

6A. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

El presente documento tiene como propósito brindar la descripción del medio ambiente, con base a la información colectada durante la gira inicial realizada por la República de Guatemala en el período del 7 al 12 de febrero de 2003. Durante este tiempo se visitó el corredor de la línea 230 kV conocido como Guate - Este - El Salvador.

Como parte del EsIA; está la descripción del medio físico que incluye entre otros la geología, geomorfología, edafología y riesgos naturales porque la normativa del país lo señala, y por la localización puntual de este Proyecto y extensión.

Es importante señalar que la alineación Guate - Este a El Salvador atraviesa los departamentos de Guatemala, Santa Rosa y Jutiapa. Este tramo se caracteriza porque se desarrolla en elevaciones que van de 350 a 1.940 m.s.n.m. en la provincia volcánica.

El medio ambiente se encuentra muy manipulado debido a su transformación para ubicar edificaciones urbanas e interurbanas, así como áreas de cultivos y ganadería.

El antecedente de este estudio lo representa el Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) a escala regional que fue presentado en 2002.

La metodología del estudio del medio físico en los dos corredores de la línea 230 kV en la República de Guatemala que a continuación se detalla es de carácter descriptivo.

Se detallan los inventarios de los medios físico, biológico y socioeconómico realizados sobre el terreno, o con base a la documentación existente sobre el tema, con el fin de, posteriormente, poder identificar, evaluar y mitigar los impactos ambientales generados por el Proyecto.

6A.1. SITUACIÓN GEOGRÁFICA

América Central es un puente natural que conecta a América del Norte y América del Sur, mediante una faja estrecha y alargada, dispuesta en sentido noroeste-sudeste, que separa el Océano Pacífico del Mar Caribe. La conforman siete países: Guatemala, Belice, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá.

Limita al Norte con México y el Mar Caribe, al Este con el Mar Caribe y América del Sur, al Sur con el Océano Pacífico y al Oeste con México y el Océano Pacífico.

Abarca una superficie de 520.918 km², alcanzando su longitud máxima 1.800 km aproximadamente. Tiene de ancho entre 576 y 80 km.

La zona es un mosaico sumamente heterogéneo de climas, configuraciones topográficas, suelos, vegetación y vida animal, que ha servido, desde tiempos prehistóricos, de asentamiento a culturas muy diversas, constituyendo aún hoy, un área rica en contrastes, en la que se entremezclan poblaciones indígenas, de ascendencia europea y africana.

En cualquier análisis de América Central debe considerarse, en primer lugar la actividad geológica que caracteriza esta región, ya que constituye una característica esencial de su integridad territorial, a través de los volcanes activos existentes y los movimientos sísmicos que periódicamente sacuden los países que la componen.

Desde el punto de vista biológico en esta parte del continente americano se ha producido una mezcla entre las especies características de América del Norte y del Sur lo que la convierte en una de las zonas de mayor diversidad biológica del mundo.

Los rasgos geográficos más patentes de América Central son las cadenas montañosas, los volcanes, que son más de 200, de los cuales muchos están activos, y las largas líneas costeras, que en la costa caribeña alcanzan 2.379 km y en la del Pacífico 3.287 km.

Otro rasgo geográfico importante es la presencia de una planicie angosta que se extiende a lo largo de ambas costas, cuyo ancho en algunos lugares, entre mar y montaña varía de 15 a 40

km. En algunas zonas de dicha planicie, cercanas a los puertos principalmente, se han implementado cultivos de exportación como bananas y piñas.

Con relación al clima, toda América Central, aunque se localice entre los trópicos, presenta una amplia variedad de climas, siendo la altitud el factor más determinante de estas diferencias climáticas. La elevación del suelo, desde el nivel del mar hasta más de 4.000 m, divide la región en tres zonas según la temperatura, variando sin embargo, las temperaturas que caracterizan cada país, muy poco a lo largo del año. Estas zonas son: cálida, característica de áreas cuyas elevaciones oscilan entre 0 y 900 m.s.n.m.; templada, en altitudes mayores a 900 m.s.n.m. y menores a 1.800 m.s.n.m.; y fría, la cual corresponde a zonas con elevaciones mayores a 4.000 m.s.n.m.

Por otro lado, las principales diferencias estacionales no radican en la temperatura sino en las precipitaciones. La estación de las lluvias, de abril a noviembre, en la mayor parte de América Central, es definida como el "invierno" y la estación seca, de noviembre a abril, es el "verano", no coincidiendo con la estacionalidad característica del hemisferio Norte, sino con la del hemisferio Sur.

Otra diferencia que marca el clima de América Central tiene relación con la costa en la que están localizadas los países. La costa caribeña es mucho más lluviosa que la del Pacífico, lloviendo en la primera, a menudo el doble, lo que diferencia de forma evidente el paisaje y la composición de flora y fauna de ambas. En la costa del Pacífico, el paisaje adquiere tonos amarillentos en la estación seca en cambio en la costa caribeña, la vegetación es siempre verde.

En lo tocante a la flora y fauna, ambas son excepcionalmente ricas y variadas en Centroamérica, impactando su composición, aparte de la situación geográfica, otros factores como la diversidad de climas locales, las diferencias en las precipitaciones y los distintos tipos de suelo que caracterizan a cada uno de sus países.

El istmo centroamericano está cubierto por cinco tipos principales de vegetación, asociados a las diferencias de altitudes que caracterizan su geografía. Su composición varía desde bosques tropicales hasta otros de tipo mixto, incluyendo coníferas y otros todavía más especializados, con características alpinas.

Con relación a la vida animal, ésta presenta tanta variedad como la flora, existiendo muchas especies de mamíferos, aves, insectos, reptiles, anfibios y peces.

Entre los mamíferos ya catalogados se incluyen jaguares, pumas, ocelotes y otros felinos; monos aulladores, monos de cara blanca y monos tití, osos hormigueros, armadillos, agutíes, taltuzas o cotuzas, pecaríes, tapires, perezosos, jabalíes, varias especies de venados entre otros

Los reptiles y anfibios incluyen tortugas marinas y terrestres, cocodrilos, iguanas, ranas y cientos más, entre las que hay que citar muchas especies de serpientes. También abundan los peces, tanto de ríos y lagos como en las costas del Pacífico y del Caribe. En aguas costeras se encuentran además manatíes.

En cuanto a las aves es importante mencionar la fuerte ocurrencia de endemismos, particular en cada país.

Entre las aves de la región se mencionan, asociados a su belleza y colorido, los tucanes, muchas especies de pericos, guacamayos, colibríes, halcones, águilas arpías, patos, palomas, y cientos más.

La República de Guatemala es el tercer país más grande en extensión de América Central. Está localizado entre los 13° 44' a 18° 30' de latitud Norte y entre los 87° 24' 92° 14' longitud Oeste en la región más oeste de Centro América. Limita al Norte y Oeste con México, al Este con el Océano Atlántico, las Repúblicas de Honduras y El Salvador y al Sur con el Océano Pacífico.

La superficie del país es 109.150 km²⁽¹⁾, de los cuales 108.406 km² corresponden a área terrestre y 744 km² a lagos. Está compuesto por cinco regiones geográficas bien marcadas y definidas: el Altiplano, El Petén, el valle del Motagua y el lago Izabal, la costa del Caribe y la costa Pacífica.

Su frontera con los países limítrofes son:

- Belice, 226 km
- El Salvador, 203 km
- Honduras, 256 km
- México, 962 km

Es un país esencialmente montañoso. Del total de su superficie, un 5% se encuentra a 500 m.s.n.m., mientras que el 35% está sobre los 1.000 m.s.n.m. y el 3% sobre los 3.000 m.s.n.m.



Mapa 6A.1.1. Localización regional de Guatemala.

Las formas de la tierra de Guatemala están relacionadas directamente con los procesos geológicos de los complejos sistemas montañosos. El sistema orográfico está caracterizado por la cordillera de los Andes², que se divide en dos: la Sierra Madre y los Cuchumatanes, cuya altura sobre el nivel del mar de su cumbre supera a los 3.800 m siendo ésta la parte más alta de Centro América.

Las montañas de Guatemala están caracterizadas por temperaturas promedio mínimas de 10 °C y en el pie de monte de 20 °C. La precipitación y humedad tienen valores máximos en este pie de monte que encara los vientos predominantes de las fuentes cercanas de humedad.

¹MAGA. Base de Datos Digital de la República de Guatemala a escala 1:250.000, 2001.

²Ídem.

Más de la mitad de los guatemaltecos dependen de las montañas como fuente de agua dulce. Del total del país, 744 km² corresponden a lagos. De éstos, son cinco los principales: Amatitlán, Atitlán, Güija, Izabal y Petén Itzá, sin mencionar al gran número de lagunas y lagunetas.

Los 38 volcanes existentes en Guatemala, unidos a las cuatro fallas tectónicas, convierten al país en una zona sísmica. Todos ellos emergen alineados sobre la cordillera que corre paralela a la costa del Pacífico en una extensión de 260 km, desde la frontera con México hasta la de El Salvador, constituyendo el eje volcánico que se encuentra invariablemente a una distancia media de 70 a 80 km del litoral Pacífico, sobre la sierra Madre. A través de la historia del país, los volcanes han estado unidos a acontecimientos importantes, como los traslados de la ciudad capital del país.

El país está dividido en departamentos y éstos en municipios, habiendo una escala administrativa todavía menor como lo son las aldeas y los caseríos, los cuales dependen administrativamente de las autoridades municipales respectivas. Actualmente son 22 los departamentos existentes, 331 los municipios, además de 2.494 aldeas y 6.804 caseríos.

Con relación al área de influencia del Proyecto, el trazado de la línea de alta tensión contempla los municipios y poblaciones citadas en el Cuadro 6A.1.1. El Mapa 6A.1.2 muestra los municipios que se encuentran dentro del área de influencia directa del Proyecto.

Cuadro 6A.1.1: Municipios y pueblos abarcados en el área de influencia del proyecto por ruta

RUTA I. GUATE - ESTE - EL SALVADOR				
DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	PUEBLO	COORDENADAS UTM (m)	
			ESTE	NORTE
Guatemala	Santa Catarina Pinula	Canchón	772.500	1.607.500
		Solares de Villa	774.500	1.607.450

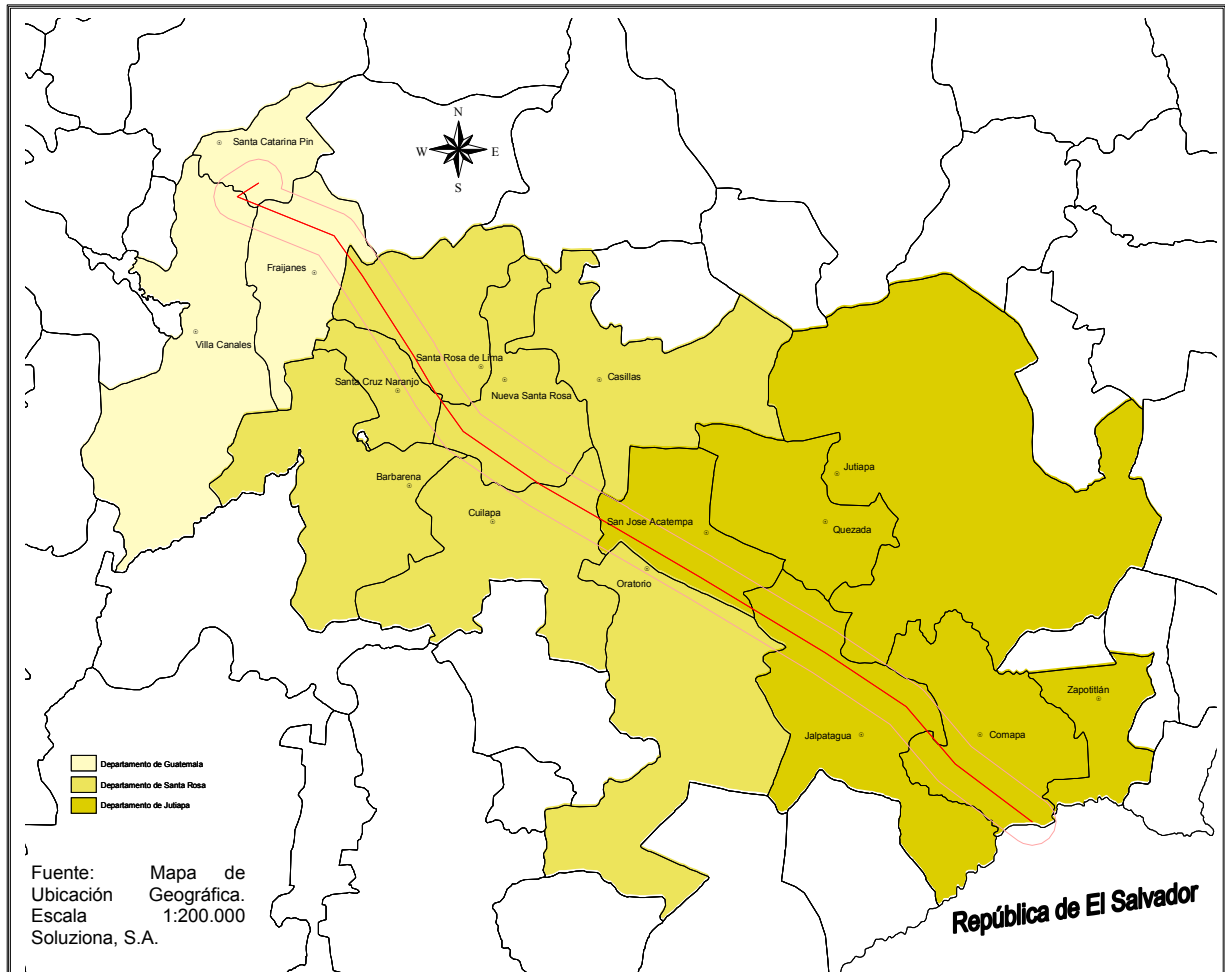
RUTA I. GUATE - ESTE - EL SALVADOR				
DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	PUEBLO	COORDENADAS UTM (m)	
			ESTE	NORTE
		Real		
	Villa Canales	Cumbres de San Nicolás	770.200	1.605.250
	Fraijanes	Villas del Pinar	773.400	1.605.000
	Villa Canales	San Agustín Vista al Lago	770.500	1.606.850
	Fraijanes	Pavón	775.500	1.606.750
		Lo de Diéguez	777.500	1.606.500
Santa Rosa	Santa Rosa de Lima	Yumanes	780.350	1.601.500
		Carrizal	783.450	1.600.000
		Villas Pradera	781.000	1.599.500
		Salitre	784.500	1.596.500
		Teocinte	783.500	1.594.500
	Santa Cruz Naranjo	Potrerosillos	785.600	1.592.500
		Finca El Trapichito	786.850	1.590.850
	Nueva Santa Rosa	Ojo de Agua	789.500	1.588.850
		Lomas Ojo de Agua	789.000	1.587.000
		Estanzuela	793.300	1.584.000
	Cuilapa	Monte Verde	795.200	1.582.950
		Barillas	796.400	1.581.450
		Los Matochos	800.450	1.581.650
	Oratorio	El Zapotillo	802.100	1.577.000
		El Tablón	809.650	1.576.800
		Las Delicias	810.800	1.576.200
Jutiapa	San José Acatempa	El Molino	801.000	1.578.000
	Jalpatagua	San Ixtán	821.500	1.570.000
		Talpetates	825.500	1.567.850
		San Jerónimo	825.100	1.566.850
		Jalpatagua	823.000	1.564.750
		Sapuyuca	825.500	1.564.200
		El Sitio	828.000	1.565.000
		Monzón	826.800	1.562.600
	Comapa	El Melonar	828.000	1.560.750
		El Coyol	830.150	1.559.950
		El Tempisque	834.300	1.556.600
		Escuinapa	837.500	1.556.350
		Las Pilas	836.200	1.554.950

Fuente: Elaboración propia con base en mapas topográficos del IGN, 2003.

La realización del Proyecto SIEPAC en este tramo atravesará a Guatemala por los departamentos de Guatemala, Santa Rosa y Jutiapa, tal como se puede observar en los mapas de dichos departamentos.

Los municipios que se verán afectados por el paso de la línea son: Santa Catarina Pinula, Villa Canales, Fraijanes, Santa Rosa de Lima, Santa Cruz Naranjo, Barberena, Nueva Santa Rosa, Casillas, Cuilapa, Oratorio, San José Acatempa, Jalpatagua, Jutiapa y Comapa.

En los próximos apartados se encuentran las características del tramo.



Mapa 6A.1.2. Trazado y municipios dentro del área de influencia en la Ruta I, Guate – Este – El Salvador

6A.2. MEDIO FÍSICO

6A.2.1. GEOMORFOLOGÍA

Con base a la bibliografía, la clasificación que se presenta se basa en el principio de unidades morfo-tectónicas es decir, que toma en cuenta su constitución interna (estructura geológica) como su relieve externo.

El mismo principio ha sido empleado para México por Guzmán y de Cserna (1963) y para América Central por Dengo y Bohneenberger (1967). La clasificación ha sido también empleada por Dengo (1965), para toda América Central, en forma de ensayo, al tomarla como base para una descripción general de suelos y tipos de vegetación, mediante la combinación de unidades morfo-tectónicas con los diferentes factores de clima, en particular la temperatura y la precipitación pluvial.

Con base al relieve general se observa que bajo la división de Tierras de Relieve Montañoso se encuentra la Provincia Volcánica

En esta zona se encuentra la línea 230 kV que se dirige desde Guate Este a Las Pilas. La bibliografía indica que el conocimiento de esta zona se debe principalmente al trabajo de más de veinte años de Howel Williams, junto con diferentes investigadores asociados, en particular A. R. McBirney. Se señala que es evidente que la Cadena Volcánica está asociada con una zona de afallamiento paralela a la costa del Pacífico, que se inicia, aproximadamente, en la frontera entre Chiapas y Guatemala (Volcán Tacaná) y se extiende en dirección sureste, casualmente hasta otro volcán fronterizo, El Chingo entre Guatemala y el Salvador. Dentro de esta cadena se observan volcanes que no están activos como El Jumaytepeque además de la presencia en el sector de varios conos cineríticos en la región de Barberena y norte de Monte Verde. El estudio detallado, de la distribución de los focos volcánicos muestra que, aunque la zona principal de afallamiento es de noroeste a sureste, grupos individuales de volcanes están localizados a lo largo de fallas menores, con otras direcciones, principalmente norte-sur, sobre todo en el área del sureste de Guatemala. Pueden también mencionarse entre ellos el volcán de Ipala el cual se encuentra entre las fallas de Jalpatagua y Jocotán.

Por otra parte se señala que con base a la historia tectónica, entre las formas volcánicas más comunes predominan los aparatos compuestos de forma cónica, es decir, formados por coladas de lava, capas de escoria, lapilli, ceniza, etc., entre los cuales están los volcanes de Tacaná, Tajumulco, Santa María, Atlitán, Toliman, Fuego, Acatenango y Agua, todos éstos ubicados fuera del área de influencia del corredor de la línea 230 kV en dirección de Guate - Este - El Salvador.

Los productos volcánicos en América Central Septentrional son de tipo ácido, principalmente riodacítica, y a veces hasta riolítica, en particular aquellos que corresponden a erupciones violentas y que han rellenado áreas extensas en Guatemala. Como consecuencia han resultado en un variado relieve, desde conos con pendientes fuertes a montes bajos con pendientes leves, hasta zonas planas de relleno de valles. Los rellenos de valles se observan claramente en los valles de los ríos Los Esclavos, El Molino y afluentes del río Paz

Los volcanes que captan la atención de los estudiosos incluyen el Volcán de Agua, el Volcán de Fuego, Acatenango y Santa María – Santiaguillo, los cuales se encuentran activos y fuera del área de influencia. En la revisión bibliográfica no se encontró información que pueda probar una amenaza para el proyecto. Sin embargo, es necesario considerar la evolución de las investigaciones que sobre la actividad de los mismos se realice.

6A.2.2. GEOLOGÍA

La bibliografía señala que el término América Central se usa para la región comprendida por las repúblicas de Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá. La estructura geológica regional indica que América Central presenta dos partes o provincias diferentes, una Septentrional y otra Meridional que tienen un origen geológico compartido. Las clasificaciones anteriores han sido reconocidas por casi todos los investigadores de geología regional del área; por ejemplo Vaughan (1918), Woodring(1928), Schuchert (1935), y Sapper (1937), así como por autores de publicaciones más recientes, lo anterior se ha constituido en referencia para su utilización como parte del estudio. La América Central Septentrional es parte

del Continente Norteamericano y su límite estructural se puede situar en la parte central de Nicaragua y a lo largo del declive continental del lado sur del Banco de Nicaragua, en consecuencia la República de Guatemala se incluye como parte de la América Central Septentrional. En adición, la topografía submarina en las áreas aledañas a América Central muestra dos fosas prominentes cuya historia tectónica está íntimamente relacionada con algunos de los aspectos terrestres. Una de estas fosas es conocida como la Fosa de Bartlett o de Cayman ubicada en el Caribe, con profundidades mayores a 6.000 m, limita el Banco de Nicaragua en su flanco norte, separándolo del Promontorio de Cayman, que a su vez constituye el límite meridional de la Cuenca Marina de Yucatán. Además de ésta la otra fosa se localiza en el Pacífico, la cual es llamada Fosa o Trinchera Mesoamericana (también conocida como Fosa de Acapulco y de Guatemala), se extiende paralelamente a la costa del Pacífico de México y América Central, desde las Islas Tres Marías hasta la Península de Nicoya con profundidades superiores a los 6.600 m a la altura de la frontera Guatemala-México, donde se encuentran las mayores altitudes de América Central, sobre las cimas de los volcanes Tajumulco y Tacaná. Al indagar sobre su historia geológica es posible conocer que la América Central Septentrional está constituida por un basamento de rocas metamórficas de la era paleozoica sobre el cual yacen rocas sedimentarias del paleozoico Superior (Pennsylvánico y Pérmico) a lo largo de una franja angosta. Estas rocas paleozoicas están cubiertas en grandes extensiones por sedimentos mesozoicos, principalmente por rocas carbonáticas del Cretácico. La evidencia de rocas intrusivas correspondientes a diferentes edades, así como la variación en sus cualidades es posible por su presencia en diversas áreas, además de rocas volcánicas del Terciario y el Cuaternario. Lo anterior tiene una clara expresión en el corredor Guate - Este a El Salvador en el sector al sur de San José Acatempa en donde las rocas volcánicas terciarias tienen como límite sur la falla de Jalpatagua en toda su extensión hasta Las Pilas. Además las rocas cuaternarias predominan mayormente desde el inicio del corredor en Guate Este hasta las proximidades de San José Acatempa.

De acuerdo con la literatura de referencia, de la Orogénesis Lamídica resultó el patrón tectónico que caracteriza la estructura actual de América Central Septentrional en el que se distinguen los siguientes elementos: a) un antepaís que se extiende desde la parte sur del departamento de El Petén en Guatemala hacia el norte, cubriendo toda la Península de Yucatán. El antepaís, en su parte sur, se presenta plegado, mientras que hacia el norte los pliegues son más abiertos y los

estratos aparecen casi horizontales o inclinados por fallas normales. El Arco de la Libertad y los Montes Maya marcan el límite de las dos zonas de diversa intensidad de plegamiento; b) una zona de fallamiento y plegamiento intensa denominada por Lloyd y Dengo (1960) como Cinturón Afallado de Alta Verapaz, que es parte de lo que Álvarez (1958) denominó Pliegues Frontales en Chiapas y ambas son a la vez parte de la Franja Plegada Marginal del Golfo de México según la clasificación de Atwater (1959). Esta zona presenta numerosos pliegues angostos y alargados y en su parte frontal se caracteriza por fallas de corrimiento imbricadas, inclinadas hacia el sur. Este tipo de plegamiento hace pensar que tales estructuras resultaran por un décollement de las calizas y dolomitas del Cretácico que corrieron sobre las rocas más plásticas, posiblemente anhidritas del Cretácico Inferior (Formación Cobán); c) un entrepaís o zona central rígida donde afloran las rocas metamórficas y sedimentarias del Paleozoico, representado por la Sierra Madre del Sur de Chiapas y la Cordillera Central de Guatemala; y d) un traspais de rocas del Mesozoico y Paleozoico, pero plegadas con menor intensidad que la de la zona de pliegues frontales. En el traspais se encuentran la mayoría de las intrusiones ígneas. Posteriormente a la Orogénesis Láminidica fue seguida por el levantamiento general de América Central Septentrional. Señala el estudio de Dengo que el levantamiento general fue acompañado o seguido por fallas normales correspondiendo tal evento a una nueva fase tafrogénica durante la cual se formaron varios grabens. Algunos de éstos, como la parte baja del Polochic, fueron el sitio de sedimentación marina, mientras que otros, dentro del continente, controlaron la sedimentación de materiales de origen continental, principalmente en el área comprendida entre el valle del río Motagua en Guatemala, hacia el sur, hasta el norte de Nicaragua.

Con respecto a la formación de graben en la Provincia Volcánica es importante señalar que en el Sector de San José Pinula donde se inicia el corredor de la línea hacia El Salvador, se reconocen en la porción este, bloques fallados que forman el graben San José Pinula.

La bibliografía reporta fallas en el área en dirección noroeste-suroeste asociados a bloques fallados del Terciario. El desplazamiento a lo largo de estas fallas es menor de 200 m. Las fallas a lo largo del límite suroeste son de una zona mayor de fallas, las cuales forman el límite

oriental del graben San José Pinula. La falla que modela el valle de San José Pinula se cree que continúa al sur en Nueva Santa Rosa.

La bibliografía describe que de la historia geológica se desprende que los conjuntos de fallas han sido el resultado de diversos sistemas de esfuerzos ocurridos durante distintas épocas geológicas, aunque existen posiciones encontradas que señalan que responden a un solo sistema de esfuerzos que ha producido todas las fallas y que parcialmente el sistema ha estado activo en diferentes tiempos (ver Anexo 8, Geología de Guatemala).

6A.2.3. LITOLOGÍA

A continuación se presenta una descripción con sus interrelaciones estratigráficas de las diversas unidades litológicas que afloran a lo largo de la línea, la cual se encuentra en los mapas geológicos.

- Trs – sedimentos volcánicos aislados en Canchón
- Trw – Toba dacítica, dividida en toba soldada riodacítica entre Canchón y La Salvadora.
- Tab – andesito – basalto, al sur de Lo de Diéguez
- Qpal – pómez y aluvión con sedimentos y suelos, constituyen las unidades predominantes en Fraijanes, Lo de Diéguez, Yumanes, Teocinte, El Trapichito hasta el valle del río Los Esclavos
- Tip – toba poniceca endurecida en sectores de Yumanes a Salitre
- Qab – andesito y basalto no dividido predominantes al sur de Villas Pradera
- Tar – representación aislada de flujo de riolita autobrechiforme en Villas Pradera

- Qbq – basaltos que se observan al sur de Nueva Santa Rosa, dentro del corredor de la línea desde El Trapichito hasta Lomas Ojo de Agua
- Qcc – conos cineríticos alineados en dirección sur hacia Barberena y al norte de Monte Verde.
- Qbj – cenizas y flujos lavíticos (andesitas) del volcán Jumaytepeque que se extienden hacia Estanzuela e interceptan el valle del río Los Esclavos
- Qal – depósitos de aluvión en el valle del río Los Esclavos, valle del río El Molino y valles de afluentes del río Paz, en los que se encuentran arenas, limos y arcillas entre otros.
- Ta – andesitos sin dividir afloran en Monte Verde
- Qbh – basalto Cerro Hondo
- Ql – lahar en área base del volcán y el acumulado en el área de influencia del río Los Esclavos.
- Tv – rocas volcánicas del Terciario en el sector de El Molino hasta Las Pilas
- Tvs – sedimentos volcánicos Terciarios El Tablón, Las Pilas
- Tpm – Grupo Padre Miguel: basalto, felsitas, arenitas volcánicas y lahar, desde Las Pilas hasta San Ixtán

6A.2.4. EDAFOLOGÍA

6A.2.4.1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LOS SUELOS DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA

Los suelos de la República de Guatemala han sido clasificados atendiendo a la Primera Aproximación al Mapa de Clasificación Taxonómica de los Suelos de la República de Guatemala que se basa en los estudios de las Series de Suelo de Simmons y otros (1959), revisadas por el MAGA (2000) y el mapa de Fisiografía-Geomorfología con cobertura nacional a escala 1:250.000.

De acuerdo con la correlación establecida, se obtuvo la clasificación presentada. Ésta fue elaborada bajo criterios de diagnóstico particulares de la clasificación taxonómica, estando los detalles del comportamiento de cada uno de los suelos descritos a continuación de la clasificación taxonómica.

La bibliografía señala que la Primera Aproximación al Mapa de Clasificación Taxonómica de los Suelos de la República de Guatemala fue preparada sobre la base de asociaciones de dos o más unidades de clasificación a nivel de suborden de la Taxonomía de Suelos. Para las unidades de clasificación que están en forma asociada, sus nombres aparecen separados por guiones, el nombre del primer suelo es superior en superficie al nombre que aparece seguido. Con base a esta aclaración, se inicia la presentación de suelos en el corredor de la línea 230 kV.

6A.2.4.2. CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS

En este tramo la correlación de las Series de Suelos de Simmons y otros (1959), revisadas por el MAGA (2000), con la clasificación taxonómica a nivel de suborden muestra la siguiente composición:

Suelos Aluviales	Psamments - Orthents
Suelos Barberena	Ustults - Ustalfs
Suelos Cuilapa	Ustepts - Ustands - Ustalfs
Suelos Culma	Ustalfs - Ustepts
Suelos Chicaj	Usterts

Suelos Fraijanes	Ustands - Ustalfs
Suelos Guija	Orthents- Ustepts
Suelos Mongoy	Orthents - Ustepts
Suelos Morán	Ustults - Ustalfs
Suelos Pinula	Ustepts - Orthents
Suelos Salamá	Orthents - Psamments
Suelos Sansare	Ustepts - Orthents
Suelos de Valles	Orthents - Ustepts

En el tramo de Guate Este a El Salvador se visualizan cuatro grupos: Andisoles, Entisoles, Ultisoles e Inceptisoles (ver Mapa MG-4A).

- Andisoles

Los suelos andisoles se desarrollan sobre ceniza volcánica y poseen un alto potencial de fertilidad. La condición de fertilidad debe tener especial interés cuando los suelos se utilizan para la producción agrícola.

Sus características físicas son adecuadas para su manejo, aunque los suelos ubicados en terrenos con fuerte pendiente, son propensos a erosionarse.

Como cualidad distintiva se señala su alta retención de fosfatos, la cual constituye una limitante para su uso.

El suborden Ustands indica que este tipo de suelos está seco entre 90 y 180 días del año y que presentan deficiencia de humedad, siendo esta característica una limitante para las actividades agrícolas.

- Entisoles

Estos suelos tienen poca o ninguna referencia del desarrollo del perfil, al igual que de los horizontes genéticos. La condición anterior está influenciada por las condiciones extremas, entre ellas el relieve, el cual influye en la erosión o en la deposición de materiales minerales y

orgánicos. Otra condición extrema en los entisoles es el exceso de agua. Se han encontrado estos suelos en áreas muy accidentadas o en partes planas.

Entre los subórdenes se destacan el Psammets, éstos son arenosos y se ubican en superficies poco inclinadas con menos de 35% de fragmentos rocosos. Por lo general están en áreas cercanas a ríos o de actividad volcánica reciente. Estos suelos no tienen capas deposicionales de materiales minerales en el interior. Pueden estar cubiertos de bosques de galerías, así como estar cultivados y formar parte de los suelos denominados suelos de vega.

El suborden Orthents resalta en su condición una profundidad variable que va de poco a muy poco profundo. Por lo general se ubica en áreas de fuerte pendiente, así como en áreas de pendiente moderada a suave, que proceden de deposiciones o coluviamientos gruesos o recientes

- Ultisoles

Los ultisoles por lo general presentan una elevada alteración de los materiales minerales. El horizonte interior tiene un alto contenido de arcilla y baja saturación de bases. Estos suelos, debido al lavado que han experimentado, son pobres. Los suelos ultisoles presentan bajos niveles de productividad. La utilización de éstos requiere la incorporación de tecnologías no convencionales y requiere de un manejo extensivo, en la cual no se consideran cultivos o actividades productivas exigentes en nutrientes.

Entre los subórdenes de este grupo destaca el Ustult, que representa a suelos que están secos en su interior entre 90 y 180 días del año. Además presentan deficiencia de humedad. El manejo de estos suelos indica que tienen fuertes limitaciones debido a la poca disponibilidad de humedad y su baja fertilidad. Con base a sus cualidades físicas requiere el suministro de agua y la práctica de actividades de carácter extensivo.

- Inceptisol

Estos suelos jóvenes presentan un bajo desarrollo de sus horizontes, sin embargo en comparación con los entisoles son más evolucionados, incluso en sus horizontes. Se destaca

entre los subordenes el Usteps que se caracteriza por la permanencia seca entre 90 y 180 días al año y deficiencia de humedad. Los suelos de este orden se encuentran en regiones con poca precipitación, por lo que requieren de riego.

Con base en la bibliografía consultada, los suelos arriba señalados se indican a continuación atendiendo a la clasificación presentada por Simmons, Tárano y Pinto (1959):

Suelos aluviales no diferenciados (Sa): pertenecen a esta clasificación aquellos suelos aluviales jóvenes de características diferentes. En muchos lugares tienen buen drenaje, son arenosos, de reacción neutra a alcalina y moderadamente oscuros, pero en otros están pobremente drenados, son pesados y oscuros.

Suelos Barberena (Bb): suelos con drenaje interno bueno, desarrollados sobre un flujo rocoso o lahar pedregoso, en un clima seco-subhúmedo. Su relieve es fuertemente ondulado a escarpado.

El suelo superficial tiene un espesor de 40 a 50 cm, es franco arcilloso, de color café muy oscuro. El subsuelo tiene un espesor aproximado de 40 a 50 cm, de textura arcillosa y color café rojizo oscuro.

Los suelos presentan declive de 15 a 20%, el drenaje a través del suelo es moderado y su capacidad de abastecimiento de humedad es alta. El peligro de erosión es alto, la fertilidad es alta y el combate de erosión es el principal problema asociado en el manejo de este tipo de suelos.

Suelos Comapa (Cc): suelos desarrollados sobre lava máfica en un clima seco-subhúmedo a húmedo. Ocupan relieves ondulados y presentan un drenaje interno moderado.

El suelo tiene una profundidad aproximada de 15 a 25 cm, textura arcillosa friable y de color café oscuro. El subsuelo es de color café rojizo, consistencia friable y textura arcillosa con un espesor aproximado de 20 a 50 cm. El declive del suelo es de 2 a 5%, el drenaje a través del

suelo es regular y su capacidad de abastecimiento de humedad es alta. El peligro de erosión es ligero, la fertilidad es regular y el problema especial en el manejo del suelo lo constituye el mantenimiento de materia orgánica en textura pesada.

Suelos Cuilapa (Cu): los suelos Cuilapa poseen buen drenaje interno, en relieve escarpado, sobre lahar de color oscuro. El suelo superficial es café muy oscuro y posee textura franca friable y espesor de 25 a 35 cm.

El subsuelo es de color café o café rojizo, de consistencia friable y textura franco arcillosa o arcillosa y con espesor de 20 a 50 cm.

Suelos Culma (Cul): suelos sobre lahar con un contenido alto de materia orgánica, con relieve ondulado a muy ondulado y drenaje interno bueno. El suelo superficial es de color café muy oscuro y su textura es franco arcillosa, pedregosa y friable, con profundidad de 25 a 30 cm de espesor.

El subsuelo es de color café rojizo, consistencia friable y textura arcillosa y tiene un espesor de 40 a 50 cm. El suelo presenta declive de 5 a 12% con drenaje moderado y capacidad alta de abastecimiento de humedad. El peligro de erosión es alto, su fertilidad regular y la pedregosidad y el combate de erosión son los principales problemas de manejo de éste.

Suelos Chicaj (Chj): suelos en relieve casi plano, provienen de ceniza volcánica cementada de color claro y drenaje interno malo.

El suelo superficial tiene una profundidad aproximada de 20 a 50 cm, es arcilla plástica de color gris muy oscuro. El subsuelo está constituido por roca pomácea cementada. Este suelo presenta declives de 0 a 2%, su drenaje es muy lento y su capacidad de abastecimiento de humedad es baja.

La erosión en este suelo es baja, su fertilidad regular y el problema especial asociado a su manejo es el mejoramiento de estructura.

Suelos Fraijanes (Fr): este tipo de suelos poseen drenaje interno bueno en relieve escarpado. La roca madre de origen es toba volcánica de color claro. El suelo superficial es de color café muy oscuro, su textura arcillosa o franco arcillosa friable con espesor de 20 a 30 cm. El subsuelo de color café a café amarillento es de consistencia friable y textura arcillosa con espesor aproximado de 40 a 50 cm.

Los suelos presentan declives de 40 a 60%, con drenaje rápido y abastecimiento de humedad moderado. El peligro de erosión es muy alto, fertilidad regular y el mayor problema es la tendencia a la erosión.

Suelos Güija (Gü): tienen su origen en lava máfica, en relieve ondulado y drenaje malo. El suelo superficial es de color casi negro y textura arcilla pedregosa plástica, con un espesor aproximado de 40 a 60 cm. El subsuelo es de color negro y consiste de lava.

Los suelos Güija presentan declives de 2 a 8%, con un drenaje muy lento y capacidad de abastecimiento de humedad baja. El peligro de erosión es bajo, su fertilidad es regular y el mayor problema que presenta es la pedregosidad.

Suelos Mongoy (Mg): suelos originados de lava máfica, con relieve escarpado y drenaje interno regular. El suelo superficial es de color café oscuro, textura arcilla pedregosa; friable y espesor de 15 a 30 cm de espesor. El subsuelo de color café rojizo y consistencia friable tiene textura arcillosa y espesor aproximado de 50 a 75 cm.

Suelos con declives de 25 a 40%, drenaje a través del suelo moderado y capacidad de abastecimiento de humedad moderadamente alta. El peligro de erosión es alto al igual que la fertilidad, y la pedregosidad siendo ambos los problemas más comunes de este suelo.

Suelos Morán (Mr): suelos con buen drenaje, se encuentran en relieves fuertemente ondulados a inclinados y se originan de ceniza volcánica pomácea.

El suelo superficial tiene profundidad de 40 a 50 cm y color café oscuro. El subsuelo es de color café rojizo, de consistencia friable y textura arcillosa con un espesor que varía de 50 a 60 cm.

Presentan declives de 8 a 15%, su drenaje es regular y su capacidad de abastecimiento de humedad es alta. El peligro de erosión es alto y los problemas de manejo asociados incluyen el combate de erosión y mantenimiento de materia orgánica.

Suelos Pinula (Pi): los suelos se originan de toba breccia de color claro, se desarrollan sobre relieves escarpados y poseen buen drenaje interno.

El suelo superficial tiene color café oscuro y textura franco limosa, gravosa; friable con espesor de 20 a 30 cm. El subsuelo es de color café, friable, con textura arcillosa a franco arcillo arenosa y espesor de 60 a 80 cm.

Este suelo presenta declives de 10 a 20%, y drenaje regular, al igual que su capacidad de abastecimiento de humedad. El peligro de erosión es alto y su fertilidad moderada. Se destacan como problemas asociados a su manejo la pedregosidad y la tendencia a la erosión.

Suelos Salamá (SI): estos suelos provienen de ceniza volcánica cementada de color claro en relieve casi plano a fuertemente ondulado y drenaje interno bueno.

Estos suelos poseen un declive de 0 a 5%, su drenaje es muy rápido y la capacidad de abastecimiento de humedad, muy baja. El peligro de erosión es alto y su fertilidad regular siendo el principal problema que enfrenta su manejo, la sequía.

Suelos Sansare (Ss) suelos con drenaje interno regular, relieve muy inclinado y origen en esquistos arcillosos. El suelo superficial es de color café rojizo oscuro y con textura franco arcillo gravosa, friable. Su espesor aproximado es de 10 a 25 cm. El subsuelo es de color café rojizo, su consistencia es plástica, su textura es arcillosa y tiene un espesor aproximado de 30 a 50 cm.

Este suelo presenta declives de 20 a 40%, su drenaje es regular y demuestra una baja capacidad de abastecimiento de humedad. El peligro de erosión es alto, su fertilidad, moderada y se señalan las pendientes inclinadas y la erosión como los problemas asociados a su manejo.

6A.2.4.3. CAPACIDAD AGROLÓGICA

La capacidad agrológica se define como la adaptación que presentan los suelos a determinados usos específicos. Los riesgos de daños al suelo o limitaciones en su uso se hacen progresivamente mayores de la clase I a la VIII.

De acuerdo con la cartografía existente se puede observar que las principales clases encontradas son:

Clase III: tierras cultivables, tienen medianas limitaciones para producción agrícola, aptas para cultivos en riego y cultivos muy rentables, relieve plano a ondulado o suavemente inclinado, productividad mediana con prácticas intensivas de manejo.

Clase IV: tierras cultivables con severas limitaciones permanentes, con relieve ondulado o inclinado, aptas para pastos y cultivos perennes, requieren prácticas intensivas de manejo. Productividad de mediana a baja.

Clase VI: tierras no cultivables, salvo para algunos cultivos perennes, principalmente para producción forestal. Tiene factores limitantes muy severos de relieve, profundidad y rocosidad. Relieve ondulado fuerte o quebrado y fuerte, que aunado a la pedregosidad y profundidad excluyen su uso para la producción de cultivos anuales.

Clase VII: tierras no cultivables, aptas solamente para fines de producción forestal, relieve quebrado con pendientes muy inclinadas.

Clase VIII: tierras no aptas para el cultivo, aptas solo para parques nacionales, recreación y vida silvestre y para protección de cuencas hidrográficas. Con relieve muy quebrado, escarpado o playones.

Con base a lo anteriormente descrito y según lo observado en el corredor Guate-Este-El Salvador, se concluye que en el sector de Guate Este a Teocinte predomina la clase VII y en menor proporción las clases III, VI y VIII. A partir de Teocinte hasta Lomas Ojo de Agua se encuentran suelos clase III y en menor presencia de la clase VI. A continuación de Lomas Ojo de Agua hasta Las Pilas sobresale la clase VII y la representatividad de las clases III, IV y VI se limita a pequeños reductos en los límites del corredor. Los detalles de extensión para cada uno de los tramos pueden observarse en el Mapa MG-10A.

□ Metodología de Investigación

En la ubicación de las clases de suelo se utilizó la cartografía generada por el Ministerio de Ganadería y Alimentación.

- Mapa de Capacidad de Uso de la Tierra. Escala 1:2.500.000. MAGA 2001. República de Guatemala (Metodología USDA).

6A.2.5. HIDROGRAFÍA, HIDROLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA

Las cuencas hidrográficas representan una unidad ideal para la planificación y manejo de los recursos naturales, incluyendo el agua. No obstante, sus límites rara vez coinciden con la división política-administrativa.

Los sistemas montañosos de Guatemala determinan dos grandes regiones hidrográficas, la de los ríos que desembocan en el Océano Pacífico, y los que lo hacen en el Atlántico, que a su vez se dividen en dos vertientes: la del Caribe y la del Golfo de México, atravesando Yucatán. La región hidrográfica del Pacífico tiene un área de 23.990 km² (22% de la superficie total del

territorio nacional) y agrupa 18 de las 36 cuencas del país. La vertiente del Caribe incluye ocho cuencas y abarca un área de 34.096 km² (31% de la superficie total del país). Las restantes diez cuencas desembocan al Golfo de México y comprenden un área de 50.803 km² (47% de la superficie total del país).

Los ríos que desembocan en el Caribe son extensos y profundos, propios para la navegación y la pesca, sus pendientes son más suaves y su desarrollo es menos brusco, ya que en la parte montañosa los ríos corren sobre grandes barrancas o cañones. Las crecidas son de mayor duración y los tiempos de propagación son también mayores. Los caudales son más constantes durante todo el año. Entre los ríos más importantes se encuentran el Motagua o río Grande y el río Dulce, desagüe natural del lago Izabal. En la cuenca hidrográfica del Golfo de México sobresalen el río de la Pasión y el Chixoy o Negro, todos afluentes del Usumacinta, el más largo y caudaloso de Centro América, y frontera natural entre Guatemala y México. Las cuencas que pertenecen a ambas vertientes presentan, en general, alta precipitación y baja densidad poblacional.

Los ríos de la cuenca hidrográfica del Pacífico se caracterizan por ser cortos, de cursos rápidos e impetuosos. Entre ellos se encuentran: el Suchiate, Naranjo, Ocosito, Samalá, Sis, Iacán, Nahualate, Madre Vieja, María Linda, Los Esclavos y el río Paz, entre otros. De estas cuencas hay que caracterizar la ubicación de sus cabeceras en elevaciones considerables y fuertes pendientes, debido a que se llega a elevaciones a nivel del mar, en relativamente pocos kilómetros. El área de las 18 cuencas, excepto las transfronterizas (Coatán, Paz, Ostúa-Güija) y las cerradas (Atitlán y Olopa) es muy parecida (entre 1.000 y 2.000 km²). En esta vertiente la precipitación media anual varía considerablemente. Una cuenca que merece especial atención es la del río María Linda, donde se ubica una parte de la Ciudad de Guatemala.

El 55% del territorio guatemalteco está integrado por cuencas cuyas aguas tributan hacia los países vecinos o sus cauces en parte de su desarrollo forman límites fronterizos. El mayor aporte de aguas superficiales, 47,5%, es hacia México, 7% a El Salvador, 0,5% a Honduras y 6% hacia Belice. El río Usumacinta forma frontera con México, el río Motagua con Honduras, el río Suchiate define la frontera suroeste con México, y el río Paz al sureste con El Salvador.

Guatemala tiene tratados limítrofes de recursos hídricos con México, El Salvador y Honduras, y Comisiones de Límites y Aguas con México y El Salvador. El aprovechamiento de aguas compartidas en el tramo fronterizo solamente es contemplado en el tratado con El Salvador.

El territorio cuenta con numerosos lagos y lagunas, muchos de origen volcánico, como el espléndido lago de Atitlán, y el Amatitlán, con manantiales de aguas sulfurosas a altas temperaturas. De origen fluvial se destaca el Petén Itzá, que tiene varias islas, y en una de ellas se asienta la ciudad de Flores, y el lago de Izábal, el más grande de Guatemala, que desagua al Caribe a través del río Dulce.

De acuerdo con la Ley Forestal (Decreto 101-96), en el Artículo 47 se establece: “se prohíbe eliminar el bosque de las partes altas de las cuencas hidrográficas cubiertas de bosque, en especial las que están ubicadas en zonas de recarga hídrica que abastecen fuentes de agua, las que gozarán de protección especial”. Por otro lado, la Ley de Áreas Protegidas (Decreto 4-89), se refiere a la protección de fuentes de agua, como un programa prioritario del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas, para asegurar un suministro de agua constante y de aceptable calidad para la comunidad guatemalteca.

Sobre las zonas de recarga hídrica la Ley Forestal dice: “las zonas de recarga hídrica son áreas superficiales asociadas a una cuenca determinada, que colectan y permiten la infiltración del agua hacia niveles freáticos y/o acuíferos”.

Según la caracterización de las cuencas de Guatemala, esta ruta se localiza en una vertiente, la misma se reflejan en el Cuadro 6A.2.1.

De acuerdo con el informe Desastres Naturales y Zonas de Riesgo en Guatemala, realizado por Asesoría Manuel Basterrechea Asociados, S.A. (2000) la cuenca de los ríos Los Esclavos y río Grande de Zacapa presenta el mayor grado de degradación ambiental, con relación al sobreuso del suelo. Le siguen en degradación las cuencas de los ríos María Linda y Motagua.

La definición de las zonas de recarga hídrica del país evidencia el vínculo hidrológico con la cobertura forestal, el cual es determinante en la regulación del ciclo hidrológico, particularmente en el componente de producción de agua.

Cuadro 6A.2.1: Caracterización de las cuencas del Proyecto SIEPAC

RUTA	VERTIENTE	REGIÓN HIDROGRÁFICA	NOMBRE DE LA CUENCA	ÁREA DE LA CUENCA (km ²)	ELEVACIÓN (m.s.n.m.)		PENDIENTE MEDIA CAUCE PRINCIPAL (%)	PRECIPITACIÓN (mm)	
					MÁXIMA	MÍNIMA		MEDIA	ANUAL
Guate-Este – El Salvador	Pacífico	II	río María Linda	2.759	1.800	0,00	2,57	2.000	2.500
			río Los Esclavos	2.258	1.900	0,00	1,32	2.000	1.500
			río Paz	1.722	1.600	0,00	1,20	2.000	2.000

Fuente: Asesoría Manuel Basterrechea Asociados, S.A., 2000.

6A.2.5.1. RED HIDROGRÁFICA

Esta ruta atraviesa la parte alta de las cuencas María Linda, Los Esclavos y río Paz (ver Mapa 5A).

En la cuenca de María Linda el principal afluente es el río Aguacapa.

En la cuenca de Los Esclavos, la línea pasará sobre el río Las Cañas en distintos puntos del área de estudio, algunos de los afluentes de este río sobre los cuales pasará la línea son: río Rustrián, río Santa Isabel, quebrada La Perla, río Lo De Diéguez, qda. Agua Tibia, río Don Gregorio y qda. Ojo de Agua. El río Los Esclavos es el de mayor influencia en la zona (Ojo de Agua-Las Marías), al igual que el río Las Cañas, la línea interceptará a varios de sus afluentes, entre los que destacan: qda. La Honda, qda. Zacuapa, qda. Zapatero, qda. El Rodeo, río El Molino entre otros. También puede mencionarse el río Amatillo, el cual es atravesado por la línea en la parte alta de la cuenca .

En la cuenca del río Paz, la zona de estudio atraviesa el valle del río Pululá a la altura del caserío El Coco en las inmediaciones de la frontera, finalmente llega al río Paz en la frontera con El Salvador.

Además de los afluentes hidrográficos mencionados, la región se caracteriza por contar con la presencia de varios lagos y lagunetas entre las que están: la laguna El Pino, laguneta El Junquillo, laguneta El Pijje, laguneta El Paraíso y laguneta Usumasate en las inmediaciones de Barbarena, la Laguneta San Juan Miguel cerca de Oratorio. Cabe señalar que ninguna de estas lagunas y lagunetas se encuentran dentro del área de influencia directa del proyecto.

6A.2.5.2. HIDROLOGÍA

Para el análisis hidrológico de algunos ríos dentro del área de influencia se utilizaron varias fuentes de información, entre ellas: registros de caudales en estaciones hidrométricas, página web del INSIVUMEH y datos presentados en el Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto realizado por el INDE en 1994.

Durante su recorrido la línea de transmisión atravesará al río Aguacapa cerca de su nacimiento en Villa Canales. Los únicos datos de caudales disponibles de este afluente provienen de una estación ubicada 25 km aguas abajo en la estación Las Lomas, la cual es operada por el INDE. El caudal medio registrado en esta estación es de 6,31 m³/s y la máxima avenida fue reportada en octubre de 1988, la cual alcanzó un valor de 133,6 m³/s³. Otros afluentes que atravesará la línea son la quebrada El Anono y el río Las Minas.

La principal estación hidrométrica en el tramo Ojo de Agua-Las Marías es la estación La Sonrisa, la cual se localiza en la finca del mismo nombre, a unos 3 km aguas arriba del embalse de Los Esclavos. Hasta 1990 la máxima avenida reportada había registrado un caudal instantáneo de 357,59 m³/s y la misma se dio en septiembre de 1984⁴.

Según los registros hasta 1982, la máxima avenida en el río Paz se presentó en octubre de 1967 reportándose un caudal instantáneo de 1.899 m³/s⁵.

Cuadro 6A.2.2: Características de algunos ríos de la Ruta I, Guate-Este-El Salvador

NOMBRE DEL RÍO	LONGITUD DEL RÍO (km)	PUNTO DE CONTROL	CAUDAL MEDIO EN EL PUNTO DE CONTROL (m ³ /s)
Los Esclavos	144,80	La Sonrisa	15,8
Paz	133,80	El Jobo	23,2

* Río internacional, la longitud corresponde sólo al tramo guatemalteco

Fuente: <http://www.insivumeh.gob.gt/hidrologia/rios%20de%20guate.htm>, consultada el 16 de julio de 2003.

6A.2.5.3. CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES

El análisis de calidad de las aguas superficiales se realiza con el fin de establecer un punto de referencia que permitirá en un futuro, comparar las condiciones actuales con las que se presentarán una vez sea ejecutado el Proyecto. Asimismo, si se requieren de fuentes de agua

³ INDE. Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto SIEPAC en la Rep. De Guatemala, 1994.

⁴ Ibid

para suplir alguna necesidad estos análisis serán la guía a seguir para determinar el uso que se le puede dar o los tratamientos necesarios para su aprovechamiento.

En el Anexo 10 se muestran los resultados obtenidos en los análisis de calidad de agua realizados por el INSIVUMEH a los ríos Paz y Los Esclavos durante el periodo febrero a octubre de 2002. Se observa que durante los meses de la estación lluviosa la turbiedad y color del agua, en general, aumentan debido a la mayor cantidad de sedimentos que acarrearán los ríos. Estas aguas son ligeramente básicas, no mostraron rastros de salinidad y su temperatura oscila entre 21 °C y 29 °C. Al compararla los resultados con las normas COGUANOR NGO 29.001 de Guatemala se determinó que éstas no son aptas para el consumo humano.

6A.2.5.4. HIDROGEOLOGÍA

6A.2.5.4.1. INTRODUCCIÓN

□ Recursos de agua subterránea

El agua proveniente de pozos y vertientes se usa para propósitos agrícolas, industriales, públicos y privados. Sin embargo, la disponibilidad de agua subterránea es sumamente variable. El desarrollo de suministros de agua subterránea confiables y seguros es un tema importante que involucra al gobierno de Guatemala, así como también a muchas organizaciones nacionales e internacionales, públicas y privadas.

El agua subterránea es generalmente abundante en acuíferos sedimentarios, a través de las planicies, valles y tierras bajas del país. Sin embargo, en las áreas montañosas la disponibilidad de agua dulce varía considerablemente de localmente abundante a escasa y en ocasiones inadecuada para su uso.

Guatemala desde el punto de vista hidrogeológico se divide en cuatro regiones: llanuras aluviales de la costa del Pacífico, altiplano volcánico, tierras altas cristalinas y región sedimentaria septentrional. Sus dos acuíferos más productivos son el aluvial de la planicie

⁵ Ibid.

costera del Pacífico y el cárstico de piedra caliza que se extiende por debajo de la Sierra de los Cuchumatanes, la Sierra de Chama y las tierras bajas de El Petén. Otros acuíferos más pequeños tienen importancia local.

Las montañas de Guatemala tienen muchos tipos de acuíferos, incluyendo acuíferos cársticos y de piedra caliza fracturados; acuíferos volcánicos piroclásticos y con depósitos de lava, permeables sedimentarios, ígneos y metamórficos. Las planicies aluviales, valles y tierras bajas constituyen el 50% del país y contienen aproximadamente el 70% de las reservas de agua subterránea disponibles.

Las áreas aluviales constituyen aproximadamente el 20% del país y contienen aproximadamente el 40% de las reservas de agua subterránea disponible. Las áreas que contienen acuíferos cársticos y de piedra caliza fracturada constituyen aproximadamente el 30% del país y se estima que contienen el 30% de las reservas subterráneas disponibles de agua. Las áreas que contienen acuíferos formados de depósitos volcánicos piroclásticos y flujos de lava constituyen el 20% del país y contienen aproximadamente el 20% de las reservas de agua subterránea disponibles. Los acuíferos que poseen una permeabilidad pobre constituyen aproximadamente el 30% del país y alrededor del 10% de las reservas de agua subterránea disponibles.

Como es sabido, la deforestación tiene un impacto negativo en los recursos de agua subterráneos del país, reduciendo la cantidad de agua que recarga a los acuíferos. Lo anterior hace que la búsqueda de agua sea a profundidades cada vez mayores y, en este sentido, cabe recordar que la mayoría de las bombas de mano no pueden bombear agua a profundidades mayores de 91 m.

Aunque el agua subterránea es generalmente más segura que los suministros de agua superficial que no han sido tratados, muchos acuíferos poco profundos en las cercanías de áreas populosas están biológicamente contaminados, principalmente debido a la disposición inadecuada de los residuos sólidos y líquidos. La mayoría de los pozos poco profundos en la planicie costera del Pacífico también se encuentran contaminados.

□ Hidrogeología

Las variaciones en las estructuras geológicas, geomorfológicas y tipos de roca, aunado a las variaciones en el comportamiento de la precipitación, son algunas de las causas que contribuyen con la variación en las condiciones del agua subterránea en las diferentes partes del país.

Los principales sistemas de acuíferos son los aluviales; cársticos y altamente fracturados de piedra caliza y acuíferos consistentes de ceniza volcánica; escoria y flujos de lava. Otros acuíferos consisten de depósitos ígneos y metamórficos y depósitos sedimentarios de areniscas interestratificadas, conglomerado, piedra caliza y poco profundos con baja permeabilidad.

En las planicies, tierras bajas y los valles, la profundidad del agua es generalmente menor de 50 m. En las montañas, la profundidad del agua es generalmente menor de 150 m, pero en algunas zonas puede llegar a los 300 m de profundidad. En muchas áreas, la profundidad del agua es tal, que su aprovechamiento resulta no rentable.

Las fluctuaciones estacionales en el nivel freático del agua pueden ser mayores de 5 m. Los acuíferos en las montañas son generalmente recargados por la lluvia, mientras que los acuíferos en las tierras bajas son recargados por otros acuíferos que se originan en las montañas y por la lluvia.

□ Evaluación de Recursos de Agua Subterránea de Guatemala

El acceso a los pozos de agua es generalmente difícil en todo el país. En el norte, la ubicación y la perforación de pozos es difícil debido a la topografía cárstica del suelo, densa vegetación y falta de caminos. Los pantanos están presentes a lo largo de la planicie de la costa del Pacífico y el Golfo de Honduras. En la parte sur del país, las pendientes empinadas de las montañas hacen de la exploración de agua subterránea una tarea difícil. La planicie de la costa del Pacífico es fácilmente accesible durante la estación seca de noviembre a abril. A continuación se mencionan los diferentes tipos de acuíferos presentes en el país:

- Acuíferos Aluviales
- Acuíferos Cársticos de Piedra Caliza

- Acuíferos Volcánicos Piroclásticos y de Lava
- Otros Acuíferos., como areniscas interestratificadas, conglomerados, calizas y lajillas.

□ Calidad de agua

La calidad del agua superficial en Guatemala representa una preocupación que va en aumento. El agua superficial se considera dulce, excepto a lo largo de la costa, donde la calidad gradualmente cambia a salobre y finalmente a salina. La contaminación biológica y química ocurre en intensidades variadas a lo largo del país. Los sistemas de disposición de aguas negras en los principales centros de población son inadecuados o no existen, por lo que las descargas crudas van directamente a los arroyos locales. Durante la época lluviosa, las enfermedades como el cólera aumentan debido a que las bacterias se esparcen a través de estas fuentes de agua superficial contaminadas.

Con excepción del agua subterránea salobre o salina que se encuentra cerca de las costas del Pacífico y del Caribe, el agua subterránea es adecuada para la mayoría de los usos. La contaminación química y biológica ocurre en acuíferos no confinados y poco profundos cercanos a centros poblacionales.

La contaminación química proveniente de actividades agrícolas es la fuente mayor de contaminación de agua superficial y subterránea y causa la degradación de los ríos y arroyos. La planicie costera del Pacífico es una de las áreas agrícolas que posee la mayor concentración de contaminación agrícola. En esta área, los recursos de agua superficial y los acuíferos de agua subterránea están contaminados.

▪ Agua superficial

La calidad de los recursos de agua superficial es generalmente dulce con excepción de las áreas a lo largo de la costa del país. Sin embargo, todos los cuerpos de agua del país se consideran contaminados. En áreas agrícolas, los pesticidas representan la primera fuente de contaminación.

Las aguas negras provenientes de la Ciudad de Guatemala han hecho del río Villalobos, que recibe el 60% de las aguas negras; y del río Las Vacas, que recibe el 40% restante, los ríos más contaminados del país.

El río Villalobos y el río Michatoya, el cual se encuentra severamente contaminado en toda su extensión, drenan al lago de Amatitlán que también está altamente contaminado. El río Samalá drena la ciudad de Quezaltenango y presenta la misma situación que los anteriores, además de presentar también contaminación de tipo industrial. El río Guacalate y otros arroyos menores, que drenan de la ciudad de Escuintla, están severamente contaminados por residuos de diversos orígenes.

A lo largo del país, pero especialmente en el noroeste, la deforestación ha implicado un aumento de la sedimentación en los arroyos y la degradación en la calidad del agua. Los arroyos de El Petén, en el norte de Guatemala, arrastran pequeñas cantidades de material flotante, debido principalmente a la falta de intervención humana. Sin embargo, el agua en esos arroyos del norte tiende a ser moderadamente dura debido al carbonato de calcio y al ambiente cárstico, especialmente en la estación seca cuando los flujos más bajos tienden a concentrar los elementos. Algunos arroyos que fluyen en estas áreas, en las que existen grandes cantidades de sulfato de calcio, arrastran dichos sulfatos. A lo largo de ambas costas hay arroyos, y pantanos que contienen gran cantidad de agua salobre o salina. A menos que sean tratadas, estas fuentes de agua no son aceptables para la mayoría de los usos.

- Agua subterránea

La contaminación biológica debido a patógenos en los acuíferos poco profundos se debe a la presencia constante de heces animales y humanas, esto constituye un problema en muchas áreas populosas y agrícolas del país. La contaminación química se relaciona principalmente al uso de fertilizantes y pesticidas en las plantaciones de caña de azúcar y bananos en las planicies del Pacífico y del Caribe.

Los acuíferos altos en la mayoría de las áreas urbanas están contaminados por muchas razones. En la Ciudad de Guatemala, el agua de lluvia que no ha sido tratada se inyecta en los

acuíferos altos en un intento por recargar el suministro de agua de la ciudad. La diseminación de los compuestos solubles provenientes de los campos de la Ciudad de Guatemala ha contaminado severamente los acuíferos locales. Únicamente los acuíferos profundos y confinados son considerados seguros y libres de la contaminación biológica y química.

Durante la estación seca, los pozos poco profundos en las tierras altas interiores se pueden secar hasta que la suficiente recarga en el acuífero ocurra. La intrusión de agua salada, lo cual actualmente no es un problema en las zonas costeras, podría ocurrir en el futuro si los pozos costeros son sobre explotados. El agua debe ser cuidadosamente analizada antes de ser consumida o usada.

→ Departamento de Guatemala

Las mejores áreas para la exploración de agua subterránea están localizadas en los acuíferos volcánicos, éstas cubren aproximadamente el 75% del departamento en las partes central y sur. El agua subterránea está generalmente disponible de muy pequeñas a muy grandes cantidades, pero las pendientes empinadas, la densa vegetación y las condiciones inestables del suelo, impiden el acceso al lugar. Estos acuíferos son utilizados para el suministro doméstico y la irrigación, y son apropiados para pozos de bombas de mano y tácticos. La mayor parte del suministro de agua (aproximadamente el 60%) para la Ciudad de Guatemala proviene de recursos de agua subterránea. Hasta 1998, un total de 86 pozos suministraban 1 m³/s a la ciudad (ver Mapa 6A).

→ Departamento de Jutiapa

Las mejores áreas para la exploración de agua subterránea son los acuíferos aluviales, estos ocupan una faja trazada paralelamente a la costa en la parte sur del departamento, y tres pequeñas áreas en la parte central. De escasas a muy abundantes cantidades de agua dulce subterránea están disponibles en esta unidad (aproximadamente 25% del departamento). Estos acuíferos aluviales son apropiados para pozos de bombas manuales y tácticos (ver Mapa 6A).

De muy pequeñas a muy grandes cantidades de agua dulce subterránea están localmente disponibles provenientes de acuíferos volcánicos, aproximadamente el 70% del departamento. Pendientes empinadas, densa vegetación y condiciones inestables de suelo pueden impedir el acceso. Estos acuíferos son apropiados para pozos de bombas manuales y tácticos.

En el resto del departamento la exploración de agua subterránea no se recomienda sin antes hacer un reconocimiento específico del lugar debido al potencial de encontrar agua de mala calidad.

→ Departamento de Santa Rosa

Las mejores áreas para la exploración de agua subterránea se extienden de noroeste a sudeste a lo largo del departamento en la planicie de la costa del Pacífico, correspondiendo con el 40% del departamento, aproximadamente. De escasas a muy abundantes cantidades de agua dulce están generalmente disponibles en acuíferos aluviales. Estos acuíferos son apropiados para pozos tácticos y de bombas manuales (ver Mapa 6A).

De muy pequeñas a muy grandes cantidades de agua dulce subterránea están disponibles localmente en acuíferos volcánicos, aproximadamente la mitad del departamento. Las pendientes empinadas, la densa vegetación y las condiciones inestables del suelo pueden impedir el acceso al lugar. Estos acuíferos son apropiados para pozos tácticos y de bombas manuales. La cabecera del departamento es Culiapa y se encuentra en este sector.

Esta información fue consultada en el documento Evaluación de Recursos de Agua de Guatemala, Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos de América, Distrito de Mobile y Centro de Ingeniería Topográfica. Junio 2000. Guatemala.

6A.2.5.5. EMBALSES EXISTENTES Y EN PROYECTO

En Guatemala existen únicamente dos embalses en las proximidades de la ruta Guate Este – El Salvador, los cuales proveen potencia y energía eléctrica para el Sistema Nacional. Ambos están localizados en el Departamento de Santa Rosa. El primero es Aguacapa sobre el río del

mismo nombre en el Municipio de Pueblo Nuevo Viñas y el segundo es Los Esclavos, sobre el río del mismo nombre en el Municipio de Cuilapa.

En proyecto existen varios, todos ellos hidroeléctricos con embalses de regulación, y que se pueden considerar como proyectos de pequeña a mediana magnitud. Estos son: Ayarza, entre el río Tapalapa y la Laguna Ayarza, en el Municipio de Casillas, Santa Rosa; El Carmen sobre el río Los Esclavos, en el Municipio de Chiquimulilla, Santa Rosa; Agua Caliente, sobre el río Aguacapa, en el Municipio de Pueblo Nuevo Viñas, Santa Rosa; Buena Vista, sobre el Río Aguacapa, en el Municipio de Guanagazapa, Escuintla; y río Paz, posible desarrollo hidroeléctrico entre El Salvador y Guatemala, el primer sitio de aprovechamiento se ubica propiamente en el actual punto fronterizo de Valle Nuevo e inunda el valle del río Pululá, también denominado El Tempisque.

6A.2.6. CLIMA

El clima es producto de los factores astronómico, geográfico y meteorológico, adquiriendo características particulares por la posición geográfica y topografía del país, climáticamente se ha clasificado el país según el sistema de Thornwaite.

Para la definición del clima en área de estudio, se ha tomado como base la efectividad de la humedad y temperatura para el desarrollo de la vida vegetal, utilizando un indicador de humedad efectiva para la vida vegetal a través de la expresión: $\text{Humedad efectiva} = \text{Precipitación pluvial} / \text{Evaporación}$.

La República de Guatemala se caracteriza por un clima tropical al formar parte de los Trópicos, encontrándose localizada entre el trópico de Cáncer (23,5° N) y el de Capricornio (23,5° S), estos trópicos delimitan los paralelos donde el sol alcanza su máxima inclinación.

Sin embargo, dentro del contexto geográfico el país presenta una serie de accidentes topográficos que generan climas locales que van desde secos hasta húmedos. Esta variedad

de climas hace del país un lugar especial (en la región de América Central), en donde puede darse cualquier tipo de actividad tanto agrícola, industrial como económica.

La temperatura anual promedio es de 20° C (68 °F). En las zonas montañosas más altas las temperaturas pueden bajar más allá del punto de congelación, las noches son frías en cualquier época del año. En la mayor parte del país, la temporada seca va desde noviembre hasta abril, y la época húmeda desde mayo a octubre. Esta época se caracteriza por presentar cielos despejados antes y después de las copiosas precipitaciones, que se producen en las últimas horas de la tarde o las primeras horas de la noche.

6A.2.6.1. ESTACIONES METEOROLÓGICAS SELECCIONADAS

La sección de Climatología del Departamento de Sistemas Atmosféricos del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH), es la responsable de operar y explotar la Red Nacional de Estaciones Meteorológicas, la cual es utilizada para realizar la vigilancia meteorológica, generar información básica y elaborada para su uso en diferentes actividades de la vida nacional. Para este estudio se escogieron las estaciones meteorológicas que se encuentran dentro del corredor de la línea y aquellas que están a menos de 5 km del corredor. A continuación se detallan las estaciones meteorológicas consideradas.

Para esta ruta se seleccionaron ocho estaciones meteorológicas. La totalidad de ellas reportaron datos de precipitación, seis de ellas datos de temperatura y únicamente dos de ellas datos de viento. De esta manera, con la red planteada, se cubrió un corredor medio sobre la zona de influencia del Proyecto SIEPAC.

Cuadro 6A.2.3: Estaciones meteorológicas en el corredor Guate-Este-El Salvador

ESTACIÓN	COORDENADAS UTM (m)		ELEVACIÓ N (m.s.n.m.)	FUENTE	DATOS REGISTRADOS				
	ESTE	NORTE			P	T	B.S.	H.R.	V.V.
San Agustín Mina **	767.540,00	1.607.545,13	1.350	INSIVUMEH	X	X			
La Soledad Omg/5 *	781.134,94	1.605.421,13	1.650	INSIVUMEH	X	X	X	X	X

ESTACIÓN	COORDENADAS UTM (m)		ELEVACIÓ N (m.s.n.m.)	FUENTE	DATOS REGISTRADOS				
	ESTE	NORTE			P	T	B.S.	H.R.	V.V.
Nueva Santa Rosa **	792.776,63	1.591.440,13	1.001	INSIVUMEH	X	X			
Los Esclavos *	793.692,13	1.577.303,75	737	INSIVUMEH	X	X		X	X
Hacienda Coatepeque **	808.133,94	1.569.049,25	480	PLAMAR	X	X			
Amatillo **	815.062,06	1.569.411,63	640	PLAMAR	X				
Jalpatagua **	822,956,56	1.564.681,88	557	INSIVUMEH	X	X			
El Jobo **	834.056,50	1.551.628,13	320	PLAMAR	X				

P: precipitación, T: temperatura, B.S.: brillo solar, H.R.: humedad relativa, V.V.: velocidad del viento, X: indica que la estación tiene registros del dato

Fuente: * INSIVUMEH, ** <http://www.maga.gob.gt/sig/D-INFO%20DISPONIBLE/c-ARCHIVOS%20DE%20INFO/C1-Jpg%20Nacional/Tablas%20Nacional/estaciones%20Climaticas%20Tabla.htm>, consultada el 16 de julio de 2003.

Los registros obtenidos en la página web del MAGA corresponden a la Leyenda del Mapa de Estaciones Climáticas de Guatemala en escala 1:250.000. Los datos originales del INSIVUMEH, PLAMAR e Institutos Meteorológicos Fronterizos fueron procesados por el MAGA a nivel diario y compilados a nivel mensual, para lo cual consideraron el periodo de 1961 a 1997 (más de 30 años de registro). Esto cambia para cada variable, dado que los registros varían con la medición específica que realiza cada estación.

6A.2.6.2. RÉGIMEN PLUVIOMÉTRICO

La época lluviosa en Guatemala abarca desde mayo hasta octubre, presentándose los máximos pluviométricos entre junio y septiembre. En general y a nivel nacional, el 85% de la precipitación anual cae en estos seis meses del año, no obstante no deja de ser importante el hecho de que la mayoría de las cuencas se caracterizan por presentar déficit de humedad durante los meses de la estación seca. El promedio nacional anual de precipitación es de 2.034 mm.

Las precipitaciones en el área de estudio se caracterizan por presentar valores intermedios en comparación con el resto del país.

A lo largo del recorrido, la precipitación anual media varía entre 1.000 mm y 1.700 mm. Destacándose el área de Barillas, El Molino y El Zapotillo con precipitaciones mayores a 1.600 mm, y el tramo a partir de El Melonar hasta la frontera con El Salvador con los valores mínimos

(ver Mapa MG-9A). En el Cuadro 6A.2.4 se presenta un resumen del régimen medio de lluvia en el corredor de investigación y el respectivo periodo de registro reportado por cada estación. Se observa en el cuadro la marcada diferencia entre los meses de la estación seca y los meses de la estación lluviosa.

Cuadro 6A.2.4: Precipitaciones promedios mensuales en las estaciones meteorológicas del corredor Guate-Este-El Salvador

ESTACIÓN	PERIODO DE REGISTRO	PRECIPITACIÓN PROMEDIO MENSUAL (mm)												TOTAL ANUAL
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
San Agustín Mina **	-	5,0	5,0	11,0	29,0	114,0	254,0	200,0	204,0	229,0	104,0	23,0	6,0	1.184,0
La Soledad Omg/5 *	1968-1989	7,6	6,6	4,6	39,7	162,5	317,9	247,7	248,4	324,4	204,7	58,7	16,5	1.639,3
Nueva Santa Rosa **	-	3,0	5,0	14,0	49,0	145,0	259,0	167,0	161,0	222,0	137,0	25,0	7,0	1.194,0
Los Esclavos *	1970-1989	1,9	6,4	12,3	42,2	154,6	307,9	211,9	242,9	308,1	218,4	39,1	6,6	1.552,3
Hacienda Coatepeque **	-	3,0	1,0	9,0	15,0	148,0	210,0	178,0	308,0	362,0	175,0	31,0	5,0	1.445,0
Amatillo **	-	1,0	0,0	8,0	38,0	151,0	262,0	211,0	201,0	354,0	249,0	53,0	11,0	1.539,0
Jalpatagua **	-	3,0	2,0	7,0	35,0	117,0	258,0	199,0	211,0	252,0	139,0	23,0	0	1.246,0
El Jobo **	1970-1983	4,0	4,0	8,0	25,0	95,0	197,0	158,0	225,0	202,0	102,0	18,0	7,0	1.045,0

Fuente: * INSIVUMEH, ** <http://www.maga.gob.gt/sig/D-INFO%20DISPONIBLE/c-ARCHIVOS%20DE%20INFO/C1-Jpg%20Nacional/Tablas%20Nacional/estaciones%20Climaticas%20Tabla.htm>, consultada el 16 de julio de 2003.

6A.2.6.3. TEMPERATURA

La caracterización térmica está basada en los datos recopilados en las diferentes estaciones meteorológicas ubicadas dentro o cerca del corredor de la línea (ver Cuadro 6A.2.5). En todas las estaciones se obtuvo los promedios mensuales y en algunas se consiguieron los máximos y mínimos mensuales de todo el registro. La máxima temperatura registrada es 34,8 °C y la misma se presentó en el mes de abril en la estación Los Esclavos, y la mínima es 3,9 °C reportada en el mes de enero en la estación La Soledad Omg/5.

En la mayor parte del trazado la temperatura se mantiene entre los 18 °C y 20 °C, sin embargo la variación térmica anual en el corredor oscila entre los 16,6 °C y 25,7 °C. Las máximas temperaturas medias anuales se dan después de El Coyol hacia la frontera con El Salvador, y las mínimas se presentan al norte de los municipios de Santa Catarina Pinula y Fraijanes. Nótese el contraste que existe entre el área en los alrededores de la subestación Guate-Este y el punto de interconexión con El Salvador (ver Mapa 8A).

La temperatura media de la región se ha estimado como promedio de los valores interanuales y es de 22,6 °C.

6A.2.6.4. HUMEDAD RELATIVA

La humedad relativa es la relación entre la cantidad de vapor contenida actualmente en un volumen cualquiera de aire y la que podría contener el mismo volumen si estuviese saturado, expresado en porcentaje.

Como es de esperarse en los últimos meses de la estación seca, febrero – abril, se registran los valores más bajos de humedad relativa. Para el mes de septiembre se reporta el máximo valor, 91% estación La Soledad y 85% estación Los Esclavos, lo cual es coherente con las precipitaciones registradas en dichas estaciones (ver Cuadro 6A.2.6).

Cuadro 6A.2.5: Temperaturas medias mensuales registradas en las estaciones meteorológicas del corredor Guate-Este-El Salvador

ESTACIÓN	PERIODO DE REGISTRO	TEMPERATURA (° C)													
		VALOR	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
San Agustín Mina **	1980-1985	PROM	19,1	20,2	21,6	22,6	22,8	21,7	21,4	21,8	21,2	21,4	20,2	19,7	21,1
La Soledad Omg/5 *	1968-1989	PROM	15,1	14,9	16,4	17,5	18,2	17,3	17,4	17,1	17,0	17,0	16,0	15,0	16,6
		MÁX.	25,9	27,0	28,8	28,4	28,5	25,9	25,2	25,1	25,4	24,5	25,1	25,6	28,8
		MÍN.	3,9	4,5	5,0	5,9	8,9	11,5	12,6	11,1	10,3	11,4	7,7	5,9	3,9
Nueva Santa Rosa **	1980-1984	PROM	23,0	24,1	24,8	25,2	25,3	24,5	24,9	24,1	24,0	24,1	23,5	23,7	24,3
Los Esclavos *	1970-1989	PROM	22,1	23,2	24,2	24,9	24,6	23,9	24,0	23,9	23,5	23,5	23,4	22,1	23,6
		MÁX.	34,0	34,1	34,7	34,8	34,6	32,3	32,5	32,3	31,6	32,0	33,0	33,6	34,8
		MÍN.	9,1	10,0	11,7	13,6	15,8	16,6	15,4	15,9	16,0	14,6	12,9	10,2	9,1
Hacienda Coatepeque **	1972-1977	PROM	22,9	23,3	24,8	25,7	25,8	25,4	25,1	25,2	25,0	24,3	23,8	23,1	24,5
Jalpatagua **	1972-1985	PROM	24,9	24,8	26,3	27,3	26,9	25,8	25,9	26,3	25,4	25,4	25,0	24,6	25,7

PROM.: temperatura media mensual, MÁX.: temperatura máxima mensual, MÍN.: temperatura mínima mensual

Fuente: * INSIVUMEH, ** INDE.

6A.2.6.5. INSOLACIÓN O BRILLO SOLAR

Los meses con más horas de brillo solar son los de la estación seca, aproximadamente 7 horas al día. Durante los meses de la estación lluviosa este valor decae a un promedio de 5 horas al día de heliofanía registradas.

En el Cuadro 6A.2.7 se muestran los valores de insolación media mensual reportadas en la estación La Soledad Omg/5, única estación dentro del corredor en la cual se registraba dicho dato.

Según el Mapa de Brillo Solar de la República de Guatemala, elaborado por el MAGA (2001), a lo largo del corredor se registran variaciones apreciables. El rango anual abarca desde 2.000 horas de brillo solar/año hasta 2.600 horas de brillo solar/año, registrándose los máximos valores en el área de El Sitio hasta la frontera con El Salvador y los mínimos entre Yumanes y Monte Verde. Desde Yumanes hasta la subestación Guate Este y desde Monte Verde hasta El Sitio las horas de brillo solar anuales van aumentando respectivamente.

Cuadro 6A.2.6: Humedad relativa mensual registrada en las estaciones meteorológicas

ESTACIÓN	PERIODO DE REGISTRO	HUMEDAD RELATIVA (%)												
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM. ANUAL
La Soledad Omg/5	1968-1989	81	78	78	78	84	87	87	88	91	88	85	82	84
Los Esclavos	1970-1989	70	68	68	70	77	83	81	82	85	83	77	73	76

Fuente: INSIVUMEH.

Cuadro 6A.2.7: Brillo solar mensual registrado en las estaciones meteorológicas

ESTACIÓN	PERIODO DE REGISTRO	BRILLO SOLAR (HORAS MENSUALES)												
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM. MENSUAL
La Soledad Omg/5	1968-1989	224,9	215,9	208,8	157,4	114,4	91,9	154,0	159,8	102,0	144,5	207,7	221,5	166,9

Fuente: INSIVUMEH.

6A.2.6.6. CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA

El método utilizado para la caracterización del clima es el de Thornthwaite, que utiliza datos de precipitación, temperatura, humedad y evapotranspiración proporcionando un índice climático. Para ello sólo se tomaron en cuenta las estaciones de más incidencia en precipitación, y para calcular el valor medio se hizo un promedio por región (ver Mapa 7A).

El resultado de esta clasificación se describe a continuación:

- CB', clima semiseco con vegetación característca de pastizal.
- BB', clima húmedo con vegetación característica de bosque
- BB'2 que representa al clima húmedo y vegetación característica de bosque.

6A.2.6.7. RÉGIMEN DE VIENTO Y TORMENTAS

6A.2.6.7.1. VELOCIDAD DEL VIENTO

La escala de Beaufort de fuerza del viento en superficie es utilizada para estimar la velocidad del viento. Esta escala fue desarrollada en 1806 por el almirante inglés Francis Beaufort con el fin de clasificar el viento en el mar, actualmente se ha adaptado a las condiciones en tierra.

Cuadro 6A.2.8: Escala de Beaufort de fuerza del viento en superficie

	DEFINICIÓN	VELOCIDAD (km/h)	ESPECIFICACIONES
0	Calma	'1	El humo sube verticalmente
1	Ventolina	1-5	La dirección del viento se define por la del humo, pero no por las veletas y banderas
2	Flojito (brisa muy débil)	6-11	El viento se siente en la cara y se mueven las hojas de los árboles, veletas y banderas
3	Flojo (brisa débil)	12-19	Las hojas de los árboles se agitan constantemente, se despliegan las banderas
4	Bonancible (brisa moderada)	20-28	Se levanta polvo y papeles pequeños, se mueven las ramas pequeñas de los árboles
5	Fresquito (brisa fresca)	29-38	Se mueven los árboles pequeños y en los estanques se forman olas pequeñas
6	Fresco (brisa fuerte)	39-49	Se mueven las ramas grandes de los árboles, silban los alambres telefónicos y se utilizan con dificultad los paraguas
7	Frescachón (viento fuerte)	50-61	Todos los árboles se mueven, es difícil caminar contra el viento

	DEFINICIÓN	VELOCIDAD (km/h)	ESPECIFICACIONES
8	Temporal (duro)	62-74	Se rompen las ramas delgadas de los árboles, generalmente no se puede caminar contra el viento
9	Temporal fuerte (muy duro)	75-88	Ocurren desperfectos en las partes salientes de los edificios, se desprenden tejas
10	Temporal duro (temporal)	89-102	Arranca árboles y ocasiona daños de consideración en los edificios
11	Temporal muy duro (borrasca)	103-117	Ocasiona destrozos en todas partes
12	Temporal huracanado (huracán)	118-133	Daños generalizados en edificaciones, tendido eléctrico y telefónico
13		134-149	
14		150-166	
15		167-183	
16		184-201	
17		202-220	

Fuente: <http://www.windtarifa.com/tarifainfo/straitgib/winds/beaufort.htm>

En el trazado que va de Guate Este a El Salvador solamente se obtuvo información de dos estaciones en la región. Éstas son: Los Esclavos en la población del mismo nombre, que tiene principal influencia en la parte suroeste del valle del mismo nombre, y La Soledad localizada en la finca La Soledad con influencia en la parte sureste de Cuilapa. De las dos estaciones, los mayores índices en la región se registraron en la estación La Soledad, con excepción del mes de noviembre cuya velocidad media anual sólo alcanzó los 2,4 km/h. El mayor valor registrado corresponde al mes de febrero con 13,4 km/h. El promedio anual es de 6,8 km/h y la mayor parte del año los vientos que soplan se clasifican como flojito (brisa muy débil) (ver Cuadro 6A.2.9).

En la estación Los Esclavos el valor máximo, 3,2 km/h, se tiene en los meses de enero, febrero y marzo y el mínimo es de 2,2 km/h en el mes de octubre. Según las velocidades mensuales registradas los vientos en esta estación se clasifican, de acuerdo con la escala de Beaufort, como ventolinas.

Cuadro 6A.2.9: Velocidad promedio mensual registrada en las estaciones meteorológicas de la ruta Guate-Este-El Salvador

ESTACIÓN	PERIODO DE REGISTRO	VELOCIDAD DEL VIENTO (km/h)												
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
La Soledad Omg/5 **	1973-1977	8,3	13,4	5,7	9,8	5,8	4,7	6,8	4,3	4,7	6,1	2,4	9,2	6,8
Los Esclavos *	1970-1985	3,2	3,2	3,2	2,8	2,5	2,4	2,7	2,5	2,4	2,2	2,6	2,9	2,7

Fuente: * INSIVUMEH, ** INDE.

6A.2.6.7.2. TORMENTAS

Aunque no se cuenta con mayor información de tormentas, en la región, se dispone de información de aquellos eventos meteorológicos que han causado las mayores catástrofes en el país y con mayor incidencia en la zona de interés, entre ellos están los siguientes:

- 1929, temporal que se debió al efecto de un ciclón que provino del Pacífico. Los daños reportados cubrieron aproximadamente el 24% de la superficie del territorio nacional incluyendo la región de interés.
- El temporal anterior provocado por un ciclón tropical se agravó con la presencia de un frente frío. En esta ocasión se reportaron daños en un 22% del territorio nacional, principalmente en la región sur del país, incidiendo nuevamente en la zona de influencia de la línea.
- Tres huracanes que en 1933 dañaron aproximadamente un 37% del territorio nacional, incluyéndose una vez más la región del sur del país en la zona de influencia de la línea.
- Finalmente pueden mencionarse los temporales de 1969 y 1974 causados por los huracanes Francelia y Fifí, provenientes del Mar Caribe y territorio hondureño respectivamente. En el temporal del '69 se reportaron crecidas del orden de los 590 m³/s en el río María Linda afluente del Aguacapa, y en el '74 se reportaron vientos del orden de los 100 km/h, en la zona.
- El huracán Mitch, el 1° de noviembre de 1998, en el departamento de Guatemala, cayeron 154.6 mm de lluvia, cuando el promedio ha sido de 25 mm. Afectó principalmente la parte nororiental del país, la parte suroccidental y central aunque en general afectó a todo el país.

6A.3. MEDIO BIÓTICO

6A.3.1. VEGETACIÓN

6A.3.1.1. INTRODUCCIÓN

6A.3.1.1.1. IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

Esta área tiene una superficie de 360 km² a ambos lados de la línea de la ruta Guate Este – El Salvador. Se caracteriza por presentar un 70% de su superficie altamente perturbada en donde abundan especies pioneras como las gramíneas, cyperáceas y unos cuantos árboles aislados de bajo porte, además se realizan muchas prácticas agrícolas que incluyen la siembra de cultivos temporales como: maíz, sorgo, tabaco, tomate, sandía, melón, y pastos mejorados como la *Hyparrhenia rufa* (jaraguá); entre los cultivos permanentes de esta región se tienen la siembra de café y algunos cítricos. También se llevan a cabo actividades avícolas y de ganadería. El tipo de vegetación más sobresalientes corresponde en su mayoría herbazales y rastrojos.

6A.3.1.1.2. SITUACIÓN AMBIENTAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA

En esta área son escasas las actividades de control y mejoramiento de los suelos. También se observó que en los herbazales había procesos erosivos laminares, de surcos y de cárcavas.

En las áreas asociadas a los cuerpos de agua hay mucha sedimentación de partículas, las cuales se derivan del lavado de los suelos por los procesos erosivos, también sobre estas áreas se vierten plaguicidas y aguas residuales que contaminan y afectan la biodiversidad en general de las especies vegetales y animales.

La deforestación aunada a las características climáticas, favorecen la ocurrencia de incendios forestales de forma espontánea o provocados, incluso durante el recorrido se observó en el punto de Lomas Ojo de Agua que existen problemas de quema intensiva.

Otros de los problemas ambientales es la mala disposición de los residuos sólidos, ya que se observaron tiraderos a cielo abierto en los cuales se quema la basura intencionalmente.

Por último se reportó por parte de los residentes del área de Las Pilas la pesca inadecuada con explosivos en el río Paz en la frontera de Guatemala con El Salvador.

6A.3.1.1.3. PROCESOS E INTERACCIONES PRESENTES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA

En el área de influencia la deforestación por las prácticas de actividades agrícolas incrementa los procesos erosivos en la ruta, lo cual amerita que se instalen muros de contención especialmente en los terrenos con cárcavas. Las construcciones de carreteras sin la instalación de muros de contención o repoblación con gramíneas provocan derrumbes sobre las vías, esto se observó a la altura de Teocinte hasta El Tablón en los Departamento de Santa Rosa hasta el Departamento de Jutiapa.

El uso excesivo de plaguicidas en las áreas de cultivo, puede contaminar los recursos hídricos y afectar todos los niveles tróficos de las cadenas alimenticias de los organismos.

La fragmentación de los hábitats naturales por la deforestación y la cacería indiscriminada de especies, principalmente de mamíferos, afectan la estabilidad ecológica de las poblaciones de organismos, ya que la transformación de los hábitats trae como resultado reducción de la riqueza de algunas especies y otras en cambio, que son propias de estos hábitats perturbados aumentan su población.

6A.3.1.1.4. METODOLOGÍA

Para la realización de este estudio de impacto ambiental en su componente biológico, se empleó la metodología de evaluación ecológica rápida (EER) desarrollada por The Nature Conservancy (TNC) (Sobrevila & Bath, 1992). Esta metodología permite obtener información científica y confiable, para poder así aplicarla en las tomas de decisiones en proyectos de desarrollo para una determinada área. La misma consiste en la revisión de literatura, utilización de imágenes de satélite, fotografías aéreas y verificación en el campo de la información por medio de itinerarios en el área de influencia del Proyecto.

Para tal fin se revisaron los documentos borradores del Instituto de Electrificación de Guatemala (1994), el de EPR y el de ENDESA Servicios de 1997. Se confeccionó un listado de toda la información que se utilizaría como complemento de este estudio y se contó con la colaboración de especialistas en biología de Guatemala, adicionalmente se realizó una visita a la Universidad de San Carlos de Guatemala, universidad nacional para revisar las colecciones de referencia

del herbario, museo de vertebrados, serpentario, jardín botánico y colección de madera (xiloteca). Adicionalmente, se realizó una visita al centro de buhonerías de Antigua para obtener de los artesanos locales información sobre el potencial de la flora y fauna en la confección de sus mercancías.

Para el trabajo de campo se realizó el recorrido por el trazado. La organización de la logística de los itinerarios consistió en referenciar los puntos geográficos del área de influencia del Proyecto, utilizándose mapas cartográficos y equipos receptores del Sistema de Posicionamiento Global (GPS). Durante el recorrido se realizaron observaciones de las especies presentes en los lugares y se entrevistaron a los residentes de las comunidades vecinas del área del Proyecto para así complementar la información obtenida en el campo. Con el propósito de estudiar la fauna se realizaron caminatas a lo largo de los senderos y demás vías de acceso. Otra información que se obtuvo durante los itinerarios al área de influencia fue la detección de los principales problemas ambientales y amenazas que afectan a la estabilidad de las especies, información que sirvió de base para confeccionar el respectivo mapa.

En cuanto a la caracterización de los distintos tipos de vegetación y hábitats faunísticos se consideraron el Mapa de Zonas de Vida de Holdridge para Guatemala, Cobertura Forestal, Ecosistemas Terrestres con la clasificación de la UNESCO y el de las Áreas Protegidas. Sobre estos mapas se determinó el recorrido de la ruta importando las coordenadas de los tramos de la línea de transmisión a los formatos vectoriales utilizando el programa de ArcView. Con la información presentada en los mapas se pudo realizar una proyección más precisa sobre las características de la vegetación y de los hábitats faunísticos de las especies involucradas en el área de influencia del Proyecto.

Para determinar la densidad de la vegetación se empleó el Sistema Norlim el cual se expresa en grados y considera la distancia entre los individuos.

La determinación de los estados de conservación de las especies de animales y flora consistió en la revisión de las especies identificadas en las Listas Rojas de Guatemala para la flora y la fauna, las Listas Rojas de la Unión para la Conservación de los Recursos Naturales (IUCN) y

Centro Mundial de Conservación y Monitoreo (WCMC), también se utilizó la Base de Datos de Trópicos del Missouri Botanical Garden, Saint Louis Missouri (W³tropicos). También se obtuvo información de algunas publicaciones sobre la flora y fauna silvestre de Guatemala.

6A.3.1.2. DESCRIPCIÓN DE LA VEGETACIÓN EN LA LÍNEA BASE

6A.3.1.2.1. ZONAS DE VIDA (MARCO BIOGEOGRÁFICO Y BIOCLIMÁTICO)

Las asociaciones vegetales se describen como aquellas comunidades vegetales cuyas especies son más o menos homogéneas, caracterizadas por dos o más especies dominantes, la formación de las mismas se describe en las distintas zonas de vida⁶. La descripción de dichas zonas de vida se basa en el sistema de Holdridge que es estrictamente ecológico y define cuantitativamente la relación que existe en el orden natural entre los factores del clima y la vegetación. Entre los factores de clima se consideran los valores de: biotemperatura media anual, expresada en grados centígrados; precipitación total anual, expresada en milímetros; y humedad determinada por la relación entre temperatura y precipitación. Con relación a los factores de la vegetación se consideran: la altura en metros de los árboles, área basal, números de árboles con menos de 10 cm de DAP⁷ y el número de las especies (ver Mapa MG-12A).

La superficie total de Guatemala, corresponde a la región fitogeográfica subtropical, con inclusiones que son de la región tropical. En la región subtropical, se determinaron dos pisos altitudinales: montano bajo y montano.

Las características distintivas de las zonas de vida que están incluidas la ruta del Proyecto se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro No. 6A.3.1: Zonas de vida encontradas en la Ruta I, Guate Este – El Salvador

ABREV.	ZONA DE VIDA	T. MEDIA (°C)	PRECIPITACIÓN (mm)	EVAPOTRANSPIRACIÓN (%)
--------	--------------	---------------	--------------------	------------------------

⁶ Tales zonas de vida pueden definirse como una unidad climática natural, en la que se agrupan diferentes asociaciones (por ejemplo asociación de pinos y encinos), correspondientes a determinados ámbitos de temperatura, precipitación y humedad.

⁷ Diámetro a la altura del pecho, aproximadamente a 1,3 m.

ABREV.	ZONA DE VIDA	T. MEDIA (°C)	PRECIPITACIÓN (mm)	EVAPOTRANSPIRACIÓN (%)
bh-S(t)	Bosque Húmedo Subtropical (templado)	18 – 22	1.100 – 1.349	1,0
bh-S(c)	Bosque Húmedo Subtropical (Cálido)	22 – 27	1.200 – 2.000	0,95
bmh-S(c)	Bosque Muy Húmedo Subtropical (Cálido)	21 – 25	3.284	0,45
bh-MB	Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical	15 - 23	1.344	0,75

Fuente: MAGA, 2003.

→ Indicadores vegetales

Los indicadores vegetales son aquellas especies arbóreas más comunes en una zona de vida, pero debido a la gran diversidad que presentan algunos bosques tropicales, se considera la frecuencia de 25 o más árboles de la misma especie en una hectárea para que se determine como indicador vegetal. En el Anexo 11, Especies indicadoras se listan las especies vegetales identificadas en cada una de las zonas de vida citadas anteriormente.

A continuación se detalla cada una de las zonas de vida por las cuales pasará la línea de transmisión del Proyecto.

▪ Bosque Húmedo Subtropical Templado “bh-S(t)”

Esta zona de vida se encontró desde el oeste de San Ixtán, al lado derecho de la línea de transmisión, pasando por Jalpatagua, Sapuyuca, Monzón, El Melonar, El Coyol, El Tempisque, Esquinapa y Las Pilas, hasta Río Paz, frontera con El Salvador (ver Mapa MG-12A).

A continuación se presenta la descripción de esta zona de vida a nivel nacional incluyendo las características climáticas: la precipitación oscila de 1.100 a 1.350 mm, con temperaturas promedio de 20 °C a 26 °C y una altitud que varía de 750 a 1.700 m.s.n.m. Del territorio nacional comprende el 11,3 %, que equivale a una extensión de 12.320 km². La zona de vida es muy extensa, comprende partes de varios departamentos: Quiché, Guatemala, Baja Verapaz, Santa Rosa, Jutiapa, Jalapa, Chiquimula y una fracción en Huehuetenango, los terrenos varían de ondulados a accidentados y escarpados (Holdridge, L. 1997).

▪ Bosque Húmedo Subtropical Cálido “bh-S(c)”

Esta zona de vida se encuentra al inicio de la ruta en ambos lados, incluyendo las áreas Canchón, Pavón y Villas del Pinar y Lo de Diéguez (ver Mapa MG-12A).

A continuación se presenta la descripción de esta zona de vida a nivel nacional incluyendo las características climáticas: la precipitación oscila de 1.200 hasta 2.000 mm en la costa sur y 1.160 a 1.700 mm en la zona norte de El Petén, con temperaturas promedio de 27 °C en la costa sur y 22° C en el norte y una altitud que varía de 0 a 80 m.s.n.m. Del territorio nacional comprende el 24,7%, que equivale a una extensión de 27.000 km². La zona de vida es muy extensa, comprende en la costa sur una franja de 10 a 22 km de ancho que va desde México hasta El Salvador. En el norte se ubican los bosques mayormente protegidos, comprenden una parte de la Reserva de la Biosfera Maya y también la Reserva de la Biosfera Chiquibul-Montañas Mayas (Holdridge, L. 1997).

- Bosque Muy Húmedo Subtropical Cálido “bmh-S (c)”

Esta zona de vida se encuentra al oeste de Lomas Ojo de Agua a lado derecho de la línea de transmisión, por ese mismo lado abarca Estanzuela, Monte Verde y Barrillas hasta llegar a una pequeña porción al oeste de Los Matochos, después cubre el área de El Molino incluyendo hacia el norte parte del Municipio de San José Acatempa, en ambos lados de la línea, y finalmente comprende el sur del poblado Las Delicias, al lado derecho de la línea (ver Mapa MG-12A).

A continuación se presenta la descripción de esta zona de vida a nivel nacional incluyendo las características climáticas: es una de las regiones más lluviosas del país, la precipitación oscila entre 2.136 y 4.327 mm en la costa sur y 1.587 a 2.066 mm en la zona sur de El Petén, con temperaturas promedio de 21° C a 25° C. La altitud varía de 80 a 1.600 m.s.n.m. Del territorio nacional comprende el 37,4 %, que equivale a una extensión de 40.700 km², la zona de vida es muy extensa, comprende en la costa sur una franja de 40 a 50 km de ancho, de México hasta El Salvador. En el norte abarca el Departamento de Izabal, norte de Alta Verapaz, Quiché y una parte de Huehuetenango, así como la parte sur del Departamento de El Petén (Holdridge, L. 1997).

▪ Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical “bh-MB”

Esta zona de vida es la que comprende la mayor extensión en el área del Proyecto para esta ruta, al inicio ocupa ambos lados de la línea atravesando Yumanes, Villas Pradera, Carrizal, Salitre, Teocinte, Potrerillo, finca El Trapichito y Ojo de Agua hasta llegar a Lomas Ojo de Agua, después ocupa el lado izquierdo de la línea atravesando Monte Verde, Los Matochos y Las Delicias; en esta zona ocupa ambos lados de la línea, después ocupa una inflexión pasando hacia el lado izquierdo de la línea atravesando por San Ixtán, Talpetates y San Jerónimo, por último existe una pequeña porción de esta zona de vida que ocupa el lado izquierdo de la línea, al sureste de El Sitio hasta llegar al noreste de El Coyol (ver Mapa MG-12A).

A continuación se presenta la descripción de esta zona de vida a nivel nacional incluyendo las características climáticas: el patrón de lluvias varía de 1.057 a 1.588 mm, con temperaturas de 15 °C a 23 °C. La altitud oscila entre los 1.500 y 2.400 m.s.n.m. en las Monañas del Mico. Del territorio nacional comprende el 9%, que equivale a una extensión de 9.769 km², comprende una faja que va de Mixco en el Departamento de Guatemala, dirigiéndose al noroeste del país pasando por San Juan, San Pedro, San Lucas Sacatepéquez; Chimaltenango, San Martín Jilotepeque, Zaragoza, Santa Cruz Balanyá, San José Poaquil, Chichicastenango, Santa Cruz del Quiché, Momostenango y Huehuetenango (Holdridge, L. 1997).

6A.3.1.2.2. SERIES DE VEGETACIÓN POTENCIAL (CLIMATÓFILA Y EDAFÓFILA)

Las series de vegetación potencial relacionan las clases de vegetación con el uso de suelo y las características climáticas del área de estudio.

Para esta ruta la categoría de capacidad de uso de la tierra corresponde generalmente al tipo VII, en el que se describen tierras no cultivables, aptas solamente para fines de producción forestal, ya que presentan un relieve quebrado y pendientes muy inclinadas (MAGA, 2001).

Para el área comprendida entre el Villas Pradera y Lomas Ojo de Agua, la categoría de capacidad de uso de la tierra es tipo VIII, que indica tierras no aptas para el cultivo, pero sí para parques nacionales, recreación y vida. En el área entre Sapuyuca y Las Pilas la categoría del

suelo es VI, que indica tierras no cultivables, salvo para algunos tipos de cultivos, estas zonas tienen vocación para producción forestal pero con factores limitantes muy severos como relieve, profundidad y rocosidad con relieve ondulado fuerte o quebrado (ver Mapa MG-10A).

La vegetación predominante a lo largo de toda la ruta está representada por arbustales o rastrojos y herbazales.

Cuadro 6A.3.2: Serie de vegetación potencial y características climatófilas y edafófilas en la Ruta I

SERIES DE VEGETACIÓN /	TÓFILA	TRAMO			
		GUATE ESTE - VILLAS PRADERA	TEOCINTE - MONTE VERDE	EL MOLINO - EL TABLÓN	EL COYOL - LAS PILAS
	T:	23	18	18	21-20
	P:	1.300	1.300	1.000	1.100
	H:	75	75	75	70
Bosques siempreverde		*			
Bosque semideciduo			*	*	
Bosque deciduo			*	*	*
Bosque espinoso					
Arbustales o rastrojos		*	*	*	*
Herbazales		*	*	*	*
Potrerros					*
Cultivos anuales		*		*	*
Cultivos permanentes			*		*
Pastos mejorados					
T: Temperatura (°C), P: Precipitación (mm), H: Humedad relativa (%) *: Vegetación presente en base a las más relevantes.					

Fuente: Elaboración propia con base al Mapa de Clasificación de los Ecosistemas Terrestres (UNESCO Modificada), 2003.

6A.3.1.2.2.1. COBERTURA FORESTAL Y DESCRIPCIÓN DE LA VEGETACIÓN

La cobertura forestal en esta ruta se caracteriza por presentar asociaciones de bosques secundarios y áreas de arbustos hacia las zonas de El Tablón y San Ixtán, ocupando aproximadamente del 70% al 50% del terreno y hacia El Coyol y parte de Las Pilas del 35% al

25%. Hacia la parte norte de El Molino la cobertura forestal corresponde a asociaciones latifoliadas de cultivos que ocupan un 15 % del terreno. Desde Guate-Este hasta la parte sur de El Molino no hay cobertura forestal significativa (ver Mapa 13A).

- **Herbazales**

El tipo de vegetación dominante en estas áreas son los herbazales, los cuales miden entre 0,5 a 1 m de altura, presentes en las primeras etapas del recorrido a la altura de Guate-Este, Las Manzanillas, carretera hacia Yumanes, Villas Pradera, Teocinte hasta el área de Monte Verde. Entre las familias vegetales más representativas en estos herbazales se encuentran: Gramineae (gramíneas) (poaceae), Cyperaceae (ciperáceas), Compositae (asteraceae (asteráceas)), Verbenaceae (verbenáceas) y Leguminosae (leguminosas). De las mismas abundan las siguientes especies: *Hyparrhenia rufa* (jaraguá), *Brachiaria* sp. (zacate pará), *Cyperus* sp. (coyolillo), *Tagetes erecta* (flor de muerto), *Baltimora recta* (flor amarilla), *Eupatorium daleoides*, *Lantana camara* (tres negritos) y *Mimosa pudica* (dormidera).

Las sabanas o herbazales comprendidas entre El Molino hasta Las Pilas, presentan una altura de 1 a 1,5 m y están representadas por las familias: Gramineae (gramíneas), Cyperaceae (ciperáceas), Agavaceae (agaváceas), Cyclanthaceae (ciclantáceas), Sapindaceae (sapindáceas), Bromeliaceae (bromeliáceas), entre otras. De las mismas abundan las siguientes: *Hyparrhenia rufa* (jaraguá), *Brachiaria* sp. (zacate pará), *Cyperus* sp. (coyolillo), *Yuca guatemalensis* (izote), *Carludovica palmata* (junco, palma toquilla, carludovica, *Serjania* sp. (barbasco, arranca pellejo) y *Aechmea* sp. (piñuela). Algunas especies observadas en los linderos de las fincas son: *Yuca guatemalensis* (izote) y *Gliricidia sepium* (madre cacao).

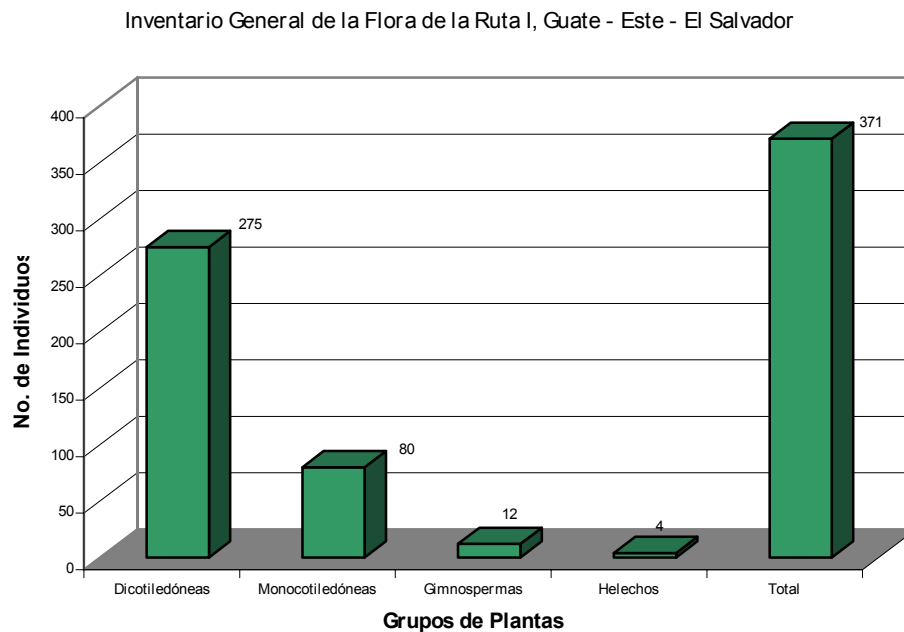
- **Arbustos y árboles**

El estrato arbóreo es de bajo porte con algunos árboles aislados de entre 8 y 12 m de altura, compuesto por especies pioneras como: *Enterolobium cyclocarpum* (conacaste), *Cordia alliodora* (laurel), *Bursera simarouba* (palo de jote) y *Gliricidia sepium* (madre cacao).

Las coníferas observadas para esta ruta son: *Pinus montezumae* (pino macho) y *Cupressus lusitánica* (ciprés común).

6A.3.1.2.2.2. DIVERSIDAD DE LAS ESPECIES VEGETALES

El total de individuos presentes en la ruta es de 371, distribuidos en las siguientes clases taxonómicas: Dicotiledóneas con 275 individuos, Monocotiledóneas con 80 individuos, Gimnospermas con 12 individuos y helechos con 4 individuos ver la relación en la siguiente gráfica.



La cantidad de individuos registrados está relacionada con la cobertura vegetal del área, para esta ruta en una considerable zona no existe cobertura vegetal significativa.

→ Familias de plantas más dominantes

De acuerdo con el inventario general de la flora, las familias más abundantes son: Leguminosae, Gramineae, Compositae, Bignoniaceae y Anacardiaceae.

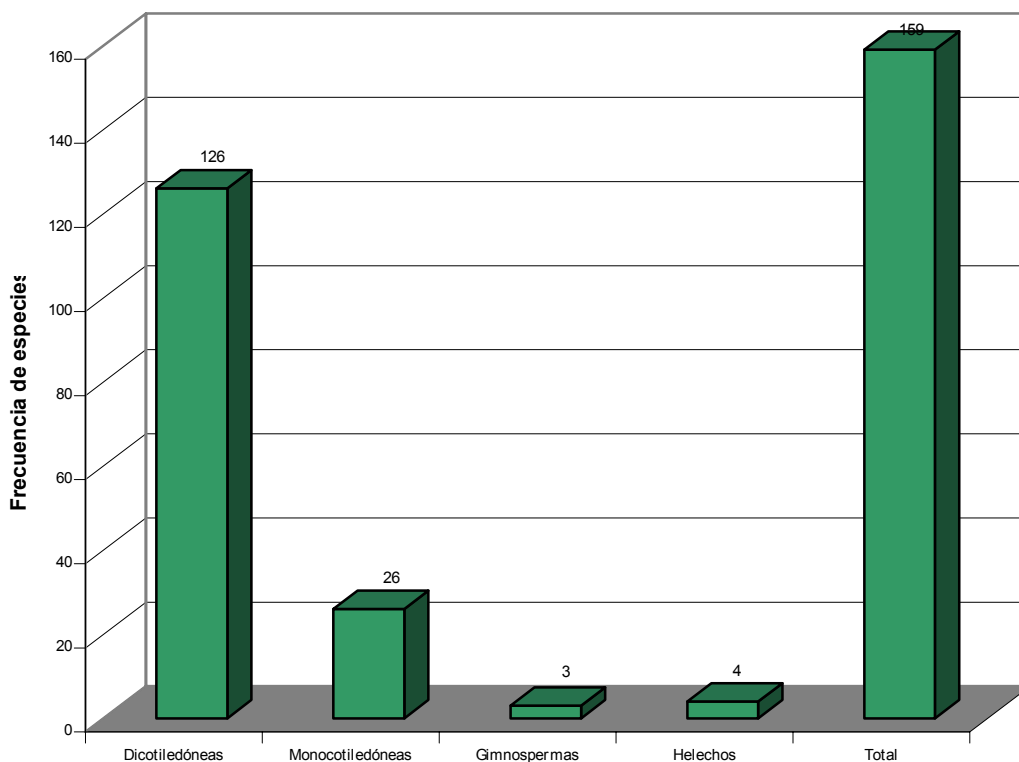
Las familias con mayor número de especies son: leguminosas con 26, gramíneas con 9 y compuestas con 9 especies (ver el Anexo 12, Inventario de flora).

En la familia Leguminosae (leguminosas) el género más representativo es *Acacia* sp. (palo espinudo), el cual se observa en áreas de potrero y montes espinosos secos, estos arbustos tienen espinas que propician asociaciones con hormigas. Entre la especie arbórea más dominante de esta familia están: *Gliricidia sepium* (madre cacao) y *Enterolobium cyclocarpum* (conacaste). La segunda familia con mayor número de registros es Gramínea, representada por: *Brachiaria* sp. (zacate pará), *Hyparrhenia rufa* (jaraguá) y *Zea mays* (maíz). La tercera familia con mayor número de registro es Bignoniacea (bignoniáceas) en la cual la especie *Crecentia alata* (morro) es la más representativa. La mayoría de las especies de estas familias son pioneras y características de hábitats altamente perturbados por las actividades antropogénicas como la deforestación, ganadería y agricultura inapropiada.

→ Riqueza de especies de la Flora

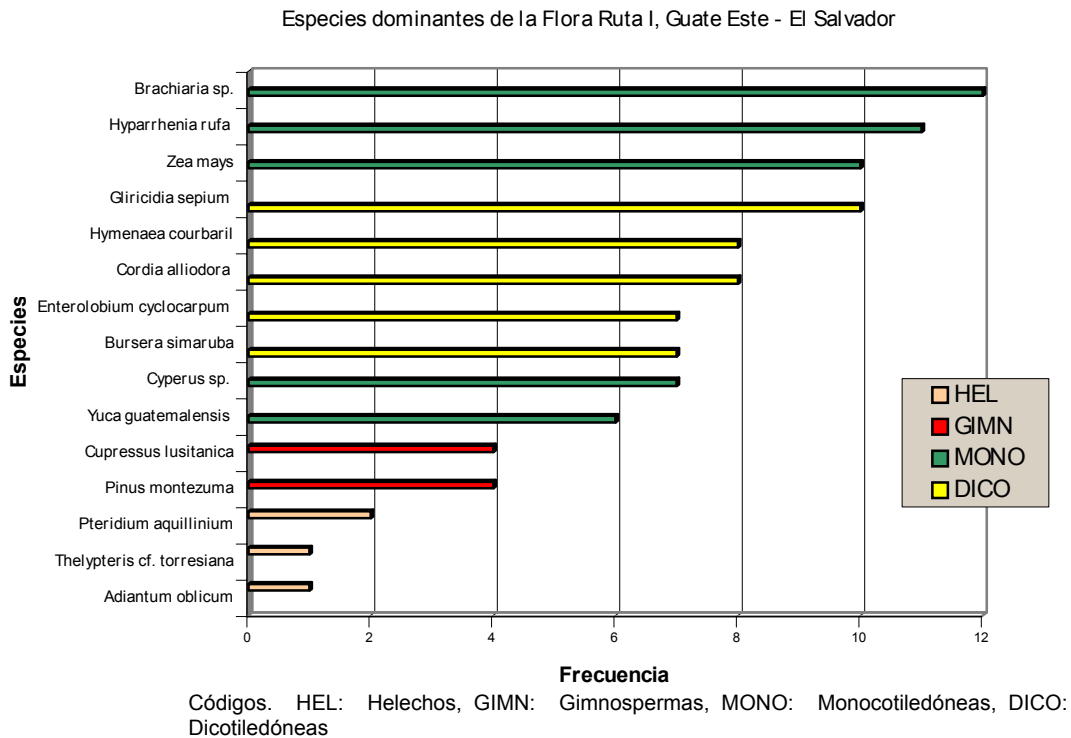
Se contabilizó un total de 159 familias repartidas en los siguientes grupos taxonómicos: 126 Dicotiledóneas, 26 Monocotiledóneas, 3 Gimnospermas y 4 especies de helechos.

Riqueza de Especies de la Flora en la Ruta I, Guate - Este - El Salvador



→ Especies dominantes de la Flora

En esta ruta las clases taxonómicas o grupo de plantas más dominantes son las dicotiledóneas y en segundo lugar las monocotiledóneas. Las gimnospermas y los helechos son las menos frecuentes respectivamente, a continuación se presentan los detalles de las especies más dominantes:



Las especies de monocotiledóneas más dominantes son: *Brachiaria sp.* (zacate pará) y *Hyparrhenia rufa* (jaraguá). Entre los cultivares el más dominante es el *Zea mays* (maíz). Dentro de las dicotiledóneas se observan como dominantes a: *Gliricidia sepium* (madre cacao), *Hymenaea corbaril* (guapinol) y *Cordia alliodora* (laurel). Entre las especies de gimnospermas las más dominantes son *Cupressus lusitanica* (ciprés común) y *Pinus montezumae* (pino macho).

Los helechos observados son característicos de áreas altamente perturbadas como potreros, rastrojos y herbazales, entre la especie más dominante de este grupo destaca *Pteridium aquilinum* (helecho).

6A.3.1.2.2.3. TIPO DE VEGETACIÓN

El Mapa Regional de los Ecosistemas de Centroamérica (MBC, CCAD, CATIE ,1999) contiene una clasificación de la vegetación basada en los Tratamientos y Métodos de la Ecología de la Vegetación (D. Mueller-Dombois & H. Ellenberg, 1974). Según el documento citado, en la ruta se encuentran los siguientes tipos de vegetación.

Cuadro 6A.3.3: Tipo de vegetación encontrada en el área de influencia del Proyecto

TIPO DE VEGETACIÓN
Bosque tropical semideciduo latifoliado de tierras bajas, bien drenadas
Bosque tropical semideciduo latifoliado sub montano
Bosque tropical semideciduo mixto montano inferior
Bosque tropical siempreverde estacional mixto montano inferior
Sistema agropecuario

Fuente: Mapa Regional de los Ecosistemas de Centroamérica, 1999.

De estos tipos de vegetación la que ocupa mayor extensión en el área de influencia de la línea de transmisión es el Sistema agropecuario, donde se observan sabanas y se cultivan productos anuales. Las sabanas son llanuras de gran extensión dominadas por especies de gramíneas con algunos árboles aislados deciduos y con especies xeromorófic (D. Mueller-Dombois & H. Ellenberg, 1974).

El Bosque tropical semideciduo latifoliado de tierras bajas, bien drenadas se caracteriza por presentar árboles generalmente con doseles superiores deciduos durante los períodos de sequía y muchas de las especies del sotobosque son arbustos siempre verdes o esclerófilos, casi todos los árboles tienen yemas de protección y la mayoría presentan cortezas ásperas (D. Mueller-Dombois & H. Ellenberg, 1974). En las tierras bajas de este tipo de vegetación muchos de los fustes de los árboles tienen forma de botella, por ejemplo la especie *Ceiba pentandra* (ceiba) se encuentra en el área estudiada. También se observan láminas de herbazales constituidas por gramíneas específicamente.

En los bosques tropicales semidecuidos montanos los doseles inferiores están cubiertos por epífitas xerofíticas como la especie *Tillandsia usneoides* (heno) (D. Mueller-Dombois & H. Ellenberg, 1974).

En el bosque tropical siempreverde estacional montano los arbustos siempreverdes son muy frecuentes y los árboles miden menos de 50 m de altura (D. Mueller-Dombois & H. Ellenberg, 1974). En este tipo de bosque la especie indicadora es el bambú, de importancia comercial y artesanal.

→ Descripción General del Tipo de Vegetación

Se observan cinco tipos de vegetación distintas, que son: Bosque tropical semidecuido latifoliado de tierras bajas, bien drenadas; Bosque tropical semidecuido latifoliado submontano; Bosque tropical semidecuido mixto montano inferior; Bosque tropical siempreverde estacional mixto montano inferior y Sistema agropecuario. A continuación se presenta una breve descripción de estos tipos de vegetación.

- Bosque tropical semidecuido latifoliado de tierras bajas, bien drenadas

Se encuentra solo al inicio de la línea a las inmediaciones de Las Manzanillas, se caracteriza por presentar árboles altos en forma de botella, en el mismo prácticamente no hay epífitas, los estratos herbáceos están presentes pero están bien esparcidos.

- Bosque tropical semidecuido latifoliado submontano

Este tipo de vegetación sólo se encuentra entre Sapuyuca y El Coyol, se caracteriza por presentar árboles más bajos y generalmente está cubierto por epífitas xerofíticas.

- Bosque tropical semidecuido mixto montano inferior

Se encontró solamente al inicio de línea, particularmente al lado derecho de la línea de transmisión cerca del poblado Canchón, esta vegetación es muy similar al tipo de vegetación anterior sólo que presenta mayor diversidad de estratos.

- Bosque tropical siempreverde estacional mixto montano inferior

Está presente solo en las inmediaciones Los Matochos, al lado izquierdo de la línea de transmisión, este tipo de vegetación se caracteriza por presentar especies siempreverdes pero de bajo porte, pocas lianas y epífitas.

- Sistema agropecuario

Este tipo de vegetación comprende la mayor extensión a lo largo de la línea. Inicia al principio de la línea a ambos lados y llega hasta Las Pilas frontera con El Salvador, las especies herbáceas están ampliamente distribuidas y el área está sumamente perturbada por actividades humanas.

6A.3.1.2.3. ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS ESPECIES VEGETALES (SINGULARES, PROTEGIDAS, RARAS Y EN VÍA DE EXTINCIÓN)

Según los resultados del inventario florístico realizado a lo largo del área de influencia de la ruta, se encontró un total de 3 especies que presentan un estado de conservación.

Cuadro 6A.3.4: Estado de Conservación de las especies estudiadas en la Ruta I, Guate - Este - El Salvador

ESPECIE	FAM	NOMBRE COMÚN	END	CITES	IUCN	LR	RUTA
<i>Erythrina cf. guatemalensis</i>	LEG	silbador				*	
<i>Pimenta dioica</i>	MRT	pimienta gorda				*	
<i>Zanthoxylum sp.?</i>	RUT	lagarto				*	
Especies Protegidas R.F (INDE)							
<i>Swietenia humilis</i>	MEL	caoba				*	
<i>Cedrela pacaya</i>	MEL	cedro					
<i>Tabebuia donnell smithii</i>	BIG	palo blanco, primavera					
<i>Tabebuia heterophylla</i>	BIG	maculiz					
<i>Ceiba pentandra</i>	BOM	ceiba					

ESPECIE	FAM	NOMBRE COMÚN	END	CITES	IUCN	LR	RUTA
<p>CITES 1: Incluye todas las especies en peligro de extinción que pueden ser afectadas por el tráfico. CITES 2 Todas las especies que, si bien en la actualidad no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, podrían llegar a esta situación a menos que el comercio en especímenes de dichas especies esté sujeto a una reglamentación estricta. IUCN: VU: Vulnerable, EN: En Peligro, EPL: En peligro protegida por ley. LR *: Lista Roja de la Flora Silvestre de Guatemala, LR **: Lista Roja de la Flora silvestre de Guatemala, especies reproducidas permitidas para comercio interno y exportación comercial, no aparece su distribución para Guatemala.</p>							

Fuentes: Lista Roja de la Flora Silvestre de Guatemala; CITES 1998; IUCN 1996; W3TROPICOS Missouri Botanical Garden; INDE 1994 y elaboración propia con base en el inventario florístico, 2003.

De las mismas, la especie *Pimienta dioica* (pimienta gorda), se encuentra hacia la carretera a Yumanes y Teocinte y es de uso medicinal. La especie *Erythrina cf. guatemalensis* (silbador) se encuentra a la altura de Teocinte y es de uso ornamental, y finalmente el género *Zanthoxylum* sp. (lagarto) se observa en la carretera hacia Yumanes, pero se desconoce el uso por parte de la población.

6A.3.1.2.4. FRAGILIDADES DE LOS SISTEMAS VEGETALES

En cuanto a la fragilidad de los sistemas vegetales, solo se ha reportado una especie con estas características .

Para las situaciones de especial fragilidad se consideran las formaciones o especies relictas¹³, endémicas¹⁴, comunidades o formaciones en el límite del área de distribución y los "enclaves" con cubierta vegetal muy limitada. En el área estudiada no se observaron especies relictas. En cuanto a las especies endémicas sólo se registra una especie *Cedrela pacaya* (cedro) la cual se halla en el: "Área de Amatitlán lugar Cachiflanas inmediaciones del volcán de Pacaya a 2.000 –2.500 m.s.n.m" (Missouri Botanical Garden-W3TROPICOS, 2003). De acuerdo con las referencias bibliográficas del INDE 1994, esta especie fue reportada para el área desde Oratorio hasta la frontera con El Salvador.

¹³ **Relicta:** cualquier entidad, comunidad, especie, individuo o género que ahora ocupa una pequeña parte de un área o un hábitat donde alguna vez fuera abundante (Daubenmirre R.F., 1979).

¹⁴ **Endémica:** planta que se considera oriunda del país o región donde crece (Font Quer, P., 1982).

6A.3.1.2.4.1. ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN

Entre los patrones estructurales de la vegetación se tienen aspectos como: densidad, cobertura vegetal, distribución de las formaciones y estratificación de las masas vegetales.

- Densidad

En el área de estudio existen bosques secundarios jóvenes y algunos bosques secundarios maduros representados por bosques de coníferas. Los bosques de coníferas que se encuentran en estas áreas se ubican dentro de los grados 5-6 y 7, que definen a las densidades abundantes en las cuales la distancia entre los individuos varía de 1-0,5 m, 0,5-0,15 m y 0,15-0,25 m, respectivamente.

En relación a los bosques de coníferas maduros estos se observan a la altura de Las Manzanillas y carretera hacia Yumanes. En el área de Las Manzanillas el estrato arbóreo mide de 15-25 m, el estrato arbustivo de 3-5 m, el estrato herbáceo de 1-2 m, muy heterogéneo representado por varias especies de helechos y epífitas, representadas por la Familia Bromeliaceae y Orchidaceae. De todos los tramos estudiados éste es el que presenta mayor heterogeneidad estructural y florística.

- Distribución de las formaciones vegetales

La formación de comunidades vegetales, según la clasificación propuesta por P. Font Quer (1984), distribuidas en el área de estudio corresponden a: herbazales (60%), rastrojos (25%), bosques secundarios jóvenes (10%) y bosques secundarios maduros (5% coníferas). El índice de uso de suelo considera los siguientes sistemas de producción: sistema mixto, cultivos permanentes, cultivos anuales y pasturas. Su análisis determinó que el área en donde se ejecutará el Proyecto se encuentra dentro de la categorías de agricultura inapropiada y uso inapropiado de la tierra, estas categorías sugieren la conveniencia de darles otros usos y aplicar técnicas para el mejoramiento de los suelos y también dejar muchas de estas zona para vegetación natural.

- Estratificación de las masas vegetales

La estratificación de las masas se caracterizan por presentar tres estratos:

- Primer Estrato (herbáceo): menor a 3 m de altura, en este estrato predominan: Gramíneas y Ciperáceas.
- Segundo Estrato (arbustivo): entre 4 y 15 m de altura, sobresalen las siguientes familias: Compositae, Melastomataceae y Acanthaceae.
- Tercer Estrato (arbóreo): de 16 a 30 m de altura, las familias más representativas son: Leguminosae, Bignoniaceae, Sterculiaceae, Meliaceae, Burseraceae, Pinaceae, Anacardiaceae, Moraceae y Simarubiaceae.

En esta ruta la distribución de las formaciones vegetales es más escasa, esto se debe a la gran extensión de zonas urbanas y áreas de producción agrícola, toda la estratificación de la masa vegetal es poco conspicua y ocurren incendios ocasionales en las áreas cubiertas por herbazales, principalmente.

6A.3.1.2.4.2. FUNCIONES DE CONECTIVIDAD

Las funciones de conectividad definen aquellos parches continuos de bosques que permiten el desplazamiento de elementos faunísticos, estas áreas corresponden a bosques bien conservados.

Los parches de bosque más conservados se encuentran a la altura de Las Manzanillas, en Yumanes y Las Praderas. En el área de Las Manzanillas el bosque de coníferas tiene una altura de 15 a 25 m, las especies de coníferas más comunes son: *Pinus montezumae* (pino macho) y *Cupressus lusitanica* (ciprés común). En el área de Yumanes el bosque de coníferas tiene una altura de 25 a 30 m, entre las especies presentes se destacan: *Cupressus lusitanica* (ciprés) y *Pinus* sp. (pino).

6A.3.1.2.4.3. GRADO DE INTERVENCIÓN

El grado de intervención es muy amplio para los distintos tipos de vegetación e inclusive, hay sectores a lo largo de la ruta sin cobertura vegetal. El grado de intervención ha sido estimado

por tramos de la línea. En las áreas de bosque secundario, arbustales y rastrojos se llevan a cabo actividades de extracción de leña y agropecuarias.

A la altura de Guate - Este hasta El Molino, el grado de intervención representa del 70% al 100% y desde El Molino hasta El Tablón este porcentaje es del 40% al 60%.

6A.3.1.2.4.4. ESPECIES SINGULARES

Se consideran como especies singulares aquellas de distribución restringida o especies endémicas, especies de valor antropológico y aquellas que son típicas de ciertos tipos de suelo. La única especie endémica reportada es *Cedrela pacaya* (cedro), que ha sido reportada en las inmediaciones del volcán de Pacaya (ver Mapa 12A).

Otra especie singular es *Ceiba pentandra* (ceiba), árbol nacional de Guatemala, esta especie se encuentra distribuida ampliamente a lo largo de la ruta.

A lo largo de la ribera de los ríos la especie típica es *Salix chilensis* (sauce) sinónimo de *Salix humboldtiana* (sauce, sauce llorón). Esta especie es pionera, coloniza tierras que han sido modificadas por las crecidas de los ríos o inundaciones. En cuanto al efecto restaurador de la especie se ha señalado: “Es óptima para la conservación de los suelos, control de la erosión, se ha utilizado en áreas sujetas a erosión eólica o hídrica, las especies del género *Salix* modifican el sustrato y ayudan al establecimiento de otras especies arbóreas” (Saldías, M. & otros, 1994). Los bosques de coníferas están representados por *Cupressus lusitanica* (ciprés común). En esta ruta la especie *Ceiba pentandra* (ceiba), se encuentra presente en: Las Manzanilla, Villas Pradera, carretera a San Ixtán, Sapuyuca, El Coyol y Las Pilas. *Salix chilensis* (sauce), se observa en El Molino, El Tablón y Las Pilas.

6A.3.1.2.4.5. PRESENCIA DE ECOSISTEMAS ÚNICOS EN EL ÁREA DEL PROYECTO

Se considera como un ecosistema único aquel que conserva muchas de sus características fisonómicas y ecológicas naturales, y que representa la única alternativa de supervivencia para algunas especies de fauna y flora. Para el área del Proyecto no se observaron ecosistemas

únicos, ya que todas estas áreas se encuentran altamente perturbadas y degradadas a excepción de las zonas de bosques siempreverdes. En las zonas perturbadas las especies pioneras típicas encontradas son: *Crescentia alata* (morro), *Bursera simarouba* (palo de jiotte), *Guazuma ulmifolia* (guácimo), *Brysonima crassifolia* (nance), entre otras.

6A.3.1.2.5. USOS DIVERSOS DE LA VEGETACIÓN

→ Especies Maderables

Durante el recorrido de campo se registraron un total de 10 especies arbóreas maderables de importancia económica en la ruta. Los artesanos de La Antigua manifestaron que la materia prima para las figuras talladas es madera de cedro, caoba, pinus y ciprés, además la madera de bambú la emplean para hacer collares.

Cuadro 6A.3.5: Principales especies vegetales de importancia maderable encontradas en la ruta

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	USOS*
<i>Swietenia macrophylla</i>	caoba	Ebanistería y tallados
<i>Tabebuia rosea</i>	matilisguate, maculiz	Ebanistería y construcción de viviendas
<i>Cordia alliodora</i>	laurel	Construcción y ebanistería
<i>Hymenaea courbaril</i>	guapinol	Ebanistería y medicinal
<i>Andira inermis</i>	guacamayo	Construcción de viviendas
<i>Astronium graveolens</i>	zorro	Construcción de viviendas
<i>Salix chilensis, sinónimo de humboldtiana</i>	sauce, sauce llorón	Fabricación de barriles, aros, postes, cajones y ebanistería
<i>Terminalia amazonia</i>	cancax, volador	Construcción y ebanistería
<i>P. oocarpa, P. montezumae</i>	pinos	Construcción de viviendas y tallados
<i>Quercus sp.</i>	encino	Construcción de viviendas

Fuente: Elaboración propia en base al registro de especies arbóreas, 2003.

De las especies mencionada en el cuadro anterior, las que representan mayor valor comercial son: *Swietenia macrophylla* (caoba) y *Tabebuia rosea* (matilisguate).

→ Plantas Medicinales

En esta ruta se observaron un total de 27 especies de importancia medicinal, cuyos usos se pueden ver en el cuadro siguiente.

Cuadro 6A.3.6: Principales especies vegetales de importancia medicinal encontradas en la ruta

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	USOS*
<i>Acalypha guatemalensis</i>	hierba del cáncer	Desinfectante, granos y hongos.
<i>Andira inermis</i>	guacamayo, chaperno	Las flores son purgativas y febrífugas
<i>Crotalaria sp.</i>	chipilín	Insomnio, nervios, dolor de cabeza
<i>Crescentia alata</i>	morro	Tos, tos ferina, sarampión.
<i>Salix chilensis</i>	sauce llorón	La corteza y las hojas contienen silicatos que se usan como base para la preparación de aspirinas y disolventes del ácido úrico, la corteza en infusión se usa para combatir las fiebres y el reumatismo y las hojas licuadas en leche para contrarrestar la bronquitis
<i>Eucalyptus sp.</i>	eucalypto	Infusión de las hojas para problemas del resfriado
<i>Genipa americana</i>	jagua	Problemas cutáneos.
<i>Heliotropium indicum</i>	cola de alacrán	Toda la planta se usa para combatir la fiebre, tos y gripe
<i>Jatropha curcas</i>	piñon, coquillo	Se usa la corteza para problemas estomacales, depurativo, amigdalitis y el látex se usa para inhibir el crecimiento de <i>Candida albicans</i>
<i>Justicia pectoralis</i>	Santa Marta	Se usa la hoja, tallo y flor contra el dolor de estómago y fiebre
<i>Lantana camara</i>	tres negritos	Se usa la raíz y las hojas contra las calentura, como reconstituyente, después del parto y como regulador menstrual
<i>Malachra alceifolia</i>	malva	Para el tratamiento de la fiebre y disentería, contra complicaciones urinarias y contra la diabetes
<i>Manguifera indica</i>	mango	Fruto comestible, las flores se maceran y se saca un polvo que se usa como insecticida contra los mosquitos
<i>Mentha x piperita</i>	hierbabuena	Asientos, vómitos y lombrices
<i>Mimosa pudica</i>	dormidera	Medicinal se usa en infusión para aliviar los dolores de cabeza
<i>Nicotiana tabacum</i>	tabaco	Contra las fiebre
<i>Pimienta dioca</i>	pimienta gorda	Tos, dolor de muelas
<i>Pluchea carolinensis</i>	salvia	Se usan las hojas para acelerar el parto, contra el aire, dolor de estómago, dolor de cuerpo, dolor de vientre, dolor de cabeza, cólicos, espasmos, reumatismo, regulador menstrual, sinusitis, dolor de espalda, diarrea, lombrices, calentura, riñones, dolor muscular y tumores en el vientre.
<i>Quercus sp.</i>	encino, roble	Dolor de garganta
<i>Ricinus communis</i>	higuerilla	Estreñimiento, lombrices y purgas
<i>Ruta chalapensis</i>	ruda	Las hojas se usan contra el dolor de estómago, dolor menstrual, aire, epilepsia, dolor de cabeza

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	USOS*
<i>Simarouba amara</i>	aceituno	Malaria
<i>Smilax spinosa</i>	zarzaparrilla	Malaria
<i>Tagetes erecta</i>	flor de muerto	Se usa la planta entera, contra los granos y erupciones de la piel, dolor del cuerpo y fiebre
<i>Tecoma stans</i>	timboque	Dolor de estómago, diabetes
<i>Terminalia catappa</i>	almendro	Antiinflamatorio
<i>Urera baccifera</i>	chichicaste	Propiedades antiinflamatoria y antidiabética, cocción de la planta se usa para tratar afecciones de los pies, combatir la tiña, infecciones micóticas de la piel, úlceras, heridas y erisipela
<i>Yuca guatemalensis</i>	izote	Catarros, tos, calenturas

Fuente: Elaboración propia con base a Gupta, 1995; Villar, 1998; House, P. S. Lagos y otros, 1995; Morton, 1981 y Escobar, 1978. 2003.

Entre las especies de interés medicinal *Pluchea carolinensis* (salvia) presenta una gran variedad de usos curativos, esta planta está compuesta por taninos, alcaloides no identificados y terpenoides α amirina, en las partes aéreas contiene acetato de coraxasteril limohidriquinona dimetil éter y acetilenos liofenos (Escobar, N. 1978).

→ Plantas exóticas y cultivadas

De acuerdo con el inventario florístico, se lograron identificar 16 especies de cultivares y dos especies exóticas. Entre los cultivares más importantes están: *Zea mays* (maíz), *Sorghum vulgare* (maicillo, sorgo), *Musa paradisiaca* (plátano), *Musa sapientum* (banano), *Nicotiana tabacum* (tabaco), *Coffea arabica* (café), *Citrus sinensis* (naranja), entre otras. Entre las especies exóticas destaca la *Calliandra magdalenae*, (ver Anexo 12, Inventario de la Flora)

→ Otros usos de las plantas

En el Cuadro 6A.3.7 se presentan otros usos de las plantas que han sido registradas, la ruta, por parte de los pobladores.

Cuadro 6A.3.7: Principales especies vegetales con otros usos encontradas en la ruta

TIPOS DE USO	NO. DE ESPECIES	ESPECIES
Alimenticio	30	La mayoría de los cultivares, <i>Guazuma ulmifolia</i> (guácimo), <i>Inga fagifolia</i> (cuje), <i>Yuca guatemalensis</i> (izote), <i>Byrsnonima crassifolia</i> (fruto).
Ornamentales	12	<i>Tabebuia rosea</i> (matilisguate), <i>Erythrina rubrinervia</i> (silbador), <i>Erythrina fusca</i> (jacaranda)

TIPOS DE USO	NO. DE ESPECIES	ESPECIES
Leña	4	<i>Byrsonima crassifolia</i> (nance), <i>Enterolobium cyclocarpum</i> (conacaste)
Folklorico, emblemático o artesanales	9	<i>Ceiba pentandra</i> (ceiba), <i>Salix chilensis</i> (sauce llorón), <i>Curatella americana</i> (hoja de lija), <i>Scleria</i> sp. (barra de carrizo), <i>Xylopia frutescens</i> (malagueto)
Especies y condimentos	1	<i>Bixa orellana</i> (achiote)
Fibras	2	<i>Carludovica palmata</i> (junco, palma toquilla, carludovica)
Cercas vivas	3	<i>Bursera simaruba</i> (palo de jiote) y <i>Gliricidia sepium</i> (madre cacao)

Fuente: Elaboración propia con base a información recopilada en el estudio, 2003.

Algunas de estas especies comparten varios usos entre sí, por ejemplo: *Salix chilensis* (sauce llorón), cuyas ramas delgadas y flexibles se usan para hacer canastos y muebles de mimbre, y madera como combustible, leña y carbón, también su madera se usa en construcción rural, fabricación de barriles, aros, postes, cajones y ebanistería; sus hojas, como forraje crudo y tiene propiedades medicinales.

→ Plantas tóxicas

En el área del trazado de la línea existen algunas especies vegetales con propiedades tóxicas que representan riesgos a los animales y a los habitantes de la zona, entre las que sobresalen:

Otras plantas que tienen propiedades tóxicas son aquellas que tienen látex lechoso, por ejemplo los miembros de la familia Euforbiáceas, Moráceas y Caricáceas.

Cuadro 6A.3.8: Plantas Tóxicas observadas en la Ruta I, Guate - Este – El Salvador

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	PRINCIPIO ACTIVO	USOS	SITIOS DE MUESTREO
<i>Gliricidia sepium</i>	madre cacao	Raíces son tóxicas para los roedores y toda la planta es tóxica para los caballos	Se hacen emplastos para aliviar la erisipelas y las quemaduras	En todos los puntos de muestreo
<i>Guazuma ulmifolia</i>	guácimo	-----	Producen vómitos, náuseas y disentería y los frutos pueden obstruir el tracto digestivo del ganado.	Monte Verde, San Ixtán, Sapuyuca, El Coyal y Las Pilas
<i>Pteridium aquilinum</i>	helecho	-----	Produce envenenamiento al ganado, típico en áreas de	Las Manzanillas y carretera hacia

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	PRINCIPIO ACTIVO	USOS	SITIOS DE MUESTREO
			potreros.	Yumanes
<i>Urera baccifera</i>	ortiga	Pelos urticantes producen dolorosas quemaduras, que en casos extremos pueden producir fiebre y úlceras.	Propiedades antiinflamatoria y antidiabética, cocción de la planta se usa para tratar afecciones de los pies, combatir la tiña, infecciones micóticas de la piel, úlceras, heridas y erisipela	Las Manzanillas

Fuente: Elaboración propia en base a Gupta, 1995; Escobar, 2003 y registros de campo, 2003.

Otras plantas que tienen propiedades tóxicas son aquellas que tienen látex lechoso, por ejemplo los miembros de la familia Euforbiáceas, Moráceas y Caricáceas.

6A.3.2. FAUNA

Durante el recorrido de campo se observaron muy pocos animales, por lo que la mayor parte de la información fue obtenida por medio de entrevistas a los residentes del lugar.

6A.3.2.1. HÁBITATS EXISTENTES

En la ruta se presentan varios tipos de hábitats donde los elementos faunísticos llevan a cabo actividades de dispersión, alimentación y anidación. Estos hábitats se relacionan con los tipos de vegetación. Para fines del presente estudio, se consideraron principalmente los hábitats terrestres, que están más asociados a las áreas de influencia del Proyecto. Entre los hábitats terrestres destacan: áreas urbanas, sabanas o herbazales, potreros, áreas de cultivos agrícolas, rastrojos, bosques espinosos, bosques secundarios jóvenes y bosques secundarios maduros. Las zonas de mayor actividad faunística se encuentran en los márgenes de los ríos y demás tributarios, a lo largo de la ruta.

En esta ruta la perturbación de los hábitats es mayor, debido principalmente a las actividades antropogénicas que se llevan a cabo. Los principales hábitats faunísticos comprenden grandes extensiones de sabanas, potreros, áreas de rastrojos y bosques secundarios de bajo porte. Solamente al inicio de la línea se puede apreciar a la altura de Las Manzanillas un bosque maduro de coníferas, en este bosque es evidente la presencia de gran cantidad de aves.

También a la altura de Yumanes se observa una situación similar, pero en menor grado en comparación con Las Manzanillas.

6A.3.2.2. DIVERSIDAD DE LAS ESPECIES DE ANIMALES EN LOS DISTINTOS HÁBITATS (DIVERSIDAD, ESTABILIDAD, COMPLEJIDAD DE LAS COMUNIDADES FAUNÍSTICAS)

En los distintos hábitats a lo largo de la ruta se consideraron los distintos grupos de vertebrados: mamíferos, aves, reptiles y anfibios.

6A.3.2.2.1. ANTECEDENTES

Las referencias bibliográficas reportan un total de 14 especies de mamíferos, 18 de aves y 13 entre reptiles y anfibios (INDE, 1994). La diversidad de especies de aves distribuidas en la región oriental de Guatemala se estima en 293 especies (inf. pers. G. Zepeda, 2003)⁹. La diversidad de reptiles y anfibios para la región de Jalpatagua es de 57 especies de reptiles y 24 especies de anfibios (G. Zepeda, 2003, basada en Campbell 1983).

6A.3.2.2.2. DIVERSIDAD DE INDIVIDUOS DE LA FAUNA

La recopilación de los taxones de la fauna aparece en el Cuadro 6A.3.9 (ver Mapa 12A).

Cuadro 6A.3.9: Diversidad de individuos de la fauna observada en la Ruta I del Proyecto

GRUPOS	No. DE INDIVIDUOS
Mamíferos	92
Aves	122
Reptiles	66
Anfibios	29
Total	309

Fuente: Elaboración propia con base a registros de campo, 2003.

⁹ Prof. Guillermo Zepeda, especialista en zoología-ornitología, Universidad de San Carlos de Guatemala. Documentalista por parte de Guatemala.

La cobertura vegetal en esta ruta es baja, situación que es aprovechada por las especies gregarias que se dispersan fácilmente en campos abiertos, por ejemplo muchas especies de roedores atacan intensivamente los campos de cultivos, sin embargo los reptiles y anfibios son susceptibles a las perturbaciones ambientales. En esta ruta se registraron pocos reptiles debido en parte a que este grupo de animales requieren hábitats más conservados.

El grupo de animales que presentó mayor número de individuos fue el de las aves, con 40 %, seguido por los mamíferos con 30 %, los reptiles con 21 % y por último, los anfibios con 9 %.

→ Riqueza de especies de animales determinadas en el inventario

Esta ruta presenta mayor riqueza de especies en los grupos de mamíferos, aves y anfibios. Sin embargo, si se compara con la extensión de la misma se observa que la riqueza de especies de animales es reducida. En esta ruta se observó mayor incidencia de actividades de cacería por parte de la población, inclusive en el área de Sapuyuca, varios residentes de este lugar habían cazado a un micoleón y a una ardilla. El micoleón corresponde a la especie *Photos flavus*, que actualmente aparece en la Lista Roja de especie protegidas por Ley de la República de Guatemala.

La recopilación de los taxones de la fauna aparece en el Cuadro 6A.2.16.

Cuadro 6A.3.10: Riqueza de especies de la fauna observada en la Ruta I del Proyecto

GRUPO	No. DE ESPECIES
Mamíferos	43
Aves	46
Reptiles	17
Anfibios	18
Total	124

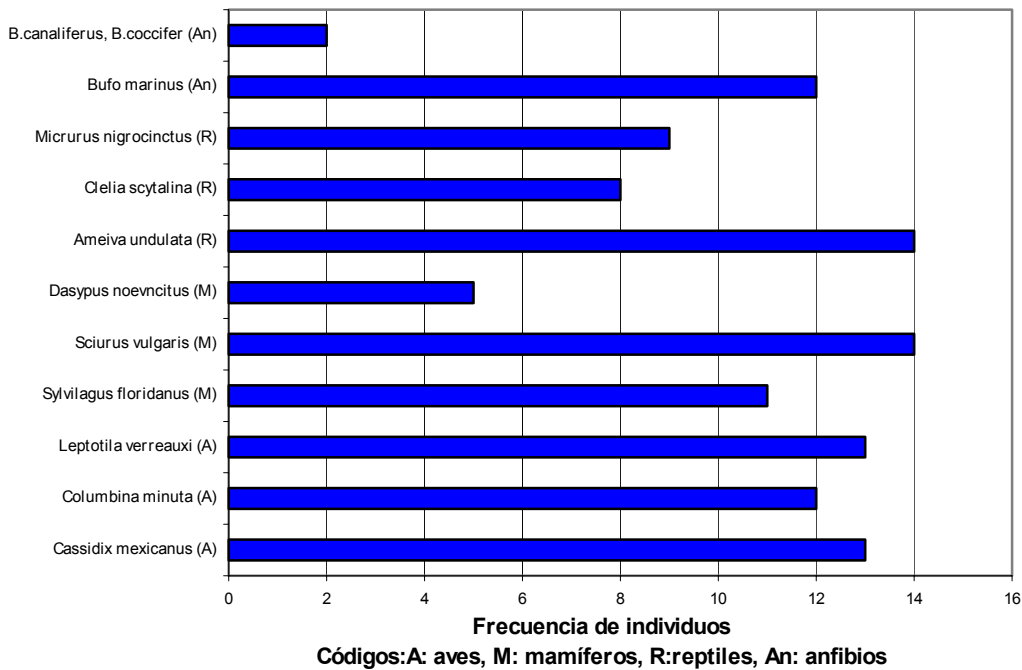
Fuente: Elaboración propia con base a registros de campo, 2003.

→ Especies Dominantes

En esta ruta, los mamíferos más abundantes son: *Sciurus vulgaris* (ardilla común) y *Silvanos floridanus* (conejo); entre las aves: *Cassidix mexicanus* (sanate) , *Leptotila verreauxi* (paloma, paloma rabiblanca); entre los reptiles: *Ameiva undulada* (ameiva) y *Micrurus nigrocinctus* (coral) y entre los anfibios la especie más abundante es *Bufo marinus* (sapo común).

En el siguiente gráfico se muestra la relación de las especies más dominantes por grupos de animales observados en la ruta:

Especies dominantes de la Fauna en la Ruta I, Guate - Este - El Salvador



Todas estas especies presentan alto grado de distribución a nivel regional y global, sin embargo las poblaciones de algunas especies de mamíferos han disminuido notablemente de acuerdo con la opinión de los residentes de las áreas visitadas.

6A.3.2.2.3. ESTABILIDAD Y COMPLEJIDAD DE LAS COMUNIDADES FAUNÍSTICAS

Durante el recorrido se observaron pocos ecosistemas estables, solamente en el área de Las Manzanillas y en Yumanes se observa cierta estabilidad en los ecosistemas. En cuanto a la complejidad de estas comunidades debe destacarse que no se pueden considerar a nivel general como comunidades complejas, ya que la biodiversidad dentro de los grupos no es significativa, debido a que las mismas especies se repetían en todos los lugares observados.

Según la opinión de los residentes del lugar, las comunidades faunísticas han disminuido en los últimos años debido a la deforestación, lo que ha provocado la migración de los animales hacia zonas más boscosas. En las zonas de potrero las especies de aves más comunes son: *Leptotila minuta* (paloma) y *Columbina talpacoti* (tortolita).

6A.3.2.2.4. CARACTERIZACIÓN GENERAL DE LA FAUNA

Con relación a la fauna es evidente su escasa presencia en el área, la fauna es reducida, observándose especies de aves gregarias, las cuales son propias de zonas agrícolas y de espacios altamente perturbados. En cuanto a las zonas de dispersión y anidación de aves, se observó un incremento en la frecuencia de estas especies en áreas cercanas a los cuerpos de agua, los cuales en general se encuentran altamente contaminados.

Prácticamente casi toda la información concerniente a la diversidad de la fauna fue proporcionada por los residentes del área de influencia del Proyecto, puesto que durante todo el recorrido la presencia de especies fue casi nula. La población entrevistada manifiesta que las actividades de caza de autoconsumo es un factor determinante en la disminución de los animales silvestres.

La deforestación y fragmentación de los hábitats observadas durante el recorrido son factores importantes que obligan a los animales a emigrar hacia otras zonas boscosas en busca de recursos alimenticios y ecosistemas más estables, por este motivo la presencia de estas especies fue casi nula durante todo el recorrido.

En el Cuadro 6A.3.11 se listan las especies cuya población se ha visto muy diezmada por la cacería artesanal, según la opinión de los residentes del área.

Cuadro 6A.3.11: Especies afectadas por la cacería artesanal

GRUPO TAXONÓMICO	ESPECIES	NOMBRE COMÚN
Mamíferos	<i>Agouti paca</i>	tepezcuintle
	<i>Dasypus novencitus</i>	Armado blanco
	<i>Odocoileus virginianus</i>	venado cola blanca
Aves	<i>Ortalis vetula</i>	chachalaca
	<i>Icterus galbula</i>	corcha
Reptiles	<i>Iguana iguana</i>	iguana verde

Fuente: Elaboración propia con base a entrevistas a los residentes, 2003.

En esta ruta se advirtió mayor actividad de la fauna, ya que se observaban algunos hábitats más estables combinados en algunas regiones con hábitats perturbados. Entre las especies de mamíferos observadas en el campo se tiene a: *Potos flavus* (micoleón), *Nasua narica* (gato solo), *Sciurus vulgaris* (ardilla), *Dasypus novencitus* (armado blanco, cuzo) y *Sylvilagus floridanus* (conejo). De estos mamíferos las especies *Potos flavus* (micoleón) y *Dasypus novencitus* (armado blanco, cuzo) aparecen en la Lista Roja de especies de Guatemala. La especie *Potos flavus* (micoleón) es cazada artesanalmente en el área del Sapuyuca.

Durante el recorrido no fue posible determinar las rutas de las aves migratorias, sólo se observó mayor actividad de la avifauna en las zonas asociadas a los cuerpos de agua. Las especies de aves reportadas para esta ruta son: *Ortalis vetula* (chachalaca), *Aratinga canicularis* (perica), *Columbina talpacoti* (tortolita), *Columbina minuta* (tortolita) y *Leptotila verreauxi* (paloma guatemalteca). La especie rapaz más común es: *Cassidix mexicanus* (sanate) .

En cuanto a la herpetofauna, su presencia o evidencias de la misma fue casi nula y en ocasiones sólo se observó la especie *Ameiva undulata* (ameiva). Esto se debe a que este grupo de animales es muy susceptibles a las perturbaciones y estos ecosistemas, en general se encuentran altamente degradados. De los reptiles la especie más dominantes es *Ameiva undulata* (ameiva). Además se observó una especie de anfibio *Bufo marinus* (sapo común).

Esta información fue complementada por medio de entrevistas a los residentes del lugar, quienes informaron que entre las serpientes más comunes destacan: *Micrurus nigrocinctus* (coral) y *Clelia scytalina* (zumbadora) y *Boa constrictor* (mazacuata).

6A.3.2.3. ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS ESPECIES DE ANIMALES (SINGULARES, PROTEGIDAS RARAS Y EN VÍAS DE EXTINCIÓN)

6A.3.2.3.1. ESPECIES SINGULARES

Entre las especies singulares, de acuerdo con las entrevistas a los residentes del área, en la comunidad de Las Pilas se ha registrado la presencia del *Felis jaguarundi* (onza, leoncillo, tigrillo), esta especie presenta desplazamientos extensos (100 km²), y prefiere linderos de bosques próximos a los ríos y algunas veces bosques secundarios cercanos a viviendas (Reid, 1997). En el área de Sapuyuca también se ha reportado la presencia del *Felis pardalis* (tigrillo, ocelote), cuyo ámbito hogareño es amplio (10 km²) e incluye vegetación secundaria, áreas abiertas y rastrojos (Emmons, 1990).

Otras especies de mamíferos de importancia genética son: *Odocoileus virginianus* (venado cola blanca) y *Dasypus novencitus* (armado blanco, cuzo).

En relación a los reptiles, se registra la especie *Boa constrictor* (mazacuata) e *Iguana iguana* (iguana verde), de acuerdo con las entrevistas, las poblaciones de estas especies han disminuido debido a las actividades de transformación de los hábitats, como la agricultura y ganadería.

En relación a las aves, *Geotrygon montana* (paloma perdiz) se registró en la Ruta I, Guate Este – El Salvador con tres registros de individuos, esta especie está protegida por ley. Además, también se reporta para la vertiente del Pacífico Sur de Centroamérica, dicha área es considerada endémica y de gran importancia a nivel mundial para la conservación de aves que tienen rangos de distribución restringidos (ICBP, 1992).

→ Apéndices CITES

- CITES 1

Para el área del Proyecto se reportaron dos especies que están en peligro de extinción y que pueden ser afectadas por el tráfico, éstas son: *Felis jaguarundi* (onza, leoncillo, tigrillo) y *Felis pardalis* (tigrillo, ocelote).

- CITES 2

Las especies incluidas en este apéndice son: "Todas las especies que, si bien en la actualidad no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, podrían llegar a esta situación a menos que el comercio en especímenes de dichas especies esté sujeto a una reglamentación estricta, a fin de evitar la utilización incompatible con su supervivencia, y aquellas otras especies no afectadas por el comercio, también deberán sujetarse a la reglamentación con el fin de permitir un control eficaz del comercio de las especies" (CITES, 1998).

Para el área del Proyecto se reportan 12 especies que están incluidas en este apéndice, estas son: *Boa constrictor* (mazacuata), *Crotalus durissus* (cascabel), *Iguana iguana* (iguana verde), *Ctenosaura similis* (garrobo), *Nasua narica* (pizote), *Sylvilagus floridanus* (conejo), *Urocyon cinereoargenteus* (gato de monte), *Brotogeris jugularis* (perico), *Accipiter bicolor* (gavilán bicolor), *Aratinga canicularis* (perica) y *Buteo jamaicensis* (aguililla colirroja) y *Amazona albifrons* (cotorro). (Ver Anexo 13, Inventario de Fauna).

- CITES 3

En este apéndice se incluyen todas las especies que cualquiera de las partes manifieste que se hallan sometidas a reglamentación dentro de su jurisdicción con el objeto de prevenir o restringir su explotación, y que necesitan la cooperación de otras partes en el control de su comercio.

Para el área del Proyecto se reportan dos especies que están incluidas en este apéndice, éstas son: *Odocoileus virginianus* (venado cola blanca) y *Ortalis vetula* (chachalaca). (Ver Anexo 13, Inventario de Fauna).

→ IUCN

- EN (en peligro)

Se define esta categoría cuando: "Un taxón está En Peligro cuando no está en Peligro Crítico, pero enfrenta un riesgo muy alto de extinción en el estado silvestre en el futuro cercano, definido por los siguientes criterios: reducción de la población, extensión de la presencia estimada como menor de 5.000 km² o un área de ocupación estimada como menor de 500 km², población estimada en números menores de 2.500 individuos, población estimada en un número menor de 250 individuos maduros; un análisis cuantitativo muestra que la probabilidad de extinción en el estado silvestre es por lo menos 20% dentro de los siguientes 20 años o cinco generaciones, seleccionando el que sea mayor de los dos" (CITES,1998).

Para el área del proyecto no se reportan especies En Peligro de acuerdo con esta categoría.

- VU (Vulnerable)

Se define esta categoría como: " Un taxón es Vulnerable cuando no está En Peligro Crítico o En Peligro, pero está enfrentando un alto riesgo de extinción en el estado silvestre en el futuro inmediato, como queda definido por cualquiera de los siguientes criterios: reducción de la población, una extensión de presencia estimada como menor de 20.000 km² o un área de ocupación estimada como menor de 2.000 km² y estimaciones que se están dando severamente fragmentado y en declinación continua, población estimada en números menores de 1.000 individuos maduros y población muy pequeña o restringida " (IUCN,1996).

Para el Proyecto no se reportan especies dentro de esta categoría.

→ LR, Lista Roja de Guatemala de especies en peligro y protegida por las leyes de vida silvestre en Guatemala

Para el área del Proyecto se reportan 13 especies que se encuentran en peligro de extinción, éstas son: *Boa constrictor* (mazacuata), *Iguana iguana* (iguana verde), *Crotalus durissus* (serpiente, cascabel), *Accipiter bicolor* (gavilán bicolor), *Buteo jamaicensis* (aguillilla colirroja), *Ortalis vetula* (chachalaca), *Aratinga canicularis* (cotorra), *Brotogeris jugularis* (perico), *Agouti paca* (tepezcuintle), *Odocoileus virginianus* (venado cola blanca), *Dasypus novencintus* (armadillo), *Felis jaguarundi* (onza, leoncillo,tigrillo) y *Felis pardalis* (tigrillo, ocelote) (Ver Anexo 13, Inventario de Fauna).

6A.3.2.4. DEFINICIÓN DE LOS CORREDORES BIOLÓGICOS O ECOLÓGICOS

Un corredor biológico se define como: "Aquella ruta que permite el movimiento de individuos o grupo de organismos de una región o lugar a otro" (ANCON, 1999). También se define como: "Un área de paisaje que estuvo conectado en el pasado, y su propósito es permitir la interconexión y el movimiento de las especies de flora y fauna, especialmente aquellas afectadas por la fragmentación de sus hábitats" (Tovar, 1996: CCAD, PNUD, GEF).

Los corredores biológicos Mesoamericanos se definen como: "Un sistema de ordenamiento territorial compuesto de áreas naturales bajo regímenes de administración especial, zonas de núcleo, de amortiguamiento, de usos múltiples y áreas de interconexión; organizado y consolidado que brinda un conjunto de bienes y servicios ambientales a la sociedad Centroamericana y mundial, proporcionando los espacios de concertación social, para promover la inversión en la conservación y uso sostenible de los recursos naturales, con el fin de contribuir a mejorar la calidad de vida de los habitantes de la región, particularmente a aquellas comunidades que habitan en áreas consideradas dentro de este programa por su valor en cuanto a la biodiversidad que contiene" (Tovar, 1996: CCAD, PNUD, GEF).

En Guatemala se han dado algunas iniciativas por parte de Nature Conservancy y asociaciones centroamericanas, para establecer un corredor biológico entre el Parque Nacional de Sierra de Lacandón y el Parque Nacional Laguna del Tigre, los cuales están localizados hacia el norte de Guatemala en el área de El Petén (CCAP, 2000). Estas áreas están muy distantes de la ruta del Proyecto SIEPAC.

→ Área de migración, movimientos y dispersión faunística

En áreas con mayor estratificación y altura, hay mayor frecuencia y riqueza de especies animales, esto se debe a que los animales se desplazan hacia estas zonas en búsqueda de alimento y refugio, las aves y los mamíferos se desplazan a migraciones altitudinales. No fue posible determinar la migración de las especies en particular en distintos tipos de hábitats faunísticos, ya que esto demanda la realización de estudios específicos que incluyen el

marcado y el monitoreo de las especies por un tiempo más prolongado, actividades que no se establecen en el alcance del presente estudio.

En cuanto al movimiento y dispersión de las aves, se observaron principalmente sobre los estratos arbóreos de mayor altura y en áreas aledañas a los cuerpos de agua, en bosques de galería, que se encuentran altamente presionados por las actividades antropogénicas. Los movimientos y dispersión de la mayoría de los mamíferos se subscriben a las áreas boscosas de tierras altas. La escasa frecuencia de especies de la fauna a lo largo de la ruta se debe a la fragmentación de los bosques y a la escasa presencia de parches o isletas de vegetación natural.

6A.3.2.5. CARACTERIZACIÓN DE LA AVIFAUNA

6A.3.2.5.1. RIQUEZA DE ESPECIES

Para el área de estudio se determinaron un total de 46 especies de aves del total de 98 individuos reportados, estas especies de aves están incluidas dentro de 16 familias. Entre las familias que presentaron mayor número de especies se encuentran: Accipitridae con siete especies (gavilanes), Columbidae con cinco especies (palomas y tortolitas) y Psittacidae con cuatro especies (cotorras y pericos).

De acuerdo con el estudio preliminar del INDE (1994), se reportaron un total de 18 especies de aves, de las cuales dos especies están protegidas por las leyes nacionales e internacionales. Con relación a las investigaciones en la región oriental de Guatemala, se han reportado un total de 293 especies, de las cuales 41 están protegidas por las leyes nacionales e internacionales.

Comparando las especies similares entre el estudio preliminar del INDE 1994 y éste se concluye que existen nueve especies comunes. Si se comparan las investigaciones en la región oriental y la ruta actual, se reportaron un total de 17 especies similares. A continuación se presenta el listado de las aves comunes que se encontraron en el Proyecto y demás fuentes bibliográficas.

Cuadro 6A.3.12: Comparación de las especies similares entre el estudio preliminar del INDE 1994 y SIEPAC 2003

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	SIEPAC 2003	INDE 1994	REGIÓN ORIENTAL	ESTADO CONSERVACIÓN
<i>Accipiter bicolor</i>	gavilán bicolor	*		*	*2
<i>Accipiter chionogaster</i>	gavilán pechiblanco	*		*	
<i>Aratinga canicularis</i>	cotorra, perica	*	*	*	*2
<i>Brotogeris jugularis</i>	perico	*		*	*2
<i>Buteogallus anthracinus</i>	gavilán cangrejero	*		*	
<i>Buteo swainsoni</i>	azacuán	*	*	*	
<i>Buteo magnirostris</i>	gavilán de caminos	*		*	
<i>Calocitta formosa</i>	urraca	*	*	*	
<i>Cassidix mexicanus</i>	zanate	*	*	*	
<i>Columbina minuta</i>	tortolita	*	*		
<i>Columbina talpacoti</i>	tortolita	*		*	
<i>Coragyps atratus</i>	zopilote	*	*	*	
<i>Colinus leucopogon</i>	codorniz	*		*	
<i>Icterus galbula</i>	chorcha	*		*	
<i>Leptotila verreauxi</i>	paloma, paloma rabiblanca	*		*	
<i>Ortalis leucogastra</i>	chacha	*		*	
<i>Ortalis vetula</i>	chachalaca	*		*	3, *
<i>Tyrannus melancholicus</i>	chatilla, pecho amarillo	*		*	

2: CITES 2, 3: CITES 3, *: Lista Roja de la Fauna Silvestre de Guatemala, **Convención sobre la conservación de especies de animales migratorios de Guatemala.

Fuentes: Elaboración propia con base a Lista Roja de la Fauna Silvestre de Guatemala, CITES 1998, 2003.

De estas especies, cinco presentan estados de conservación y están protegidas por las leyes nacionales e internacionales. De acuerdo con la opinión de los residentes del lugar, la frecuencia de estas especies ha disminuido producto de la cacería y deforestación.

6A.3.2.5.2. DESCRIPCIÓN DE LAS POBLACIONES DE AVES

Las aves de Guatemala representan el grupo más numeroso de vertebrados de vida libre, con 688 especies que se incluyen en 20 órdenes, 67 familias y 388 géneros (Villar, L.1998). De estas especies 498 son permanentes o residentes, 205 especies migratorias, 9 especies casuales y 24 especies que tienen poblaciones tanto residentes como migratorias.

▪ Gavilanes

Se determinaron un total de seis especies de gavilanes, representados en tres géneros *Accipiter*, *Buteogallus* y *Buteo*. Las especies más representativas de gavilanes son: *Accipiter*

bicolor (gavilán bicolor), *Accipiter chionogaster* (gavilán pechiblanco), *Buteo jamaicensis* (aguililla colirroja), *Buteo magnirostris* (gavilán de caminos) y *Buteo swainsoni* (azacuán). Los gavilanes se alimentan de mamíferos como conejos y ratones de campo, algunas especies prefieren alimentarse de reptiles y anfibios, otros se alimentan de aves e insectos.

- Garzas

Se hallaron tres especies, de las cuales sólo se pudo determinar la especie *Egretta thula* (garza blanca). Las garzas se alimentan principalmente de animales acuáticos, sin embargo otras se alimentan de insectos o ratones que viven en las zonas pantanosas.

- Palomas y tortolitas

Se determinaron un total de cuatro especies de las cuales el género *Columbina* presentó dos especies. Entre las palomas la especie *Leptotila verreauxi* (paloma, paloma rabiblanca) es la más común. Se alimentan principalmente de semillas, frutos o insectos.

- Carpinteros

Se determinó un total de tres especies de carpinteros, entre los cuales están: *Dryocopus lineatus* (carpintero), *Melanerpes formicivorus* (carpintero de bellota) y *Phloeceastus guatemalensis*. Los carpinteros se alimentan principalmente de insectos que detectan golpeando con el pico la corteza del árbol y extraen los insectos mediante golpes. Además de utilizar los golpes a los árboles como medio de alimentación, esto le permite comunicarse entre ellos.

- Pericos, loros y cotorras

Se contabilizaron un total de cuatro especies, entre las cuales destacan: *Amazona albifrons* (cotorro), *Aratinga canicularis* (perico), *Bolborhynchus lineola* (lorito) y *Brotogeris jugularis* (perico). Se alimentan de semillas, granos, hojas, frutos, néctar y polen de las flores.

- Urracas y zopilotes

Se determinó una especie de urraca *Calocitta formosa* (urraca), ellas se alimentan de semillas, frutos, aves y mamíferos pequeños e incluso de carroña. Entre los zopilotes se determinó la especie *Coragyps atratus* (zopilote), los mismos se alimentan de carroña.

La distribución de estas especies se muestra en el Anexo 13, Inventario de Fauna).

6A.3.2.5.3. REFUGIOS Y HÁBITATS DE AVES

Durante el recorrido, se observaron pocas zonas de refugios y hábitats de aves, sólo se pudo apreciar mayor actividad de las aves, en general, en áreas adyacentes a los cuerpos de agua, sin embargo se han descrito algunos hábitats de los grupos más comunes de aves, los más representativos.

- Gavilanes

Habitan principalmente en selvas subtropicales, pero también se pueden encontrar poblaciones de gavilanes en distintos tipos de vegetación como: herbazales, rastrojos, bosques secundarios jóvenes, bosques secundarios maduros y en zonas de cultivos de donde obtienen su alimento.

- Garzas

Se distribuyen principalmente en zonas pantanosas y en áreas adyacentes a los cuerpos de agua.

- Palomas y tortolitas

Generalmente viven sobre los árboles y sobre el suelo, en herbazales, rastrojos y en las áreas de cultivos, en algunos casos su abundancia hace que se conviertan en una plaga para las zonas de producción de granos y frutos

- Carpinteros

Los carpinteros habitan en bosques lluviosos, parques y ciudades. Estas aves se encuentran dispersas en bosques secundarios siempre verdes y deciduos.

- Pericos, loros y cotorras

Son arborícolas y se encuentran en bosques perennifolios, se adaptan a todo tipo de clima. Principalmente se extienden a todas las regiones tropicales del mundo. En las áreas de estudio estas aves están dispersas en áreas de herbazales y en bosques secundarios.

- Urracas y zopilotes

Las urracas habitan áreas de arbustos y herbazales. En algunos sitios donde se cultiva maíz estas aves se han convertido en una plaga. Los zopilotes son característicos de selvas tropicales y se encuentran en diferentes tipos de vegetación.

6A.3.2.5.4. DESCRIPCIÓN DE LAS RUTAS MIGRATORIAS

Con relación a la descripción de la rutas de migración de aves en los trópicos se ha señalado: “Muchas especies de aves migratorias requieren de una variedad de hábitats y frecuentemente utilizan bosques secundarios, zonas de transición y áreas abiertas, que facilitan sus actividades y presentan menos riesgos de depredación” (Petit *et al.*, 1989).

En cuanto a las rutas de migración de aves, el territorio de Guatemala casi en su totalidad es atravesado por la ruta migratoria del Mississippi, esta ruta es la más importante para los patos migratorios, se inicia desde extensos terrenos relacionados con el río Mississippi, hacia el sur cruza el Golfo de México hasta continuar en Centroamérica y Sudamérica, en esta ruta abundan las especies *Anas acuta* (pato rabudo), *Anas discors* (cerceta ala azul), *Spatula clypeata* (pato cuchara), *Mareca americana* (pato calvo), *Aythya collaris* (pato de collar) y *Aythya affinis* (pato pechiblanco) según (Méndez, 1979).

Para Guatemala se ha determinado un total de 239 especies de aves migratorias y del área total de su territorio, 109.150 km², un 49% corresponde a zonas de bosque, la tasa de

deforestación es de 2,0 % (Rappole *et al*, 1993). Además su población de 9,20 millones en 1999, tiene una tasa anual de crecimiento de 2,9 % y su población proyectada para el 2025 es de 21,67 millones de habitantes. Estos indicadores representan la amplia vulnerabilidad a la que están sometidas las aves migratorias, ya que la contaminación y la destrucción de los hábitats contribuyen al declive de las poblaciones. Por eso es necesario realizar investigaciones con el objetivo de determinar la capacidad de carga de los principales hábitats de estas especies de aves.

Existe una clasificación para determinar el uso de hábitats por parte de aves migratorias: “Praderas y Zonas de Arbustos, Bosques y Vegetación Acuática” (Rappole *et al*, 1993).

En el área de estudio se observan hábitats típicos para aves migratorias como son: matorrales desérticos representados por los bosques espinosos secos, sabanas, praderas, zonas arbustivas con cubierta de vegetación baja; estos representan a los matorrales, bosques de coníferas, bosques mixtos de coníferas y deciduos, bosques deciduos de hoja ancha y vegetación ribereña a lo largo de los cursos de agua o bosques de galería (ver Mapa 13A). En el siguiente cuadro se presentan las aves migratorias reportadas para el área del Proyecto.

Cuadro 6A.3.13: Aves migratorias reportadas para el área del Proyecto

ESPECIES	NOMBRE COMÚN	TIPO DE HÁBITATS								
		MD	PR	ZA	SA	CO	MI	DE	SV	VR
<i>Coragyps atratus</i>	zopilote	*	*	*	*					
<i>Buteo jamaicensis</i>	aguililla colirroja		*	*		*	*	*		
<i>Buteo swainsoni</i>	azacuán		*	*	*					
<i>Tyrannus melancholicus</i>	chattilla, pecho amarillo			*	*					

MD: Matorrales desérticos, PR: Praderas, ZA: Zonas arbustivas, SA: sabanas, CO: Bosques de coníferas, MI: Bosques mixtos de coníferas y deciduos, DE: Deciduos de hoja ancha, SV: Siempreverde de hoja ancha y VR: Vegetación ribereña a lo largo de los cursos de agua.

Fuente: Rappole *et al*, 1993.

Para el área de estudio del Proyecto, no fue posible determinar más especies de aves migratorias, ya que esto requiere de la realización de estudios específicos que demandan más horas de muestreo. Adicionalmente, se obtuvo referencias por parte de los residentes de los

lugares de El Molino y Las Pilas acerca de las bandadas de aves migratorias provenientes del norte avistadas en ciertas épocas del año.

Para observar la distribución de estas especies ver el Anexo 13, Inventario de Fauna.

6A.3.2.5.5. ÁREAS DE NIDIFICACIÓN Y CRÍA

Las principales áreas de nidificación y cría están restringidas hacia las zonas boscosas y alrededor de los bosques de galería. En los bosques maduros hay mayor heterogeneidad de estratos que permiten la construcción y establecimiento de los nidos. En el área de Sapuyuca se observó mayor actividad de aves en un rodal de árboles de la especie *Bursera simarouba* (palo de jote) y se apreciaron varios nidos de pericos (*Aratinga canicularis*). En los bosques de galería las especies dominantes son las garzas blancas. A continuación se describen los nidos de los principales grupos de aves.

- Gavilanes

Los gavilanes construyen nidos grandes, similares a cestas, en árboles altos, pero también pueden hacerlos en plataformas elevadas para evitar que aniden en postes de instalaciones adyacentes.

- Garzas

Las garzas anidan en grandes grupos, la mayoría de las especies construyen nidos planos en ramas altas de los árboles en zonas pantanosas y en bosques de galería al lado de áreas ribereñas.

- Palomas y tortolitas

Las palomas construyen nidos sueltos y pocos tramados con ramitas, cortezas y pajas de los herbazales, estos nidos tienen forma plana.

- Carpinteros

Anidan en agujeros excavados en los troncos de los árboles o incluso en el interior de los cactus gigantes.

- Pericos, loros y cotorras

La mayoría construye sus nidos en los agujeros de los árboles, pero existen especies que utilizan termiteros, grietas en las rocas y túneles en tierras planas.

- Urracas y zopilotes

Las urracas construyen sus nidos en grandes plataformas formadas por palitos, anidan en árboles altos. Los zopilotes construyen sus nidos en árboles huecos y en el suelo.

Para observar la distribución de estas especies en ambas rutas, ver el Anexo 7, Inventario de Fauna.

6A.3.3. PROTECCIÓN DEL MEDIO BIOLÓGICO

6A.3.3.1. ÁREAS PROTEGIDAS

En Guatemala existen un total 690 km² de áreas totalmente protegidas, 190 km² de áreas protegidas en parte, 130 km² de áreas costeras, un sitio de herencia mundial y 0,8 % de su territorio del área total protegida. El trazado de la ruta no atraviesa las áreas protegidas de este país. Sin embargo, se puede mencionar el volcán de Jumaytepeque que se encuentra cerca.

6A.3.3.2. ASPECTOS Y VALORES ECOLÓGICOS

- Áreas de conservación de especies

A lo largo de la ruta se observan muy pocas áreas de conservación. Estas zonas tienen como objetivo proveer de alimento y abrigo a las especies de animales y mantener las condiciones ambientales para que la vegetación se restablezca. La destrucción de los hábitats, causadas por las actividades agrícolas y la deforestación, provoca que las especies autóctonas de un lugar emigren hacia otras zonas boscosas, estas zonas ya tienen poblaciones previamente establecidas y el aumento de especies de animales en dichos sitios incrementa la competencia por los recursos de alimento y abrigo lo que acarrea la disminución de las especies.

▪ **Gestión ambiental**

La gestión ambiental se define como: “El conjunto de acciones encaminadas al uso, conservación o aprovechamiento ordenado de los recursos naturales y del medio ambiente en general. Implica la conservación de especies amenazadas, el aprovechamiento cinegético, el aprovechamiento piscícola, la ordenación forestal, la gestión industrial e, incluso, la gestión doméstica”.

La fauna y la flora silvestre representan un recurso biológico, económico, recreativo que debe preservarse por medio de las gestiones ambientales, en tal sentido no se debe permitir la comercialización de especies de flora y fauna que están protegidas por leyes nacionales e internacionales, por esto las autoridades involucradas deberán realizar programas de educación ambiental para concienciar a la población. Sólo en el Municipio de Jutiapa se pudo verificar la existencia de un grupo conservacionista.

▪ **Restauración ecológica**

Ésta se realiza con el propósito de permitir la rehabilitación de las condiciones naturales en áreas degradadas antropogénicamente. En tal sentido se puede pretender rehabilitar un hábitat degradado hasta obtener las condiciones naturales o similares a dicho hábitat. En muchas de las zonas adyacentes al Proyecto es necesario implementar técnicas de protección de los suelos, en las áreas de cultivos se pueden emplear prácticas de agroforestería y establecer cortinas rompevientos para evitar los efectos de la erosión eólica.

6A.3.4. **PRINCIPALES PROBLEMAS Y AMENAZAS AMBIENTALES**

A lo largo del área de influencia del Proyecto, se pudo observar diferentes problemas y amenazas ambientales, que a continuación se describen.

Cuadro 6A.3.14: Principales problemas y amenazas ambientales

PROBLEMAS AMBIENTALES	RUTA I, GUATE - ESTE - EL SALVADOR
Tala y extracción de leña	Yumanes, Sapuyuca, El CoyoI, Las Pilas
Cacería	El CoyoI, Las Pilas
Ausencia de letrinas	El CoyoI
Ganadería	Yumanes, San Ixtán, Sapuyuca, Las Pilas

PROBLEMAS AMBIENTALES	RUTA I, GUATE - ESTE - EL SALVADOR
Contaminación por agroquímicos	Teocinte, Monte Verde, El Molino, El Tablón, San Ixtán, Sapuyuca, Las Pilas

Fuente: Elaboración propia con base en información recopilada en campo, 2003.

La ganadería se practica en las áreas de: Teocinte, Monte Verde, El Molino, El Tablón, San Ixtán, Jalpatagua, Sapuyuca y Las Pilas. En estas zonas el suelo presenta erosión laminar, erosión en surco y erosión en cárcavas.

La ausencia de letrinas en el área de El Coyol, representa un riesgo ambiental para la salud de la población, ya que se incrementan los casos de enfermedades gastrointestinales y brotes de cólera.

Se ha identificado contaminación por agroquímicos en las siguientes zonas: Teocinte, Monte Verde, El Molino, El Tablón, San Ixtán, Sapuyuca y Las Pilas. Estos agroquímicos afectan las capas freáticas del suelo y contaminan las aguas de los ríos afectando a las especies en general.

Los sitios donde se observó la tala y extracción de leña son: Yumanes, Sapuyuca, El Coyol y Las Pilas. En relación a las especies que más se usan como leña destacan: *Byrsonima crassifolia* (nance) y *Enterolobium cyclocarpum* (conacaste), sin embargo en algunas de estas regiones los residentes informaron que el uso de cualquier especie arbórea como leña, es indiscriminado.

6A.	DESCRIPCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE	209
6A.1.	SITUACIÓN GEOGRÁFICA	209
6A.2.	MEDIO FÍSICO	218
6A.2.1.	GEOMORFOLOGÍA	218
6A.2.2.	GEOLOGÍA	219
6A.2.3.	LITOLOGÍA	222
6A.2.4.	EDAFOLOGÍA	223
6A.2.4.1.	CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LOS SUELOS DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA	223
6A.2.4.2.	CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS	224
6A.2.4.3.	CAPACIDAD AGROLÓGICA	231
6A.2.5.	HIDROGRAFÍA, HIDROLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA	232
6A.2.5.1.	RED HIDROGRÁFICA	237
6A.2.5.2.	HIDROLOGÍA	237
6A.2.5.3.	calidad de LAS aguaS SUPERFICIALES	238
6A.2.5.4.	HIDROGEOLOGÍA	239
6A.2.5.4.1.	INTRODUCCIÓN	239
6A.2.5.5.	EMBALSES EXISTENTES Y EN PROYECTO	245
6A.2.6.	CLIMA	246
6A.2.6.1.	ESTACIONES METEOROLÓGICAS SELECCIONADAS	247
6A.2.6.2.	RÉGIMEN PLUVIOMÉTRICO	248
6A.2.6.3.	TEMPERATURA	251
6A.2.6.4.	HUMEDAD RELATIVA	251
6A.2.6.5.	INSOLACIÓN O BRILLO SOLAR	253
6A.2.6.6.	CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA	255
6A.2.6.7.	RÉGIMEN DE VIENTO Y TORMENTAS	255
6A.2.6.7.1.	VELOCIDAD DEL VIENTO	255
6A.2.6.7.2.	TORMENTAS	258
6A.3.	MEDIO BIÓTICO	258
6A.3.1.	VEGETACIÓN	258
6A.3.1.1.	INTRODUCCIÓN	258
6A.3.1.1.1.	IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	258
6A.3.1.1.2.	SITUACIÓN AMBIENTAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA	259
6A.3.1.1.3.	PROCESOS E INTERACCIONES PRESENTES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA	259
6A.3.1.1.4.	METODOLOGÍA	260
6A.3.1.2.	descripción de la vegetación en la línea base	262
6A.3.1.2.1.	ZONAS DE VIDA (MARCO BIOGEOGRÁFICO Y BIOCLIMÁTICO)	262
6A.3.1.2.2.	SERIES DE VEGETACIÓN POTENCIAL (CLIMATÓFILA Y EDAFÓFILA)	265
6A.3.1.2.2.1.	COBERTURA FORESTAL Y DESCRIPCIÓN DE LA VEGETACIÓN	266
6A.3.1.2.2.2.	DIVERSIDAD DE LAS ESPECIES VEGETALES	268

6A.3.1.2.2.3.	TIPO DE VEGETACIÓN	271
6A.3.1.2.3.	ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS ESPECIES VEGETALES (SINGULARES, PROTEGIDAS, RARAS Y EN VÍA DE EXTINCIÓN)	273
6A.3.1.2.4.	FRAGILIDADES DE LOS SISTEMAS VEGETALES	274
6A.3.1.2.4.1.	ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN	275
6A.3.1.2.4.2.	FUNCIONES DE CONECTIVIDAD	276
6A.3.1.2.4.3.	GRADO DE INTERVENCIÓN	276
6A.3.1.2.4.4.	ESPECIES SINGULARES	277
6A.3.1.2.4.5.	PRESENCIA DE ECOSISTEMAS ÚNICOS EN EL ÁREA DEL PROYECTO	277
6A.3.1.2.5.	USOS DIVERSOS DE LA VEGETACIÓN	278
6A.3.2.	FAUNA	282
6A.3.2.1.	HÁBITATS EXISTENTES	282
6A.3.2.2.	DIVERSIDAD DE LAS ESPECIES DE ANIMALES EN LOS DISTINTOS HÁBITATS (DIVERSIDAD, ESTABILIDAD, COMPLEJIDAD DE LAS COMUNIDADES FAUNÍSTICAS)	283
6A.3.2.2.1.	ANTECEDENTES	283
6A.3.2.2.2.	DIVERSIDAD DE INDIVIDUOS DE LA FAUNA	283
6A.3.2.2.3.	ESTABILIDAD Y COMPLEJIDAD DE LAS COMUNIDADES FAUNÍSTICAS	286
6A.3.2.2.4.	CARACTERIZACIÓN GENERAL DE LA FAUNA	286
6A.3.2.3.	ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS ESPECIES DE ANIMALES (SINGULARES, PROTEGIDAS RARAS Y EN VÍAS DE EXTINCIÓN)	288
6A.3.2.3.1.	ESPECIES SINGULARES	288
6A.3.2.4.	DEFINICIÓN DE LOS CORREDORES BIOLÓGICOS O ECOLÓGICOS	291
6A.3.2.5.	CARACTERIZACIÓN DE LA AVIFAUNA	292
6A.3.2.5.1.	RIQUEZA DE ESPECIES	292
6A.3.2.5.2.	DESCRIPCIÓN DE LAS POBLACIONES DE AVES	293
6A.3.2.5.3.	REFUGIOS Y HÁBITATS DE AVES	295
6A.3.2.5.4.	DESCRIPCIÓN DE LAS RUTAS MIGRATORIAS	296
6A.3.2.5.5.	ÁREAS DE NIDIFICACIÓN Y CRÍA	298
6A.3.3.	PROTECCIÓN DEL MEDIO BIOLÓGICO	299
6A.3.3.1.	ÁREAS PROTEGIDAS	299
6A.3.3.2.	ASPECTOS Y VALORES ECOLÓGICOS	299
6A.3.4.	PRINCIPALES PROBLEMAS Y AMENAZAS AMBIENTALES	300