuenta con viveros identificados en la zona para la posterior reposición de especies arbóreas.	Fase operativa.			
	Construcción de obras.							
	Operación del proyecto.							



Factor ambiental afectado	Acción impactante	Impacto ambiental	Medida de correctiva compensatoria	Indicador de cumplimiento	Tiempo de aplicación	Responsable	Costo de la Medida	Síntesis del compromiso
Paisaje	Eliminación de vegetación.	Eliminación de la cobertura vegetal (Ley Forestal N°7575 y su Reglamento).	Efectuar movimientos de tierra ordenados, de acorde a las condiciones del terreno y siguiendo los lineamientos técnicos para garantizar taludes estables.	No hay depósitos de materiales excedentes del proceso constructivo por más de un día sobre el AP.	Fase construcción	Desarrollador / Contratista.	Incluido en los costos de mantenimiento del proyecto.	Se minimiza el impacto visual del proyecto con el empleo de vegetación natural y no existen cúmulos de desechos sólidos o de construcción.
	Movimiento de tierra.	Infraestructura nueva y diferente al AID. (Ley de Biodiversidad N° 7788; Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos N° 7779; Ley de Planificación Urbana N° 4240).	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.	Los taludes mantienen el diseño y no se ven afectados en un 90% por efectos de la erosión o mal diseño de los cortes.				
	Habilitación de edificaciones temporales.	Depósito de desechos sólidos o residuos de construcción. (Decreto Ejecutivo No. 36093-S Reglamento sobre el manejo de residuos sólidos ordinarios; Ley No. 8839 Ley para la Gestión Integral de Residuos Sólidos).	Contrastar el diseño con la naturaleza mediante un trabajo conjunto de arquitectura y el asesoramiento de ingenieros forestales o Ingenieros en Paisajismo con experiencia que puedan recomendar las especies idóneas según la necesidad.	Los residuos sólidos se encuentran depositados en los sitios adecuados, sin obstrucción de áreas de drenaje y pasos de tránsito.	Fase operativa			
	Construcción de obras.							
	Operación del proyecto.							



Factor ambiental afectado	Acción impactante	Impacto ambiental	Medida de correctiva compensatoria	Indicador de cumplimiento	Tiempo de aplicación	Responsable	Costo de la Medida	Síntesis del compromiso
<b>Empleo</b>	Eliminación de vegetación.	Generación de empleo. (Código de Trabajo; Ley sobre riesgos del trabajo N°6727; Decreto Ejecutivo N°1 Reglamento General de Seguridad e Higiene de Trabajo)	Se contrata personal de las comunidades vecinas para las diferentes obras de construcción.	Al menos un 50% de los empleos generados en la etapa constructiva están ocupados por personas de las comunidades vecinas al AP.	Etapa de construcción.	Desarrollador	Costo asumido por la empresa encargada de la obra, cumpliendo con la legislación nacional en materia laboral.	Se contrata mano de obra no calificada y semicalificada de las comunidades cercanas al AP.
	Movimiento de tierra.			Al menos un 40% de los empleos generados en la etapa operativa y de mantenimiento están ocupados por personas de las comunidades vecinas al AP.	Etapa operativa.			
	Habilitación de Edificaciones temporales.							
	Construcción de obras.							
	Operación del proyecto.							





Factor ambiental afectado	Acción impactante	Impacto ambiental	Medida de correctiva compensatoria	Indicador de cumplimiento	Tiempo de aplicación	Responsable	Costo de la Medida	Síntesis del compromiso
<b>Economía local</b>	Eliminación de vegetación.	Aumento en la demanda de servicios. (Ley de Contratación Administrativa N° 7479).	Los trabajadores del proyecto que no son de la zona, demandan servicios como alimentación, hospedaje y recreación.	Al menos un 50% de los trabajadores que nos son de las comunidades vecinas, demandan servicios básicos en las comunidades vecinas.	Etapa de construcción	Desarrollador	Incluido en los costos intrínsecos del proyecto	Se mandan servicios básicos en las áreas aledañas al AP.
	Movimiento de tierra.	Ingresos por la generación de empleo. (Código de Trabajo; Ley sobre riesgos del trabajo N°6727; Decreto Ejecutivo N°1		A todos los trabajadores locales se les hace efectivo el pago por servicios prestados según la legislación nacional.				
	Habilitación de Edificaciones temporales.	Reglamento General de Seguridad e Higiene de Trabajo)	Los trabajadores perciben ingresos económicos acorde con la legislación nacional.	Etapa operativa				
	Construcción de obras.	Ingreso por la renta de propiedades para la instalación de campamentos, plantas y áreas de préstamo. (Ley de Contratación Administrativa N° 7479; Ley de Planificación Urbana N° 4240).	El comercio percibe ingresos económicos por los servicios prestados.	Al menos un 30% de los locales comerciales perciben ingresos por servicios, insumos vendidos.				
	Operación del proyecto.							



Factor ambiental afectado	Acción impactante	Impacto ambiental	Medida de correctiva compensatoria	Indicador de cumplimiento	Tiempo de aplicación	Responsable	Costo de la Medida	Síntesis del compromiso
Bienestar social	Eliminación de vegetación.	No se ocasionan molestias graves a los vecinos.	Instalar rótulos en el inicio y final de cada tramo de la obra que contenga la información general del proyecto, donde se indique el número de expediente y el número de resolución de la viabilidad ambiental.	El rótulo informativo se encuentra en el inicio y final de cada tramo del proyecto.	Etapa de construcción y operación	Desarrollador  Regente ambiental.	Incluido en el costo de la obra.	El proyecto se lleva a cabo sin inconvenientes con los vecinos generando bienestar social por la obra y los beneficios asociados a éste.  <i>(Norma que aplica:</i> Constitución Política de Costa Rica; Ley General de Salud N° 5395; Ley de Planificación Urbana N° 4240; Decreto Ejecutivo N°10541-TSS Reglamento para el Control de Ruidos y Vibraciones; Ley de Expropiaciones N° 7495; Código de Trabajo).
	Movimiento de tierra.	Los vecinos y trabajadores locales, conocen el proyecto y sienten confianza del mismo.	Establecer estrecha coordinación con las autoridades locales como la Municipalidad, El Cuerpo de Bomberos, la Cruz Roja, las autoridades de policía, y las oficinas regionales del Ministerio del Ambiente y del Ministerio de Salud, así como del A y A, la Comisión de Emergencias local y otras, 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.	No hay quejas por parte de los vecinos durante la etapa constructiva y operativa del proyecto.				
	Habilitación de Edificaciones temporales.	Los ingresos económicos generados por el empleo, genera beneficios directos e indirectos.	Existe una estrecha coordinación y comunicación con las fuerzas vivas de las comunidades vecinas y regionales.	La mayoría de los vecinos manifiestan su optimismo sobre los beneficios de una nueva vía en la zona.				
	Construcción de obras.	Se respetan los accesos legales a las propiedades de los vecinos, comunales y Estatales.						
	Operación del proyecto.	Se capacitan a los trabajadores en labores técnicas y en uso de tecnologías.						



Factor ambiental afectado	Acción impactante	Impacto ambiental	Medida de correctiva compensatoria	Indicador de cumplimiento	Tiempo de aplicación	Responsable	Costo de la Medida	Síntesis del compromiso
Bienestar social	Eliminación de vegetación.	No se ocasionan molestias graves a los vecinos.	Comunicar con un mínimo de tres días de anticipación a la comunidad cualquier interferencia de los servicios públicos.	Hay una persona encargada del proyecto en el AP para atender además de sus responsabilidades, a los vecinos que tuviesen quejas o consultas.	Etapa de construcción y operación	Desarrollador	Incluido en el costo de la obra.	El proyecto se lleva a cabo sin inconvenientes con los vecinos generando bienestar social por la obra y los beneficios asociados a éste.
	Movimiento de tierra.	Los vecinos y trabajadores locales, conocen el proyecto y sienten confianza del mismo.	Dar atención en lo correspondiente, a cualquier denuncia o señalamiento de molestia que pudiesen manifestar los vecinos del proyecto.	Se efectúan comunicados radiales y escritos sobre las intervenciones sobre la vía.				
	Habilitación de Edificaciones temporales.	Los ingresos económicos generados por el empleo, genera beneficios directos e indirectos.	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 hay daños a la propiedad privada, ni quejas por daños.				
	Construcción de obras.	Se respetan los accesos legales a las propiedades de los vecinos, comunales y Estatales.	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.	Existe una debida demarcación de las áreas de riesgo y peligro.				
	Operación del proyecto.	Se capacitan a los trabajadores en labores técnicas y en uso de tecnologías.		No existen accidentes de tránsito relacionados con las actividades constructivas.				



Factor ambiental afectado	Acción impactante	Impacto ambiental	Medida de correctiva compensatoria	Indicador de cumplimiento	Tiempo de aplicación	Responsable	Costo de la Medida	Síntesis del compromiso
Bienestar social	Eliminación de vegetación.	No se ocasionan molestias graves a los vecinos.	Capacitación de personal en las diferentes áreas técnicas y operativas.	Existe un grupo de 200 o más trabajadores con nuevos conocimientos y capacitados.	Etapa de construcción y operación	Desarrollador	Incluido en el costo de la obra.	El proyecto se lleva a cabo sin inconvenientes con los vecinos generando bienestar social por la obra y los beneficios asociados a éste.
	Movimiento de tierra.	Los vecinos y trabajadores locales, conocen el proyecto y sienten confianza del mismo.	Comunicar a la ciudadanía sobre la ubicación de los frentes de trabajo o de cierres parciales a través de medios orales y escritos.	Los usuarios y residentes locales conocen sobre posibles cierres permanentes en la vía.				
	Habilitación de Edificaciones temporales.	Los ingresos económicos generados por el empleo, genera beneficios directos e indirectos.	Mantener un buen diseño de las obras para permitir el ingreso a las propiedades privadas, comunales, estatales; garantizando la seguridad de todos los usuarios.	Se conserva los accesos legales hacia las propiedades privadas, comunales y estatales sobre la vía.				
	Construcción de obras.	Se respetan los accesos legales a las propiedades de los vecinos, comunales y Estatales.	Usar la mejor calidad de los materiales para garantizar obras resistentes y duraderas.	La calidad de los materiales es supervisada por las autoridades de CONAVI o por el ente supervisor.				
	Operación del proyecto.	Se capacitan a los trabajadores en labores técnicas y en uso de tecnologías.						



Factor ambiental afectado	Acción impactante	Impacto ambiental	Medida de correctiva compensatoria	Indicador de cumplimiento	Tiempo de aplicación	Responsable	Costo de la Medida	Síntesis del compromiso
Bienestar social	Operación del proyecto	<p>No se ocasionan molestias graves a los vecinos.</p> <p>Los vecinos y trabajadores locales, conocen el proyecto y sienten confianza del mismo.</p> <p>Los ingresos económicos generados por el empleo, genera beneficios directos e indirectos.</p> <p>Se respetan los accesos legales a las propiedades de los vecinos, comunales y Estatales.</p> <p>Se capacitan a los trabajadores en labores técnicas y en uso de tecnologías.</p>	<p>Mantener bien señalizada las diferentes intersecciones y vías para garantizar la seguridad vial de la ruta.</p> <p>Mantener en buen estado el sistema de iluminación en cruces e intersecciones, como en bahías de autobuses para evitar accidentes de tránsito y problemas de inseguridad ciudadana.</p> <p>Efectuar el debido mantenimiento de las obras, en tiempo de atención y de la calidad de los trabajos para garantizar la fluidez de la nueva obra según los diseños iniciales.</p>	<p>Existe una buena señalización de las intersecciones, desvíos, servicios.</p> <p>Las intersecciones, pasos peatonales y bahías para autobuses se encuentran debidamente señalizadas e iluminadas.</p> <p>Todas las estructuras de la vía se encuentran en buen estado y en funcionando a capacidad.</p> <p>Se efectúan las labores de mantenimiento con la regularidad, prontitud programa y acordada con el contratista o con las cuadrillas de mantenimiento.</p>	Etapas de mantenimiento y operación de la vía.	Desarrollador / Contratista	Incluido en el costo de la obra.	<p>El proyecto se lleva a cabo sin inconvenientes con los vecinos generando bienestar social por la obra y los beneficios asociados a éste.</p> <p><b>(Norma que aplica:</b>          Constitución Política de Costa Rica; Ley General de Salud N° 5395; Ley de Planificación Urbana N° 4240; Decreto Ejecutivo N°10541-TSS Reglamento para el Control de Ruidos y Vibraciones; Ley de Expropiaciones N° 7495; Código de Trabajo).</p>



### 13.3. MONITOREO Y REGENCIA.

Una vez que se obtenga la Licencia Ambiental y se cuente con todos los permisos respectivos, el proyecto puede dar inicio con la etapa constructiva. Una de las primeras actividades, será la corta de árboles, para ello tanto el Regente Forestal como el Regente Ambiental estarán atentos de que se cumpla con lo autorizado por el MINAE y que se sigan las medidas ambientales mencionadas en el P-PGA. Durante esta fase, las visitas serán permanentes por un equipo multidisciplinario. Posteriormente y conforme avance el proceso constructivo el Regente Ambiental realizará visitas constantes o bien, tal como lo indique la SETENA, observado que se cumplan con todas las medidas indicadas y haciendo las respectivas correcciones del caso. Se realizarán informes internos que se le harán llegar tanto al desarrollador como al encargado de la obra para que ejecute las medidas correctivas si fuese el caso. Además, se cumplirá con la periodicidad que establezca la SETENA para la presentación de Informes Regenciales a esta institución.

### 13.4. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN.

En el siguiente cuadro 13.2 se presenta el cronograma oficial de la empresa China Harbour Engineering Company Ltda (CHEC) para el proceso previo y de construcción de la ruta 32. La fecha de inicio está condicionada con la obtención de la Viabilidad Ambiental de la SETENA.

Cuadro 13.2. Cronograma de ejecución de las diferentes obras durante la etapa constructiva del Proyecto de Ruta 32, Empresa China Harbour Engineering Company Ltda, junio, 2016.

Nº	Actividades de la obra	Duración estimada	Inicio estimado	Terminación estimada
1.	FASE DE EJECUCIÓN DE LA OBRA	1280 días	01-05-2016	01-11-2019
<b>2.</b>	<b>Planeamiento:</b>	<b>668 días</b>	<b>01-05-2016</b>	<b>27-02-2018</b>
2.1.	- <i>Estudios y diseños:</i>	215 días	01-05-2016	01-12-2016
2.2.	- <i>Personal, Equipo, Transporte de material:</i>	578 días	30-07-2016	27-02-2017
2.2.1.	- Ubicación de personal administrativo en el campo	44 días	30-07-2016	30-08-2017
2.2.2.	- Implementación de los equipos de construcción	90 días	30-07-2016	27-10-2016
2.2.3.	- Ubicación de demás personal de campo	150 días	01-10-2017	27-02-2018
2.3.	- <i>Instalación del Contratista:</i>	90 días	28-09-2016	26-12-2016
2.3.1.	- Instalación de estructuras temporales.	90 días	28-09-2016	26-12-2016
<b>3.</b>	<b>Construcción de la Carretera:</b>	<b>992 días</b>	<b>27-12-2016</b>	<b>14-09-2019</b>
3.1.	- <i>Carretera nueva (ampliación).</i>	620 días	27-12-2016	07-09-2018
3.1.1.	- Subrasante.	450 días	27-12-2016	21-03-2018
3.1.1.1.	- Excavación, relleno (incluyendo alcantarillas)	450 días	27-12-2016	21-03-2018
3.2.	- <i>Pavimento.</i>	560 días	25-02-2017	07-09-2018
3.2.1.	- Grava graduada	480 días	25-02-2017	19-06-2018
3.2.2.	- Superficie de concreto asfáltico	500 días	26-04-2017	07-09-2018



Nº	Actividades de la obra	Duración estimada	Inicio estimado	Terminación estimada
3.3.	- <i>Mantenimiento de la carretera existente (Rehabilitación)</i>	365 días	15-09-2018	14-09-2019
3.3.1.	- Pavimento.	365 días	15-09-2018	14-09-2019
3.3.1.1	- Grava graduada	300 días	15-09-2018	11-07-2019
3.3.1.2	- Superficie de concreto asfáltico	500 días	30-10-2018	14-09-2019
3.4.	- <i>Construcción de puentes.</i>	1100 días	28-09-2016	02-10-2019
3.4.1.	- Construcción de puentes nuevos.	680 días	28-09-2016	08-08-2018
3.4.2.	- Mantenimiento de puentes existentes.	420 días	09-08-2018	02-10-2019
3.5.	- <i>Obras complementarias.</i>	490 días	20-06-2018	22-10-2019
3.5.1.	- Instalación de artefactos y señales preventivas	490 días	20-06-2018	22-10-2019
3.5.2.	- Periodo de preparación para entrega de la obra	10 días	23-10-2019	01-11-2019

### 13.5. PLAN DE RECUPERACIÓN AMBIENTAL POST-OPERACIÓN.

Los Planes de Recuperación Ambiental Post-Operación se deben definir con el desarrollador del Proyecto (CONAVI). Hasta el momento no se detallan los aspectos o actividades a fomentar para la recuperación de las áreas que serán intervenidas.

### 13.6. COSTOS DE LA GESTIÓN AMBIENTAL.

Con el afán de obtener un diseño adecuado para la mitigación de los impactos temporales que se puedan presentar, el desarrollador junto con el contratista han destinado \$ 185 567,00 dólares USA para el diseño final de la vía; más un monto de \$ 6 000 000,00 dólares USA dentro del presupuesto total de la obra, para cubrir los costos de las medidas de mitigación y control de impactos ambientales que se generarían con rehabilitación y ampliación de la actual ruta 32.

Las medidas ambientales, su ejecución, responsables y proceso de monitoreo se presentaron dentro del Cuadro Resumen del P-PGA, cuadro 13.1.



## 14. ANÁLISIS DE RIESGO Y PLANES DE CONTINGENCIA.

### 14.1. FUENTES DE RIESGO AMBIENTAL.

En cuanto a Riesgos Ambientales externos, este proyecto por su localización es vulnerable a la amenaza de inundación; las zonas de Matina y Siquirres han presentado eventos de inundación en los últimos años por lo que se deben seguir las recomendaciones y medidas del caso. Cabe mencionar que ésta condición no se debe a la existencia de la carretera como tal y la ampliación de la carretera no agrava esta situación. En cuanto a amenaza sísmica, es una condición a la que está expuestos cualquier proyecto en este país. Para mayor detalle sobre estas situaciones, favor referirse a la sección 7.6, en éste se trata el tema de amenazas naturales.

En lo que se refiere a Riesgo Antrópico actualmente presente en el AP y AID, el derecho de vía del Proyecto presenta algunas condiciones según consta en el Anexo 16.

En cuanto a Riesgos Ambientales Internos, generados por las futuras actividades del Proyecto, las posibles fuentes de Riesgos Ambientales son principalmente los equipos y maquinaria pesada, así como las plantas asfálticas, de concreto y de estructuras prefabricados durante la fase constructiva y durante la operativa en las respectivas labores de mantenimiento.

### 14.2. EVALUACIÓN DE RIESGO AMBIENTAL.

Para el Proyecto de Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional No. 32 Sección: La Intersección con la Ruta Nacional No. 4 – Limón, se resume en el siguiente cuadro:

**Cuadro 14.1.** Identificación de áreas y nivel de riesgo.

Área	Nivel de riesgo	Ubicación	Actividades que se desarrollan	Observaciones
Corta de árboles	Medio	Dentro del AP	Volteo de árboles con motosierras, desrame, preparación de trozas, carga para transporte.	Debe contarse con personal capacitado para dichas tareas, además de contar con el equipo de protección necesario.  Las labores de corta deben realizarse solamente en el área debidamente marcada y con autorización.
Conformación del terreno	Bajo	Dentro del AP, terreno ondulado a plano.	Movimientos de tierra y otras actividades asociadas.	El personal permanece la mayor parte del tiempo dentro de la maquinaria. Por lo tanto, su factor mayor de seguridad es el buen estado de los equipos.





Área	Nivel de riesgo	Ubicación	Actividades que se desarrollan	Observaciones
Conformación de escombreras	Bajo	Terreno plano	Movimientos de tierra y compactación de suelos	Maquinaria debe estar en buen estado y al día con la revisión técnica. Los trabajos deben ser dirigidos por un profesional a cargo.
Conformación de la base y de carpetas asfálticas de las vías.	Medio	Dentro del AP	Movimiento de equipos pesados y materiales.	Maquinaria debe estar en buen estado y al día con la revisión técnica. Los trabajos deben ser dirigidos por un profesional a cargo. Mantener el orden y bien demarcadas las áreas de trabajo para un buen flujo vehicular.
Instalación de bases, vigas de puentes y pasos a desnivel.	Medio	Dentro del AP	Montaje de las estructuras de hierro y concreto, tuberías de agua potable y algunos servicios públicos.	Debe estar supervisado por profesionales y cumplir con las medidas de seguridad respectivas.
Construcción obras civiles (puentes peatonales, ciclovías, bahías de autobuses)	Medio	Dentro del AP	Trabajos en altura y manejo de equipo de precisión	Personal especializado, profesionales a cargo.
Demarcación vial	Medio	Dentro del AP	Pruebas de los diferentes equipos y sistemas	Personal altamente calificado. Cumplir con todas las medidas de seguridad.

### 14.3. PLAN DE CONTINGENCIA.

Para eventuales situaciones que pudieran darse durante las fases constructivas y operativas del Proyecto de Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional N° 32 Sección: La Intersección con la Ruta Nacional No. 4 – Limón, es necesario implementar una serie de directrices específicas para casos en que pudieran verse afectadas las personas que laboran en el Proyecto y aquellas que lo visiten, así como el medio natural que rodea el área del proyecto. Para ello se citan varios puntos que son necesarios indicarlos como normas de acatamiento en caso de situaciones de riesgo y emergencia (Anexo 15). Además del cumplimiento de estos puntos, también se debe dar capacitación y entrenamiento al personal del proyecto con el fin de que pueda atender cualquier emergencia.

#### 1. Zonas de Seguridad.

Es necesario implementar un sistema de zonificación de forma que en el mismo se ubiquen áreas de seguridad en caso de un sismo, así como en otros eventuales momentos de riesgo. Las zonas de seguridad deben estar muy bien demarcadas, y las mismas no pueden poseer obstáculos, como herramientas o maquinaria, deben de poseer las características necesarias para brindar seguridad.

En cada área de trabajo, llámese tramo de obra, estructura determinada (puente, paso peatonal, paso a desnivel, entre otras), campamento, planta de prefabricados, planta mezcladora de asfalto y de concreto, área de extracción de material de préstamo y escombreras; debe haber un área señalada y de



conocimiento del personal operativo y técnico para resguardarse en caso de algún evento natural o accidente de alto riesgo.

## **2. Tormentas eléctricas.**

En casos de que hubiese rayería eléctrica, durante una tormenta, los trabajadores, inspectores y visitantes, deben buscar refugio lejos de la zona de trabajo y de áreas arboladas, para evitar el impacto por un rayo. En caso de que se diese el impacto de un rayo a uno o a varias de las personas presentes en el área del proyecto, se debe de proceder a marcar el 9-1-1 e indicar lo sucedido, NUNCA se debe de mojar a la persona después de que está haya sido impactada por un rayo.

## **3. Sismos.**

En caso de que se dé un sismo, dependiendo de su magnitud y fuerza, se deben desconectar o bien revisar todos los sistemas, así como paralizar toda labor que estén realizando los trabajadores. Durante el sismo, dependiendo de su fuerza y duración se deben buscar y acudir a las zonas de seguridad ya establecidas. Si al finalizar el sismo, existen personas que presentan heridas graves o choques emocionales, es necesario que estas personas sean atendidas de forma médica por profesionales, ya sea llevándoles a un sitio específico de atención médica, o bien, dependiendo de la gravedad del asunto, marcando el 9-1-1 y notificando lo sucedido.

## **4. Accidentes laborales.**

En caso de que uno de los trabajadores haya recibido una caída, en la cual, exista la posibilidad de que haya fractura o alguna herida significativa, ésta deberá mantenerse inmóvil hasta recibir atención profesional, o por personas conocedoras y acreditadas con cursos de primeros auxilios. NUNCA se debe tratar de levantar a una persona que ha caído, hasta no estar seguro de la posibilidad de una fractura, principalmente cerca del área del cuello y la columna, se debe llamar inmediatamente al 9-1-1 y notificar lo sucedido. Se debe evaluar las causas del accidente, por parte una persona responsable establecida, que en este caso puede ser el Gerente de Proyecto o un Inspector/Oficial de Salud y Seguridad.

## **5. Incendios.**

Al iniciarse el incendio se debe proseguir a buscar y acudir a las áreas de seguridad y a su vez, evitar que personas ingresen al área del incendio, hasta que éste sea controlado. Debe existir una brigada de incendios preparada en el Proyecto, la cual debe acudir al incendio con la intención de controlarlo. Si el incendio no es controlado, es necesario notificar por medio del 9-1-1 a la estación de bomberos más cercana al área del proyecto, para que ellos controlen y apaguen el incendio. Si existiesen personas heridas por el incendio, es necesario atenderlas de inmediato. Si las quemaduras son leves se tienen que atender con agua fría y pomadas especiales para quemaduras por fuego. Si las heridas aumentan en gravedad, es necesario llevar a estas personas a un centro médico cercano, o bien, al hospital. Si el incendio es originado en las propiedades vecinas y amenaza el proyecto, debe llamarse inmediatamente al cuerpo de Bomberos más cercano.



## **6. Atención del personal.**

Es necesario contar con un botiquín de primeros auxilios y controlarlo periódicamente, así como habilitar un sitio para atención temporal de emergencias. Es importante la capacitación en primeros auxilios al menos a uno de los trabajadores y velar por el cumplimiento de las normas y reglamentos nacionales de seguridad e higiene laboral.

## **7. Evacuación y Evaluación de los daños.**

Es necesario que todo evento o situación que se dé, esté acompañada de un proceso de evacuación controlada, para evitar que se descontrola la situación y que se vuelva adversa y riesgosa. Después de todo evento o situación negativa, ya sea natural o artificial, es necesario realizar una evaluación de las causas que generaron tal accidente, sea laboral o ambiental. Levantar un informe de lo ocurrido y a su vez, analizar si la forma de manejar dicha situación fue la correcta, o bien, esta puede ser mejorada. Es necesario evaluar los daños materiales, cuantificarlos, y si llegase a pasar, evaluar los daños humanos.



## 15. CALIDAD AMBIENTAL DEL AP, AREA 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 9 vinculado a la descripción del ambiente socioeconómico. Las áreas de influencia social incluyen las comunidades de Guápiles, Guácimo, Pocora, Siquirres, Matina y Limón, entre otros. Las anteriores mencionadas se ubican en el AID. Son comunidades que se encuentran inmersas principalmente dentro de las actividades agrícolas, pecuarias, comerciales y de servicios. Cabe mencionar que se ubicaron comunidades dentro del All, para más detalle de las comunidades dentro del área de influencia indirecta ver la sección 5.5.2 y en el capítulo 9.

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, las oportunidades laborales son relativamente escasas, ya que en el caso de los jóvenes una vez concluida la secundaria deben dedicarse a la agricultura, a las actividades comerciales o salir hasta San José, en busca de empleo mejor remunerado o para continuar sus estudios a nivel universitario con más especialización.

Por otro lado, desde el punto de vista biológico, se puede decir que el paisaje predominante son los pastos, tierras dedicadas a la ganadería; la actividad agrícola como lo son las bananeras y las piñeras; algunas áreas con plantaciones forestales o simplemente en regeneración (matorrales) o de bosque secundario. Algunas fincas permanecen con poca o nula cobertura vegetal en las partes más planas, o bien con cultivos como el banano, la piña o plantaciones forestales como es el caso de las AID y All del Proyecto. Por tal razón la diversidad tanto en fauna como en flora es característica de zonas alteradas y en recuperación. De ahí que, aunque el sitio presenta un ambiente sano, la calidad ambiental del mismo no es muy elevada.

### 15.1. PRONOSTICO 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 8 y 9. 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, el desarrollador tiene 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 el mantenimiento preventivo y correctivo de la vía y sus respectivos componentes, siendo de muy bajo impacto para el ambiente y para la biota de la zona. Por otra parte, se prevé una serie de beneficios para las comunidades aledañas al Proyecto, como por ejemplo el servicio de transporte y de traslado más eficiente, más servicios



comerciales y la posible contratación de personal en la zona. Por eso es importante hacer esfuerzos para potenciar las capacidades de los vecinos, para que estas personas se inserten en la dinámica social y comercial, que seguirá impulsando el crecimiento de sus comunidades.

### 15.2. SÍNTESIS DE LOS COMPROMISOS AMBIENTALES DEL PROYECTO.

De acuerdo a los resultados obtenidos en las matrices de impactos depuradas, los recursos que tendrían un impacto potencial (negativo o positivo) 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:

- 4 Flora y fauna.
- 5 Aguas superficiales y subterráneas.
- 6 Calidad del aire.
- 7 Suelos.
- 8 Empleo.
- 9 Economía local.
- 10 Paisaje.
- 11 Bienestar social.

La síntesis de compromisos ambientales para cada una de ellas se presenta en el cuadro 13.1, resumen del Pronóstico de Plan de Gestión.

### 15.3. POLÍTICA AMBIENTAL DEL PROYECTO.

El CONAVI como ente ejecutor de la obra, se compromete a desarrollar y operar la Ruta 32 en su sección comprendida entre la intersección de la ruta nº4 en Río Frío hasta la ciudad de Limón bajo altos estándares de calidad y con el cumplimiento de las normas ambientales vigentes para este tipo de proyectos. Se mantendrá una búsqueda constante de mejoras continuas de la gestión ambiental y vial de sus obras, siempre anuente a recibir aportes y comentarios de las entidades públicas y privadas relacionadas con la obra, de los gobiernos locales, organizaciones locales y de los líderes comunitarios, con el afán de incorporar a la gestión de la obra todas aquellas acciones que sean posibles para mejorar el desempeño de la vía, y asegurar la seguridad de todos sus usuarios durante la vida útil de la obra.

Como parte de sus lineamientos ambientales se compromete a dar un adecuado manejo de los desechos que se generan producto de la actividad y a trabajar en la disminución de sedimentos, conservación de la flora local, control de derrames, seguridad laboral y vial, control del ruido y la disminución o prevención de otros impactos como significativos y que se produzcan dentro del AP o de sus áreas de influencia con el fin de minimizar la cantidad de los mismos que puedan afectar ecosistemas adyacentes y las poblaciones vecinas.

Adicionalmente, una vez terminadas las labores de construcción la empresa contratista, en nombre del desarrollador procurará establecer una condición de equilibrio en el ambiente alterado y aplicará medidas para recuperar los suelos y revegetar las áreas donde se situaron las obras complementarias temporales u otras labores adjuntas, con el fin de disminuir los impactos a futuro y a la vez mejorar el



paisaje remanente. El CONAVI se compromete a establecer los controles pertinentes para dirigir correctamente a todas las empresas que laboren durante la construcción y operación de la carretera, con el fin de que se desarrollen las obras tal y como se planteó en el Estudio de Impacto Ambiental, el CONAVI mantendrá los canales de comunicación oportunos para atender denuncias de terceras personas contra cualquier contratista que labore a nombre de la institución en la vía o en las zonas aledañas.

El desarrollador mantendrá durante todas las fases del proyecto, los profesionales especializados para velar por el acatamiento de los compromisos ambientales estipulados en el presente EsIA. Además, mantendrá la mejor disponibilidad para atender a las autoridades competentes en caso que se visiten el proyecto durante las actividades de construcción y posterior operación de la vía. El ente ejecutor en este caso, deberá buscar la manera de firmar el compromiso con los gobiernos locales para cumplir con esa política.

## 16. MONTO GLOBAL DE LA INVERSIÓN.

El monto global de la inversión directa del Proyecto de Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional No. 32 Sección: La Intersección con la Ruta Nacional No. 4 – Limón, se calcula en \$ 485.593.387,06, desglosado de la siguiente manera:

Cuadro 16.1. Resumen de costos de inversión para el Proyecto Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional No. 32 Sección: La Intersección con la Ruta Nacional No. 4 – Limón, Dirección Ejecutiva, CONAVI, 2012.

Ítem de la obra	Total (dólares)
Obras Nuevas (no incluye puentes ni intersecciones)	\$ 183.571.197,00
Puentes nuevos	\$ 84.315.925,45
Intersecciones	\$ 97.204.264,00
Rehabilitación de la vía existente	\$ 80.534.199,00
Investigación técnica y diseño	\$ 13.967.801,61
Trabajos protección ambiental	\$ 6.000.000,00
Expropiaciones y reubicación de servicios públicos	\$ 20.000.000,00
<b>TOTAL DE LA INVERSION</b>	<b>\$ 485.593.387,06</b>

Las posibles fuentes de financiamiento lo constituyen fondos internos y externos (crédito con The Export-Import Bank of China). La certificación de monto de inversión, debidamente firmada se adjunta como Anexo 14.

El proyecto será financiado en un 85% por la República Popular de China y un 15% será asumido por el Gobierno de Costa Rica, Ministerio de Hacienda. De acuerdo a la información brindada por el Departamento Coordinación y Control del Endeudamiento Público, Dirección de Crédito Público, Ministerio de Hacienda, las condiciones financieras referenciales o tentativas sujetas a negociación con el Eximbank son las que a continuación se detallan:



- Financiamiento: Préstamo cubriría el 85% del costo total del Proyecto. Moneda: dólares (existiendo la posibilidad de que una parte del costo total sea financiado en yuanes)
- Plazo del Crédito: 20 años.
- Periodo de gracia: 5 años.
- Periodo de amortización: 15 años.
- Interés: 3,5%.

Es importante aclarar que dichas condiciones corresponden a una referencia preliminar, por cuanto las condiciones financieras definitivas, así como la definición de las comisiones que aplicarían (Comisión de Compromiso y de Administración), se tendrán una vez realizada la negociación del contrato de préstamo; la cual se llevará cabo una vez que se cuente con el dictamen de inicio de negociaciones por parte del MIDEPLAN.

Cabe mencionar que en este caso la Administración tomó la decisión de realizar una contratación para este de proyecto bajo la modalidad conocida como "suma alzada" o bien el "IPC" (ingeniería, procura y construye) para realizar el diseño y la construcción del proyecto que nos ocupa, la cual es aceptada en el mercado internacional y tiene la particularidad de que en estos contratos el contratista encargado debe entregar la obra encomendada lista para su uso por quien la encargó, quedando incorporado en el precio pactado tanto el costo del principal como las eventuales variaciones en el precio de cada uno de los rubros comprendidos en el mismo. Es por ello, que en estos casos la empresa contratista no solo debe conocer ampliamente el mercado propio en el que se desenvuelve el objeto contractual, sino que, además, definir con mucha claridad los términos económicos de su oferta, dado que cualquier carencia o error en su cálculo correrá por su cuenta y riesgo.



## **17. OTROS TÉRMINOS ESPECÍFICOS.**

### **17.1. UBICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LAS ESCOMBRERAS.**

El movimiento de tierras más importante que se provocará por la construcción del Proyecto, corresponde a la conformación del terreno y sustitución de material de baja calidad existente en el sitio. Se tiene previsto ubicar 4 escombreras permanentes de aproximadamente 1,5-2,0 ha como área mínima, cada una dentro del área de Influencia directa del Proyecto, en varios sectores de los tres tramos operativos, con las condiciones idóneas y requeridas por la normativa nacional. Los excesos de suelos y material que no se pueda acomodar de esta forma, será trasladado y colocado en el área de escombrera.

Una vez que finalice la etapa de construcción, el material remanente en las escombreras se dispersará homogéneamente para conformar nuevamente el suelo y se cubrirá con la capa vegetal extraída (pasto). El objetivo, es que el área recupere su aspecto inicial y se recupere el área nuevamente para que el propietario pueda aprovecharlo para la condición de uso deseado. En el Anexo 20, se adjunta la nota con los cálculos respectivos.

### **17.2. CENSO FORESTAL.**

Este se hizo de manera preliminar sobre áreas de mayor fragilidad ambiental dentro del derecho de vía. Las restantes áreas arboladas no se requerirá de permiso de corta según lo estipula la Ley Forestal 7575 y normativa vigente, por encontrarse en derecho de vía de un proyecto de ampliación vial de ruta nacional. El volumen de madera se calculará durante la etapa de corta. En el cuadro 8.2, se puede observar la lista de especies de flora representativa del AP.

### **17.3. IDENTIFICACION Y CARACTERIZACIÓN DE MATERIAL DE PRÉSTAMO.**

Las áreas seleccionadas preliminarmente se ubican en tres puntos estratégicos sobre la ruta, de acuerdo con los tramos operativos establecidos por la empresa constructora CHEC; estos se ubican momentáneamente, sobre los ríos Chirripó, Río Guácimo y Río Siquirres, en concesiones otorgadas en años anteriores a empresas privadas e instituciones municipales; pudiendo variar de acuerdo a condiciones de mercado, logística, calidad y cantidad del material, etc. Los materiales serán adquiridos a través de compras directas con la empresa o institución concesionaria de la actividad a precios convenidos y en alquiler de los terrenos para la ubicación de las estructuras temporales necesarias para la preparación de las mezclas de concreto y de logística con relación a la obra en cuestión.

La primera fuente de préstamo se ubica en la comunidad de Estrada, distrito de Carrandí, cantón de Matina, en una propiedad privada de 7 ha 112,86 m<sup>2</sup> con concesión minera según expediente N° 18-87 y con expediente N° 559-98 SETENA a nombre de la sociedad GRACOR INTERNACIONAL S.A., cédula jurídica 3-101-74896 sobre el cauce del Río Chirripó, aguas arriba y abajo del puente sobre la ruta 32. Para mayor detalle de la autorización de dicho sitio en el anexo 6 y en figura 1 del mismo anexo.

La segunda fuente de material de préstamo se ubica en la comunidad de Guácimo, sobre el río del mismo nombre; esta concesión se encuentra a nombre de la Municipalidad de Guácimo bajo expediente minero N° 8-2004 y expediente SETENA N° 496-2003 (ver anexo 6).





Por último, la tercera fuente se localiza en el cauce del río Siquirres, en la localidad de Siquirres (aún no se detalla las calidades del concesionario).

#### **17.4. PROGRAMA DE EMERGENCIA Y PREVENCIÓN ACCIDENTES.**

La sección completa de Programa de Emergencia y Prevención de Accidentes, se adjunta en el anexo 15, de este estudio. Favor dirigirse a este apartado para ver con detalle la información. De acuerdo a los lineamientos técnicos que establece el Decreto N° 32966-MINAE, Manual de Instrumentos Técnicos para el Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental (Manual de EIA)- Parte IV: Guía -Estudios de Impacto Ambiental y Pronósticos-Plan de Gestión Ambiental, valoración de los impactos ambientales y términos de referencia y en cumplimiento del mismo, debido a lo extenso de esta sección, se trasladó a los anexos.

#### **17.5. ESTUDIO CUANTITATIVO / CUALITATIVO Y PROCESO PARTICIPATIVO / INTERACTIVO DE DIVULGACIÓN DEL PROYECTO.**

Esta sección, se está desarrollando en el campo a través de talleres participativos con todas las fuerzas vivas, organizaciones comunales y personas interesadas, por lo que queda pendiente de incorporar al presente estudio. El objetivo es que, en cada municipio donde haya efecto directo se organicen talleres informativos y de evacuación de dudas y preocupaciones para los ciudadanos que se verán influenciados por las obras y beneficiados por el proyecto una vez finalizado.

#### **17.6. UBICACIÓN DE CAMPAMENTOS Y SERVICIOS PÚBLICOS QUE DEMANDA.**

Se plantea la instalación de 8 campamentos temporales, los cuales se ubicarán a lo largo de la ruta 32. La selección de los sitios para la ubicación de los campamentos se está realizando de manera coordinada entre Municipales, entes comunales y personas físicas, los cuales brindan sus terrenos en calidad de préstamo o arrendamiento durante la fase constructiva. La distribución se pretende hacer de acuerdo con los tres tramos operativos que se ha planteado la empresa constructora y de acuerdo con la necesidad de ubicar y distribuir el personal para las diferentes actividades que requieren el proyecto.

A lo largo de la obra o proyecto se han identificado ciertas propiedades potenciales que reúnen ciertas características en ubicación, costo de alquiler y dimensiones en superficie. Hasta el momento se tienen las autorizaciones de cinco propietarios con los debidos usos conformes del uso del suelo, emitidos por las respectivas municipalidades de Pococí, Guácimo y Matina, quedando pendiente los sitios de la zona de Siquirres.

Con respecto a los servicios básicos, estos serán suministrados por el ICE; AyA, acueductos municipales y ASADAS (ver anexo 6, notas de servicios).

#### **17.7. ESTUDIO DE IMPACTO VIAL APROBADO POR EL MOPT.**

El Estudio de Impacto Vial Aprobado por el MOPT se desarrolló en el año 2012. Este se detalla en la sección 9.4.1. "Análisis de vialidad" del presente estudio, favor remitirse a esta apartado.



## 17.8. PLANTAS DE ASFALTO Y CONCRETO E IMPACTOS QUE GENERARÁ.

Se plantea instalar 8 plantas mezcladoras de concreto y 2 plantas mezcladoras de asfalto, todas distribuidas a lo largo del proyecto. Estas se instalarán en terrenos privados y con uso conforme del suelo.

Las medidas de mitigación que se plantean a continuación, está definidas para los impactos que se generarán con el funcionamiento de las plantas mezcladoras de asfalto. Estas medidas son establecidas para cada una de las plantas que se utilizarán en el Proyecto de Ruta 32.

Cuadro 17.1. Identificación de potenciales impactos ambientales que se generarán con las plantas mezcladoras de asfalto y las correspondientes medidas de mitigación.

Componente/ Subcomponente	Valor de Impacto Ambiental	Posibles Efectos Acumulativos	Posibles medidas compensatorias
<b>Autoabastecimiento</b>	Se generan más de 500 y menos de 1200 Mwh/año	Se aumenta la cantidad de gases contaminantes expedidos a la atmósfera	El combustible a utilizar, debe ser adecuadamente almacenado en tanques de autoconsumo, diseñados con los estándares de calidad y seguridad exigidos por la reglamentación del Decreto 30131-MINAE-S.  Cumplir con los artículos aplicables al Reglamento N° 10541-TSS, concerniente a la reglamentación de ruidos y vibraciones, de previo a la construcción ó instalación de maquinaria.
<b>Emisiones de equipos fijos y móviles</b>	Se utilizan equipos fijos y móviles	Se aumentará la cantidad de gases contaminantes expedidos a la atmósfera	Cumplir con los artículos aplicables al Reglamento N° 10541-TSS, concerniente a la reglamentación de ruidos y vibraciones, de previo a la construcción ó instalación de maquinaria.  Dotar al personal, tanto al que atiende a la planta eléctrica como al que maneja la maquinaria, el equipo adecuado para evitar lesiones y asegurar su integridad, cada vez que deban realizar tareas cerca del equipo. Este equipo contempla casco de seguridad, chaleco refractivo, zapatos de seguridad, equipo protector para oídos, ojos y guantes.



Componente/ Subcomponente	Valor de Impacto Ambiental	Posibles Efectos Acumulativos	Posibles medidas compensatorias
			<p>Colocar los silenciadores y demás aditamentos necesarios para disminuir los niveles de ruido dentro de los parámetros permitidos por el Reglamento N° 10541-TSS.</p> <p>Realizar mensualmente un chequeo y medición de ruido del equipo para darle mantenimiento y asegurar que se encuentra dentro de los parámetros permitidos por el Reglamento N° 10541-TSS.</p> <p>Ubicar la planta eléctrica en un sitio abierto, afuera de cualquier estructura donde se ubique personal.</p>
<p><b>Contribución de las emisiones generales a la contaminación atmosférica con olores, gases y otros efectos.</b></p>	<p>Las emisiones de la actividad contribuyen a la generación de contaminación atmosférica, pero están controladas</p>	<p>Se aumentará la cantidad de gases contaminantes expedidos a la atmósfera</p>	<p>Realizar planes de revegetación ya sea con reforestación de especies aisladas o cercas vivas con el fin de contribuir con la fijación de carbono.</p> <p>Mantener un control de las emisiones de los equipos y maquinaria en general.</p>
<p><b>Ruidos y Vibraciones</b></p>	<p>Hay producción de ruido o vibraciones y la producción total es cercana al límite de la regulación vigente, se puede confiar.</p>	<p>Se aumentará la cantidad de ruido y vibraciones en el sitio</p>	<p>Cumplir con los artículos del Reglamento N° 10541-TSS concerniente a la reglamentación de ruidos y vibraciones, de previo a la construcción ó instalación de maquinaria.</p> <p>Dotar al personal del EPP con el fin de evitar lesiones y accidentes laborales.</p> <p>Colocar los silenciadores y demás aditamentos necesarios para disminuir los niveles de ruido dentro de los parámetros permitidos por el Reglamento N° 10541-TSS.</p> <p>Realizar mensualmente un chequeo y medición de ruido del equipo para darle mantenimiento y asegurar que se encuentra dentro de los</p>



Componente/ Subcomponente	Valor de Impacto Ambiental	Posibles Efectos Acumulativos	Posibles medidas compensatorias
			<p>parámetros permitidos por el Reglamento N° 10541-TSS.</p> <p>Ubicar la planta eléctrica en un sitio abierto, afuera de cualquier estructura donde se ubique personal.</p>
<b>Manejo de combustible fósil</b>	<p>Consume, maneja o almacena una cantidad mayos a 50 000 y menos a 500 000 litros al mes.</p>	<p>Se aumenta el riesgo de la ocurrencia de un accidente</p>	<p>Durante los procedimientos de rea-abastecimiento de equipo móvil (vagonetas, cargadores, etc), el mismo deberá estar apagado. No se permitirá el abastecimiento de combustible en recipientes inadecuados</p> <p>Los sitios donde se ubiquen los tanques de autoconsumo, deberán de estar sobre una estructura de concreto que asegure, la contención del contenido máximo en caso de colapso de los tanques. Debe existir un sistema de alerta temprana en caso de fuga, constituido por un sistema de alarma y de parada de emergencia. Este sistema debe ser capaz de terminar los procedimientos de trasiego o abastecimiento que se estén dando en caso de una fuga o de un accidente.</p>

Cuadro 17.2. Medidas ambientales a considerar para la operación de plantas de Concreto.

Acción Impactante	Medidas Ambientales
Generación de polvo	<p>Si la planta está operando en la época seca de deberá aplicar riego para minimizar el polvo generado tanto en el proceso para la fabricación de concreto como por el tránsito de los vehículos que transporten los agregados.</p> <p>Las vagonetas que ingresen o salgan con agregados deberán estar cubiertas con toldos para evitar la dispersión de material.</p>
Manejo de desechos sólidos	<p>Los desechos que se estarían generando son de origen ordinario, los cuales deberán ser recolectados diariamente, seleccionados, colocados en un sitio previamente preparado, ello antes de su disposición final en un relleno sanitario debidamente autorizado.</p>



Acción Impactante	Medidas Ambientales
	<p>Los desechos que se generen como plástico, madera y papel se reutilizarán en el proyecto o se reciclarán.</p> <p>Las políticas de la desarrolladora conllevan el cumplimiento de la legislación vigente en manejo de residuos sólidos y líquidos.</p>
Manejo de aguas residuales	<p>Para el manejo de la aguas residuales ordinarias en el proyecto se debe asegurar que no se realicen vertidos de las aguas directamente al suelo, se contará con lagunas de oxidación, los sedimentos que se recojan en estas serán limpiados frecuentemente y manejados para su disposición final en el relleno sanitario autorizado.</p> <p>Por otra parte, con respecto a las aguas residuales provenientes del personal que labore en el proyecto, se proveerán cabañas sanitarias a instalar según el requerimiento de acuerdo a la cantidad de trabajadores.</p> <p>Se evitará el derrame de aguas residuales en cuerpos de agua superficiales tales como quebradas, ríos o nacientes.</p>
Manejo de aguas pluviales	<p>Cuando se produce precipitación normalmente la planta no opera, sin embargo se harán canales alrededor del área donde se ubicará ésta con el fin de direccionar el agua producida por las lluvias a las lagunas de oxidación propuestas.</p>
Impacto visual	<p>Las obras a realizar para la instalación de la planta de concreto son de tipo temporal, esta se ubicará dentro de la propiedad lejos de accesos, los sitios específicos a parte de la vegetación natural, se confinará con una malla de geotextil que impide la visibilidad desde cualquier punto en los alrededores del proyecto.</p>

#### 17.9. DECLARATORIA DE CONVENIENCIA NACIONAL DEL PROYECTO.

La Declaratoria de Conveniencia Nacional del Proyecto viene declarada en la Ley 9293 de Aprobación del Financiamiento del Proyecto, artículo 12. Favor dirigirse a este documento para ver con detalle la información, o bien al capítulo 6 del presente Estudio.

#### 18. EQUIPO PROFESIONAL DEL ESIA.

El equipo interdisciplinario que participó en la elaboración del presente Estudio de Impacto Ambiental, se enlista en el Anexo 3.



## 19. LITERATURA CONSULTADA.

**Atlas Cantonal de Costa Rica.** 2014. Cantones de la provincia de Limón. [En Línea]. Extraído en mayo 2016 de:

\_\_\_\_\_ 2009b. Dinámica Territorial del Desarrollo Turístico Costero: Desarrollo y Ocupación del Espacio: Caracterización del Desarrollo y Ocupación del Espacio en la costa pacífica costarricense con base en el análisis evolutivo de los usos del suelo para un conjunto de espacios seleccionados para los años 1980, 1998 y 2005. Informe Final.

**CITES 2013.** Apéndices I, II y III. En vigor a partir del 12 de junio de 2013.

**Hammel, B.** 2005. Plantas ornamentales de Costa Rica = Costa Rica Native Ornamental Plants. 3<sup>a</sup>.ed. Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio). Santo Domingo de Heredia, Costa Rica. 272 p.

**Holdridge L.R. et all.** 1997. Árboles de Costa Rica: Palmas y otras monocotiledóneas y árboles con hojas compuestas o lobuladas. Volumen I. 2a. ed. Centro Científico Tropical. San José, Costa Rica. 544 p.

**Instituto de Fomento y Asesoría Municipal (IFAM).** 2003. Desechos Sólidos. Dirección de Gestión Municipal Sección de Investigación y Desarrollo. Serie Servicios Municipales: N° 2.

**Instituto de Fomento y Asesoría Municipal (IFAM).** 2003. Los planes reguladores en Costa Rica: cantonales y costeros. Dirección de Gestión Municipal Sección de Investigación y Desarrollo. Serie Ordenamiento Territorial: N° 2

**Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC).** 2004. Documento metodológico IX Censo Nacional de Población 2000. Área de Censos y Encuestas, Estadísticas de Población.

**IUCN 2013.** The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.2. <<http://www.iucnredlist.org>>. Downloaded on 21 November 2013.

IUCN 2016. <http://www.iucnredlist.org/details/56472/0>

\_\_\_\_\_ 2011. X Censo Nacional de Población 2011. [En Línea]. Extraído en mayo del 2014 de <http://www.inec.go.cr/Web/Home/GeneradorPagina.aspx>

\_\_\_\_\_ 2000. IX Censo Nacional de Población 2000. [En Línea]. Extraído en mayo del 2014 de <http://www.inec.go.cr/Web/Home/GeneradorPagina.aspx>

\_\_\_\_\_ 2000. V Censo Nacional de Vivienda 2000. [En Línea]. Extraído en mayo del 2014 de <http://www.inec.go.cr/Web/Home/GeneradorPagina.aspx>

\_\_\_\_\_ 1974. Censo Agropecuario 1973. San José, Costa Rica: INEC



- \_\_\_\_\_ 1987. Censo Agropecuario 1984. San José, Costa Rica: INEC
- \_\_\_\_\_ 2009. Censo Nacional de Población y Vivienda de 1973 [En Línea]. Extraído en mayo del 2014 de [www.inec.go.cr](http://www.inec.go.cr)
- \_\_\_\_\_ 2009. Censo Nacional de Población y Vivienda de 1984. [En Línea]. Extraído en mayo del 2014 de [www.inec.go.cr](http://www.inec.go.cr)
- \_\_\_\_\_ 2010. Encuesta Nacional de Hogares de Propósitos Múltiples Años 2002, 2005, 2008, 2009. [En Línea]. Extraído en mayo del 2014 de [www.inec.go.cr](http://www.inec.go.cr)
- \_\_\_\_\_ 2010. Proyecciones 2000-2015. [En línea]. Extraída en mayo del 2014 de <http://www.inec.go.cr>
- \_\_\_\_\_ 2010. Sistema de Indicadores Objetivos de Desarrollo del Milenio. [En línea]. Extraída en mayo del 2014 de <http://www.inec.go.cr>
- \_\_\_\_\_ 2010. Unidad de Estadísticas Económicas. [En línea]. Extraída en mayo del 2014 de <http://www.inec.go.cr>
- \_\_\_\_\_ 2010. Directorio de Unidades Institucionales y Establecimientos. [En línea]. Extraída en mayo del 2014 de <http://www.inec.go.cr>
- Jiménez Madrigal, Q. et al.** 2011. Árboles maderables de Costa Rica. Ecología y silvicultura = Timber trees of Costa Rica. Ecology and silviculture. 2a ed. Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio). Santo Domingo de Heredia, Costa Rica. 360 p.
- \_\_\_\_\_ 2013. Índice del Desarrollo Social 2013. Área de Análisis del Desarrollo. [En Línea]. Extraído en mayo del 2014 de [www.conicit.go.cr/servicios/listadocs/Indice-Desarrollo-Social-2013.pdf](http://www.conicit.go.cr/servicios/listadocs/Indice-Desarrollo-Social-2013.pdf)
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).** 2011. Atlas del Desarrollo Humano Cantonal de Costa Rica 2007. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. Primera edición.
- Rojas Rodríguez, F. et al.** 2006. Plantas ornamentales del trópico. 1ª ed. Editorial Tecnológica de Costa Rica. Cartago, Costa Rica. 704 p.
- Román, M.** 2007. Informe Final: Desarrollo turístico e inmobiliario costero y preocupaciones ambientales. Informe preparado para el Décimo Tercer Informe Sobre el Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible. Extraído en mayo del 2014 de <http://www.estadonacion.or.cr/>
- Rosero Bixby, Luis.** 2002. Estimaciones y proyecciones de población por distrito y otras áreas geográficas: Costa Rica 1970-2030. Centro Centroamericano de Población, Universidad de Costa Rica/Instituto Nacional de Estadística y Censos. San José, Costa Rica, 2002 (Actualizado en 2010) [En Línea]. Extraído en mayo del 2014 de <http://ccp.ucr.ac.cr/>



**Sánchez González, J.** 2008. Árboles ornamentales del Valle Central de Costa Rica: especies con floración llamativa. 1a ed. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica: Instituto Nacional de Biodiversidad, INBio, 2008.

104 p.

**Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria.** 1989. Información Básica del Sector Agropecuario, N° 4, marzo, [En línea]. Extraída en mayo del 2014 de <http://www.infoagro.go.cr/boletines/>

**Stiles & Skutch 2007.** Guía de aves de Costa Rica. Cuarta edición. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica. Instituto Nacional de Biodiversidad.

**Zamora Villalobos, N. et all.** 2000. Árboles de Costa Rica. Volumen II. 1a. ed. Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio). Santo Domingo de Heredia, Costa Rica. 350 p.

**Zamora Villalobos, N. et all.** 2003. Árboles de Costa Rica =Trees of Costa Rica. Volumen III. Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio). Santo Domingo de Heredia, Costa Rica. 552 p.





## 20. ANEXOS.

- ANEXO 1. Declaratoria de Impacto Ambiental y Notas de recibido de Alcaldías y SINAC.
- ANEXO 2. Documentos Legales de la Empresa Desarrolladora.
- ANEXO 3. Hoja de Responsabilidad Profesional.
- ANEXO 4. Diseño del proyecto y detalle de estructuras.
- ANEXO 5. Mapa de Ubicación Hoja Cartográfica - Mapas de áreas de influencia directa e indirecta del proyecto.
- ANEXO 6. Notas de Instituciones y Servicios.
- ANEXO 7. Geología y Amenazas Naturales – Hidrología – Características geotécnicas – Estabilidad de taludes.
- ANEXO 8. Ambiente Acuático en Aguas Continentales.
- ANEXO 9. Datos del Censo Forestal del Proyecto.
- ANEXO 10. Estudio Socioeconómico-Sitios Arqueológicos.
- ANEXO 11. Mapa de Cobertura Boscosa en el AID del Proyecto.
- ANEXO 12. Cronograma de Ejecución del Proyecto.
- ANEXO 13. Propuesta de Compensación para las áreas con cobertura vegetal a intervenir.
- ANEXO 14. Certificación del Monto Global de la Inversión.
- ANEXO 15. Plan de Emergencia y Contingencia.
- ANEXO 16. Certificación de Riesgo Antrópico.
- ANEXO 17. Registro fotográfico del AP
- ANEXO 18. Declaración Jurada de Compromisos Ambientales.
- ANEXO 19. Autorización para CDG.
- ANEXO 20. Certificación del Movimiento de Tierra.
- ANEXO 21. Estudio y Medidas Ambientales para la Fauna.
- ANEXO 22. Equipos a utilizar (Fichas Técnicas) y Programas de Mantenimiento.



20.1. ANEXO 1. DECLARATORIA DE IMPACTO AMBIENTAL Y NOTAS DE RECIBIDO ALCALDÍAS Y SINAC.



20.2. ANEXO 2. DOCUMENTOS LEGALES DE LA EMPRESA DESARROLLADORA.



20.3. ANEXO 3. HOJA DE RESPONSABILIDAD PROFESIONAL.



20.4. ANEXO 4. DISEÑO DEL PROYECTO Y DETALLE DE ESTRUCTURAS.



20.5. ANEXO 5. MAPA DE UBICACIÓN HOJA CARTOGRÁFICA - MAPAS DE ÁREAS DE INFLUENCIA DIRECTA E INDIRECTA DEL PROYECTO.



20.6. ANEXO 6. NOTAS DE INSTITUCIONES Y SERVICIOS.



20.7. ANEXO 7. GEOLOGÍA - AMENAZAS NATURALES – HIDROLOGÍA – CARACTERÍSTICAS  
GEOTECNICAS – ESTABILIDAD DE TALUDES.





20.8. ANEXO 8. AMBIENTE ACUATICO EN AGUAS CONTINENTALES.



20.9. ANEXO 9. DATOS DEL CENSO FORESTAL DEL PROYECTO.



20.10. ANEXO 10. ESTUDIO SOCIECONÓMICO-SITIOS ARQUEOLÓGICOS.



20.11. ANEXO 11. MAPA DE COBERTURA BOSCOSEA EN EL AID DEL PROYECTO.



20.12. ANEXO 12. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO.



20.13. ANEXO 13. PROPUESTA DE COMPENSACIÓN PARA LAS ÁREAS CON COBERTURA VEGETAL A INTERVENIR.



20.14. ANEXO 14. CERTIFICADO DEL MONTO GLOBAL DE LA IINVERSIÓN.



20.15. ANEXO 15. PLAN DE EMERGENCIA Y CONTINGENCIA.





20.16. ANEXO 16. CERTIFICACIÓN DEL RIESGO ANTRÓPICO.



20.17. ANEXO 17. REGISTRO FOTOGRÁFICO DEL AP.



20.18. ANEXO 18. DECLARACIÓN JURADA DE COMPROMISOS AMBIENTALES.



20.19. ANEXO 19. AUTORIZACIÓN PARA CDG.



20.20. ANEXO 20. CERTIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO DE TIERRA.



20.21. ANEXO 21. ESTUDIO Y MEDIDAS AMBIENTALES PARA LA FAUNA.



20.22. ANEXO 22. EQUIPOS A UTILIZAR (FICHAS TÉCNICAS) Y PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.