

CAPITULO V

DESCRIPCIÓN FÍSICO GEOGRÁFICO DE LA RBSM, GUATEMALA.

Descripción del área

La República de Guatemala está ubicada en el continente americano entre las latitudes de 13° 44' y 18°30' Norte y las longitudes de 88°30' y 92°13' Oeste. Colinda con El Salvador, Honduras y México y tiene una extensión superficial de 108,889 km². Está situada en la faja Subtropical, lo que le permite recibir el influjo de dos océanos. Esta situación, que en esencia ejemplifica un ecotono, se refleja en la presencia de una abundante biodiversidad.

La reserva de la Biosfera Sierra de las Minas está ubicada en el nororiente de la República de Guatemala, entre los valles del río Polochic y el río Motagua (Figura 1). Ocupa un área aproximada de 236.300 ha de extensión (5.252 caballerías) de las cuales el 76%, o sea 180.225 ha, representa la superficie de estudio del presente trabajo. Forma una cadena montañosa que ocupa parte de cinco departamentos de Guatemala: Alta Verapaz, Baja Verapaz, El Progreso, Izabal y Zacapa. Geográficamente, la Reserva se encuentra dentro del cuadrante limitado por las latitudes 15°02'13" y 15°21'46" Norte y las longitudes 89°05'35" y 90°08'08" Oeste. En un recorrido de Este a Oeste se extiende aproximadamente en 130 km de longitud y varía entre 10 y 30 km de ancho, con elevaciones desde 150 hasta 3.015 msnm. Está cubierta por Bosque Seco, Húmedo, Muy Húmedo y Pluvial Subtropical. Tiene una muy alta diversidad biológica y endemismo debido a su localización geográfica e historia geológica.

La Sierra de las Minas está bordeada por dos grandes depresiones que corresponden a las fallas del Motagua y del Polochic. Está formada en su mayoría por rocas paleozoicas, que son las rocas más antiguas de Centro América. La precipitación varía mucho en distancias muy cortas desde 4.000 mm en la cuenca del río Polochic hasta menos de 500 mm anuales en el valle medio del río Motagua, lo que la hace de este valle el área más árida de América Central. En la cima de la Sierra se encuentra la selva de montaña que es compleja, biodiversa y con alto índice de endemismo. Sus terrenos son quebrados, con fuertes pendientes, abriga por lo menos a 885 especie de mamíferos, aves y reptiles, que comprende el 70% de todas las especies de estos grupos registrados en Guatemala y Belice. La Sierra de las Minas es considerada como uno de los bancos de semillas de coníferas tropicales más importantes del mundo.

En la Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas, cuyas coordenadas de los límites externos se presentan en la Tabla 2, de acuerdo al Art. 1 del Decreto Número 49-90 del Congreso de la República de Guatemala, se encuentran las cuencas de 63 ríos. Diversas comunidades y gran variedad de cultivos como sandía, melón, tabaco, tomate, café, uva, cardamomo, citronela y arroz, dependen del agua proveniente de la Sierra.

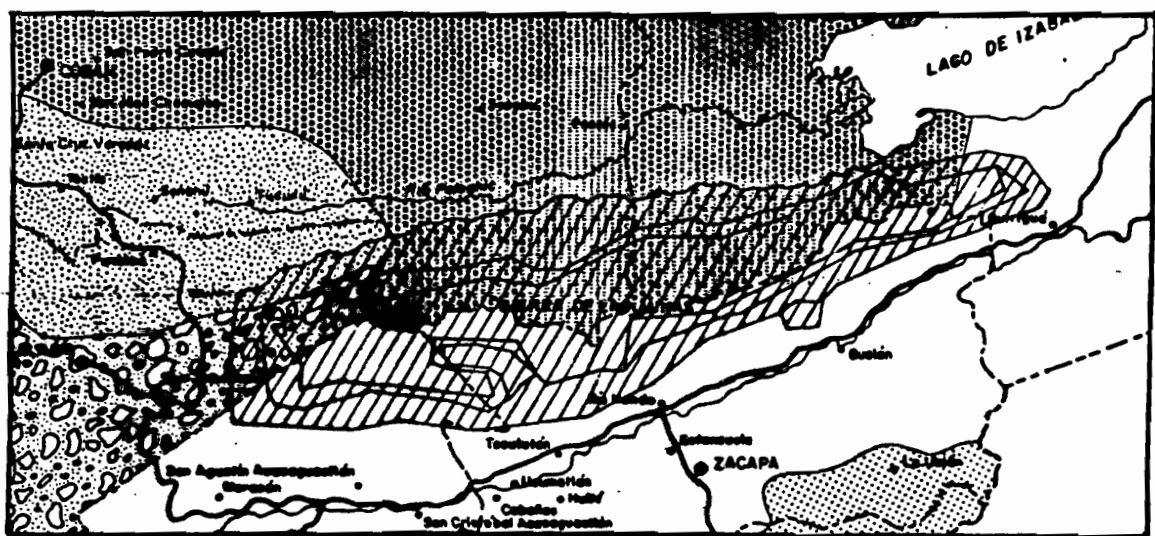
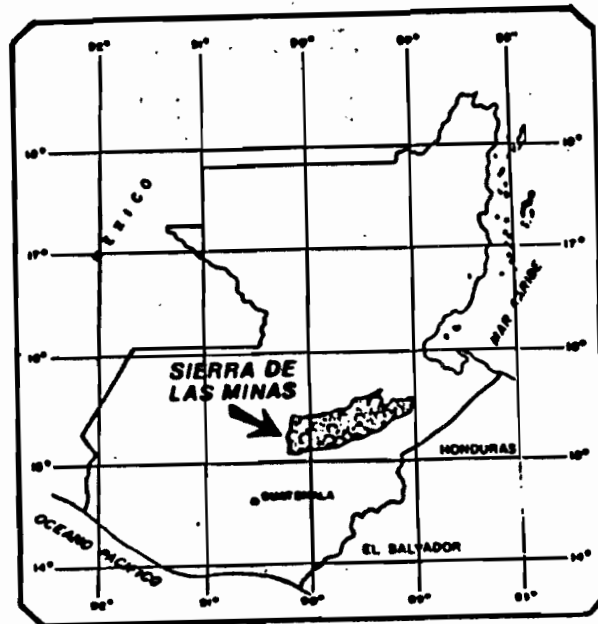


Figura 1. Ubicación del área de estudio.

Tabla 2. Coordenadas de los límites externos de la RBSM.

Estación	Norte	Este	Mer. Central	Latitud	Longitud
0C	1662850	204525	87	15°01'30.75"	89°44'52.01"
1C	1663725	212200	87	15°02'02.26"	89°40'35.62"
2C	1667425	220175	87	15°04'05.68"	89°36'10.28"
3C	1673825	229900	87	15°07'37.47"	89°30'47.30"
4C	1681050	245750	87	15°11'38.17"	89°21'59.34"
5C	1682500	249850	87	15°12'26.76"	89°19'42.56"
6C	1685350	256725	87	15°14'01.80"	89°15'53.29"
7C	1687525	263475	87	15°15'14.80"	89°12'07.93"
8C	1689100	267600	87	15°16'07.37"	89°09'50.26"
9C	1691350	273750	87	15°17'22.52"	89°06'24.94"
10C	1693800	275300	87	15°18'42.70"	89°05'33.79"
11C	1698600	271800	87	15°21'17.72"	89°07'32.66"
12C	1699450	267650	87	15°21'44.03"	89°09'52.05"
13C	1698700	259825	87	15°21'17.05"	89°14'14.06"
14C	1697550	255150	87	15°20'38.06"	89°16'50.04"
15C	1697750	252150	87	15°20'43.53"	89°18'30.95"
16C	1693475	207250	87	15°18'07.55"	89°43'33.62"
17C	1692800	204925	87	15°17'44.65"	89°44'51.20"
18C	1692200	202600	87	15°17'24.18"	89°46'08.82"
19C	1691300	196750	87	15°16'52.48"	89°49'24.35"
20C	1690850	1189000	87	15°16'34.53"	89°53'43.68"
21C	1679075	807425	93	15°10'23.03"	90°08'21.08"
22C	1677800	808100	93	15°09'31.54"	90°07'59.18"
23C	1669500	807400	93	15°05'02.02"	90°08'26.22"
24C	1662550	808000	93	15°01'15.82"	90°08'09.17"
25C	1662050	178600	87	15°00'53.80"	89°59'18.76"
26C	1663100	186825	87	15°01'31.50"	89°54'44.16"
27C	1662175	197175	87	15°01'05.79"	89°48'57.58"

Fuente: Congreso de la República de Guatemala, 1990

Por la gran extensión de la Reserva, para su administración se le dividió en los tres distritos siguientes:

- Distrito Chilascó

- Sectores: Chilascó y Albores
- Jurisdicción departamental: Baja Verapaz y El Progreso
- Vertientes y cuencas: Río Motagua, Río Polochic y Valle de San Jerónimo.
- Vías de acceso: Por el lado Oeste y Sur.

- Grupos étnicos: Achí, Poqomchí y ladino.
- Distrito Motagua
 - Sectores: Teculután, Río Hondo, La Caña y Los Amates
 - Jurisdicción departamental: Izabal y Zacapa
 - Vertientes y cuencas: Río Motagua.
 - Vías de acceso: Por el lado Sur.
 - Grupos étnicos: Ladino.
- Distrito Polochic
 - Sectores: Matanzas, Pueblo Viejo, Zarco e Izabal
 - Jurisdicción departamental: Izabal
 - Vertientes y cuencas: Río Polochic.
 - Vías de acceso: Por el lado Norte
 - Grupos étnicos: Q'eqchí

Síntesis geológica

Marco geológico regional.

Por su geografía física, el territorio de Guatemala está comprendido dentro de una plataforma continental que se extiende desde el istmo de Tehuantepec, en México, hacia las Tierras Bajas de Otrato en Colombia. Perteneciendo, Guatemala, junto con El Salvador, Honduras y parte de Nicaragua, a la América Central Septentrional, siendo la estructura e historia geológica de esta zona parte del continente norteamericano.

Provincias fisiográficas

De acuerdo con el CESEM (s.f.), en Guatemala dominan dos orientaciones estructurales, a saber:

- Un arco Este Oeste, convexo hacia el Sur, de rocas cristalinas y sedimentarias paleozoicas y mesozoicas, que se extiende desde Chiapas hasta el Mar Caribe. Esta región se le llama Sierras del Norte de América Central.
- Un alineamiento Noroeste Sureste a través de América Central, representado por rocas volcánicas terciarias-recientes, acentuado por una hilera de conos cuaternarios. Esta región se le llama Provincia Volcánica.

La Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas se encuentra ubicada dentro de las regiones fisiográficas de Tierras Altas Sedimentarias, Tierras Altas Cristalinas y las Depresiones de Izabal y del Motagua. Estas regiones fisiográficas se describen a continuación:

Tierras Altas Sedimentarias

Definidas al norte de las márgenes de la cuenca de El Petén y al sur por las fallas y contactos que la separan de la parte dominante cristalina del altiplano. También se extiende desde la actual frontera con México en el Oeste, hacia las montañas del Mico en el Este.

Dentro de esta unidad fisiográfica hay una gran variedad de formas de la tierra, entre las cuales pueden mencionarse la sección compleja localizada al Norte de la Sierra de Chamá, cuyos pliegues, fallas y procesos erosivos han creado un paisaje de colinas paralelas, topografía kárstica, anticlinales y sinclinales sumergidos.

La Sierra de los Cuchumatanes en su parte Sur, con gran número de fallas, es abrupta. Domina la parte occidental de la región y contiene las más espectaculares vistas en el país, mientras que en el área alrededor de Cobán muestra ejemplos clásicos de sumideros, conocidos localmente como "siguanes", así como también cavernas de piedra caliza.

Tierras Altas Cristalinas

Serpentinitas, gneisses metamórficas y esquistos dominan esta región, apareciendo pequeñas áreas de material plutónico, principalmente granito, que en conjunto forman una región distinta tanto de los estratos sedimentarios del Norte como de las regiones volcánicas del Sur.

Esta área se ubica entre dos principales sistemas de fallas que han estado en evolución desde el Paleozoico. El patrón de drenaje a través de la región es muy ilustrativo, ya que los cursos de los ríos Cuilco, Chixoy o Negro y Motagua, están controlados por las diversas fallas existentes en la zona.

Depresiones de Izabal y del Motagua

Estas dos depresiones o valles hendidos tienen un origen común. En la ubicada más al Norte, se encuentra el lago de Izabal, el cuerpo de agua de mayor extensión en el país (590 km²). En el extremo Oeste del lago se realiza una constante depositación de sedimentos aluviales, transportados principalmente por el río Polochic. El área sujeta a inundación por la que atraviesa dicho río en su recorrido final, con características de un delta, en el pasado fue agua abierta y parte del mismo lago. En su confín Este las aguas del lago pasan por medio del río Dulce a la bahía de Amatique.

La segunda depresión está ocupada por el río Motagua, el cual ha construido una extensa llanura de inundación formada por aluvión cuaternario. Meandros bien desarrollados, abandonados y fósiles, caracterizan el paisaje fisiográfico en la sección baja de la región.

Debido al grado de desarrollo de estas características y a la llanura de inundación aquí constituida, el Motagua se caracteriza como un río de perfil equilibrado y estable.



Estratigrafía

En la Sierra de las Minas pueden distinguirse ocho grandes litologías diferenciables a gran escala. Se describen principiando por las mas antiguas, haciendo especial énfasis en el tipo de roca que la constituye y la edad de las mismas.

Rocas Metamórficas (Paleozoicas)

Constituidas principalmente por filitas, esquistos cloríticos y granitíferos, esquistos, gneisses, mármol y migmatitas. Además se encuentran en el Oeste y Norte de San Marcos, Sur y Este de Huehuetenango, Sur de El Quiché, Jalapa, Jutiapa, pudiendo encontrarse también en Belice. Todas estas rocas son de Edad Paleozoica.

Rocas Sedimentarias del Carbonífero y Pérmico.

En este grupo se han abarcado lutitas, areniscas, conglomerados y filitas. También se encuentran en los departamentos de Huehuetenango, El Quiché, Sureste de El Petén y en el centro de Belice. Incluye las formaciones Santa Rosa, Sacapulas, Tactic y Macal. Todas estas rocas son de Edad Carbonífero Permiano.

Carbonatos del Pérmico.

Estos carbonatos se encuentran en una franja que va del Este al Oeste de Guatemala, en los departamentos de Huehuetenango, El Quiché, las Verapaces e Izabal. Incluye la formación Chóchal. Son de Edad Permiana.

Carbonatos del Cretácico.

Se trata de Carbonatos neocomiano-campanianos, los cuales se encuentran en los departamentos de El Petén, Belice, El Quiché, Izabal, Alta Verapaz, Baja Verapaz, Chiquimula, El Progreso y Huehuetenango principalmente. Incluyen las formaciones Cobán, Ixcoy, Campur, Sierra Madre y grupo Yojoa. Son rocas de Edad Cretácica.

Arenisca Subinal.

Es representada por la Formación Subinal (capas rojas) y afloran en su mayoría en los departamentos de Chiquimula y Jalapa. Son de Edad Cretácica-Terciaria.

Aluviones Cuaternarios.

La mayor concentración de éstos se encuentran en la parte sur del país, también en el departamento de El Petén, Belice y las márgenes del río Motagua y lago de Izabal. Son materiales tan recientes del Cuaternario que aún sigue el proceso de depositación.

Rocas Igneas del Cretácico-Jurásico (Ultrabásicas).

Son rocas ultrabásicas de edad desconocida. Se encuentran en los departamentos de Izabal, Alta y Baja Verapaz y El Quiché.

Rocas Intrusivas.

Están constituidas principalmente por granitos y dioritas, así como rocas transicionales, es decir, granodioritas. Se han formado en diferentes tiempos: pre-Pérmico, Cretácico y Terciario. Se encuentran en Zacapa y Baja Verapaz.

La cronoestratigrafía de la República de Guatemala, se encuentra descrita en la Tabla 3.

Estructura

En Guatemala se distinguen rasgos estructurales de gran magnitud por su particular situación con respecto a la tectónica de placas, (Figura 2).

Las placas de Cocos y del Caribe interactúan a lo largo de la fosa Mesoamericana, donde la placa de Cocos se está subduciendo bajo la del Caribe. La interacción entre las placas del Caribe y del Norte ocurre a lo largo de las fallas Polochic, San Agustín y Motagua. Los desplazamientos relativos de estas placas dan como resultado la actividad volcánica y los movimientos telúricos. Las discontinuidades corticales antes mencionadas tienen una orientación aproximada Este-Oeste, cambiando a Noroeste-Sureste.

Otro rasgo de gran importancia son los sistemas plegados, los cuales se encuentran situados, principalmente, a lo largo de la cordillera central y un poco en las rocas sedimentarias que afloran más al norte, en las Verapaces. Los ejes de estos pliegues tienen una orientación aproximada Este-Oeste variando al Noroeste-Sureste.

Aparte de las fallas involucradas con las placas tectónicas, existe gran cantidad de fallas de menor dimensión, con una orientación aproximada Norte-Sur de tipo normal; es decir, que se han formado por esfuerzos de tensión en la corteza, como consecuencia de los desplazamientos relativos de las placas tectónicas antes mencionadas.

Las grandes deformaciones y fallamientos de la corteza, han dado como resultado rasgos estructurales de menor magnitud, tales como fallas pequeñas muy locales, fracturamiento (clivaje) de las rocas y pequeños pliegues.

Clima

El clima en Guatemala va de meso a megatérmico, y de húmedo a per húmedo, aunque existen variaciones locales que definen microclimas. La temperatura media anual varía entre 28°C en las costas y 10°C en las montañas. Regionalmente se presentan extremos de temperaturas máxima y mínimas absolutas de 42°C y -7°C. La precipitación media anual para

todo el país es de 2.218 mm aunque en el altiplano es de 1.600 mm anuales, además existen zonas de precipitación tan bajas como 500 mm anuales.

Tabla 3 . Cronoestratigrafía de Guatemala.

Símbolo	Tipo de Roca	Era	Periodo	Edad Serie	Edad absoluta Millón Años
Qa	Aluviones	C E N O Z O I C O	Cuaternario		3,5
Qp	Ceniza Volcánicas				3,5
Qv	Rocas Volcánicas		Terciario		3,5
Tv	Rocas Volcánicas sin dividir				64,0
Tsp	Depósitos continentales			Plioceno	3,5 - 37
				Oligoceno	
Tsd	Calizas, areniscas y conglomerados			Oligoceno	7 - 37
				Mioceno	
I	Rocas Plutónicas				64
Tic	Yeso y Marga			Eoceno	53
Tpe	Sedimentos marinos			Eoceno	37 - 64
				Paleoceno	
Ktsb	Areniscas Subinal				
Kts	Sedimentos Clásicos Marinos	M E S O Z O I C O			136
I	Rocas Plutónicas		Cretácico		136
Ksd	Carbonatos del Cretácico		Cretácico	Campaniano	500
π	Rocas Ultrabásicas		Cretácico	Pre-Maestrichtiano	64 - 136
JKts	Formación Todos Santos		Jurásico Cretácico Jurásico		64 - 136
Pc	Carbonatos del Pérmico	P A L E O Z O I C O	Pérmico		280
CPsr	Rocas Sedimentarias del Carbonífero y Pérmico		Pérmico Carbonífero		
I	Rocas Intrusivas		Pre-pérmico		
Pzm	Rocas Metamórficas				

Fuente: CESEM, s.f.

En la Sierra de las Minas, como en cualquier otro lugar de los trópicos, la elevación y la orientación de las áreas elevadas con relación a las corrientes de los vientos determinan fuertemente el clima. Es el clima el parámetro más determinante en las variaciones geoecológicas observadas en la zona, siendo la temperatura y la precipitación los factores fundamentalmente considerados. Dentro y fuera de la reserva existen estaciones meteorológicas las cuales se describen en la Tabla 4.

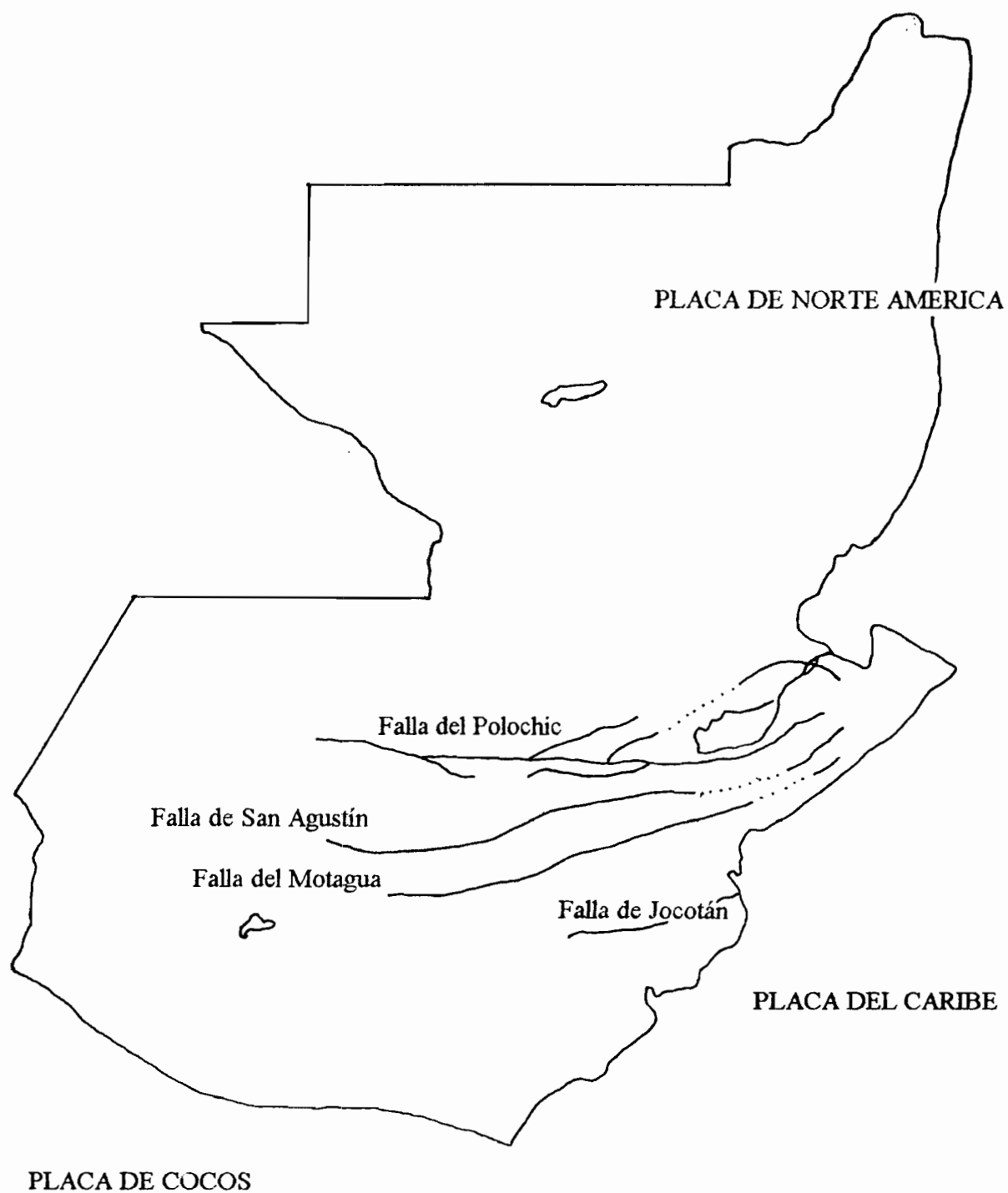


Figura 2. Fallas geológicas y placas tectónicas.

Tomando en cuenta el valle del Motagua y el área delimitada para la RBSM, la temperatura media anual varía entre 27°C y 17°C. Las temperaturas mínimas alrededor de 11°C se presentan entre los meses de noviembre y abril en el departamento de Baja Verapaz; y las máximas de 37°C, en el departamento de Zacapa entre los meses de abril y mayo.

La cantidad y las características de lluvia en las partes altas varía mucho en distancias muy cortas. Algunas áreas de la parte alta de la cuenca del río Polochic reciben mas de 4.000 mm de precipitación anual. La condensación de agua en la vegetación compleja de los bosques nubosos altos suple a los ríos durante los meses de baja precipitación. La depresión Este-Oeste de la Sierra de las Minas, juega un papel importante en el patrón de precipitación del valle del Motagua, donde las cordilleras altas crean condiciones de sombra de lluvia; en el valle medio del Motagua se reporta una precipitación anual de menos de 500 mm (Campbell, 1982), lo cual hace de este valle el área más árida de Centro América.

Tabla 4. Estaciones meteorológicas del área de estudio.

Estación	Longitud	Latitud	Elevación msnm	Años Registro
Estanzuela	89°35'04"	14°57'51"	210	71 - 89
La Unión	89°17'28"	14°57'48"	1000	71 - 89
Pasabién	89°40'48"	15°01'48"	260	69 - 89
San Augustin Chixoy	90°26'20"	16°04'00"	140	72 - 89
Panzós	89°38'38"	15°23'50"	30	69 - 89
Papalha	89°56'13"	15°18'20"	120	72 - 89
Cobán	90°24'27"	15°28'00"	1323	70 - 89
Cahabón	89°48'38"	15°36'30"	380	72 - 89
Cabañas	89°54'08"	15°18'35"	100	80 - 89
Miralvalle	89°43'55"	15°18'30"	728	80 - 89
El Porvenir	89°44'35"	15°16'25"	280	80 - 89
Constancia	89°43'30"	15°17'50"	80	80 - 89
Jolomijix	89°45'18"	15°15'33"	760	80 - 89
Mariscos	89°04'54"	15°25'26"	1	70 - 89
Puerto Barrios	89°35'30"	15°44'16"	2	73 - 89
Las Vegas	88°58'00"	15°36'00"	10	71 - 89
Los Amates	89°05'44"	15°15'05"	76	71 - 89

Fuente: INSIVUMEH, 1990

Aunque para la precipitación se cuenta con información de mayor número de estaciones, tanto dentro como alrededor de la Reserva, el comportamiento y la variación espacial de la precipitación sobre la zona tuvo algunas limitaciones. La influencia del relieve sobre las masas de aire, la dirección y distribución de los vientos, así como la falta de registros en puntos estratégicos de la reserva, constituyeron los agentes más importantes en la modificación de la situación expresada por cada registro climatológico puntual.

Los registros de la estaciones meteorológicas del área que aportaron información respecto de precipitación y temperaturas son las presentadas en la Tabla 5.

Vegetación

En lo que respecta a la vegetación, la información se obtuvo del mapa de Cobertura Vegetal y Uso Actual de la Tierra (Escala 1:50.000), basado en fotografías aéreas del área de estudio de enero de 1995 a escala 1:24.000 realizado por la Fundación "Defensores de la Naturaleza", administradores de la Reserva.

Debe destacarse, que el tipo de vegetación responde al comportamiento e integración de los agentes físico naturales que se presentan en el área. La alteración de la vegetación natural sirvió como indicador del grado de deterioro, perturbación y evolución de cada ecosistema.

Tabla 5. Registros anuales de Temperatura y Precipitación del área de estudio.

Estación	Temperatura °C			Precipitación mm
	Máxima	Mínima	Media	
Estanzuela	34,1	21,2	26,8	652,3
La Unión	25,9	17,9	21,5	1.592,1
Pasabién	33,5	20,3	27,0	721,3
San Augustin Chixoy	31,4	20,1	24,9	2.477,5
Panzós	32,1	21,0	26,2	2.656,7
Papalha	31,5	20,4	26,0	1.911,4
Cobán	24,5	13,0	17,4	2.074,9
Cahabón	31,2	19,4	25,4	2.386,3
Cabañas				1.559,8
Miralvalle				2.310,1
El Porvenir				4.422,3
Constancia				2.563,3
Jolomijix				4.230,6
Mariscos	31,2	21,7	26,4	2.557,8
Puerto Barrios	29,7	21,4	25,6	3.111,3
Las Vegas	31,6	20,4	26,8	1.825,6
Los Amates	32,7	21,4	27,1	1.811,3

Fuente: INSIVUMEH. 1990

La RBSM presenta una cobertura predominantemente de bosque de especies latifoliadas, coníferas y bosques mixtos, principalmente en la parte media y alta de la sierra, donde se distinguen cinco zonas de vida. En estas áreas se encuentra la selva de montaña, la cual es compleja, diversa y con alto índice de endemismo (bromeliacias, orquídeas, anfibios y reptiles). Los terrenos son quebrados con pendientes de 65% y más.

La vegetación en la Sierra de las Minas es una mezcla de asociaciones neárticas y neotropicales, en un ejemplo espectacular de la coexistencia de coníferas, robledales y poblaciones diversas de lauráceas con abundantes asociaciones de musgos, helechos y epífitas.

Debido a la escala del trabajo (1:250.000) las categorías principales del mapa de Cobertura Vegetal y Uso de la Tierra, cuyas superficies se describen en la Tabla 6, son las siguientes:

- Agricultura anual, pastos.
- Agricultura perenne.
- Arbustos, incluyendo rodales de regeneración natural.
- Bosques de especies coníferas
- Bosques de especies latifoliadas
- Bosques mixtos
- Areas forestadas

Los expertos forestales consideran a la Sierra de las Minas como uno de los bancos de semillas de coníferas tropicales más importantes del mundo. Hasta ahora se han registrado 17 especies, las cuales son una invaluable fuente de germoplasma para proyectos agroforestales y de reforestación en Guatemala y todo el mundo.

Tabla 6. Areas de Cobertura Vegetal y Uso Actual de la Tierra en la RBSM.

TIPO	AREA m ²	AREA ha	% RBSM
Areas pobladas, construcciones	7.940.426,79	794,04	0,44
Agricultura anual-pastos	476.804.350,54	47.680,44	26,47
Agricultura perenne	89.758.714,99	8.975,87	4,98
Arbustos (incluye rodales)	111.692.978,87	11.169,30	6,20
Bosques Esp. Coníferas	250.401.933,94	25.040,19	13,90
Bosques Esp. Latifoliadas	770.159.522,51	77.015,95	42,76
Bosque Mixto	74.695.298,02	7.469,53	4,15
Areas Forestadas	17.871.875,11	1.787,19	0,99
Tierras Estériles, mina , otros	1.816.345,89	181,64	0,10

Uso actual de la tierra

El límite entre uso actual de la tierra y la vegetación es sumamente tenue, porque la vegetación natural de una u otra forma está siendo sometida a un uso.

Así, el uso actual de la tierra se presenta juntamente con el de vegetación con la finalidad de precisar su ubicación, lo que permitió determinar los daños que acarrearán al ecosistema los diferentes usos, mediante comparaciones con informaciones pasadas o futuras.

La principal amenaza contra la integridad de la Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas y sus recursos, es el avance de la frontera agropecuaria sobre tierras de cobertura forestal,

no aptas para estas actividades, debido a fuertes pendientes, la alta susceptibilidad a la erosión y las condiciones climáticas adversas. Este avance conlleva, en la mayoría de los casos, a la eliminación total del bosque natural.

En el lado Norte de la Sierra de las Minas, durante los últimos 12 años se dieron varios procesos de colonización espontánea por pobladores Q'eqchis. Estos, desplazados de sus tierras originales o en busca de nuevas posibilidades de sobrevivir, se instalaron en tierras nacionales y grandes fincas particulares en la actual área protegida. Las áreas han sido ocupadas principalmente para agricultura migratoria de cultivos anuales de subsistencia, utilizando prácticas no sostenibles tales como: tala, tumba y quema, siembra en laderas sin medidas de conservación de suelos y monocultivismo.

Por otra parte, en el lado Sur, el proceso de cambio de uso del suelo responde a la extracción sin control de maderas para abastecer los aserraderos ubicados en el valle del Motagua, así como para el establecimiento de pastos para ganadería extensiva, y para agricultura practicada por los habitantes del área. En tiempo más reciente, ha surgido la presión de una nueva actividad agrícola: la producción comercial de hortalizas a gran escala.

En el mapa de Cobertura Vegetal y Uso de la Tierra, también están definidas áreas pobladas, construcciones, tierras estériles o minas descubiertas.

Valores socioculturales

Varias culturas mesoamericanas se establecieron en los fértiles valles ribereños alrededor de la Sierra de las Minas. Dentro de la reserva se encuentran tres sitios arqueológicos que están ubicados en la actual zona de amortiguamiento del lado Norte. Uno de ellos, Río Zarquito, es el único que pertenece al periodo Clásico y fue ocupado por grupos étnicos Maya y Chortí. Los otros dos sitios, Tinajas y Pueblo Viejo, pertenecieron a las culturas Maya y Q'eqchi, durante el periodo Post-Clásico. En los alrededores de la reserva se han registrado otros 30 sitios arqueológicos, incluyendo algunos de gran esplendor como Quiriguá, Patuxté, Guaytan y San José Apantes.

El desarrollo de la agricultura fue la aplicación lógica del conocimiento ancestral de la naturaleza. Generaciones de observadores y beneficiarios de las migraciones de aves, del desove de los peces y las tortugas, de la maduración del bosque y del llano, llegaron a acumular una extraordinaria ciencia de un entorno natural. De hecho, los ciclos naturales se plasmaron en su visión del mundo, dándoles razón de ser. Sus universos simbólicos, la identidad individual y la historia misma de las sociedades se expresaron en deidades e imágenes que evocan los ciclos de las estaciones, el paso del sol y de los planetas por el cielo o, simplemente, reconocer el agua como el factor vital que es.

Según Rivera, citado por CONAMA (1992), durante la época clásica de los mayas, grandes extensiones de selva dieron paso a cultivos que degradaron el entorno natural. Sin embargo, también se desarrollaron prácticas agrícolas como la agroforestería y la chinampas o los campos elevados, que permitieron un uso de bajo impacto y sostenible de los bosques. Las sociedades agrícolas que vieron los europeos al llegar a estas tierras, eran depositarias de un

conocimiento y una tecnología para el uso de los recursos naturales que ofrecía cierta estabilidad. A pesar de que con estas sociedades agrícolas comenzó la historia de deterioro ambiental que hace crisis hoy en día, comparativamente la tecnología y el orden social de esos tiempos no produjo mayores daños ecológicos. De hecho, en los últimos 400 años, las comunidades indígenas evidenciaron un notable conocimiento de su entorno natural, pero el limitado acceso a los recursos, principalmente la tierra, y el crecimiento demográfico explosivo de las últimas dos generaciones, han obligado a intensificar los esfuerzos productivos abreviando el tiempo de descanso de la tierra y reduciendo la diversidad de cultivos hasta optar por el monocultivismo comercial con ayuda de abonos químicos.

En la actualidad, el área de la RBSM es ocupada por varios grupos étnicos que son: Q'eqchi', como grupo mayoritario en el lado Norte y Poqomchi' y Achi en el lado Oeste. En el lado Sur la mayoría de la población es ladina. Si se asegura el acceso a la tierra y se mejoran las condiciones de salud y educación, son estos habitantes del campo quienes con mayor facilidad abrazarán las tecnologías de bajo impacto, optando por el control integrado de plagas, produciendo y manejando pesticidas biodegradables.

Zonas de Vida

El sistema utilizado en el levantamiento del mapa ecológico es la Clasificación de Zonas de Vida o Formaciones Vegetales del Mundo del Dr. L. R. Holdridge (1967). Este sistema se ha utilizado en el levantamiento de mapas ecológicos de varios países de América Latina y con su ayuda se pueden identificar y delimitar las áreas climáticas donde se desarrollan las formaciones vegetales.

El mapa de Zonas de Vida es una representación espacial de las diferentes condiciones bioclimáticas en el área de estudio. En la Sierra de las Minas se encuentran las zonas de vida Monte Espinoso Subtropical, Bosque Seco Premontano Subtropical, Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical, Bosque Muy Húmedo Premontano Subtropical, Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical y Bosque Pluvial Montano Bajo Subtropical. Debe hacerse notar que los límites de la RBSM no incluyen las zonas de vida Monte Espinoso y Bosque Seco Subtropical. Las zonas de vida que se presentan en la RBSM se encuentran detalladas en la Tabla 7, con sus respectivas superficies de ocupación.

Tabla 7. Zonas de Vida de la RBSM y sus áreas respectivas.

ZONA DE VIDA	AREA m²	AREA ha	% RBSM
Bosque Húmedo Montano Bajo	229.623.411,80	22.962,34	12,74
Bosque Muy Húmedo Montano Bajo	516.263.500,00	51.626,35	28,65
Bosque Muy Húmedo Premontano	410.620.900,00	41.062,09	22,78
Bosque Pluvial Montano Bajo	645.092.200,00	64.509,22	35,80

Monte Espinoso Subtropical

El Monte Espinoso abarca un área que va desde la aldea El Jicaro en el valle del Motagua hasta la aldea El Tempisque, cruzando hacia la Fragua, Zacapa, hasta llegar a Chiquimula. El Monte Espinoso representa el 0,85% de la superficie total del país. Aunque se encuentra fuera de los límites de la Reserva de la Biosfera es importante analizarlo por su necesaria integración futura al área protegida.

Bosque Seco Premontano Subtropical

Area que rodea el Monte Espinoso en el valle del Motagua que va desde las ruinas de Mixco hasta el río El Lobo sobre la ruta al Atlántico.

En esta zona de vida las condiciones climáticas se caracterizan por días claros y soleados durante los meses en que no llueve, y parcialmente nublados durante la época de enero a abril. La época de lluvias corresponde, especialmente a los meses de junio a octubre, entre los que se alcanzan las precipitaciones más importantes en esta región.

La precipitación varía entre 500 mm y 1.000 mm, con un promedio total anual 855 mm. La biotemperatura media anual oscila entre 19°C y 24°C. La relación de evapotranspiración potencial es alrededor de 1,5. El relieve de los terrenos va desde plano hasta accidentado en la parte baja de la Sierra de las Minas con elevaciones que varían desde 400 a 1.200 msnm. La superficie total de esta zona de vida representa el 3,64% de la superficie total de país. En la RBSM, esta zona de vida es mínima (0,03%) y muy intervenida

Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical

Esta zona de vida se encuentra en el 8,98% de la superficie total del país. El patrón de lluvias varía entre 1.057 mm y 1.588 mm, con un promedio de 1.344 mm de precipitación anual. Las biotemperaturas van de 15°C a 23°C y la evapotranspiración potencial puede estimarse en un promedio de 0,75.

Su topografía accidentada, por lo general, está cubierta de vegetación. Su altura varía entre 1.500 msnm y 2.400 msnm.

Bosque Muy Húmedo Premontano Subtropical

Es la zona de vida más extensa en Guatemala cubriendo el 37,41% de la superficie del país. En la región norte abarca los departamentos de Izabal, Norte de Alta Verapaz, El Quiché y una parte del departamento de Huehuetenango.

Sus condiciones climáticas son diversas por la influencia de los vientos. El régimen de lluvia es de mayor duración, por lo que influyen grandemente en la florística y en la fisonomía de la vegetación. Se carece de información precisa, pero se reportan precipitaciones de 1.587 a 2.066 mm o más, la temperatura va de 21°C a 25°C en la costa Sur y puede estimarse la evapotranspiración potencial en 0,45

Los terrenos de esta zona de vida varían desde una topografía plana hasta accidentada y su elevación varía desde 80 a 1.600 msnm.

Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical

Este segmento abarca los alrededores de Cobán, siguiendo una franja angosta de 2 a 4 km de ancho en Baja Verapaz, pasando por la cumbre de Santa Elena. Luego se separa la faja para seguir bordeando la Sierra de las Minas por un lado, y por el otro sigue rumbo a la cumbre de El Chol en Baja Verapaz.

Esta zona de vida representa el 2,37% de la superficie total del país. El régimen de lluvias varía de 2.065 a 3.900 mm, promediando 2.730 mm de precipitación total anual. Su biotemperatura va de 12,5°C a 18,6°C y la evapotranspiración potencial puede estimarse en 0,35. La topografía es generalmente ondulada llegando, en algunos casos, a ser accidentada. La elevación varía entre 1.800 y 3.000 msnm.

Tabla 8. Especies vegetales indicadoras de las Zonas de Vida.

Zona de Vida	Nombre científico	Nombre común
Monte Espinoso Subtropical	Cactus spp. Guaiacum spp. Bucida Macrostchys Acacia farnesiana	Cacto, nopal, tuna Guayacán Almendro de Cerro, roble Espino Blanco
Bosque Seco Subtropical	Ceiba aescutifolia Leucaena guatemalensis Encylcia Diota	Ceibillo Yaje, Quiebrahacha Orquídea
Bosque Húmedo Montano bajo Subtropical	Pinnus oocarpa Quercus spp. Alnus Jorullensis Encylcia Selligera	Pino colorado Roble, encino ilamo Orquídea
Bosque Muy Húmedo Montano bajo Subtropical	Liquidambar styraciflua Persea donnell smithii Clethra spp.	Liquidámbar Omax, Aguacatillo Zapotillo
Bosque Muy Húmedo Premontano Subtropical	Orbignya cohune Terminalia amazonia Pinus caribaea Manilkara zapota	Corozo Canxán, naranjo Pino del Petén Chico zapote
Bosque Pluvial Montano Bajo Subtropical	Alfaroa costaricensis Magnolia guatemalensis Brunellia spp. Gunera sp.	Nogal de montaña Magnolia Cedrillo Begonia gigante

Fuente: INAFOR, 1976



Bosque Pluvial Montano Bajo Subtropical

Comprende un área pequeña arriba de Tucurú y Tamahú en Alta Verapaz, pasando por Purulhá, Unión Barrios y Chilascó en Baja Verapaz; continúa en la parte alta de la Sierra de las Minas. Esta zona de vida representa el 0,83% de la superficie total del país.

El patrón de lluvias es un poco difícil de determinar pues no se dispone de mayores datos, sin embargo, puede decirse que sobrepasa los 4.100 mm de precipitación anual. La biotemperatura oscila alrededor de los 19°C. La evapotranspiración potencial se estima en 0.25, su topografía es accidentada teniendo elevaciones que van desde 1.500 hasta 2.700 msnm.

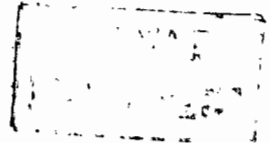
Hidrografía

En la Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas se encuentran las cuencas de 63 ríos, los cuales influyen en las condiciones microclimáticas de estas montañas. Sus aguas son importantes para la industria, poblaciones y fincas de los valles circundantes.

El riego para la agricultura y ganadería es vital para las fincas que dependen del agua que proviene de la Sierra de las Minas, utilizada para cultivos tales como melón, sandía, tabaco, tomate, café, uva, cardamomo, citronela y arroz. Existen varios sistemas de irrigación ubicados en el valle de San Jerónimo y el valle del Motagua.

El caudal del río Colorado es importante ya que se utiliza en la planta hidroeléctrica Río Hondo.

El abastecimiento de agua es vital, especialmente para las poblaciones del valle del Motagua, en el cual la densidad poblacional es relativamente alta y donde se establece gran parte del desarrollo industrial, el cual depende de este recurso.



CAPITULO VI

ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos, principalmente generados por la base de datos del SIG y el análisis de paisajes, permitieron, a través de su discusión, elaborar la propuesta de zonificación de la RBSM. Los resultados obtenidos y su discusión se encuentran descritos en el análisis integrado, simultáneo y multiescalar de paisajes; y en la propuesta de zonificación.

Análisis integrado y multiescalar de paisajes

De acuerdo a González (1981), los levantamiento integrados facilitan el diagnóstico ambiental en cada zona permitiendo la adecuación a determinados usos potenciales, relacionados directamente con el resguardo y conservación de los recursos naturales.

Para el análisis paisajístico del área de estudio, se partió de lo más general y, posteriormente, a una serie de unidades con características ecológicas propias (vegetación, geología, clima, usos de la tierra), localizadas espacialmente, dando origen a unidades integradas de paisajes.

En primer lugar, el análisis paisajístico se inicia a través de una gran región, de un ámbito mayor en que se enmarca nuestro paisaje, dentro de la Gran Región Biogeográfica Tropical Estacional del Caribe, donde la precipitación, la temperatura, vientos, relieves y altitudes son importantes.

En segundo lugar y enmarcada en esta zona general, hay unidades de repetición constante caracterizadas por la recepción de los vientos alisios del Atlántico, complementada con áreas cuya orientación y elevación con relación a las corrientes de los vientos determinan fuertemente el clima. Como unidades representativas de este sistema se pueden mencionar la formadas por el lago de Maracaibo, el Catatumbo y los Andes, en la República de Venezuela, y el Lago de Izabal, las Bocas del Polochic y la Sierra de las Minas, en la República de Guatemala. En esta última región se localiza la Reserva de la Biosfera objeto de estudio.

La región guatemalteca se caracteriza por la interacción de las placas tectónicas del Norte y del Caribe que dan origen a las fallas del Polochic y del Motagua, entre las cuales se levanta la Sierra de las Minas formada por rocas metamórficas de edad paleozoica constituida principalmente por filitas, esquistos, gneisses, mármol y migmatitas. Dentro de esta unidad se desarrolla un complejo mosaico de relieves.

La siguiente unidad la constituyen los paisajes bioclimáticos representados por las zonas de vida donde a su vez se incluyen subpaisajes litológicos, conformados por las diferentes formaciones geológicas que afloran sobre cada zona de vida. Por último se caracterizan las unidades de paisaje como vegetación natural original, uso actual de la tierra y cobertura vegetal actual. El resumen de la integración de los paisajes se encuentra descrito en la Tabla 9.

Paisajes

Debe tenerse en cuenta, al analizar los paisajes y sus características espaciales dentro de la reserva, que por la información actualizada de cobertura vegetal y uso actual de la tierra, sólo se tomó para la realización del estudio 180.114 ha de la RBSM, que representa el 76 % de la misma. El resto de la información del área se encuentra en proceso de fotointerpretación, no obstante puede analizarse con la metodología utilizada. También debe mencionarse que las tierras o paisajes en las Zonas de Vida Monte Espinoso y Bosque Seco Premontano Subtropical, a pesar de estar presentes en la región, no se encuentran bajo la protección de la RBSM.

Paisaje bioclimático Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical

Esta zona de vida es exclusiva de las elevaciones entre 1.500 y 2.400 msnm. Su temperatura media es de 19°C y su precipitación promedio es de 1.344 mm anualmente. La Zona de Vida Bosque Húmedo Montano Bajo tiene una extensión de 22.962,34 ha, lo que representa el 12,74 % del área de la Reserva bajo estudio.

En cuanto a su litología, está formada en un 99,14% por rocas metamórficas que incluyen filitas, gneisses, esquistos, mármol, cuarzo, mica feldespato y migmatitas; la otra parte son rocas plutónicas, granitos y dioritas.

La intervención en este paisaje es alta con 10.062,21 ha bajo uso agrícola tanto anual como permanente. La vegetación virgen probablemente es marginal por las características topográficas del área, ocupa 11.590 ha, o sea el 50,48% de la superficie que abarca la Zona de Vida. La mayor parte de la vegetación virgen está compuesta por bosques de coníferas.

Paisaje bioclimático Bosque Muy Húmedo Premontano Subtropical

Paisaje caracterizado por temperaturas entre 21 y 25°C, precipitaciones estimadas entre 1.587 y 2.066 mm o más al año, terrenos planos hasta accidentados en elevaciones desde 80 hasta 1.600 msnm. Representa la Zona de Vida de mayor extensión en el país.

Del área de estudio, esta zona cubre el 35,79%, equivalente a 54.509,22 ha con litología predominantemente compuesta por lutitas, areniscas, conglomerados y filitas del Carbonífero Pérmico y también de aluviones cuaternarios. En mínima extensión se encuentran rocas intrusivas de edad desconocida.

El paisaje está sumamente intervenido con 47% dedicada a la agricultura, 8,2% de vegetación secundaria y solamente el 43% de vegetación natural virgen, mayoritariamente de bosques de especies latifoliadas.

Subpaisaje litológico sobre material del Carbonífero Pérmico. Está constituido por suelos preferidos para actividades agrícolas, cuya superficie intervenida ha llegado a casi al 60%, dejando las áreas marginales a la vegetación virgen, principalmente, de bosques de especies latifoliadas. Representa el área de poblados de mayor extensión de la zona.

Tabla 9. Resumen de la integración de paisajes de la RBSM.

ZONA TROPICAL ESTACIONAL DEL CARIBE			
Sierra de las Minas, Guatemala			
ZONA DE VIDA	LITOLOGIA	COBERTURA	ha
BOSQUE SECO PREMONTANO SUBTROPICAL 64.73 ha	Pzm ROCAS METAMORFICAS Filitas, esquistos, gneisses, mica cuarzo, feldespato, migmatita	Agricultura anual-pastos	55,89
		Bosque especies coníferas	1,65
		Bosque especies latifoliadas	6,73
		Bosque mixto	1,04
BOSQUE HUMEDO MONTANO BAJO SUBTROPICAL 22.962,34 ha	I ROCAS INTRUSIVAS Granitos y dioritas 196,56 ha	Poblaciones, construcciones	3,98
		Agricultura anual-pastos	150,94
		Arbustos (incluye rodales)	9,27
		Bosque especies coníferas	32,69
	Pzm ROCAS METAMORFICAS Filitas, esquistos, gneisses, mica cuarzo, feldespato, migmatita 22.765,78 ha	Población, construcción	46,81
		Agricultura anual-pastos	8.655,58
		Agricultura perenne	1.207,05
		Arbustos (incluye rodales)	1.234,18
		Bosque especies coníferas	7.447,41
		Bosque especies latifoliadas	1.410,17
		Bosque mixto	2.691,63
		Areas forestadas	12,87
		Tierra estéril, mina, otros	62,38
BOSQUE MUY HUMEDO MONTANO BAJO SUBTROPICAL 51.626,35 ha	Pzm ROCAS METAMORFICAS Filitas, esquistos, gneisses, mica cuarzo, feldespato, migmatita 41.774,27 ha	Población, construcción	14,06
		Agricultura anual-pastos	7.846,70
		Agricultura perenne	549,54
		Arbustos (incluye rodales)	1.986,86
		Bosque especies coníferas	11.269,33
		Bosque especies latifoliadas	16.113,02
		Bosque mixto	3.054,38
		Areas forestadas	902,23
		Tierra estéril, mina, otros	29,06
	I ROCAS INTRUSIVAS Granitos y dioritas 7.135,05 ha	Población, construcción	2,15
		Agricultura anual-pastos	921,65
		Agricultura perenne	351,82
		Arbustos (incluye rodales)	108,32
		Bosque especies coníferas	122,57
		Bosque especies latifoliadas	5.605,03
		Bosque mixto	6,65
		Tierra estéril, mina, otros	16,23
	Cpsr CARBONIFERO PERMICO Lutitas, areniscas, conglomerados	Población, construcción	2,94
		Agricultura anual-pastos	1.279,55
		Agricultura perenne	113,01

Tabla 9. Continuación

ZONA TROPICAL ESTACIONAL DEL CARIBE				
Sierra de las Minas, Guatemala				
ZONA DE VIDA	LITOLOGIA	COBERTURA	ha	
BOSQUE MUY HUMEDO PREMONTANO SUBTROPICAL 64.509,22 ha	filitas 2.717,06 ha	Arbustos (incluye rodales)	45,49	
		Bosque especies coníferas	4,30	
		Bosque especies latifoliadas	1.205,61	
		Bosque mixto	65,14	
	Pzm ROCAS METAMORFICAS Filitas, esquistos, gneisses, mica cuarzo, feldespato, migmatita 15.443,22 ha	Población, construcción	17,61	
		Agricultura anual-pastos	1.090,51	
		Agricultura perenne	553,18	
		Arbustos (incluye rodales)	573,84	
		Bosque especies coníferas	98,73	
		Bosque especies latifoliadas	13.091,80	
	I ROCAS INTRUSIVAS Granitos y dioritas 1.624,53 ha	Agricultura anual-pastos	332,10	
		Arbustos (incluye rodales)	308,73	
		Bosque especies latifoliadas	982,73	
	Cpsr CARBONIFERO PERMICO Lutitas, areniscas, conglomerados filitas 38.936,68 ha	Población, construcción	366,81	
		Agricultura anual-pastos	17.179,70	
		Agricultura perenne	5.425,42	
		Arbustos (incluye rodales)	3.629,57	
		Bosque especies coníferas	809,03	
		Bosque especies latifoliadas	11.305,13	
	Pc PERMICO Carbonatos 4.500,20 ha	Bosque mixto	219,28	
		Población, construcción	24,74	
		Agricultura anual-pastos	2.862,02	
		Agricultura perenne	86,62	
		Arbustos (incluye rodales)	291,04	
		Bosque especies coníferas	493,25	
	Bosque especies latifoliadas	475,66		
	Qa ALUVIONES CUATERNARIOS 4.004,79 ha	Bosque mixto	259,86	
		Población, construcción	255,22	
		Agricultura anual-pastos	2.093,01	
		Agricultura perenne	660,25	
		Arbustos (incluye rodales)	489,75	
	BOSQUE PLUVIAL MONTANO BAJO	Bosque especies latifoliadas	504,80	
		Pzm ROCAS METAMORFICAS Filitas, esquistos, gneisses, mica cuarzo, feldespato, migmatita 36.176,02 ha	Población, construcción	68,23
		Agricultura anual-pastos	5.244,78	
		Agricultura perenne	29,44	
		Arbustos (incluye rodales)	1.680,98	

Tabla 9. Continuación

ZONA TROPICAL ESTACIONAL DEL CARIBE			
Sierra de las Minas, Guatemala			
ZONA DE VIDA	LITOLOGIA	COBERTURA	ha
SUBTROPICAL 41.062,09 ha		Bosque especies coníferas	4.715,55
		Bosque especies latifoliadas	22.345,70
		Bosque mixto	1.161,48
		Áreas forestadas	871,79
		Tierra estéril, mina, otros	59,53
	I ROCAS INTRUSIVAS Granitos y dioritas 4.876,69 ha	Agricultura anual-pastos	7,95
		Arbustos (incluye rodales)	812,76
		Bosque especies coníferas	55,33
		Bosque especies latifoliadas	3.974,93
		Bosque mixto	10,78
		Tierra estéril, mina, otros	14,24
	Cpsr CARBONIFERO PERMICO Lutitas, areniscas, conglomerados filitas 9,34 ha	Agricultura anual-pastos	8,93

Subpaisaje litológico sobre Rocas Metamórficas. La frontera agrícola no ha avanzado en esta área, pues la intervención ha sido baja (10,71%), dejando la mayor parte del área (86%) para bosques de especies latifoliadas y, en menor escala, bosques de coníferas y bosques mixtos. A la vegetación natural le sigue la agricultura anual-pastos con 7,12%; los arbustos con 3,73% y la agricultura perenne con 3,62%.

Subpaisaje litológico sobre Carbonatos del Pérmico. Su extensión en esta zona de vida es de 4.500 ha, o sea el 2,5% del área de estudio. Son suelos de uso agrícola, principalmente agricultura anual-pastos. La vegetación primaria ocupa la cuarta parte del subpaisaje. En esta región las áreas pobladas son las menores del Bosque Muy Húmedo Premontano Subtropical.

Subpaisaje litológico sobre Aluviones Cuaternarios. El área está muy intervenida, con 69% de superficie dedicada a la agricultura, 12% para la vegetación secundaria y 13% para bosques de especies latifoliadas exclusivamente.

Subpaisaje litológico sobre Rocas Intrusivas. Existe poca intervención agrícola. Prevalcen los bosques de especies latifoliadas cubriendo el 61% del área.

Paisaje bioclimático Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical

El régimen de lluvias de la zona varía de 2.065 a 3.900 mm por año; su temperatura va de 12,5°C a 18,6°C. La topografía es generalmente accidentada y en elevaciones entre 1.800 a 3.000 msnm.

El Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical ocupa el segundo lugar en extensión en el área de estudio después del Bosque Muy Húmedo Premontano. Su superficie es de 51.626,35 ha, o sea el 28,65 % de la región analizada. Litológicamente, posee tres subpaisajes siendo el principal, el localizado sobre rocas metamórficas; le siguen los subpaisajes sobre rocas plutónicas y sobre material del Carbonífero Pérmico.

En general, en esta zona de vida hay mediana intervención agrícola. La agricultura representa el 21,43 % del área, en comparación al 73% ocupada por la vegetación virgen.

Subpaisaje litológico sobre Rocas Metamórficas. Las rocas metamórficas están presentes en el 80% de la zona de vida y sigue la misma tendencia de este material en el Bosque Muy Húmedo Premontano, es decir, moderada intervención agrícola. La agricultura abarca una superficie de 8.396,24 ha, que representa el 20% del área con esta litología. La vegetación primaria, principalmente de especies latifoliadas, se encuentra en el 73 % del área.

Subpaisaje litológico sobre Rocas Intrusivas. Los granitos y dioritas se encuentran en el 14% de la zona. La frontera agrícola no ha avanzado bajo esta litología. Existe agricultura solamente en el 18% del subpaisaje y en el 80% se encuentran los bosques primarios de coníferas y latifoliadas.

Subpaisaje litológico sobre material del Carbonífero Pérmico. Con 2.717 ha está presente este material, siendo el de menor presencia. Son zonas muy intervenidas por la agricultura, con 51% de agricultura anual y perenne. Los bosques vírgenes representan el 47% del área.

Paisaje bioclimático Bosque Pluvial Montano Bajo Subtropical.

Bajo esta zona de vida se encuentran 41.062 ha (22,78%) del área de estudio. Ocupa los pisos altitudinales desde 1.500 a 2.700 msnm, su precipitación anual sobrepasa los 4.100 mm, su temperatura oscila alrededor de 19°C en una topografía accidentada.

Básicamente, su litología está compuesta por rocas metamórficas y rocas plutónicas. La cobertura vegetal, en su mayoría, (79%) es vegetación primaria en contraposición con la agricultura que cubre el 13% de la superficie.

Subpaisaje litológico sobre Rocas Metamórficas. Se presenta nuevamente una limitada propagación de la agricultura sobre esta litología con solamente el 15%. La vegetación primaria permanece en el 78% de este material. Las rocas metamórficas ocupan 36.176 ha.

Subpaisaje litológico sobre Rocas Intrusivas. Conforman el subpaisaje de mínima intervención. La agricultura no es generalizada (0,15%). El área se distribuye entre vegetación primaria con el 83% y vegetación secundaria con 17%.

Zonificación

Marco legal e institucional

Marco Legal

La Constitución de la República de Guatemala de 1986, en su artículo 64 al referirse al medio ambiente, declara de interés nacional la conservación, protección y mejoramiento del patrimonio natural de la nación y además establece una ley específica que garantiza la creación y protección de parques nacionales, reservas, refugios naturales y la fauna y flora que en ellos exista. De esta manera queda establecido constitucionalmente la creación y organización de los sistemas y mecanismos que protejan la vida silvestre del país.

Así, mediante el Decreto número 4-89 del Congreso de la República, se decreta la Ley de Areas Protegidas, cuyos objetivos generales son:

- Asegurar el funcionamiento óptimo de los procesos ecológicos esenciales y de los sistemas naturales vitales para beneficio de todos los guatemaltecos.
- Lograr la conservación de la diversidad genética de flora y fauna silvestres del país.
- Alcanzar la capacidad de una utilización sostenida de las especies y ecosistemas en todo el territorio nacional.
- Defender y preservar el patrimonio natural de la nación y establecer las áreas protegidas necesarias en el territorio nacional, con carácter de utilidad pública e interés social.

Según el artículo 90 de la Ley de Areas Protegidas, la Sierra de las Minas que se localiza en parte de los departamentos de Baja Verapaz, El Progreso, Alta Verapaz, Izabal y Zacapa, es declarada Area de Protección Especial, por poseer ecosistemas, fenómenos naturales, fuentes de agua y especies de flora y fauna de especial importancia, así como bosques subtropicales y pluviales únicos en su género, que le confieren gran importancia desde el punto de vista ambiental, a nivel nacional e internacional.

Posteriormente, en 1990, recibe por parte del Congreso de la República, su declaratoria como Reserva de la Biosfera y en 1993 es reconocida como tal por el Programa "El Hombre y la Biosfera" de la UNESCO.

Se considera a las Reservas de la Biosfera como áreas de importancia mundial suficientemente extensas para constituir unidades de conservación eficaces que permitan la coexistencia armoniosa de diferentes modalidades de conservación, uso y aprovechamiento sostenible de los recursos. Además, involucra ecosistemas naturales de cada una de las provincias biogeográficas, zonas de endemismo y riqueza genética, paisajes armoniosos, ecosistemas modificados o degradados para su recuperación. También, debe brindar oportunidades para la investigación, educación, formación ecológica y considerar la población humana como componente importante de la misma (UNESCO, 1985).

La Declaratoria de la RBSM se realizó por medio del Decreto número 49-90 del Congreso de la República y en su artículo 3 establece las categorías de manejo y zonificación siguientes: zona núcleo, zona de uso múltiple o sostenible, zonas de recuperación y zonas de amortiguamiento.

Además de la Ley de Areas Protegidas (Decreto 4-89) y dentro del marco jurídico, se encuentra la Ley Forestal (Decreto 70-89), cuyo órgano de aplicación es la Dirección General de Bosques y Vida Silvestre (DIGEBOS) y en 1992, se crea la Secretaría de Recursos Hidráulicos por medio del acuerdo gubernativo No. 238-92, que es la última instancia para normar el aprovechamiento del recurso agua en Guatemala.

Para completar el marco legal se nombra a la Fundación Defensores de la Naturaleza para ejercer la Secretaría Ejecutiva, con la responsabilidad de cumplir con el Plan Maestro de la RBSM, el cual constituye el marco general de políticas, organización y programas para orientar la administración y el manejo de la reserva.

Criterios de manejo y selección. Cada reserva contendrá terrenos con diferentes tipos de ecosistemas y uso humanos, y para su manejo, la legislación guatemalteca lo orienta a través de la siguiente zonificación:

- **Zona Núcleo:** los objetivos primordiales de las áreas núcleo de la Reserva son la preservación del ambiente natural, conservación de diversidad biológica y de los sitios arqueológicos; investigaciones científicas, educación conservacionista y turismo ecológico y cultural muy restringido y controlado. En estas áreas se prohíbe cazar, capturar y realizar cualquier acto que disturbe o lesione la vida o integridad de la fauna silvestre, así como cortar, extraer o destruir cualquier espécimen de flora silvestre, excepto por motivos técnicos de manejo que sean necesarios para asegurar su conservación. En todo caso, sólo podrán hacerlo las autoridades administradoras del área con la debida autorización del CONAP. Además, no se permiten asentamientos humanos, excepto los necesarios para la investigación y administración del área. Los terrenos son fundamentalmente de propiedad estatal y/o municipal. El CONAP dará prioridad a la adquisición por parte del Estado o por organizaciones guatemaltecas sin fines de lucro dedicadas a la conservación de la naturaleza, de aquellos terrenos de propiedad particular que pudiesen estar dentro de las áreas núcleo.
- **Zonas de uso múltiple o sostenible, de amortiguamiento y de recuperación:** según el decreto 49-90, las zonas de uso múltiple o sostenible, de recuperación y de amortiguamiento tienen como objetivos primordiales el amortiguamiento de la zona núcleo, la restauración y el uso sostenible de los recursos naturales, sin afectar negativa y permanentemente sus diversos ecosistemas.

Debido a que la zona de uso múltiple o sostenible corresponde, en gran parte, a áreas con cobertura forestal y a suelos de vocación forestal, se manejan los recursos bajo los principios de sostenibilidad ecológica y social, siguiendo las directrices del Plan Maestro de la RBSM.

La zona de amortiguamiento debe lograr el uso y aprovechamiento sostenible de los recursos para mejorar la calidad de vida de sus habitantes, lograr la participación y educación ambiental de las comunidades en el mantenimiento y mejora de las condiciones de la Reserva y sus recursos.

La zona de Recuperación tiene como propósito la restauración de la cubierta forestal de las áreas de vocación forestal, las cuales se encuentran seriamente dañadas por el mal manejo que tradicionalmente se ha hecho de ellas, para proteger y recuperar suelos, fuentes de agua y para rehabilitar hábitat para la vida silvestre, bajo el concepto de sustentabilidad. Los tipos de bosque son tanto protectores como productores, de acuerdo con los requerimientos y las potencialidades de cada sitio.

Marco Institucional

Existen instituciones con mandatos legales relacionados con la administración y el manejo de la tierra y los recursos de la RBSM. A continuación se describen algunas de estas instituciones y sus tareas principales.

- El Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP) preside la Junta Directiva de la RBSM y apoya a la Secretaría Ejecutiva en su administración; emite las autorizaciones para el aprovechamiento de los recursos naturales en la Reserva, previo dictamen favorable de la administración de la misma.
- La Fundación Defensores de la Naturaleza ejerce la Secretaría Ejecutiva de la Junta Directiva de la RBSM, vela por la conservación y protección de los recursos naturales de la Reserva con el apoyo de las instituciones gubernamentales locales y los cuerpos de seguridad del país. Coordina y ejecuta los planes y programas de manejo, así como ejerce la administración de la Reserva.
- El Instituto Nacional de Transformación Agraria (INTA) apoya la administración de la Reserva, en la protección y el manejo adecuado de las tierras nacionales y sus recursos de acuerdo a la legislación vigente y a los planes aprobados. Además, adscribe al CONAP las tierras nacionales dentro de la Reserva para su manejo adecuado.
- La Dirección General de Bosques (DIGEBOS) realiza la supervisión técnica de las licencias de aprovechamiento forestal ya autorizadas en la Reserva (previo a la emisión del Decreto 49-90); asiste a la administración de la Reserva, al sector privado y a las comunidades del área para el establecimiento de plantaciones forestales y manejo de las mismas, por medio de programas de incentivos fiscales, canalización de créditos y orientación técnica.
- Los Consejos Departamentales de Desarrollo Urbano y Rural participan con voz y voto en la Junta Directiva de la Reserva y apoyan a la Secretaría Ejecutiva tanto en la aplicación de la ley como en la coordinación de acciones entre instituciones departamentales.
- Las Municipalidades apoyan a la administración de la Reserva en la protección y el manejo de las tierras y recursos naturales de la Reserva dentro de su jurisdicción, velando por el

cumplimiento de la legislación vigente. Recolectan los arbitrios establecidos para ser utilizados en beneficio del municipio.

- El Ministerio Público y Cuerpos de Seguridad respaldan y asisten a los guarda-recursos y técnicos de la RBSM en la protección de los recursos naturales de la misma. Asisten a las autoridades civiles y judiciales en la aplicación de las leyes vigentes en la Reserva.
- Al Ministerio de Comunicaciones le corresponde el mantenimiento de carreteras y la infraestructura pública dentro de la RBSM. Asiste a la administración de la Reserva en la planificación y el desarrollo de los accesos, circulaciones y comunicaciones dentro de la misma.
- El Instituto Guatemalteco de Turismo (INGUAT) ayuda en la elaboración de un plan general de turismo en la RBSM y la región circundante, asiste a organismos y comunidades del área en el desarrollo de sistemas de turismo de bajo impacto que genere beneficios a la población local.
- Las comunidades locales participan con voz y voto en la Junta Directiva, a través del representante de las comunidades indígenas de la Reserva. Participan tanto en el diseño y la implementación de programas dirigidos a satisfacer las necesidades de las comunidades locales como en proyectos de protección y manejo sostenible de recursos naturales de la RBSM.

Debilidades institucionales

Las entidades gubernamentales y autoridades locales que tienen responsabilidad sobre diferentes aspectos de las tierras y los recursos naturales en la Sierra de las Minas y áreas aledañas, tienen un nivel de coordinación muy bajo. Algunas de ellas, incluso, tienen objetivos institucionales opuestos, y muchos de sus integrantes aún no tienen la conciencia sobre la necesidad de conservar y manejar sosteniblemente los recursos naturales.

Hasta la fecha no existe un catastro confiable de tierras que brinde la información necesaria y exacta sobre la tenencia de la tierra en la Reserva. En los niveles de decisión se reconoce poco el aporte que la Sierra de las Minas hace a la economía y al desarrollo del país. Al no reconocer la importancia de la Sierra de las Minas, no se provee el financiamiento necesario para conservar y manejar sosteniblemente sus recursos.

Zonificación de la RBSM

Zonificación: situación actual

La reserva cuenta con una extensión total de 236.300 ha, dividida internamente en cuatro zonas de manejo plenamente establecidas por el Congreso guatemalteco. La zonificación de la Reserva, Figura 3, es la siguiente:

- Zona Núcleo (105.700 ha): donde las actividades económicas no son permitidas y donde los recursos naturales están mejor protegidos.
- Zona de Usos Múltiples (34.000 ha): donde el uso y extracción sustentable de los recursos es permitido.
- Zona de Amortiguamiento (91.800 ha): donde la mayor parte de las comunidades están asentadas y la agricultura es permitida.
- Zona de Recuperación (4.200 ha): donde las actividades de restauración necesitan ser hechas.

Estas categorías fueron definidas, sin contar con información cartográfica adecuada sobre la diversidad y características de los ecosistemas y su uso potencial, por los habitantes locales, sin información sobre los ecosistemas en términos de extensión, sin establecer inventarios biológicos y sin identificar áreas aisladas de máximo riesgo. En resumen, la zonificación actual de la RBSM se realizó sin un diagnóstico, sin un medio instrumental para conocer, interpretar, explicar y evaluar la realidad de la Reserva.

Esta carencia de información ha dado como resultado la incertidumbre en cuanto a si la conservación y desarrollo de actividades planeadas y actualmente implementadas son apropiadas para cada uno de los ecosistemas, o si es necesario que las categorías de manejo sean readaptadas a las características ecológicas y necesidades de la población. Además, la sobrevivencia de relictos vegetativos en riesgo, está amenazada principalmente por el desconocimiento de su existencia y escasez.

Zonificación: propuesta planteada

La propuesta toma en cuenta la necesidad de evaluar prioritariamente la zonificación de la reserva, incluso recomendando la modificación de los límites externos con el propósito de mejorar la representatividad de comunidades vegetales, ampliar hábitats claves, proteger especies endémicas y unir ecosistemas estratégicos, de acuerdo a las conclusiones del IV Congreso Mundial sobre Parques Nacionales y Areas Protegidas, celebrado en Caracas, Venezuela, en 1992.

Actualmente, se ha hecho énfasis en la protección de ecosistemas de montaña con selvas tropicales lluviosas y bosques nublados dejando sin representación en el Sistema Guatemalteco de Areas Protegidas (SIGAP), muchas zonas de endemismo y ecosistemas únicos del país. Ejemplo claro de esta tendencia lo constituye la RBSM.

La zonificación actual de la RBSM plantea la protección de los bosques, coníferos y latifoliados ubicados en las partes altas de la Sierra de las Minas, principalmente sobre las zonas de vida Bosque Muy Húmedo y Bosque Pluvial Montano Bajo Subtropical. Sin embargo, existen remanentes de vegetación virgen en los bosques húmedos, hábitats únicos y en riesgo de extinción que están fuera de la protección de la Zona Núcleo. Estos relictos boscosos son los únicos y últimos remanentes por lo que deben ser considerados patrimonio genético para el repoblamiento y restauración de estos paisajes.

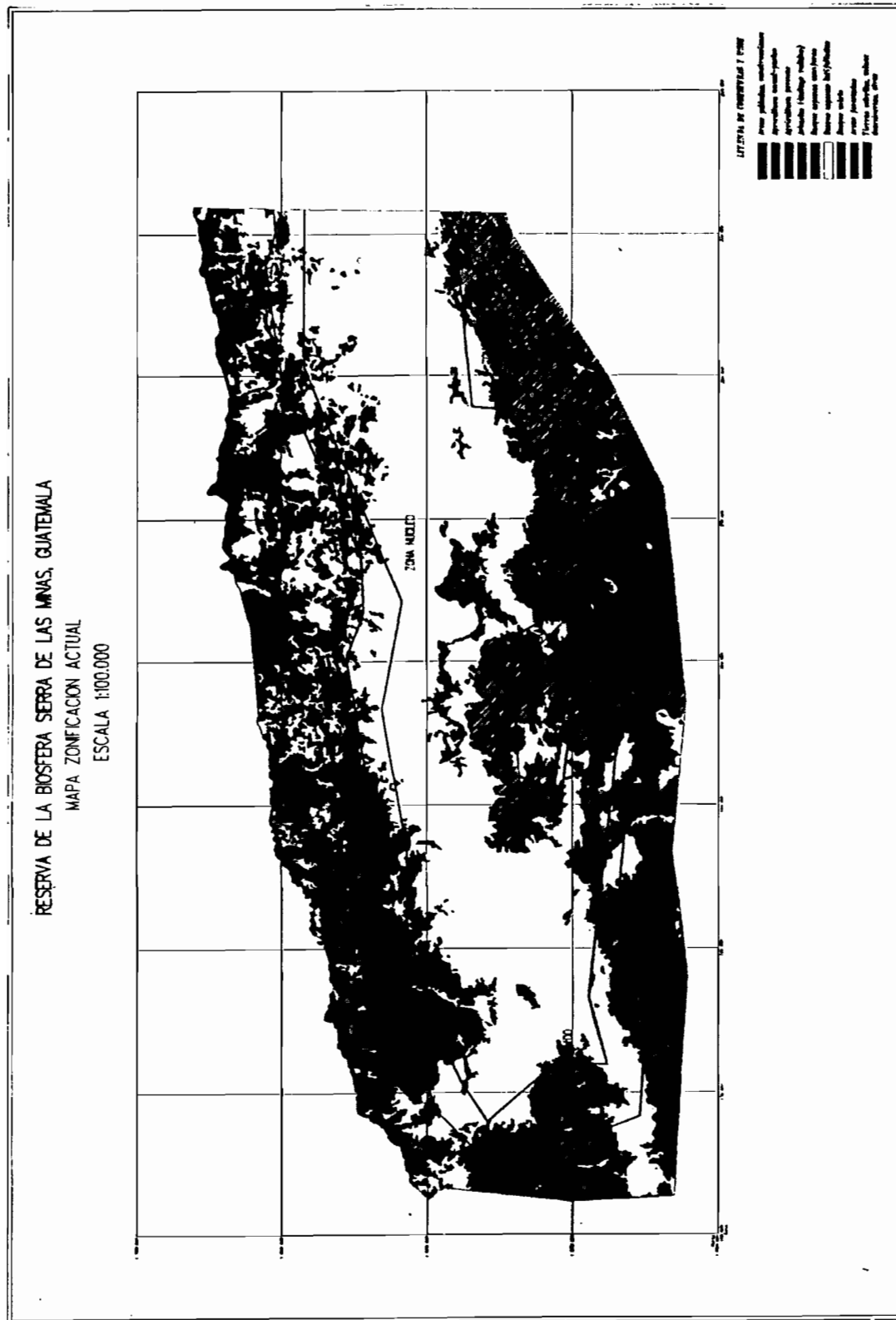


Figura 3. Zonificación actual de la RBSM

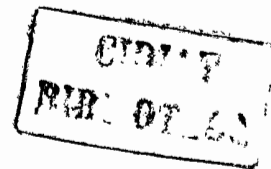
Otra deficiencia de la actual zonificación es la no representatividad en la reserva de zonas de vida muy próximas a ella, como el Monte Espinoso y Bosque Seco Subtropical. La importancia del Monte Espinoso se hace evidente al considerar que ocupa el 0.85 % de la superficie total del país. Es una de las formaciones vegetales con menor representatividad nacional, lo que hace importante su protección o representatividad en el SIGAP.

Para finalizar lo que respecta a estos ecosistemas, es importante considerar las interacciones únicas existentes entre las zonas de vida que aquí se aglutinan, proveyendo el campo para la investigación y consiguiente valoración de estos ecosistemas, actualmente marginados.

Otro aspecto sobresaliente en la RBSM es la interrelación de la naturaleza con la cultura; es considerada como un lugar especial por los diversos sitios arqueológicos que se encuentran por doquier dentro y en los alrededores de la reserva y que son testimonio de la grandeza de las civilizaciones maya, kekchí y chortí. Esta relevancia de la reserva no solamente es histórica. Actualmente, es importante la convergencia en la sierra de diversas etnias (Poqomchí, Achí, Q'echí), aspecto que da mayor valor al área protegida y refuerza su designación como Reserva de la Biosfera. Al respecto, a pesar que dentro de la reserva se encuentran 3 sitios arqueológicos, Río Zarquito, Tinajas y Pueblo Viejo (etnia maya-kekchí), es recomendable que se integren a la misma, otros sitios ubicados en sus límites como Bucaral, El Comte y Pueblo Viejo (etnia chortí), incluso mediante la posibilidad de un realindamiento de sus límites exteriores.

En el ámbito general, se tomaron en cuenta las prioridades de acción enmarcadas dentro de los dos documentos síntesis del último Congreso Mundial de Parques, "La declaratoria de Caracas" y "El plan de acción de Caracas" (Barzetti, 1993) en procurar:

- Actualizar o crear una estrategia nacional de conservación.
- Desarrollar sistemas de clasificación de diversidad biológica.
- Establecer inventarios biológicos.
- Identificar áreas aisladas restantes.
- Establecer y manejar nuevas áreas protegidas.



En resumen, las consideraciones tomadas en cuenta para la actualización de la zonificación se fundamentaron, primordialmente, en criterios de biodiversidad con el propósito de que todas las comunidades vegetales tengan su representatividad dentro de la Reserva y dentro de la protección de las zonas de manejo. De esta manera, se logran proteger especies endémicas, habitat claves, habitat únicos y en riesgo de extinción, valores culturales y zonas de vida con escasa representación en el sistema de áreas protegidas del país.

La zonificación propuesta amplía la Zona Núcleo para proteger bosques en las Zonas de vida del Bosque Húmedo y Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical. Se recomienda, mediante vigilancia especial, la protección de otros relictos boscosos, los cuales no fue posible integrar a la Zona Núcleo.

No se contó con información para analizar el avance de la restauración en la Zona de Recuperación por lo que sus límites actuales no fueron alterados. La variedad de mosaicos en determinadas partes del área, formada por vegetación primaria, vegetación secundaria y agricultura, fueron utilizados en la designación de las áreas de usos sostenible.

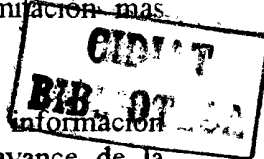
Bajo estas consideraciones la zonificación propuesta es la presentada en la Figura 4, la cual puede visualizarse mejor haciendo uso del diskette anexo y las instrucciones que lo acompañan.

CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- La importancia de la reserva de la Biosfera Sierra de las Minas es claramente manifiesta tanto por su riqueza natural como arqueológica, económica y social.
- La metodología empleada para la elaboración de la cartografía de recursos naturales renovables produjo los resultados esperados, principalmente en el manejo de coberturas, espaciales y temáticas, que facilitaron la obtención de resultados en forma rápida y exacta. Esto comparado con el tratamiento manual resalta los beneficios de la utilización de sistemas de información geográfica.
- Los levantamientos integrados como el método para llegar a la zonificación de la reserva se ajustó bien a las características del área, permitiendo el levantamiento a las escalas planeadas: paisajes bioclimáticos, litológicos y de cobertura vegetal y uso actual de la tierra. A través de esta metodología se identifican relictos vegetativos importantes de las zonas Monte Espinoso, Bosque Seco y Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical.
- La escasa información climática referente a precipitación y temperatura, limitó la exactitud en la definición de Isoyetas y, posteriormente en la delimitación de las zonas de vida. También el relieve particular de la zona produjo distorsiones en la utilización de la información climática puntual aportada por las diversas estaciones meteorológicas del área.
- Los mapas de cobertura vegetal y uso de la tierra a escala 1:50.000, originados de la fotointerpretación de información aérea a escala 1:24.000, permitió la delimitación más detallada de los polígonos de las diversas coberturas.
- La cobertura computarizada de vegetación y uso actual de la tierra, contienen la información necesaria tanto espacial como temática para la realización de estudios del avance de la frontera agrícola mediante la utilización de la información pasada o futura.
- Los objetivos trazados respecto a la cartografía de recursos naturales renovables de la RBSM fueron alcanzados. Se cuenta ahora con una buena base de datos que incluye topografía, red vial, red hidrológica, asentamientos humanos, mapa base, zonas de vida, regiones litológicas, mapa de cobertura vegetal y uso actual de la tierra y zonificación de la reserva.
- La Sierra de las Minas se levanta, no solamente como una barrera bioclimática, sino también cultural. La riqueza antropológica de la región es importante ya que el factor poblacional va íntimamente ligado al concepto de Reserva de la Biosfera.



- Las Zonas de Vida de mayor extensión en la reserva son los Bosques Muy Húmedos Premontano y Montano Bajo Subtropical. El Monte Espinoso y Bosque Seco Subtropical no son tomados en cuenta por la reserva a pesar de encontrarse próximos a ella.
- Las rocas metamórficas del período Paleozoico representan la litología más abundante en la reserva, dando indicios de su poca vocación agrícola dada la baja intervención a que ha sido expuesta la vegetación primaria.
- La litología del Carbonífero Pérmico representada por lutitas, areniscas, conglomerados y filitas, así como los carbonatos del Pérmico, representan las litologías con mayor intervención agrícola en las que la vegetación primaria ha sido relegada a áreas marginales.
- La zona de vida con mayor cobertura agrícola es el Bosque Muy Húmedo Premontano con más de 30.000 ha cultivadas, la presión de las actividades agrícolas sobre la zona núcleo aquí son muy evidentes.
- De manera general, la RBSM tiene con agricultura el 31% de su superficie y con vegetación primaria más del 60% , en su mayoría formada por bosques de especies latifoliadas.
- Las deficiencias institucionales son puestas de manifiesto en los diversos problemas presentes en la reserva, tal es el caso de la explotación indiscriminada de madera y la consiguiente degradación del germoplasma de especies forestales, extracción descontrolada de otros subproductos del bosque, el incremento de la cacería y la propagación de incendios naturales e inducidos.
- La protección a los recursos naturales de la reserva está enfocada principalmente a bosques de las partes altas de la sierra. No se han tomado en cuenta los criterios de biodiversidad ya que mediante el presente trabajo se detectaron remanentes vegetativos en zonas marginales de hábitats particulares en la zona del Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical.
- No se contó con información para analizar el avance de la restauración en la Zona de Recuperación por lo que sus límites actuales no fueron alterados. La variedad de mosaicos en determinadas partes del área, formada por vegetación primaria, vegetación secundaria y agricultura, fueron utilizados en la designación de las áreas de usos sostenible.

Recomendaciones

- La metodología utilizada en el análisis de una porción de la reserva se puede utilizar para completar toda el área, al contar con los datos restantes de cobertura vegetal y uso de la tierra. Por la flexibilidad del sistema, la incorporación de los nuevos datos a la base de datos ya constituida puede realizarse sin problema alguno.
- El banco de datos respecto a condiciones climáticas de temperatura y precipitación se debe incrementar y actualizar. Se debe implementar un programa para la generación de estos datos dándole prioridad a regiones de la Sierra de las Minas donde no existe información.

- Realizar estudios en cuanto a la expansión de la frontera agrícola, determinando las regiones más vulnerables para ser tomadas en cuenta en la elaboración de los correspondientes planes de manejo.
- Implementar un sistema computarizado de control, adquirir el sistema de información geográfica ARC/INFO y capacitar a personal para su operación. Los buenos resultados obtenidos en el presente trabajo se pueden utilizar en diversos programas de manejo, monitoreo e investigación.
- Investigar y aprovechar la riqueza cultural de la región mediante la integración del elemento humano en la gestión de la reserva. Evitar la pérdida de ese conocimiento ancestral de civilizaciones pasadas es una responsabilidad que debe ser asumida.
- Debe manejarse el concepto de biodiversidad en la reserva y, por consiguiente, su protección. Esto se puede lograr mediante la determinación de relictos boscosos en zonas aisladas, principalmente del Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical.
- Considerar la ampliación de los límites externos de la reserva para que bajo el concepto de biodiversidad, se integren a la misma ecosistemas representativos del Monte Espinoso y Bosque Seco Subtropical.
- Crear conciencia en personas e instituciones en la valorización y protección de zonas secas y semiáridas, como las existentes en la depresión del Motagua cuya flora y fauna tan particulares son dignas de ser preservadas.
- Los bosques latifoliados en las regiones del río Huyus, río Huijo y del área de Cruz del Tigre, merecen protección especial ya que pertenecen a los pocos hábitat existentes de este tipo en el Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical y que por su ubicación marginal en la reserva no fue posible integrarlos a la Zona Núcleo.
- Debe darse continuidad a este tipo de investigaciones y generar luego el reglamento y los planes de manejo adaptándolos a las características de los ecosistemas.
- Es importante la elaborar el inventario de recursos naturales de la reserva, tanto renovables como no renovables, así como la culminación del proyecto de asociaciones ecológicas.
- Debe evitarse la ampliación de la frontera agrícola, especialmente en el lado norte de la sierra, cuya intervención es considerable en la Zona Núcleo.
- La clasificación de paisajes debe continuarse con subpaisajes a diversas escalas tomando en cuenta elementos como insolación, geomorfología de la región, valores escénicos únicos y formaciones litológicas menores.

- Debe tomarse máxima precaución en el establecimiento de infraestructura vial y de servicios ya que la Sierra de las Minas es considerada como un área de gran influencia y riqueza arqueológica por ser tierras de ancestral ocupación.
- Integrar a la reserva el área protegida de las Bocas del Polochic ya que es una zona que debe ser manejada integralmente con la RBSM tanto en protección como en el aprovechamiento sustentable de los recursos.
- Actualizar el plan Maestro de la RBSM con políticas, programas y organización fundamentados en un buen conocimiento de la realidad actual de la reserva.
- Promover la educación ambiental en la región sin arriesgar la riqueza cultural de los habitantes de la zona.
- Fomentar la investigación científica, por parte de universidades y otras organizaciones científicas e investigadoras, a fin de aumentar el conocimiento sobre las características biofísicas, los procesos ecológicos y el impacto de las actividades humanas en la reserva.
- Toda construcción de infraestructura turística deberá regirse por las regulaciones y limitaciones vigentes para cada una de las zonas y cumplir con los objetivos de la misma. La administración de la Reserva debe supervisar el cumplimiento de las regulaciones y medidas de mitigación de impactos ambientales.
- Para alcanzar la adecuada protección de los recursos en esta zona se debe reubicar voluntariamente a las comunidades fuera de la zona, principalmente, a las comunidades agrícolas que lesionan la Zona Núcleo.

BIBLIOGRAFIA

- Anderson, J. et al. 1972. A land-use classification sistem for use with remoto sensor data. Government Printing Office. Washington, USA.
- Barzetti, V. (de) 1993. Parques y progreso: Areas protegidas y desarrollo económico en América Latina y el Caribe. UICN-BID. USA.
- Borcosque, J.L. 1990. Sistemas de información geográfica. Cepal. Chile.
- Bosque, J. 1991. Sistemas de información geográfica. Ediciones Rialp S. A. Madrid, España 451 p.
- Bosque, J. y otros. 1994. Sistemas de información geográfica: Prácticas con PC ARC/INFO e IDRISI. Ra-Ma Editorial. España. 481 p.
- Brockman, M. 1978. Mapa de cobertura vegetal y uso actual de la tierra de Bolivia. Material Mimeografiado. Bolivia.
- Campbell, J. 1982. The biogeography of the cloud forest herpetofauna of middle América, with special reference to the Sierra de las Minas of Guatemala. Defensores de la Naturaleza. Guatemala.
- Cebrián, J.; Marck, D. 1986. Sistemas de información geográfica, funciones y estructura de datos. Estudios geográficos. Madrid, España
- Centro de estudios superiores de energía y minas (CESEM). s.f. Síntesis Geológica de Guatemala. Material mimeografiado.
- Chuvieco, E. 1990. Fundamentos de Teledetección Espacial. Ediciones Rialp S. A. Madrid, España.
- Colwell, R. 1970. The inventory of natural resource by means of aerial and space photography. The University of British Columbia. Vancouver, Canadá.
- Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA). 1992. Situación ambiental de la República de Guatemala. Guatemala.
- Congreso de la República de Guatemala. 1995. Ley de áreas protegidas y su reglamento. Decreto 4-89. Consejo nacional de áreas protegidas (CONAP). Guatemala.
- Congreso de la República de Guatemala. 1990a . Declaración de la Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas. Decreto 49-90. Consejo Nacional de áreas protegidas (CONAP). Guatemala.

- Congreso de la República de Guatemala. 1990b. Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente. Comisión nacional del medio ambiente (CONAMA). Guatemala.
- De la Cruz, J.R. 1983. Clasificación de las zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Departamento de Divulgación Agrícola. Guatemala.
- Defensores de la Naturaleza. 1992. Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas, Guatemala. Plan Maestro. Elan Ediciones. Guatemala.
- Defensores de la Naturaleza. 1995. Ecological classification in Sierra de las Minas, Guatemala. Elan Ediciones. Guatemala.
- Dix, M. & M. 1990 Estudio técnico para dar a la Sierra de las Minas la categoría de Reserva de la Biósfera. Elan Ediciones. Guatemala.
- Dix, M. & M. 1994 Estudios diversos sobre Sierra de las Minas. Guatemala.
- Esri. Arcview Users Guide. 1991a. Environmental System Research Institute Inc. RedLand, California. USA.
- Esri. PC ARC/INFO Arcedit Users Guide. 1991b. Environmental System Research Institute Inc. RedLand, California. USA.
- Esri. PC ARC/INFO Starter Kit Users Guide. 1991c. Environmental System Research Institute Inc. RedLand, California. USA.
- Esri. PC ARC/INFO Data model, concepts and key terms. 1991d. Environmental System Research Institute Inc. RedLand, California. USA.
- Esri. PC Arcplot Users Guide. 1991e. Environmental System Research Institute Inc. RedLand, California. USA.
- Esri. PC Overlay training workbook. Spatial manipulation and analysis. 1991f. Environmental System Research Institute Inc. RedLand, California. USA.
- Esri. PC Overlay Users Guide. 1991g. Environmental System Research Institute Inc. RedLand, California. USA.
- González, B. 1981. Ecología y Paisaje. H Bluma Ediciones. Madrid, España.
- Holdridge, L. 1967. Life Zone Ecology. Tropical Science Center. San José Costa Rica.
- INAFOR. 1976. Clasificación de zonas de vida o formaciones vegetales de Guatemala. Editorial José de Pineda Ibarra. Guatemala.

- INSIVUMEH. 1990. Boletines meteorológicos de estaciones en la región de la Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas. Material mimeografiado. Guatemala.
- Instituto Latinoamericano de Planificación económica y social. 1994. Guía para la presentación de proyectos. Siglo XXI. México.
- IUCN. 1992. Regional Reviews. Ivth World Congress on National Park and Protected Areas. IUCN. Caracas, Venezuela.
- Moore, A. 1984. Manual de planificación de un sistema nacional de parques nacionales y otras zonas silvestres. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Carácas, Venezuela.
- Moseley, j.; Thelen, k.; Miller, k. 1974. Planificación de parques nacionales. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Chile.
- Reyes, S. 1985. Reconocimiento ecológico de los Andes venezolanos. Toponimias de Montaña. IGCRN. ULA. Mérida, Venezuela.
- Rincón, J. 1990. Inventario de Recursos físico geográficos del Parque Nacional Sierra Nevada. Trabajo Especial de Grado. Escuela de Geografía. Universidad de los Andes, Venezuela.
- Rodríguez, A. 1993. Proposición de una definición profunda de Sistemas de Información Geográfica. AESIG/Estudio gráfico. Madrid, España.
- UNESCO. 1985. Plan de acción para las Reservas de la Biosfera. Documento de Trabajo. FAO. Washington, USA.
- Vilchez, J. 1995. Sistemas de Información Geográfica: Introducción al ARC/INFO. Curso de Maestría en Gestión de Recursos Naturales Renovables y Medio Ambiente. (Con énfasis en estudios de impacto ambiental). CIDIAT. Mérida, Venezuela.

