

## 6B. 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 4 al 6 de febrero de 2003. Durante este tiempo se visitó el corredor de la línea 230 kV conocidos como Panaluya (Río Hondo) – Frontera con Honduras.

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.

Por otra parte el tramo Panaluya - Frontera con Honduras se localiza en los departamentos de Zacapa y Chiquimula. El corredor del Proyecto se extiende desde elevaciones de 190 a 602 m.s.n.m. y se localiza en la cordillera central. El medio ambiente en este corredor está intervenido debido a la utilización del área como campos agrícolas, áreas de potreros y edificaciones.

El antecedente de este estudio lo representa el Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) a escala regional que fue presentado en 1997.

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.

### 6B.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 km<sup>2</sup>, 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 km<sup>2(1)</sup>, de los cuales 108.406 km<sup>2</sup> corresponden a área terrestre y 744 km<sup>2</sup> 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 6B.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 Andes<sup>2</sup>, 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.

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

<sup>2</sup>Ídem.

Más de la mitad de los guatemaltecos dependen de las montañas como fuente de agua dulce. Del total del país, 744 km<sup>2</sup> 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 6B.1.1. El Mapa 6B.1.2 muestra los municipios que se encuentran dentro del área de influencia directa del Proyecto.

Cuadro 6B.1.1: Municipios y pueblos abarcados en el área de influencia del Proyecto

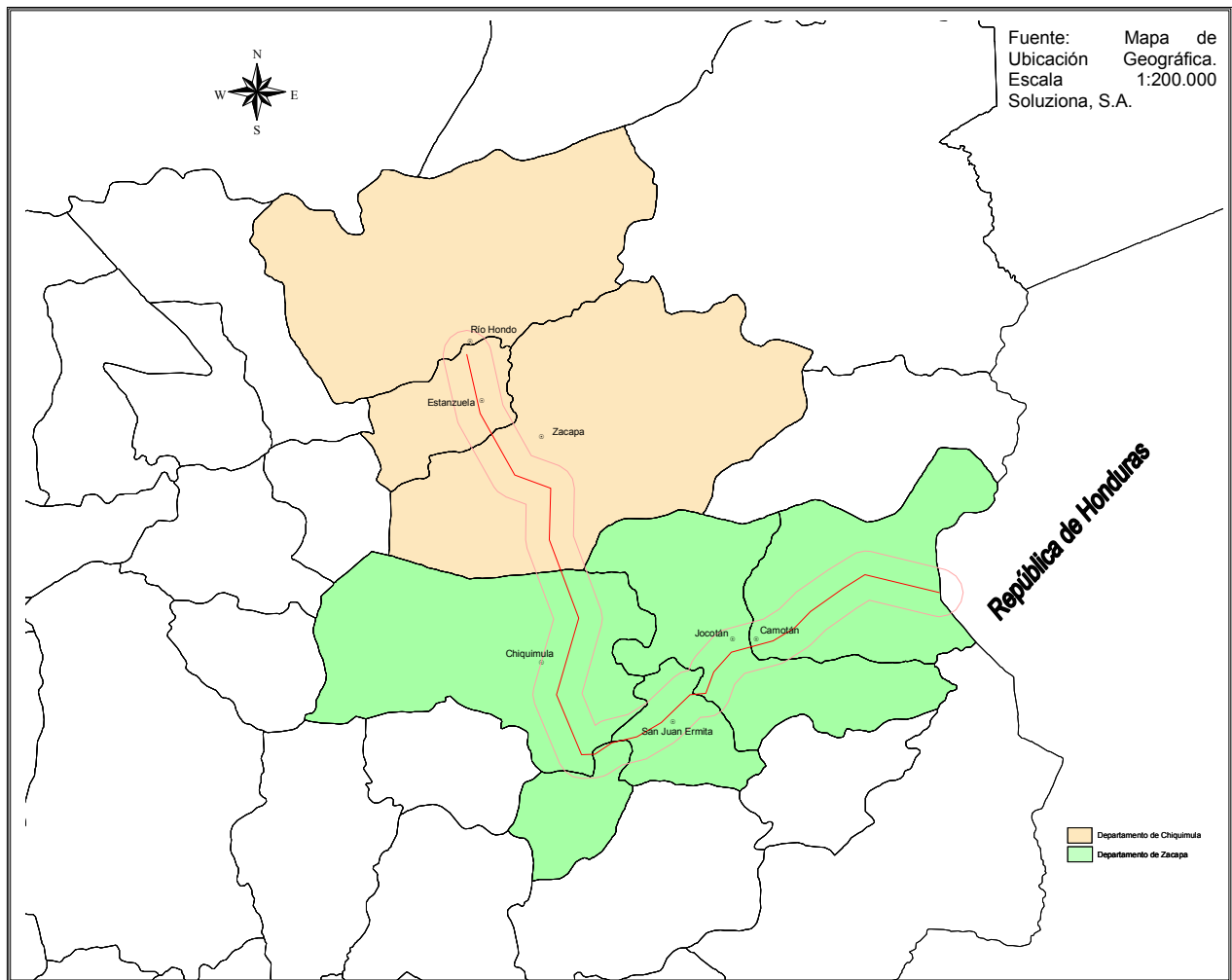
RUTA II, PANALUYA – FRONTERA CON HONDURAS				
DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	PUEBLO	COORDENADAS UTM (m)	
			ESTE	NORTE
Zacapa	Río Hondo	Río Hondo	866.850	1.665.000
	Estanzuela	Estanzuela	869.550	1.659.500
	Zacapa	La Fragua	871.500	1.655.400

RUTA II, PANALUYA – FRONTERA CON HONDURAS				
DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	PUEBLO	COORDENADAS UTM (m)	
			ESTE	NORTE
		Zacapa	872.550	1.656.500
		Llano de Piedra	869.850	1.654.000
		Santa Rosalía	874.000	1.652.450
		Santa Lucía	874.000	1.650.000
		Agua Blanca	873.450	1.649.350
Chiquimula	Chiquimula	El Ingeniero	874.850	1.642.500
		Petapilla	874.000	1.639.900
		San Antonio	877.100	1.639.500
		El Morral	876.500	1.638.500
		Chiquimula	872.900	1.637.500
		Labor Ponderosa	873.350	1.635.350
		San Esteban	874.500	1.632.100
		Vado Hondo	876.450	1.630.000
		Santa Elena	877.200	1.628.150
		El Pinal	877.700	1.630.850
		San Jorge	879.000	1.630.950
	San Jacinto	Jocotal	879.000	1.629.450
	San Juan Ermita	Ticanlú	880.750	1.630.750
		Veguitas	881.500	1.631.800
		Vuelta El Roble	882.950	1.631.450
		Los Planes	883.200	1.632.250
		Minas Abajo	883.000	1.633.600
		San Juan Ermita	884.100	1.633.500
		Buena Vista	883.650	1.634.000
		Caulotes	883.950	1.634.850
		Zarzal	884.100	1.635.500
		La Ceibita	886.100	1.634.000
	Jocotán	Las Cruces	886.850	1.635.000
		Tesoro	887.500	1.634.500
		La Quebrada	885.500	1.636.850
		Oquén	885.900	1.637.850
		Los Vados	887.550	1.636.500
		Escobillal	886.900	1.637.850
		Tierra Blanca	888.100	1.637.500
		Tisubín	888.950	1.638.200
		Jocotán	888.850	1.639.800
	Camotán	Camotán	890.450	1.639.850
		Pajcó	892.150	1.641.000
		Brasilar	893.100	1.640.600
		Tisipe	894.350	1.639.850

RUTA II, PANALUYA – FRONTERA CON HONDURAS				
DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	PUEBLO	COORDENADAS UTM (m)	
			ESTE	NORTE
		Petentá	895.850	1.640.250
		Los Hernández	891.600	1.641.900
		Lelá Obraje	894.650	1.643.250
		Lelá Chancó	897.100	1.642.950
		El Cuje	896.950	1.643.750
		El Mineral	897.100	1.644.000
		Quesera	899.450	1.643.500
		Shupá	899.950	1.645.000
		La Libertad	901.450	1.645.000
		Despoblado	901.000	1.644.000
		San Antonio	902.100	1.645.350
		Tajún	902.950	1.643.500
		Caparjá	904.850	1.643.250
		Anisillo	904.000	1.645.450
		Roblar	904.200	1.642.850
		El Carrizalito	906.050	1.642.800
		El Florido	906.250	1.643.800

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

La línea de interconexión en la Ruta Panaluya – Frontera con Honduras atravesará a dos departamentos, los cuales tienen particularidades especiales en cuanto a cultura y situación socioeconómica que se estudiarán a profundidad más adelante. Estos departamentos son: Zacapa y Chiquimula, los que se pueden ver en el mapa siguiente.



Mapa 6B.1.2. Municipios dentro del área de influencia en la Ruta II, Panaluya – Frontera con Honduras.

Esta ruta no atraviesa a los municipios por igual, ya que el corredor se ha trazado tomando en cuenta factores diversos, por ello cada municipio de estos será afectado en proporción territorial distinta.

Entre los municipios involucrados están el propio Zacapa, Estanzuela y Río Hondo. En cambio en el Departamento de Chiquimula los municipios que son afectados por la línea de transmisión y su área de influencia son: Chiquimula, San Juan Ermita, San Jacinto, Jocotán y Camotán.

## 6B.2. MEDIO FÍSICO

### 6B.2.1. GEOMORFOLOGÍA

Con base a la bibliografía, la clasificación que se presenta se basa en el principio de unidades morfotectónicas 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 morfotectónicas 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 encuentran las Sierras del Norte de América Central

De acuerdo con la literatura el grupo central de las Sierras del Norte de América Central lo forman la Sierra Madre del Sur de Chiapas, las Sierras de Chuacús, Las Minas y El Mico en Guatemala, la Sierra de Omoa y Merendón entre Guatemala y Honduras y la sierra de nombre de Dios en Honduras. Algunas de estas sierras han recibido varios nombres más generales, tales como Cordillera Central de Guatemala (McBirney, 1963).

Están formadas principalmente por rocas metamórficas y sedimentos del Paleozoico, batolitos graníticos, rocas ultramáficas y, en menor grado por rocas sedimentarias mesozoicas. En los valles se encuentran sedimentos clásticos terciarios de origen continental y extensos depósitos de pómez (Termer, 1936, Rode, 1965). Estructuralmente, corresponde al entrepais que forma

el núcleo central del sistema de montañas Laramídico, y está caracterizado principalmente por sierras altas y abruptas separadas por extensos valles longitudinales controlados por las principales zonas de fallas, como son las de Polochic, Motagua y Chamalecón, a lo largo de los cuales corren los ríos de estos mismos nombres.

La bibliografía ha documentado que el terremoto del 4 de febrero de 1976 se originó en el valle del río Motagua y que impactó un área alrededor de 100.000 km<sup>2</sup>. Con base a las observaciones de campo se conoce que es una falla de desplazamiento en el rumbo horizontal con sentido izquierdo. Las fallas de San Agustín y la falla del Motagua tienen una extensión lineal de 300 km. Las referencias muestran grietas en el terreno en una región de depósitos aluviales no consolidados a lo largo del río Motagua, cerca del pueblo conocido como Quebradas, localizado en la parte baja del Valle del Motagua. También fueron documentados problemas de liquefacción y consolidación del suelo, observados al lado del lago Amatitlán distante del epicentro, así como viviendas sumergidas en el agua por el fenómeno de liquefacción. Otra de las manifestaciones de la actividad se observó en la deformación del terreno en Gualán Zacapa y presencia de roturas de la falla al pasar por tierras cultivadas, cerca de Las Ovejas, como también rieles doblados en Gualán, Departamento de Zacapa.

Con respecto a la falla de Jocotán que sigue dirección este en Guatemala y en Honduras, ésta es una falla normal. Ésta desaparece en las rocas volcánicas Cuaternarias cerca de Jalapa y podría extenderse en Honduras tan lejos como San Pedro Sula. La falla ha estado activa en varios periodos desde el inicio del tiempo Cretácico y quizás mayor. Esta falla se caracteriza porque constituye la separación de las viejas rocas metamórficas al norte de las más jóvenes del Cretácico y en los sedimentos del Terciario en el sur, pero además es el límite sur de los grabens de Chiquimula y Jocotán.

En Jocotán el movimiento de la falla ocurrió durante el tiempo Albion, al final del tiempo Cretácico y durante el tiempo Terciario avanzado o en el tiempo Cuaternario reciente. Los movimientos a lo largo de la falla podrían haber ocurrido tan recientes como en el tiempo Pleistoceno Medio, en el avanzado Terciario o Cuaternario. Flujos de basalto y riolita arrojados a lo largo de la falla están inalterados pero las fallas menores son abundantes en las capas

superiores Subinal y las capas bajas del Grupo Padre Miguel compuesto de toba y piedra arenisca. Esta falla, a diferencia de la del Motagua, no se encontró reportes de asociación a un comportamiento activo.

Se indica en la literatura que algunos aspectos fisiográficos, aún no bien estudiados, muestran que las sierras han sido levantadas en tiempos recientes, lo cual ha acelerado los procesos de erosión y acentuado lo abrupto de su topografía. Dentro de estos aspectos puede situarse una vieja superficie de erosión que ha sido levantada, de la cual aún se encuentran vestigios en la parte alta de la Sierra de las Minas (área de Chilascó), así como las terrazas del Valle del río Motagua y las del valle de Salamá (Rode, 1965).

Dentro de este tipo de esta división se desarrolla la línea 230 kV que parte desde Panaluya a El Florido.

#### 6B.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.

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 Alvarez (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.

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).

Las principales fallas longitudinales son las que controlan los valles de los ríos Negro, Polochic y Motagua, en Guatemala, las que tienen un rumbo de este a oeste en la parte central, de N 70°-60° W en su parte occidental y de N 60° E hacia el oriente. Desde los primeros estudios de Sapper (1899), se reconoció la existencia de estas fallas. En 1922, Taber hizo ver que tales fallas son la extensión de las que controlan la Fosa de Bartlett y consideró que su origen debe estar relacionado. La extensión de ambas zonas de falla hacia el occidente es poco conocida. La zona de Polochic continua por el río Selegua y luego entra a México, donde ha sido poco estudiada. La zona de fallas del Motagua en su parte occidental, está cubierta por rocas volcánicas del Cuaternario de acuerdo con la historia geológica de las zonas de afallamiento regional (Dengo, 1968).

En el estudio se señala que tanto al norte como al sur de estas fallas existen otras paralelas, entre las cuales las más prominentes son las que controlan el valle del río Chamelecón en Honduras y que se extienden hacia el oeste en el territorio guatemalteco, donde se les conoce como falla de Jocotán (Crane, 1966).

Ubicado en este sector de fallamiento se encuentra el valle de Jocotán-Camotán que es un pequeño graben, que fue formado en el Mio-Plioceno, tiempo contemporáneo con la formación de bloques fallados y graben en el sureste de Guatemala. El fallamiento de bloques es un fenómeno de finales del Terciario y Cuaternario en el sureste de Guatemala. Los graben asociados con los valles de Chiquimula, Zacapa y Jocotán son estructuras de finales del Terciario. El fallamiento de bloques en Jocotán, como también el desplazamiento de la zona de la falla de Jocotán ocurrieron después de la deposición de las facies Puente y previo a la deposición de la facies más joven de la Formación Subinal.

En el graben de Jocotán-Camotán se produjeron acumulaciones posteriores de capas roja, ceniza volcánica, basalto y flujos de riolita que ocultaron los márgenes del graben original. Elementos del conglomerado cuaternario están expuestos solo en el banco norte del Río Grande (Río Jocotán), donde ellos se descubren en las escarpas. Las fallas que limitan el graben en el este y oeste están descubiertas en el río, el margen sureste del graben es probablemente coincidente con los manantiales calientes del valle.

Las fallas limitando este graben son las fallas más jóvenes en la región de Jocotán-Timushán. Ellas son probablemente contemporáneas con los últimos movimientos en la zona de falla del valle del Motagua. Los conglomerados del período Cuaternario probablemente son también expuestos en el río Motagua al norte de Zacapa. Estas estructuras, los manantiales termales y los severos terremotos ocurridos en los años 1765, testifican la continua actividad tectónica del oriente de Guatemala, sector que se corresponde con la dirección del corredor de la línea 230 kV que va de Panaluya a la Frontera con Honduras.

### 6B.2.3. LITOLOGÍA

En cuanto a la litología en el tramo Panaluya - Frontera con Honduras se encontraron, de acuerdo con el mapa geológico (ver Mapa 3B), las siguientes unidades:

- Qal: aluvión cuaternario en el valle del río Motagua, desde Río Hondo hasta el poblado de La Fragua, en donde se encuentra la falla del mismo nombre. Así como también en el valle del río Grande de Zacapa, las quebradas Agua Blanca y La Leona. También estos depósitos se encuentran desde Petapilla hasta Vado Hondo en los valles de los ríos San José y Shutanque y de las quebradas de Sasmó, Las Minas, de Xororagúa, Saspán, de Sabana Grande, Chuquin y Morguán.

Estos depósitos de aluvión se presentan a lo largo del estrecho valle del río Carar en su recorrido desde Los Planes hasta Jocotán. De igual manera se encuentran en el valle de la quebrada Torjá.

- Tg: cretácico terciario- formación Guastatoya-arenisca y conglomerado de carácter tobáceo y piroclástico.
- Plo: granate, estaurita, esquisto silimanítica, gneis bandeado, anfibolita, migmatita ubicados al norte y sur de Llano de Piedra.
- Plog: granodiorita foliada al sur de Puente Blanco.
- Ti: Plutón Chiquimula- granodiorita, adamelita, granito presentan en el Cerro Miramundo y cerros adyacentes como Melocotón.
- Tpm: Grupo Padre Miguel- No diferenciado incluye basalto, toba felsítica y flujos, tobas depositadas por agua y lutita tobácea presentes en cerros entre la quebrada Las Palmas y la Quebrada Petapilla y cerros de San Miguel y San Antonio.
- Qb: Basalto - flujos de basalto olivino, ceniza basáltica y conos presentes en el Cerro Común Viejo y los cerros que definen cuenca alta de la Quebrada La Lima y el foco volcánico presente en El Astillero.

- Psr: Grupo Santa Rosa- filitas y esquistos; en menor grado cuarcita y gneis en cerros con altitudes de 600 m.s.n.m. en el sector de Vado Hondo.
- KTsj: Cretácico Terciario-Formación subinal-Facies San Jorge, capas rojas. Esta formación es paralela a la falla de Jocotán.
- TQss: Arenisca blanca- Grupo Padre Miguel en las partes más bajas del cerro El Plan del Conejo.
- Kc: calizas lutitas y dolomitas-formación Cobán. Formación Cobán presente en los complejos montañosos al sureste de la falla de Jocotán que incluye cerros como El Cute. La Ceiba y el Bosque.
- PPsr: filita-Grupo Santa Rosa, extendida en los cerros incluidos en el tramo de Vado Hondo hasta San Juan Ermita y los del área de influencias de Camotán a Brasil.
- TQr: coladas riolíticas-Grupo Padre Miguel concentradas en Ticontú como en el cerro El Ahorcado y al sur de la falla de Jocotán sobre laderas de cerros.
- Qcg: conglomerado en Graben de Jocotán, limitado por dos fallas inferidas ubicadas al noreste de Jocotán.
- Ktsa: lajas conglomerado calizo - facies San Antonio inmersa dentro del Valle de Jocotán .
- Upm: metamórficas-filitas, clorita, cuarcitas y micaesquistos. Ubicada al norte de los depósitos de aluvión del valle de Jocotán.

- Ky: caliza, lutita y arenisca. Grupo Yojoa limitado por la falla de Jocotán en su aproximación a El Florido.
- Kti: rocas plutónicas
- TQlb: basalto y lahar no diferenciado en las estribaciones del Cerro el Plan del Conejo en la aldea de Jocotal.
- KTlp: Facies La Puente – capas rojas – en El Amatillo y La Mina
- TQss – arenisca blanca, TQb – coladas basálticas, TQt – toba riolítica; forman parte de la formación Padre Miguel y se presenta en los cerros que bordean el valle de Jocotán en su límite oriental
- TpmB – Grupo Padre Miguel en el sector de Valle Hondo al sur de la falla de Jocotán. Coladas y diques basálticos, incluye depósitos tipo lahar en la esquina sureste
- TpmA – arenitas volcánicas, fluviales y lacustres
- Formaciones Terciarias Grupo Padre Miguel al sur de la falla de Jocotán en complejos montañosos

#### 6B.2.4. EDAFOLOGÍA

##### 6B.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 los corredores de la línea 230 kV.

#### 6B.2.4.2. CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS

Los suelos identificados en este tramo basados en la correlación de Series de Suelos de Simmons y otros(1959), revisadas por el MAGA (2000), con la clasificación taxonómica a nivel de Suborden incluyen a:

Suelos de valles	Psamments - Orthents
Suelos Salamá	Orthents - Psamments
Suelos Capucal	Ustepts
Suelos Zacapa	Usteps - Ustalfs
Suelos Jigua	Usteps - Orthents
Suelos Jalapa	Orthents - Ustepts
Suelos Chol	Orthents

Suelos Subinal	Orthents - Ustepts
Suelos Tahuainí	Ustepts - Ustalfs - Orthents

En esta ruta se identificaron los siguientes órdenes: Entisol, Inceptisol y Vertisoles (ver Mapa MG-4B).

- Entisoles

Estos suelos se caracterizan porque la evidencia de desarrollo del perfil es poca o ninguna, situación que se presenta también en los horizontes. La condición de poco desarrollo señalado se atribuye a las condiciones extremas como el relieve, el cual influye en los procesos de erosión o desposición de materiales tanto minerales como orgánicos. Además de lo anterior, se suma el exceso de humedad. De acuerdo con el elemento relieve, estos suelos se pueden localizar tanto en áreas muy accidentadas (cimas montañosas y volcanes) como en partes planas. Lo anterior es consistente con la ubicación en el medio natural en donde se encuentra asociado a complejos montañosos y terrenos planos dentro del trazado.

En cuanto a los subórdenes se identificaron dos: Orthents y Psamments.

De acuerdo con la Primera Aproximación al Mapa de Clasificación Taxonómica de los suelos de la República de Guatemala elaborado por el MAGA (2000); se indica que los suelos pertenecientes al suborden Orthens se caracterizan porque presentan una profundidad variable. Sin embargo, es posible encontrar la gran mayoría con características de suelos poco profundos. Además es posible que exhiban cualidades de suelos muy poco profundos. Lo anterior, lo confirman los reportes del MAGA (2000), que señalan que una gran cantidad de Orthens en Guatemala, no son apropiados para actividades agrícolas, sobre todo cuando están en superficies inclinadas.

Con respecto al manejo de estos suelos la bibliografía señala que una gran cantidad de ellos, no son apropiados para actividades agrícolas cuando ocupan superficies inclinadas. Las limitaciones de los suelos incluyen: la poca profundidad efectiva, pedregosidad interna y los

afloramientos rocosos. El principal uso se centra en la producción forestal o sistemas agroforestales.

El suborden Psamments representa suelos arenosos que predominan en relieves poco inclinados y con menos del 35% de fragmentos rocosos. Los suelos se destacan porque se encuentran en áreas cercanas a ríos o en áreas de actividad volcánica reciente por la ausencia de capas deposicionales de materiales minerales en su interior. Es común encontrar en estos suelos, bosques de galería y cultivos. Cuando son utilizados para actividades agrícolas los agricultores guatemaltecos les denominan suelos de vega (MAGA, 2000).

La productividad de estos suelos está determinada por la pedregosidad, la baja fertilidad y la disponibilidad de agua, ya que retienen poca humedad.

- Inceptisoles

Estos suelos se caracterizan por ser son muy incipientes o jóvenes, en ellos no se observan indicadores de un fuerte desarrollo de sus horizontes, sin embargo están más desarrollados que los entisoles. Se les encuentra en una diversidad de climas y materiales originarios. Dentro de estos se encuentra el suborden Usteps, que son suelos que están secos interiormente, entre 90 y 180 días del año.

Se caracterizan por presentar deficiencia de humedad y estar localizados en regiones de baja precipitación. El agua constituye una limitación para la producción de más de una cosecha de cultivos anuales o de ciclo corto.

- Vertisoles

Los suelos clasificados dentro de este orden presentan altos contenidos de arcilla expandible desde la superficie. Las características que los identifican son: alto potencial de fertilidad, presencia de grietas profundas en todo el perfil, durante la época seca, y su plasticidad cuando están húmedos.

Estos suelos tienen limitaciones para la labranza por el comportamiento antes señalado en condiciones de sequía y humedad. Con el fin de controlar las limitaciones físicas señaladas es necesario regular el contenido de humedad.

Los vertisoles se localizan en relieves planos o bien de suave a moderadamente ondulados. Dentro de este orden se encuentra el suborden Usterts que corresponde a los vertisoles que permanecen secos entre 90 y 180 días del año en su interior, con lo cual evidencian su deficiencia de humedad.

Según la clasificación de Simmons en la línea base de Panaluya a la frontera con Honduras se presentan los siguientes suelos:

Suelos Chol (Chg): se encuentran en relieve escarpado, tienen origen en esquisto, poseen drenaje rápido. El color de los suelos es café grisáceo; textura franco arenoso fina; suelta y su espesor es de 10 cm. El subsuelo es de color café o café rojizo, consistencia suelta, textura franco arcillosa o franco areno gravosa y espesor de 20 a 30 cm.

En relación a las características que influyen su uso se puede señalar que poseen declives dominante de 25 a 40%, drenaje rápido y baja capacidad de abastecimiento de agua. Con respecto al peligro de erosión es alto, su fertilidad es baja y los problemas asociados a su manejo incluyen la tendencia a la erosión.

Suelos Jalapa(JI): suelos ubicados en relieve escarpado, drenaje bueno, provienen de ceniza volcánica cementada de color claro. El suelo superficial es de color gris oscuro; textura franco arenoso fina y espesor de 10 a 15 cm. El subsuelo es de color amarillo grisáceo, consistencia friable, textura franco arenoso fina y espesor de 20 cm.

Estos suelos tienen declives dominantes de 15 a 25%, su drenaje es rápido y su capacidad de abastecimiento de agua es muy baja. El peligro de erosión es alto, su fertilidad natural es regular y los problemas asociados a su manejo señalan sequía y tendencia a la erosión.

Suelos Jigua (Jg): suelos en relieve escarpado con drenaje malo. Su roca madre es la andesita. El suelo superficial es negro, su textura es arcilla plástica, con espesor de 30 cm. El subsuelo es de color café amarillento, consistencia plástica, textura arcilla y espesor de 15 a 20 cm.

Los suelos Jigua poseen un declive dominante de 20 a 40%, su drenaje es lento y capacidad de abastecimiento de humedad baja. El peligro de erosión es muy alto, su fertilidad natural es regular y el problema principal asociado a su manejo es la tendencia a la erosión.

Suelos Tahuainí (Ta): se encuentran en relieves fuertemente ondulados a escarpado. El suelo superficial es de color café oscuro, drenaje bueno, textura franco limosa friable y espesor de 15 cm. El material que les da origen es toba, breccia o porfirita andesita. El subsuelo es de color café rojizo, consistencia friable, textura arcilla y espesor aproximado de 90 cm.

Suelos con declives dominantes de 20 a 40%, su drenaje es moderado y su capacidad de abastecimiento de humedad es alta. El peligro de erosión es alto, su fertilidad es baja y los problemas asociados a su manejo consideran el aumento de fertilidad y la tendencia a la erosión.

Suelos en valles no diferenciados (Sv): incluyen áreas donde no predomina una clase particular de suelo. Tienen áreas de terreno valioso para la agricultura.

Suelos Zacapa (Za): el material madre lo constituye el granito o “gneis” intemperizado; se encuentran en relieve escarpado. Su drenaje interno es bueno. El suelo superficial es de color café, textura franco arenoso, fina y friable, el espesor aproximado es de 15 cm. Las características del subsuelo indican que este tiene color café rojizo, su consistencia es friable dura cuando seca, textura arcillosa y espesor de 30 cm.

Los suelos Zacapa ocupan relieves escarpados y los afloramientos del material madre son comunes. No son recomendables para cultivos limpios, pero pueden usarse para praderas y bosques. En estos suelos se observa un declive dominante de 20 a 30%, poseen un drenaje

moderado y su capacidad de abastecimiento de agua es baja. El peligro de erosión es muy alto, la fertilidad natural es baja y los principales problemas relacionados con su uso incluyen el aumento de la fertilidad y la tendencia a la erosión.

Suelos Capucal (Cp): ocupan relieves escarpados y tienen su origen en esquistos arcillosos. El drenaje es lento y el suelo superficial es de color café grisáceo, de textura arcilla friable y espesor de 20 cm. El subsuelo es color café grisáceo oscuro, consistencia plástica y espesor de 15 cm.

Los suelos Capucal poseen declives de 45 a 55%, su drenaje es lento y su capacidad de abastecimiento de humedad es regular. Al ser desprovistos de su cobertura vegetal presentan peligro de erosión muy alta, su fertilidad es regular y la tendencia a la erosión es el principal problema asociado a su uso.

Suelos Subinal (Sub): ocupan relieves escarpados, su drenaje interno es bueno y provienen de mármol o calizas. El suelo superficial es de color café muy oscuro a negro, textura arcillosa y espesor de 10 a 25 cm, el subsuelo es roca sólida.

Suelos con declives de 10 a 30%, drenaje rápido y capacidad de abastecimiento de humedad baja. Los peligros de erosión son altos, su fertilidad es alta y los problemas asociados con su uso incluyen la pedregosidad y el combate de la erosión.

#### 6B.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.

En la línea base se observaron principalmente las siguientes capacidades agrológicas de los suelos.

Clase II: tierras cultivables con pocas limitaciones, aptas para cultivos bajo riego, relieve plano, ondulado o suavemente inclinado, alta productividad de manejo moderadamente intensivo.

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.

En los primeros tres tramos de la ruta Panaluya - Frontera con Honduras predominan las clases II, III y IV. Además de las clases antes señaladas se encuentra poca extensión de las clases VI y VII.

En los tramos 4, 5 y 6 (inicia en Vado Hondo y termina en El Florido) existe mayor presencia de la clase VII y en menor cantidad las clases III y VIII. La extensión de cada clase puede observarse en el MapaMG-10B).

□ 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).

#### 6B.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 km<sup>2</sup> (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 km<sup>2</sup> (31% de la superficie total del país). Las restantes diez cuencas desembocan al Golfo de México y comprenden un área de 50.803 km<sup>2</sup> (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 Izábal. 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 km<sup>2</sup>). 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 refleja en el Cuadro 6B.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.

Sobre la base de la composición geológica, la cobertura vegetal y las categorías de recarga hídrica presentadas por Muñoz, PAFG, 1998 se puede concluir que el comportamiento de las aguas subterráneas en la Ruta II, Panaluya – Frontera con Honduras, se clasifican en: sin cobertura vegetal con promedio de precipitación entre 1.000 a 2.000 mm (al inicio de la ruta) y desde Labor Ponderosa hasta El Florido, sin cobertura vegetal, con precipitación menor a 1.000 mm, en ambos trayectos el origen geológico es roca volcánica.

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

RUTA	VERTIENTE	REGIÓN HIDROGRÁFICA	NOMBRE DE LA CUENCA	ÁREA DE LA CUENCA (km <sup>2</sup> )	ELEVACIÓN (m.s.n.m.)		PENDIENTE MEDIA CAUCE PRINCIPAL (%)	PRECIPITACIÓN (mm)	
					MÁXIMA	MÍNIMA		MEDIA	ANUAL
Panaluya – Frontera con Honduras	Caribe	III	río Grande de Zacapa	2.471	1.660	16	1,73		
			río Motagua	12.670	2.500	0,00	0,51	1.000	2.000

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

#### 6B.2.5.1. RED HIDROGRÁFICA

A pocos kilómetros del inicio del tramo (Panaluya) se encuentra el río Motagua en un área cercana a su parteaguas, siendo éste uno de los primeros obstáculos que deben salvarse.

A medida que se avanza en el recorrido, la línea de transmisión pasa sobre el río Grande de Zacapa y varios de los tributarios. Estos afluentes están compuestos por quebradas y ríos, entre los que destacan la qda. Los Yajes, qda. Seca, la cual se encuentra próxima a Estanzuela, la qda. San Juan, qda. El Cortés, qda. Las Anonas, qda. Vado de Oliva, qda. San Pedro, qda. Agua Blanca, qda. La Leona, qda. Morguán, qda. Chuquinlí, río Shutaque (transcurriendo en una parte del trazado casi paralelamente al río), qda. Urpán, qda. Negra, río Carcar, qda. Torja, qda. Agua Caliente estos últimos se localizan cerca de Jocotán y Camotán, río Camotán en las cercanías de la población El Cuje, qda. Guior, qda. San Antonio y la qda. Sarmí (ver Mapa MG-5B).

Otros cuerpos de aguas superficiales que se encuentran cerca del área de influencia de la línea son las lagunas y lagunetas, de entre las cuales vale mencionar la laguneta Los Yajes por donde la línea pasa a unos 500 m . Esta laguneta está en la jurisdicción del Municipio de Estanzuela dentro de la finca Los Yajes, al sur del río Motagua y de la cabecera municipal Río Hondo.

#### 6B.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 y página web del INSIVUMEH.

Para la ruta Panaluya – Frontera con Honduras se cuenta con información en la estación Puente Orellana. Esta estación se encuentra aguas arriba del Proyecto, sin embargo los caudales registrados en ella dan una idea del régimen hidrológico del río Motagua. Los datos más relevantes del registro de 13 años, hasta 1984, son: caudal promedio anual de 64,04 m<sup>3</sup>/s, el máximo caudal reportado fue de 3.642 m<sup>3</sup>/s evento que se produjo en septiembre de 1979 y

el mínimo fue de 1,05 m<sup>3</sup>/s en abril de 1977. En el Anexo 9 se encuentran los caudales mensuales promedio de todo el registro, se observa la gran variabilidad que existe entre los meses secos y los meses de la estación lluviosa.

En el río Grande de Zacapa se posee información de la estación Camotán. Para el registro de 12 años, hasta 1984, el caudal promedio anual es de 27,01 m<sup>3</sup>/s, la máxima avenida reportada fue de 664,1 m<sup>3</sup>/s en junio de 1974 y el caudal mínimo de 1,65 m<sup>3</sup>/s en mayo de 1969. En el Anexo 9 se encuentran los caudales mensuales promedio de todo el registro, y al igual que el río Motagua los caudales de la estación seca y lluviosa muestran diferencias significativas.

Cuadro 6B.2.2: Características de algunos ríos de la Ruta II, Panaluya-Frontera con Honduras

NOMBRE DEL RÍO	LONGITUD DEL RÍO (km)	PUNTO DE CONTROL	CAUDAL MEDIO EN EL PUNTO DE CONTROL (m <sup>3</sup> /s)
Grande de Zacapa	86.55	Camotán	28.5
Motagua	486.55	Morales	208.7

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

### 6B.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 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 al río Motagua 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 acarrear 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.

Estudios realizados en 1997 y 1998 por la Universidad del Valle de Guatemala indican que las aguas de la cuenca del Motagua se encuentran contaminadas con residuos de plaguicidas. Se encontró que los residuos de plaguicidas organosfosforados predominan en las aguas superficiales durante los primeros meses de la época de lluvia, mientras que ya avanzada la temporada lluviosa, los organoclorados predominan en el panorama (<http://www.concyt.gob.gt/proyectos/fodecyt/resultados/8-97.htm> consultada el 18 de julio de 2003).

#### 6B.2.5.4. HIDROGEOLOGÍA

##### 6B.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 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. Todos los pozos en el valle del río Motagua se consideran biológicamente contaminados. Éste es el resultado combinado de las inundaciones, fenómenos climáticos como el Huracán Mitch y las condiciones pre-existentes provenientes del uso de químicos agrícolas, así como el inadecuado manejo de residuos antes señalado.

□ 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. El valle del río Motagua 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. El valle del río Motagua es una de las áreas agrícolas que poseen la mayor concentración de contaminación agrícola. En estas áreas, 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 Las Vacas drena en el río Motagua contaminándolo de esta forma, así como todos los puntos aguas abajo. El río Motagua ha contribuido a la contaminación de los acuíferos altos en su planicie de inundación baja, durante periodos de inundaciones. La mayoría de los pozos poco profundos y cavados a mano en estas áreas están biológicamente y químicamente contaminados.

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. Únicamente los acuíferos profundos y confinados son considerados seguros y libres de la contaminación biológica y química. Todos los pozos en el valle del río Motagua se consideran biológicamente contaminados.

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 Chiquimula

Las mejores áreas para la exploración de agua subterránea son las ubicadas en los acuíferos aluviales, al norte del departamento. La disponibilidad de agua subterránea dulce presenta grandes variaciones, desde escasa a muy abundante, en esta área, la cual cubre aproximadamente el 10% del departamento. Los acuíferos cársticos de piedra caliza que cubren también el 10% del departamento, producen localmente de escasas a muy grandes cantidades de agua dulce. Estas áreas son favorables para la exploración de agua subterránea y son apropiadas para pozos de bombas manuales y tácticos. La cabecera del departamento, Chiquimula, se encuentra ubicada en esta zona (ver Mapa MG-6B).

→ Departamento de Zacapa

Las mejores áreas para exploración de agua subterránea, aproximadamente el 25% de la superficie del departamento, corresponde a acuíferos aluviales, en esta zona distribuida a lo largo del río Motagua se ubica Zacapa, cabecera del Departamento. Aquí, el agua dulce subterránea está generalmente disponible en muy pequeñas a muy grandes cantidades. Estos acuíferos son apropiados para pozos de bombas manuales y tácticos. Se puede predecir que los pozos poco profundos estarán contaminados en esta área.

A lo largo de la frontera con Honduras se encuentran los acuíferos de piedra caliza que producen localmente de escasas a muy grandes cantidades de agua dulce. El acceso a esta área puede ser un problema debido a que es cárstica. Estos acuíferos son apropiados para pozos de bombas manuales y tácticos (ver Mapa MG-6B).

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.

#### 6B.2.5.5. EMBALSES EXISTENTES Y EN PROYECTO

En esta ruta existe la posibilidad de aprovechar las aguas del río Hondo y qda. La Virgen para desarrollar un proyecto hidroenergético de regulación cerca del área, aguas arriba de su confluencia con el río Motagua. Además existen estudios realizados por el INDE, a nivel de factibilidad, para el aprovechamiento del río Grande o Jocotán, con la instalación de una cadena de proyectos hidroeléctricos.

#### 6B.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.

#### 6B.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 cuenta con información de tres estaciones meteorológicas, ubicadas en las cabeceras departamentales.

Cuadro 6B.2.3: Estaciones meteorológicas en el corredor Panaluya-Frontera con Honduras

ESTACIÓN	COORDENADAS UTM (m)		ELEVACIÓ N (m.s.n.m.)	FUENTE	DATOS REGISTRADOS				
	ESTE	NORTE			P	T	B.S.	H.R.	V.V.
La Fragua *	867.453,88	1.657.091,63	210	INSIVUMEH	X	X	X	X	X
Chiquimula FEGUA **	873.006,56	1.638.680,25	380	PLAMAR	X				
Camotán *	890.510,06	1.641.543,13	471	INSIVUMEH	X	X		X	

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.

#### 6B.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.

Este trazado discurre sobre la región oriental del país, la cual tiene como factor condicionante el efecto de sombra pluviométrica que ejercen las sierras De Chuacus y De Las Minas.

La característica principal de esta región es la deficiencia de lluvia, con marcado déficit la mayor parte del año y con los valores más altos de temperatura. En el Cuadro 6B.2.4 se presenta la distribución de la variable en el tiempo, la cual fue registrada en las estaciones meteorológicas que están dentro del corredor de investigación. Al comparar los totales anuales de estas estaciones con las de otras estaciones en el resto de país, se observa que en la región se registran los mínimos valores anuales de precipitación de todo el país, sobresaliendo la estación La Fragua.

El Mapa MG-9B contiene la distribución espacial de la precipitación en el área que abarca el corredor de esta ruta. Las lluvias anuales medias reportadas están en el rango de 650 mm, registrados en las cercanías de la estación La Fragua, a 1.600 mm en las cercanías de El Florido, frontera con Honduras. Cabe destacar que a medida que el trazado se acerca a la frontera con Honduras las precipitaciones anuales son mayores.



**soluziona**

calidad y medio ambiente

Línea de Transmisión Eléctrica 230 kV del Proyecto SIEPAC-Tramo Guatemala  
Estudio de Impacto Ambiental

---

Cuadro 6B.2.4: Precipitaciones promedios mensuales en las estaciones meteorológicas del corredor Panaluya-Frontera con Honduras

ESTACIÓN	PERIODO DE REGISTRO	PRECIPITACIÓN PROMEDIO MENSUAL (mm)												TOTAL ANUAL
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
La Fragua *	1971-1989	2,0	2,2	4,0	11,8	81,7	153,3	108,4	103,2	124,6	45,2	10,5	5,4	652,3
Chiquimula FEGUA **	-	1,0	1,0	2,0	12,0	70,0	159,0	117,0	119,0	155,0	68,0	10,0	2,0	716,0
Camotán *	1969-1989	4,2	6,2	6,9	22,9	111,5	206,9	141,3	175,0	191,1	71,4	19,5	6,8	963,7

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.

#### 6B.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 6B.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 45,0 °C y la misma se presentó en el mes de marzo en la estación La Fragua, y la mínima es 7,0 °C reportada en el mes de diciembre en dicha estación.

En esta ruta la temperatura media anual varía desde un poco menos de 20 °C hasta los 27 °C. Desde Río Hondo hasta Petapilla la temperatura está alrededor de los 27°C, después de este punto la temperatura del área a la derecha de la línea empieza a disminuir hasta los 20 °C aproximadamente. En esta ruta se observan temperaturas más cálidas (ver Mapa MG-8B).

#### 6B.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.

Este corredor se ubica en un área de altas temperaturas, precipitaciones bajas y mayor cantidad de horas de brillo solar, por lo cual se espera una humedad relativa más baja. Estas características quedan demostrada con el valor medio anual registrado en las estaciones, 70% en la estación La Fragua y Camotán (ver Cuadro 6B.2.6).

Como es de esperarse los últimos meses de la estación seca reportan los valores más bajos de humedad relativa. El mes de septiembre registra el máximo valor anual, 77% en la estación La Fragua y Camotán.

Cuadro 6B.2.5: Temperaturas medias mensuales registradas en las estaciones meteorológicas de la ruta

ESTACIÓN	PERIODO DE REGISTRO	VALOR	TEMPERATURA (° C)												
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
La Fragua	1971-1989	PROM.	25,0	25,9	27,9	29,0	29,1	27,5	27,0	25,8	26,9	26,6	25,9	25,0	26,8
		MÁX.	40,8	41,3	45,0	43,0	43,0	39,7	38,7	38,7	39,4	39,3	38,1	40,5	45,0
		MÍN.	10,0	9,6	10,0	15,0	18,8	16,2	16,5	19,5	18,0	14,5	11,5	7,0	7,0
Camotán	1969-1989	PROM.	23,4	24,2	26,7	27,8	28,2	26,8	26,2	26,3	25,9	25,2	24,2	23,4	25,7
		MÁX.	35,1	36,9	39,0	39,0	38,7	35,6	33,9	34,2	34,4	33,9	34,5	34,1	39,0
		MÍN.	12,8	13,0	14,1	16,2	17,6	19,7	19,0	18,8	18,8	17,0	14,9	12,7	12,7

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

Fuente: INSIVUMEH.

Cuadro 6B.2.6: Humedad relativa mensual registrada en las estaciones meteorológicas de la ruta

ESTACIÓN	PERIODO DE REGISTRO	HUMEDAD RELATIVA (%)												
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM. ANUAL
La Fragua	1971-1989	68	65	62	66	66	74	74	74	77	75	72	70	70
Camotán	1969-1989	70	61	61	61	65	73	73	75	77	75	74	72	70

Fuente: INSIVUMEH.

Cuadro 6B.2.7: Brillo solar mensual registrado en las estaciones meteorológicas de la ruta

ESTACIÓN	PERIODO DE REGISTRO	BRILLO SOLAR (HORAS MENSUALES)												
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM. MENSUAL
La Fragua	1971-1989	231,0	235,2	281,7	261,9	241,4	209,2	239,8	234,8	204,7	221,0	220,3	211,4	232,7

Fuente: INSIVUMEH.



#### 6B.2.6.5. INSOLACIÓN O BRILLO SOLAR

Los meses con más horas de brillo solar son marzo y abril, aproximadamente 9 horas al día. Durante los meses de la estación lluviosa este valor decae a un promedio de 7,5 horas al día de heliofanía registradas.

En el Cuadro 6B.2.7 se muestran los valores de insolación media mensual reportadas en la estación La Fragua, 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 2.400 horas de brillo solar/año hasta 2.800 horas de brillo solar/año, registrándose los máximos valores en el tramo que inicia después de Estanzuela hasta cerca de Tisipe. En los extremos del trazado las horas anuales de brillo solar disminuyen, dándose el mínimo en la frontera con Honduras.

#### 6B.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.

Según el Mapa de Clasificación Climática por Thornthwaite de la República de Guatemala, elaborado por el MAGA (2000) (ver Mapa MG-7B), en esta ruta se encuentran tres climas diferentes, éstos son:

- CA', clima semiseco cuya vegetación natural característica son los pastizales
- BB', clima húmedo con vegetación característica de bosque
- DA', clima seco y vegetación característica de estepa

#### 6B.2.6.7. RÉGIMEN DE VIENTO Y TORMENTAS

#### 6B.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 6B.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
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>

De todas las estaciones ubicadas dentro del corredor de investigación, solamente la estación La Fragua presenta datos sobre la velocidad del viento. Las máximas velocidades se reportan durante los meses de febrero y marzo, estación seca, en los cuales los valores promedios

mensuales superan los 10 km/h (ver Cuadro 6B.2.9). El promedio anual es de 8,0 km/h y según las velocidades mensuales observadas los vientos que soplan durante todo el año están clasificadas, conforme a la escala de Beaufort, como flojito (brisa muy débil). Las características de estos vientos son: se siente en el cuerpo y comienzan a moverse las hojas de los árboles.

Cuadro 6B.2.9: Velocidad promedio mensual registrada en las estaciones meteorológicas de la ruta

ESTACIÓN	PERIODO DE REGISTRO	VELOCIDAD DEL VIENTO (km/h)												
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
La Fragua	1971-1989	9,1	10,4	10,0	8,6	8,6	6,5	7,3	7,6	6,2	6,6	7,5	8,1	8,0

Fuente: INSIVUMEH.

#### 6B.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.
- Tres huracanes que en 1933 dañaron aproximadamente un 37% del territorio nacional.
- Finalmente pueden mencionarse los temporales de 1969 y 1974 causados por los huracanes Francelia y Fifí, provenientes del Mar Caribe y territorio hondureño respectivamente.
- El huracán Mitch afectó principalmente la parte nororiental del país, la parte suroccidental y central aunque en general afectó a todo el país.

### 6B.3. MEDIO BIÓTICO

#### 6B.3.1. VEGETACIÓN

##### 6B.3.1.1. INTRODUCCIÓN

##### 6B.3.1.1.1. IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

Esta área tiene una superficie de 298 km<sup>2</sup> a ambos lados de la líneas de la ruta Panaluya – Frontera con Honduras. 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.

#### 6B.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 Santa Lucía 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.

#### 6B.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 ambas rutas, 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.

#### 6B.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. Esta metodología 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 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 (W<sup>3</sup>tropicos). También se obtuvo información de algunas publicaciones sobre la flora y fauna silvestre de Guatemala.

#### 6B.3.1.2. DESCRIPCIÓN DE LA VEGETACIÓN EN LA LÍNEA BASE

##### 6B.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 vida<sup>3</sup>. La descripción de

---

<sup>3</sup> 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.

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 DAP<sup>4</sup> y el número de las especies.

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. 6B.3.1: Zonas de vida encontradas en la Ruta II, Panaluya - Frontera con Honduras

ABREV.	ZONA DE VIDA	T. MEDIA (°C)	PRECIPITACIÓN (mm)	EVAPOTRANSPIRACIÓN (%)
me-S	Monte Espinoso Subtropical	24 - 26	400 - 600	1,25
bs-S	Bosque Seco Subtropical	19 - 24	855	1,50
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.

<sup>4</sup> Diámetro a la altura del pecho, aproximadamente a 1,3 m.

- Monte Espinoso Subtropical “me-S”

Este tipo de vegetación abarca ambos lados de la línea a la altura de Río Hondo. Atraviesa La Fragua y Zacapa, pasando a lado derecho de Santa Rosalía y cubre una pequeña porción hacia el sur de Agua Blanca al lado izquierdo de la línea; posteriormente al noreste de sitio El Ingeniero atraviesa San Antonio y El Morral, a la izquierda de la línea de transmisión (ver Mapa MG-12B).

A continuación se presenta la descripción de esta zona de vida a nivel nacional incluyendo las características climáticas: presenta escasa precipitación, con temperaturas promedio de 24 a 26 °C y una altitud que varía de 180 a 400 m.s.n.m. Ocupa menos del 1% del territorio nacional con 928 km<sup>2</sup>, que incluyen parte del valle del Motagua, La Fragua, Zacapa y Chiquimula. Con regadíos son posibles los cultivos, especialmente sandía, melón, tomate, chile y tabaco (Holdridge, L. 1997).

- Bosque Seco Tropical “bs-S”

Esta zona de vida se inicia al principio de la línea a ambos lados, ocupando una pequeña fracción de la superficie al lado norte del río Motagua, después incluye las áreas de Santa Rosalía, Santa Lucía, Agua Blanca y El Ingeniero, pasando por ambos lados de la vía alternamente; posteriormente también a ambos lados de la vía se encuentran Chiquimula, Labor Ponderosa, El Pinal y el sureste de Veguitas y finalmente, al noreste de Los Hernández, atravesando Pajcó, El Cuje y Shupá hasta llegar al sureste del río Grande o Camotán (ver Mapa MG-12B).

A continuación se presenta la descripción de esta zona de vida a nivel nacional incluyendo las características climáticas: presenta escasa precipitación de 855 mm, con temperaturas promedio de 19 a 24 °C y una altitud que varía de 0 a 1.200 m.s.n.m. Del territorio nacional comprende el 3,6 %, que equivale a una extensión de 3.964 km<sup>2</sup>, comprende una faja angosta de 3 a 5 km en el litoral Pacífico y parte del valle del Motagua, en Chiquimula, Camotán y Jicotán y parte de Jutiapa. Los terrenos inclinados deben protegerse, para mantener la cubierta vegetal. Los suelos con regadío pueden producir caña de azúcar, frijol, ajonjolí, maní,

melón, sandía, tomate, yuca, chile, loroco, etc., también pueden cultivarse frutales como mango, guanabana y marañón (Holdridge, L. 1997).

- Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical “bh-MB”

Esta zona de vida se inicia al lado derecho de la línea de transmisión, siendo el poblado más cercano El Ingeniero, ocupando una pequeña fracción del área del proyecto, continúa por el Municipio de San Juan Ermita atravesando varios poblados entre los cuales están Buena Vista, El Zarzal, Tisubín y Jocotán, a ambos lados de la línea de transmisión, y finalmente ocupa pequeñas fracciones de forma alterna a ambos lados de la línea incluyendo Lelá, Obraje, El Cuje, Shupá, norte de río Grande y Anisillo (ver Mapa MG-12B).

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 en el rango de 15 °C a 23 ° C. La altitud varía de 1.500 a 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 km<sup>2</sup>. 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).

#### 6B.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.

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

Para el área comprendida entre El Ingeniero y Labor Ponderosa el suelo es de tipo VIII, que indica tierras no aptas para el cultivo, pero sí para parques nacionales, recreación y vida silvestre y protección de cuencas hidrográficas. Se presentan relieves muy quebrados escarpados o playones.

Las clases de vegetación que predominan a lo largo de toda la ruta son los arbustales o rastrojos y los herbazales (ver Mapa MG-13B).

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

SERIES DE VEGETACIÓN /	CLIMA TÓFILAS	TRAMO						
		PANALUYA-ESTANZUELA	LA FRAGUA-SANTA ROSALÍA	EL INGENIERO-LABOR PONDEROSA	VADO HONDO-JICARAL	VEGUITA S-SAN JUAN ERMITA	TISUBÍN-BRASILAR	EL MINERAL-SHUPÁ-EL FLORIDO
	T:	27	28	28	28	28	24	28
	P:	700	500	500	700	1.000	1.200	1.700
	H:	75	65	65	80	80	80	80
Bosques siempreverde								*
Bosque semideciduo						*		*
Bosque deciduo					*			
Bosque espinoso		*	*					
Arbustales o rastrojos		*	*	*	*	*	*	*
Herbazales		*	*	*	*	*	*	*
Potreros			*	*				*
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.

#### 6B.3.1.2.2.1. COBERTURA FORESTAL Y DESCRIPCIÓN DE LA VEGETACIÓN

La cobertura forestal en esta ruta se caracteriza por presentar bosques secundarios y áreas de arbustos, aunque también se encuentran áreas de cultivo intensivo hacia La Fragua y Agua Blanca, en algunas zonas la cubierta vegetal es abundante 100% al 50% en estos puntos, no así en El Ingeniero, Veguitas, Tisubín y Shupá donde ocupa del 30% al 15%. Hacia Estanzuela, Zacapa y Santa Rosalía se observan asociaciones de bosques secundarios y áreas de arbustos que representan entre el 35% y el 20% del terreno (ver Mapa MG-13B).

- Cultivos

Las asociaciones mixtas de cultivos se aprecian en las áreas del Brasilar, El Mineral, Shupá y El Florido, con una extensión aproximada de 35% a 15% del terreno. Las asociaciones latifoliadas de cultivos se observan en algunos puntos sobre la franja que atraviesa Agua Blanca y San Juan Ermita y representan del 25 % al 15% del terreno. Hacia el oeste de Estanzuela, El Ingeniero y Labor Ponderosa no hay cobertura forestal significativa y al norte de San Juan Ermita y Tisubín esta situación es similar.

- Herbazales

Las áreas de herbazales son más dominantes en esta ruta, este estrato presenta bajo porte de 0,5 a 2 m de altura, en las primeras etapas del recorrido a la altura de Panaluya, Estanzuela, La Fragua, Santa Rosalía y Agua Blanca. Estos herbazales presentan especies espinosas propias de bosques secos como lo son: *Acasia collinsii* (cuernito), *Acasia farnesiana* (espino), *Acanthocereus sp.* (cactus), *Cephalocereus sp.* (cactus), *Pereskia sp.* (cactus). Las familias más representativas son: Gramineae (gramíneas) (poaceae), Convolvulaceae (convolvuláceas), Cyperaceae (ciperáceas) y Acanthaceae (acantáceas), con abundancia de las siguientes especies: *Hyparrhenia rufa* (jaraguá), *Brachiaria sp.* (zacate pará), *Panicum sp.* (pasto), *Setaria sp.* (limpia botella, cola de zorro), *Cyperus sp.* (coyolillo), *Rhynchospora sp.*, *Justicia sp.* (justicia), *Ruellia sp.* (petunia salvaje) y *Ipomoea sp.* (bejuco, campanilla).

Las sabanas o herbazales que comprenden las áreas de El Ingeniero, Labor Ponderosa, Vado Hondo, Jicaral y Vegitas presentan alturas de entre 1 a 2 m y las familias de plantas más representativas son: Gramíneas, Cyperaceae (ciperáceas), Compositae (compuestas), Acanthaceae (acantáceas) y Malvaceae (malváceas). De las mismas abundan las siguientes

especies: *Brachiaria* sp. (zacate pará), *Panicum* sp. (pasto), *Hyparrhenia rufa* (jaraguá), *Cyperus* sp. (coyolillo), *Setaria* sp. (cola de zorro, limpia botella), *Bidens pilosa* (aceitilla, mozote), *Blechnum* sp. (helecho) y *Sida* sp. (escobilla).

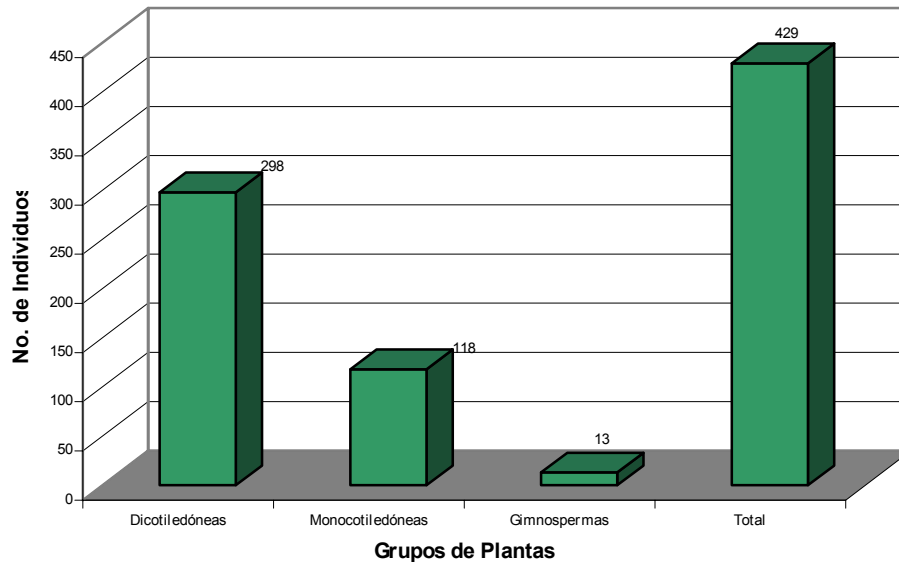
▪ Rastrojos

En las áreas de rastrojo se observan árboles aislados que en su mayoría limitan los linderos de las fincas, de estas especies se destacan: *Crescentia alata* (morro) y *Gliricidia sepium* (madre cacao), estos árboles tienen una altura de 3 a 6 m. También se encuentran especies arbóreas pioneras como: *Bursera simarouba* (palo de jote), *Cochlospermum vitifolium* (pochote, pumpo), *Guazuma ulmifolia* (guácimo), *Apeiba tibourbou* (jocote de mico), *Byrsonima crassifolia* (nance) y *Luehea seemannii* (guácimo macho). Otras especies de la familia Cactaceae (cactus) aisladas como: *Opuntia guatemalensis* (tuna), *Cephalocereus* sp. (cactus) y *Acanthocereus* sp. (pitaya). Las especies de coníferas observadas para esta ruta son: *Pinus oocarpa* (pino ocote), *Pinus caribaea* (pino de costa, pino del Petén) y *Cupressus* sp. (ciprés)

#### 6B.3.1.2.2.2. DIVERSIDAD DE LAS ESPECIES VEGETALES

El total de individuos presentes en ambas rutas es de 429, distribuidos en las siguientes clases taxonómicas: Dicotiledóneas con 298 individuos, Monocotiledóneas con 118 individuos y Gimnospermas con 13 individuos, ver la relación en la siguiente gráfica.

Inventario General de la Flora SIEPAC-Guatemala



La cantidad de individuos registrados está relacionada con la cobertura vegetal del área.

→ 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 especie son: las leguminosas con 27, gramíneas con 17 y euforbiáceas con 9 especies (ver el Anexo 12, Inventario de flora).

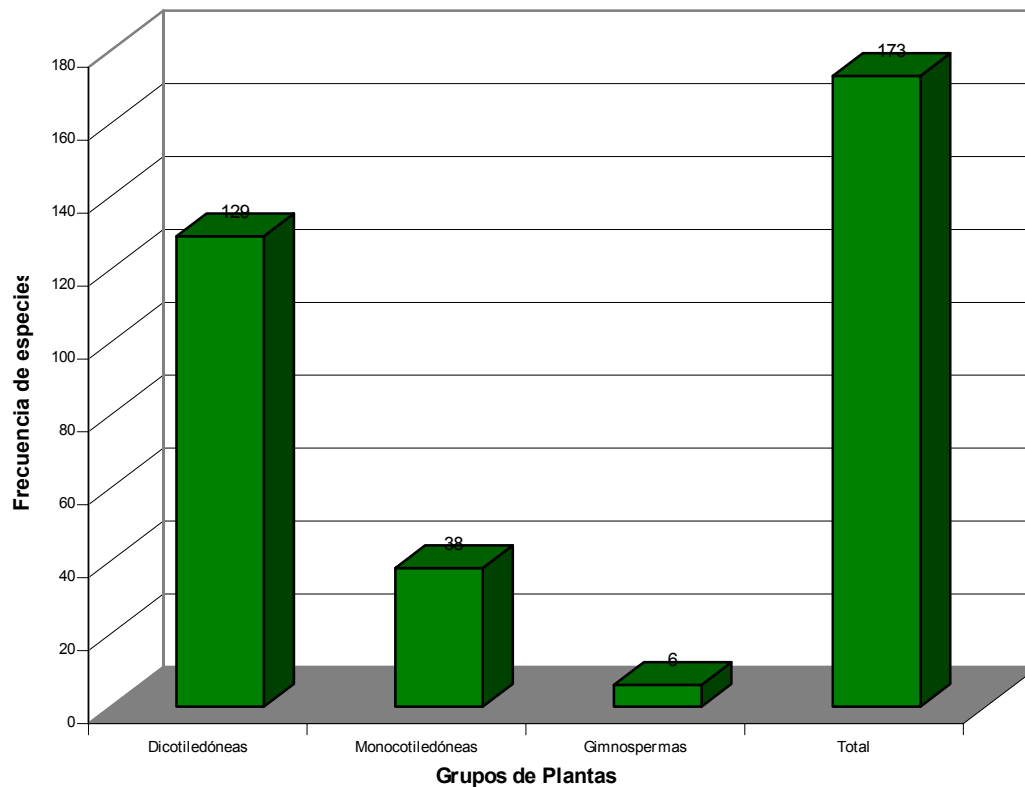
En la familia Leguminosae (leguminosas) el género más representativo es *Acacia* sp. (palo espinudo), el cual se observa en áreas de potrero y montes espinosos secos, estos arbustos tienen espinas que propician asociaciones con hormigas. Entre la especie arbórea más dominante de esta familia están: *Gliricidia 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), *Panicum* sp. (pasto), *Paspalum* sp. (pasto horquilla) 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 173 familias distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos: 129 Dicotiledóneas, 38 Monocotiledóneas y 6 Gimnospermas.

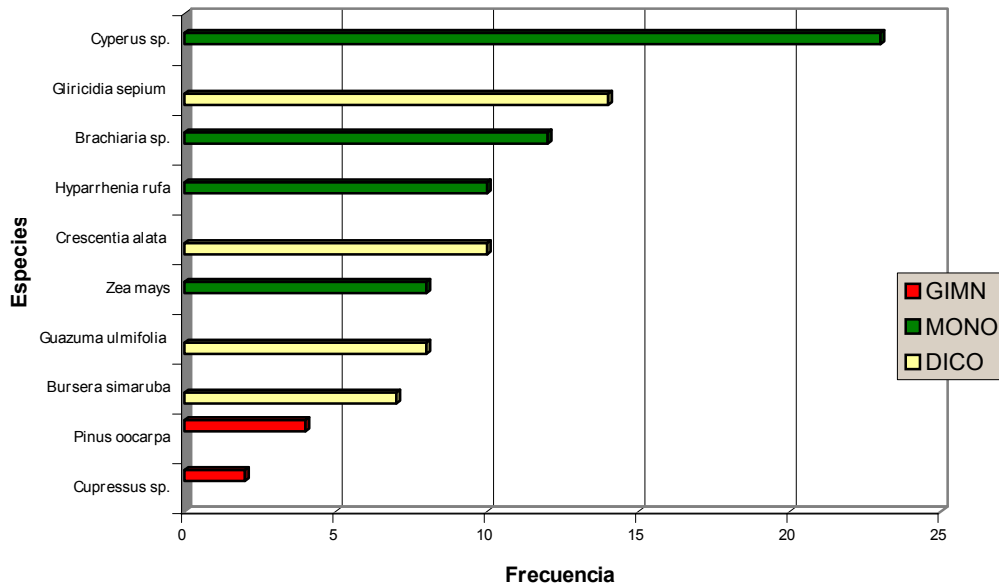
Riqueza de Especies de la Flora en la Ruta II, Panaluya - Frontera con Honduras



→ Especies dominantes de la Flora

En la siguiente gráfica se indican las especies dominantes de esta ruta.

Especies dominantes de la Flora Ruta II, Panaluya - El Florido



Códigos. GIMN: Gimnospermas, MONO: Monocotiledóneas, DICO: Dicotiledóneas

Las especies de monocotiledóneas dominantes para esta ruta pertenecen a la familia de las Gramíneas y Ciperáceas, con los géneros: *Cyperus* sp. (coyolillo), *Brachiaria* sp. (zacate pará) y *Hyparrhenia rufa* (jaraguá), estas especies son pioneras para los estados de sucesión vegetal. Entre las dicotiledóneas dominantes destacan: *Gliricidia sepium* (madre cacao) y *Crescentia alata* (morro), también consideradas como especies pioneras en los primeros estadios de sucesión ecológica.

#### 6B.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 Ecológica de la Vegetación (D. Mueller-Dombois & H. Ellenberg, 1974). Según el documento citado, en la ruta se encuentran los siguientes tipos de vegetación.

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

TIPO DE VEGETACIÓN
Arbustal deceduo latifoliado de tierras bajas en suelos pobres, bien drenados
Arbustal deceduo microlatifoliado de tierras bajas, bien drenadas
Bosque tropical siempreverde estacional mixto submontano
Bosque tropical semideciduo latifoliado sub montano
Bosque tropical semideciduo mixto submontano
Bosque tropical siempreverde estacional mixto montano inferior
Bosque tropical siempreverde estacional mixto montano superior
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 xeromoróficas (D. Mueller-Dombois & H. Ellenberg, 1974).

El Bosque tropical semideciduo latifoliado en tierras bajas, bien drenadas se encuentra a la altura de La Fragua hasta Agua Blanca. Este tipo de vegetación 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, adicionalmente se observan especies suculentas de la familia Cactaceae, entre algunos ejemplos observados en esta área se tiene a: *Acanthocereus pentagonus* (pitaya), *Cephalocereus* sp. (cactus), *Cleistocactus* sp. (cactus), *Opuntia guatemalensis* (tuna) y *Pereskia* cf. *Bleo* (pitaya de árbol). También se observan láminas de herbazales constituidas por gramíneas específicamente.

En los bosques tropicales semideciduos montanos los doseles inferiores están cubiertos por epífitas xerofíticas (D. Mueller-Dombois & H. Ellenberg, 1974), en el área de estudio se observan varias especies de Bromeliaceas epífitas y Orquídeas como: *Tillandsia* cf. *anceps* (epífita), *Tillandsia* sp. (tillandsia, gallito) y *Oncidium* cf. *ampliatum* (orquídea), respectivamente.

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 por Ruta

En esta ruta se cuenta con ocho tipos de vegetación distintas, éstas son: Arbustal deciduo latifoliado de tierras bajas en suelos pobres, bien drenados; Arbustal deciduo microlatifoliado de tierras bajas, bien drenadas; Bosque tropical siempreverde estacional mixto submontano; Bosque tropical semideciduo latifoliado submontano; Bosque tropical siempreverde estacional mixto montano inferior; Bosque tropical siempreverde estacional mixto montano superior y Sistema agropecuario (ver Mapa MG-XB). A continuación se presenta una breve descripción de estos tipos de vegetación.

- Arbustal deciduo latifoliado de tierras bajas en suelos pobres, bien drenados  
Este tipo de vegetación sólo se encuentra al inicio de la línea en una pequeña fracción, después en Agua Blanca, El Ingeniero, Ticanlú, Tisubín y Jocotán, se caracteriza por presentar arbustos de hojas anchas que se caen en ciertas estaciones del año.
- Arbustal deciduo microlatifoliado de tierras bajas, bien drenadas  
Este tipo de vegetación sólo se encuentra al inicio de la línea en el poblado de Río Hondo, se caracteriza por presentar arbustos de hojas delgadas y reducidas que se caen en ciertas estaciones del año.
- Bosque tropical siempreverde estacional mixto submontano  
Este bosque ocupa una gran extensión del área del Proyecto, inicia en Estanzuela en ambos lados de la línea, luego se interrumpe para llegar a la altura de El Ingeniero, cruza por Labor Ponderosa hasta Pajcó y se encuentra al final al norte de Shupá hasta llegar a Tajún. Presenta especies siempreverdes arbóreas y arbustos, los árboles de este tipo de vegetación no poseen helechos epífitos, los arbustos con hojas siempreverdes son frecuentes.

- Bosque tropical semideciduo mixto submontano

Este tipo de vegetación sólo se observa en una pequeña región localizada entre Tisipe y Quesera, presenta árboles y arbustos con hojas perennes y deciduas, las especies epífitas son escasas, y los estratos herbáceos están bien esparcidos.

- Bosque tropical siempreverde estacional mixto montano superior

Este bosque se encuentra desde Llano de Piedra hasta Santa Lucía ambas regiones al lado derecho de la línea de transmisión, la vegetación característica de estos bosques son las especies siempreverdes tanto arbóreas como arbustos de bajo porte y lianas, las epífitas son escasas.

- Bosque tropical semideciduo latifoliado submontano

Este tipo de vegetación se encuentra al sur de Agua Blanca y una pequeña región al lado izquierdo de la línea de transmisión desde Labor Ponderosa hasta Buena Vista, se caracteriza por presentar árboles de bajo porte con hojas semideciduas, generalmente cubiertas por epífitas xerofíticas.

- Bosque tropical siempreverde estacional mixto montano inferior

Este bosque se encuentra reducido al lado izquierdo de la línea en las regiones de Los Planes hasta Las Cruces continuamente, una pequeña porción al noreste de Tierra Blanca y finalmente de Petentá hasta Lelá Chancó, presenta especies siempreverdes de árboles y arbustos de bajo porte, las lianas y las epífitas son escasas.

- Sistema agropecuario

Este tipo de vegetación comprende la mayor extensión a lo largo de la línea, inicia a la altura de Estanzuela, pasa por ambos lados de la línea de transmisión y después va desde el noroeste de El Ingeniero cruza El Pinal continuamente, se interrumpe luego para seguir al norte de Shupá hasta el sur de Tajún donde finaliza en el límite de quebrada Tajón, las especies herbáceas están ampliamente distribuidas y se realizan muchas actividades agrícolas. Se puede decir que esta área se encuentra sumamente perturbada por actividades humanas.

### 6B.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 las dos rutas, se encontraron un total del 10 especies que presentan un estado de conservación.

Cuadro 6B.3.4: Estado de Conservación de las especies estudiadas en la Ruta II, Panaluya – Frontera con Honduras

ESPECIE	FAM	NOMBRE COMÚN	END	CITES	IUCN	LR	RUTA
<i>Acanthocereus sp.</i>	CAC	cactus				* ** ,	II
<i>Aloe vera</i>	LIL	sábila				**	II
<i>Cephalocereus sp.</i>	CAC	cactus				* ** ,	II
<i>Euphorbia sp.</i>	EUP	cactus		2		*	II
<i>Oncidium cf. ampliatum</i>	ORC	orquídea				**	II
<i>Opuntia guatemalensis</i>	CAC	tuna				*	II
<i>Pereskia cf. bleo</i>	CAC	pitaya de árbol				* ** ,	II
<i>Pereskia sp.</i>	CAC	cactus				*	II
<i>Tillandsia sp.</i>	BML	tillandsia				* ** ,	II
<i>Cedrela pacaya</i>	MEL	cedro	En			?	II
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	matilsguate					
<i>Ceiba pentandra</i>	BOM	ceiba					
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.							

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 todas estas especies el género *Euphorbia sp.* (cactus) presenta el mayor estado de conservación, ya que está incluida en el apéndice CITES 2.

El género *Euphorbia sp.* (cactus) es considerado como amenazado si no se adoptan medidas estrictas en cuanto al tráfico del mismo. Este género es conocido comúnmente como

“alacranillo”, se describe como: “arbustos, árboles o hierbas anuales o perennes, por lo general provistas de látex blanco” (PROCYMAC, 2003). La especie de este género que se observa en los bosques espinosos denota hábito de herbácea. A este género se le aducen propiedades medicinales: “El tallo lechoso se usa como tapón de muela, en piezas con dolor” (PROCYMAC, 2003).

Cabe agregar que de acuerdo con las leyes nacionales de Guatemala todas las especies de la Familia Cactaceae están protegidas por ley. Las especies *Opuntia guatemalensis* (tuna) y *Pereskia cf. bleo* (pitaya de árbol), no aparecen distribuidas para Guatemala según los registros electrónicos del Missouri Botanical Garden, lo cual indica que se deben realizar más investigaciones y colectas para actualizar estos registros, con el propósito de poder definir el grado de distribución de estas especies.

#### 6B.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 relictas<sup>13</sup>, endémicas<sup>14</sup>, 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). La misma se observó únicamente en Estanzuela y es de uso maderable.

#### 6B.3.1.2.4.1. ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN

---

<sup>13</sup> **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).

<sup>14</sup> <sup>5</sup> **Endémica:** planta que se considera oriunda del país o región donde crece (Font Quer, P., 1982).

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.

Los bosque de coníferas se observan a la altura de Veguitas y El Florido principalmente. En el área de Veguitas el estrato arbóreo mide de 10-15 m, un estrato arbustivo de 2-3 m, el estrato herbáceo mide de 0,5-1 m en el cual hay especies de las familias solanacea, compositae y gramíneas. Para el área de El Florido se observan rodales de Pinus y árboles mixtos de roble, aceituno, nance, quebrahacha, etc. La altura del estrato arbóreo es de 15 a 20 m.

- 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.

Esta ruta presenta una mayor heterogeneidad de las formaciones vegetales y un estrato arbóreo más alto, la estratificación de las masas vegetales presenta mayor rango de altura.

#### 6B.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 El Mineral y El Florido. En el área de El Mineral el bosque de coníferas tiene una altura de 15 a 20 m. En el sitio El Florido el bosque de coníferas es más heterogéneo, con una altura de 18 a 20 m, entre las especies presentes se encuentra el *Pinus* spp. (pino), también se encuentra un bosque secundario joven donde las especies comunes son: *Tabebuia rosea* (matilisguate) y *Bursera simarouba* (palo de jote).

#### 6B.3.1.2.4.3. GRADO DE INTERVENCIÓN

En ambas rutas el grado de intervención es muy amplio para los distintos tipos de vegetación e inclusive, hay sectores a lo largo de las rutas 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 Panaluya hasta La Fragua, el grado de intervención representa del 50 % al 70 %; a la altura del Ingeniero, Labor Ponderosa y Vado Hondo este porcentaje es del 60 al 80 % y de Veguitas hasta el Brasilar del 10 % al 60 %.

#### 6B.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* y la misma se registró en El Ingeniero y Estanzuela.

Otra especie singular es la *Ceiba pentandra* (ceiba), árbol nacional de Guatemala. Esta especie se observó en Estanzuela, La Fragua, El Ingeniero y Brasilar.

Los bosques de coníferas están representados por el *Cupressus lusitanica* (ciprés).

#### 6B.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 jote), *Guazuma ulmifolia* (guácimo), *Brysonima crassifolia* (nance), entre otras.

#### 6B.3.1.2.5. USOS DIVERSOS DE LA VEGETACIÓN

→ Especies Maderables

Durante el recorrido de campo se registraron un total de 11 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 6B.3.5: Principales especies vegetales de importancia maderable encontradas en la ruta

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	USOS*
<i>Tabebuia rosea</i>	matilisguate, maculiz	Ebanistería y construcción de viviendas
<i>Swietenia macrophylla</i>	caoba	Ebanistería y tallados
<i>Tabebuia guayacán</i>	guayacán, cortéz	Construcción y ebanistería
<i>Cordia alliodora</i>	laurel	Construcción y ebanistería
<i>Hymenaea courbaril</i>	guapinol	Ebanistería y medicinal
<i>Andira inermis</i>	quira	Construcción de viviendas
<i>Astronium graveolens</i>	zorro	Construcción de viviendas
<i>Calophyllum</i> sp.	Santa María	Construcción de viviendas
<i>Cedrela mexicana</i> , <i>C. odorata</i> , <i>C. pacaya</i> y <i>C. Tonduzii</i>	cedro	Ebanistería y tallados
<i>Pachira quinata</i>	ceiba roja	Construcción de viviendas y ebanistería
<i>Pinus caribaea</i> , <i>P. oocarpa</i> , <i>P. montezumae</i>	pinos	Construcción de viviendas y tallados

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

Para el área del Proyecto se observaron 28 especies de plantas que tienen propiedades medicinales, algunos usos aparecen en el siguiente cuadro:

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

ESPECIE	RUTAS	NOMBRE COMÚN	USOS*
<i>Acalypha guatemalensis</i>	II	hierba del cáncer	Desinfectante, granos y hongos.
<i>Aloe vera</i>	II	sábila	Infecciones cutáneas y para estimular la cicatrización de heridas
<i>Andira inermis</i>	I,II	chaperno	Las flores son purgativas y febrífugas
<i>Anacardium occidentale</i>	I,II	marañón	Se usa la corteza en infusión contra la diabetes y se usa el zumo del fruto para aliviar problemas en la garganta
<i>Chenopodium ambrosoides</i>	I,II	apazote	Antiséptico, vermífugo, espasmos
<i>Crescentia alata</i>	I,II	morro	Tos, tos ferina, sarampión.
<i>Cymbopogon citratus</i>	I,II	zacate, hierba de limón	Té para el estómago
<i>Eucalyptus</i> sp.	I,II	eucalypto	Infusión de las hojas para problemas del resfriado
<i>Genipa americana</i>	I	jagua	Problemas cutáneos.

ESPECIE	RUTAS	NOMBRE COMÚN	USOS*
<i>Malachra alceifolia</i>	I	malva	Para el tratamiento de la fiebre y disentería, contra complicaciones urinarias y contra la diabetes
<i>Manguifera indica</i>	I,II	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>	II	hierbabuena	Asientos, vómitos, lombrices
<i>Nicotiana tabacum</i>	I,II	tabaco	Contra las fiebre
<i>Ocimum basilicum</i>	I,II	albahaca	Vermífugo, fiebre, tos, cólicos
<i>Piper sp.</i>	I,II	hinojo	Las hojas y las flores se usan contra la presión alta, afecciones cutáneas, salpullido y sarna
<i>Pluchea carolinensis</i>	I,II	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>Ricinos communis</i>	I	higuerilla	Estreñimiento, lombrices y purgas
<i>Simarouba amara</i>	I,II	aceituno	Malaria
<i>Tecoma stans</i>	I,II	timboque	Dolor de estómago, diabetes
<i>Terminalia catappa</i>	I,II	almendro	Antiinflamatorio
<i>Yuca guatemalensis</i>	I,II	izote	Catarros, tos, calenturas
* Información basada en bibliografía			

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  $\alpha$  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 21 especies de cultivares y dos especies exóticas. Entre los cultivares más importantes están: *Zea mays* (maíz), *Sorghum vulvare* (maicillo, sorgo), *Musa paradisiaca* (plátano), *Musa sapientum* (banano), *Nicotiana tabacum* (tabaco), *Citrus sinensis* (naranja), *Cucumis melo* (melón), entre otras. Entre las especies exóticas destacan: *Ficus benjamín* (ficus benjamina) y *Calliandra magdalenae*, (ver Anexo 12, Inventario de la Flora)

→ Otros usos de las plantas

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

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

TIPOS DE USO	NO. DE ESPECIES	ESPECIES
Alimenticio	35	La mayoría de los cultivares, <i>Chrysobalanus icaco</i> (icaco), <i>Guazuma ulmifolia</i> (guácimo), <i>Chenopodium ambrosioides</i> (apazote), <i>Hibiscus esculentus</i> (okra), <i>Yuca guatemalensis</i> (izote), <i>Byrsonima crassifolia</i> (fruto).
Ornamentales	25	<i>Tabebuia guayacán</i> (guayacán), <i>Tabebuia rosea</i> (matiliguate), <i>Delonix regia</i> (árbol del matrimonio), <i>Erythrina rubrinervia</i> (silbador), <i>Cupressus</i> sp. (ciprés)
Leña	8	<i>Byrsonima crassifolia</i> (nance), <i>Cochlospermum vitifolium</i> (pochote, pumpo), <i>Enterolobium cyclocarpum</i> (conacaste), <i>Pinus</i> spp. (pinos)
Folklorico, emblemático o artesanales	11	<i>Ceiba pentandra</i> (ceiba), <i>Curatella americana</i> (hoja de lija), <i>Sida acuta</i> (escobilla)
Especies y condimentos	2	<i>Coriandrum sativum</i> (culantro), <i>Oncimun basilicum</i> (albahaca)
Fibras	1	<i>Aechmea cf. mexicana</i> (piñuela) y <i>Carludovica palmata</i> (junco, palma toquilla, carludovica)
Cercas vivas	3	<i>Bursera simarouba</i> (palo de jote) 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: *Chenopodium ambrosioides* (apazote) se usa por sus propiedades medicinales y también se usa como alimento o condimento. Una especie muy apreciada por los pobladores del área de Veguitas es *Yuca guatemalensis* (izote), cuya inflorescencia se cocina con huevos o carne.

→ 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:

Cuadro 6B.3.8: Plantas Tóxicas observadas en la Ruta II, Panaluya – Frontera con Honduras

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	PRINCIPIO ACTIVO	USOS
<i>Thevetia ahouai</i>	huevo de gato	Alcaloide teventina, los frutos son vistosos pero muy venenosos y el látex que	Ornamental, presente en herbazales en regeneración

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	PRINCIPIO ACTIVO	USOS
		produce la planta causa dermatitis	
<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
<i>Guazuma ulmifolia</i>	guácimo	-----	Producen vómitos, náuseas y disentería y los frutos pueden obstruir el tracto digestivo del ganado.

Fuente: Elaboración propia en base a Gupta, 1995 y Escobar, 2003.

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

### 6B.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.

#### 6B.3.2.1. HÁBITATS EXISTENTES

En el recorrido 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 se dan actividades agrícolas, sin embargo se identifica mayor variedad de hábitats, entre ellos: sabanas, potreros, rastrojos, bosques secundarios jóvenes, bosques secundarios maduros, bosques de galería y bosques de coníferas. En los bosques secundarios se observan algunas plantas hemiepífitas y epífitas, las cuales sirven de refugio a muchas especies de

animales. Las zonas más conservadas son el área de: Jicaral, Veguitas, San Juan Ermita, Tisubín, Brasilar, El Mineral, Shupá y El Florido.

### 6B.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.

#### 6B.3.2.2.1. ANTECEDENTES

La diversidad de especies de aves distribuidas en la región oriental de Guatemala se estima en 293 especies (inf. pers. G. Zepeda, 2003)<sup>6</sup>. La diversidad de reptiles y anfibios para la región Motagua es de 39 especies de reptiles y 14 especies de anfibios.

#### 6B.3.2.2.2. DIVERSIDAD DE INDIVIDUOS DE LA FAUNA

La recopilación de los taxones de la fauna aparece en el Cuadro 6B.3.9.

Cuadro 6B.3.9: Diversidad de individuos de la fauna observada en la Ruta II del Proyecto

GRUPOS	No. DE INDIVIDUOS
Mamíferos	65
Aves	104
Reptiles	70
Anfibios	16
Total	255

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

Tomando en consideración la extensión de esta ruta, se podría decir que ésta tiene una buena cobertura vegetal. La cantidad de reptiles reportados en ella es alta, lo cual está determinado por la necesidad por parte de este grupo de animales de hábitats más conservados.

El grupo de animales que presentó mayor número de individuos fue el de las aves, con 41 %, seguido por los mamíferos con 25 %, los reptiles con 27 % y por último, los anfibios con 7 %.

→ Riqueza de especies de animales determinadas en el inventario

En esta ruta para el área de El Florido se obtuvo mayor información en relación al número de especies, inclusive se mencionó la presencia de felinos, los cuales se encuentran dentro de la Lista Roja de especies protegidas por ley de la República de Guatemala. La recopilación de los taxones de la fauna aparece en el Cuadro 6B.3.10.

Cuadro 6B.3.10: Riqueza de especies de la fauna observada en la Ruta II del Proyecto

GRUPO	No. DE ESPECIES
Mamíferos	35
Aves	40
Reptiles	21
Anfibios	3
Total	99

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

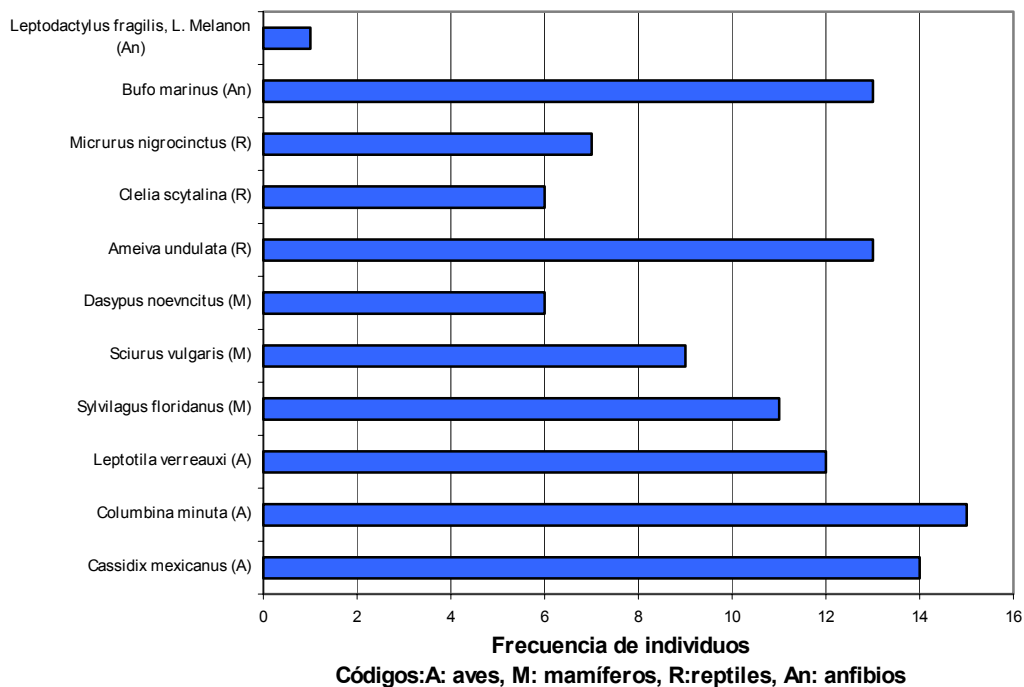
→ Especies Dominantes

En esta ruta, los mamíferos más abundantes son: *Sylvilagus floridanus* (conejo) y *Sciurus vulgaris* (ardilla común); entre las aves: *Columbina minuta* (tortolita guatemalteca) y *Cassidix mexicanus* (sanate); entre los reptiles: *Ameiva undulada* (ameiva), *Crotalus durissus* (cascabel) y *Micrurus nigrocintus* (coral) y entre los anfibios la especie más abundante es *Bufo marinus* (sapo común).

<sup>6</sup> Prof. Guillermo Zepeda Especialista en zoología-oritología, Universidad de San Carlos Documentalista por parte de Guatemala.

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 del Proyecto**



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.

#### 6B.3.2.2.3. ESTABILIDAD Y COMPLEJIDAD DE LAS COMUNIDADES FAUNÍSTICAS

Durante el recorrido se observaron pocos ecosistemas estables, sin embargo es evidente la rápida transformación de los ecosistemas por las actividad humana, cuyo impacto es considerable. Los bosques más conservados presentaron mayor número de especies.. 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.

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).

#### 6B.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 6B.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 6B.3.11: Especies afectadas por la cacería artesanal

GRUPO TAXONÓMICO	ESPECIES	NOMBRE COMÚN
Mamíferos	<i>Dasyopus novencitus</i>	armado blanco
	<i>Agouti paca</i>	tepezcuintle
	<i>Odocoileus mayensis</i>	venado común
	<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 observó muy poca actividad de la fauna, ya que los hábitats se encuentran perturbados debido a la deforestación y demás actividades agrícolas. Entre las especies de mamíferos observados en el campo están: *Sciurus vulgaris* (ardilla), *Dasyopus novencitus* (armado blanco, cuzo) y *Sylvilagus floridanus* (conejo).

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 más dominantes son gregarias, propias de zonas de actividades agrícolas, tales como: *Columbina talpacoti* (tortolita), *Columbina minuta* (tortolita) y *Leptotila verreauxi* (paloma guatemalteca). También se observaron especies rapaces como: *Cassidix mexicanus* (sanate) y *Coragyps atratus* (zopilote).

En cuanto a la herpetofauna, su presencia o evidencias de la misma fue casi nula y en ocasiones sólo se observaron las especies *Ameiva undulata* (ameiva) y *Anolis* sp. (lagartija). Esto se debe a que este grupo de animales son muy susceptibles a las perturbaciones y estos ecosistemas en general se encuentran altamente degradados. Entre las especies de reptiles las más dominantes son: *Anolis* sp. y *Ameiva ameiva* (ameiva), *Ameiva undulata* (ameiva). La presencia de anfibios es prácticamente nula, solo se observó en el campo la especie *Bufo marinus* (sapo común). Esta información fue complementada por los residentes del lugar quienes manifestaron la presencia de las siguientes serpientes: *Micrurus nigrocinctus* (coral), *Crotalus durissus* (cascabel) y *Clelia scytalina* (zumbadora).

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

#### 6B.3.2.3.1. ESPECIES SINGULARES

Entre las especies singulares, de acuerdo con las entrevistas a los residentes del área de La Fragua y El Florido, se ha registrado la presencia del *Felis jaguarundi* (onza, leoncillo, tigrillo), esta especie presenta desplazamientos extensos (100 km<sup>2</sup>), y prefiere linderos de bosques próximos a los ríos y algunas veces bosques secundarios cercanos a viviendas (Reid, 1997). También se ha registrado la presencia del *Felis pardalis* (tigrillo, ocelote).

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

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

#### → Apéndices CITES

##### ▪ CITES 1

Para el área del Proyecto se reportaron tres especies que están en peligro de extinción y que pueden ser afectadas por el tráfico, éstas son: *Felis jaguarundi* (onza, leoncillo, tigrillo), *Felis pardalis* (tigrillo, ocelote) y *Micrurus alleni* (coral) la cual fue registrada en Estanzuela.

##### ▪ 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 11 especies que están incluidas en este apéndice, estas son: *Boa constrictor* (mazacuata), *Clelia clelia* (zumbadora), *Crotalus durissus* (cascabel), *Iguana iguana* (iguana verde), *Ctenosaura similis* (garrobo), *Leptodactylus fragilis* (rana), *Nasua narica* (pizote), *Sylvilagus floridanus* (conejo), *Urocyon cinereoargenteus* (gato de monte), *Aratinga canicularis* (perica), 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 km<sup>2</sup> o un área de ocupación estimada como menor de 500 km<sup>2</sup>, 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 km<sup>2</sup> o un área de ocupación estimada como menor de 2.000 km<sup>2</sup> 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 11 especies que se encuentran en peligro de extinción, éstas son: *Boa constrictor* (mazacuata), *Clelia clelia* (serpiente), *Iguana iguana* (iguana verde), *Crotalus durissus* (serpiente, cascabel), *Ortalis vetula* (chachalaca), *Aratinga canicularis* (cotorra), *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).

#### 6B.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.

#### 6B.3.2.5. CARACTERIZACIÓN DE LA AVIFAUNA

##### 6B.3.2.5.1. RIQUEZA DE ESPECIES

Para el área de estudio se determinaron un total de 40 especies de aves del total de 119 individuos reportados, estas especies de aves están incluidas dentro de 15 familias. Entre las

familias que presentaron mayor número de especies se encuentran: Accipitridae con tres especies (gavilanes), Columbidae con siete especies (palomas y tortolitas) y Psittacidae con tres especies (cotorras y pericos).

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.

Si se comparan las investigaciones en la región oriental y la ruta actual, se reportaron un total de 14 especies similares. A continuación se presenta el listado de las aves comunes que se encontraron en el Proyecto y demás fuentes bibliográficas.

Cuadro 6B.3.12: Comparación de las especies similares

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	SIEPAC 2003	REGIÓN ORIENTAL	ESTADO CONSERVACIÓN
<i>Aratinga canicularis</i>	cotorra, perica	*	*	*2
<i>Bubo virginianus</i>	tecolote, búho	*	*	*2
<i>Buteo swainsoni</i>	azacuán	*	*	
<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>Hylocichla mustelina</i>	senzontle	*	*	
<i>Leptotila verreauxi</i>	paloma, paloma rabiblanca	*	*	
<i>Ortalis leucogastra</i>	Chacha	*	*	
<i>Ortalis vetula</i>	chachalaca	*	*	3, *
<i>Tyto alba</i>	lechuza	*	*	2, **

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

De estas especies, cuatro 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.

#### 6B.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 tres especies de gavilanes, representados en dos géneros *Accipiter* y *Buteo*. La especie más representativas de gavilanes es: *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 halló una especie, la *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 siete especies de las cuales el género *Columbina* presentó tres especies, seguido por el género *Zenaida* (paloma) con dos especies. Entre las palomas la especie *Leptotila verreauxi* (paloma, paloma rabiblanca) es la más común. Se alimentan principalmente de semillas, frutos o insectos.

- Pericos, loros y cotorras

Se contabilizaron un total de 3 especies, éstas son: *Amazona albifrons* (cotorro), *Aratinga canicularis* (perico) y *Aratinga holochlora* (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 en ambas rutas se muestra en el Anexo 13, Inventario de Fauna).

#### 6B.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

- 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.

#### 6B.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 km<sup>2</sup>, 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. En el siguiente cuadro se presentan las aves migratorias reportadas para el área del Proyecto.

Cuadro 6B.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 swainsoni</i>	azacuán		*	*	*					
<i>Zenaida asiática</i>	paloma de alas blancas	*	*	*	*			*		
<i>Zenaida macroura</i>	paloma		*	*	*					

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.

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

La rutas migratorias se encuentran en el Mapa MG-13B.

#### 6B.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 los bosques de galería las especies dominantes son las garzas blancas. A continuación se describen los nidos de los principales grupos de aves que se encuentran en ambas rutas.

- 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.

- 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 13, Inventario de Fauna.

### 6B.3.3. PROTECCIÓN DEL MEDIO BIOLÓGICO

#### 6B.3.3.1. ÁREAS PROTEGIDAS

En Guatemala existen un total 690 km<sup>2</sup> de áreas totalmente protegidas, 190 km<sup>2</sup> de áreas protegidas en parte, 130 km<sup>2</sup> 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 la Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas que se encuentra cerca.

#### 6B.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.

- 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.

#### 6B.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 6B.3.14: Principales problemas y amenazas ambientales

PROBLEMAS AMBIENTALES	RUTA II, PANALUYA - FRONTERA CON HONDURAS
Tala y extracción de leña	Estanzuela, Jicaral
Cacería	Estanzuela, La Fragua
Aguas negras	Estanzuela
Ausencia de letrinas	El Florido
Incendios Forestales o quema	Santa Rosalía, El Florido
Vertedero a cielo abierto	Santa Rosalía, El Ingeniero, El Florido
Ganadería	Santa Rosalía, El Ingeniero, El Florido
Contaminación por agroquímicos	El Ingeniero, San Juan Ermita, Tisubín, El Mineral, Shupá, El Florido

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

En el área de Estanzuela los residentes informaron de la caza para autoconsumo y ocasional venta de iguanas y conejos, en el caso de los conejos la población ha ido mermando en los últimos cinco años, los conejos eran la dieta básica de los pobladores de este lugar. En esta área hay mala disposición de aguas negras, los pobladores del lugar manifestaron que están siendo afectados por la alta incidencia de mosquitos.

En La Fragua son manifiestos los problemas de cacería de iguanas verdes. En el área de El Ingeniero se observó como el lecho seco de un río está siendo utilizado como vertedero de residuos.

En el área de Santa Rosalía, El Ingeniero y El Florido se observaron problemas ocasionados por el manejo inadecuado de los residuos sólidos. En particular en Santa Rosalía el vertedero estaba incendiado, al igual que las áreas de cultivos, al momento del recorrido.

La ganadería se practica en las áreas de: El Ingeniero, San Juan Ermita, Tisubín, El Mineral, Shupá y El Florido. En estas zonas el suelo presenta erosión laminar, erosión en surco y erosión en cárcavas.

La ausencia de letrinas en El Florido, 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: El Ingeniero, San Juan Ermita, Tisubín, El Mineral, Shupá y El Florido. 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: Estanzuela y Jicaral. 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.

6B.	DESCRIPCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE .....	615
6B.1.	SITUACIÓN GEOGRÁFICA	615
6B.2.	MEDIO FÍSICO	624
6B.2.1.	GEOMORFOLOGÍA	624
6B.2.2.	GEOLOGÍA	626
6B.2.3.	LITOLOGÍA	629
6B.2.4.	EDAFOLOGÍA	632
6B.2.4.1.	CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LOS SUELOS DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA	632
6B.2.4.2.	CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS .....	633
6B.2.4.3.	CAPACIDAD AGROLÓGICA	638
6B.2.5.	HIDROGRAFÍA, HIDROLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA .....	640
6B.2.5.1.	RED HIDROGRÁFICA	644
6B.2.5.2.	HIDROLOGÍA	644
6B.2.5.3.	calidad de LAS aguaS SUPERFICIALES .....	645
6B.2.5.4.	HIDROGEOLOGÍA	646
6B.2.5.4.1.	INTRODUCCIÓN	646
6B.2.5.5.	EMBALSES EXISTENTES Y EN PROYECTO .....	652
6B.2.6.	CLIMA	652
6B.2.6.1.	ESTACIONES METEOROLÓGICAS SELECCIONADAS .....	653
6B.2.6.2.	RÉGIMEN PLUVIOMÉTRICO	654
6B.2.6.3.	TEMPERATURA	657
6B.2.6.4.	HUMEDAD RELATIVA	657
6B.2.6.5.	INSOLACIÓN O BRILLO SOLAR .....	660
6B.2.6.6.	CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA .....	660
6B.2.6.7.	RÉGIMEN DE VIENTO Y TORMENTAS .....	660
6B.2.6.7.1.	VELOCIDAD DEL VIENTO	661
6B.2.6.7.2.	TORMENTAS	664
6B.3.	MEDIO BIÓTICO	664
6B.3.1.	VEGETACIÓN	664
6B.3.1.1.	INTRODUCCIÓN	664
6B.3.1.1.1.	IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	664
6B.3.1.1.2.	SITUACIÓN AMBIENTAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA .....	665
6B.3.1.1.3.	PROCESOS E INTERACCIONES PRESENTES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA	665
6B.3.1.1.4.	METODOLOGÍA	666
6B.3.1.2.	descripción de la vegetación en la línea base .....	667
6B.3.1.2.1.	ZONAS DE VIDA (MARCO BIOGEOGRÁFICO Y BIOCLIMÁTICO)	667
6B.3.1.2.2.	SERIES DE VEGETACIÓN POTENCIAL (CLIMATÓFILA Y EDAFÓFILA)	670
6B.3.1.2.2.1.	COBERTURA FORESTAL Y DESCRIPCIÓN DE LA VEGETACIÓN	671
6B.3.1.2.2.2.	DIVERSIDAD DE LAS ESPECIES VEGETALES .....	673

6B.3.1.2.2.3.	TIPO DE VEGETACIÓN	676
6B.3.1.2.3.	ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS ESPECIES VEGETALES (SINGULARES, PROTEGIDAS, RARAS Y EN VÍA DE EXTINCIÓN)	680
6B.3.1.2.4.	FRAGILIDADES DE LOS SISTEMAS VEGETALES	681
6B.3.1.2.4.1.	ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN	681
6B.3.1.2.4.2.	FUNCIONES DE CONECTIVIDAD	683
6B.3.1.2.4.3.	GRADO DE INTERVENCIÓN	683
6B.3.1.2.4.4.	ESPECIES SINGULARES	684
6B.3.1.2.4.5.	PRESENCIA DE ECOSISTEMAS ÚNICOS EN EL ÁREA DEL PROYECTO	684
6B.3.1.2.5.	USOS DIVERSOS DE LA VEGETACIÓN	684
6B.3.2.	FAUNA	688
6B.3.2.1.	HÁBITATS EXISTENTES	688
6B.3.2.2.	DIVERSIDAD DE LAS ESPECIES DE ANIMALES EN LOS DISTINTOS HÁBITATS (DIVERSIDAD, ESTABILIDAD, COMPLEJIDAD DE LAS COMUNIDADES FAUNÍSTICAS)	689
6B.3.2.2.1.	ANTECEDENTES	689
6B.3.2.2.2.	DIVERSIDAD DE INDIVIDUOS DE LA FAUNA	689
6B.3.2.2.3.	ESTABILIDAD Y COMPLEJIDAD DE LAS COMUNIDADES FAUNÍSTICAS	691
6B.3.2.2.4.	CARACTERIZACIÓN GENERAL DE LA FAUNA	692
6B.3.2.3.	ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS ESPECIES DE ANIMALES (SINGULARES, PROTEGIDAS RARAS Y EN VÍAS DE EXTINCIÓN)	693
6B.3.2.3.1.	ESPECIES SINGULARES	694
6B.3.2.4.	DEFINICIÓN DE LOS CORREDORES BIOLÓGICOS O ECOLÓGICOS	696
6B.3.2.5.	CARACTERIZACIÓN DE LA AVIFAUNA	697
6B.3.2.5.1.	RIQUEZA DE ESPECIES	697
6B.3.2.5.2.	DESCRIPCIÓN DE LAS POBLACIONES DE AVES	698
6B.3.2.5.3.	REFUGIOS Y HÁBITATS DE AVES	700
6B.3.2.5.4.	DESCRIPCIÓN DE LAS RUTAS MIGRATORIAS	701
6B.3.2.5.5.	ÁREAS DE NIDIFICACIÓN Y CRÍA	703
6B.3.3.	PROTECCIÓN DEL MEDIO BIOLÓGICO	704
6B.3.3.1.	ÁREAS PROTEGIDAS	704
6B.3.3.2.	ASPECTOS Y VALORES ECOLÓGICOS	704
6B.3.4.	PRINCIPALES PROBLEMAS Y AMENAZAS AMBIENTALES	705