

# CARACTERÍSTICAS DEL MEDIO FÍSICO BIÓTICO Y APTITUD DE LAS TIERRAS

REGIÓN DE LOS ALTOS DE CHIAPAS



Aristides Saavedra Guerrero  
Daniel López López  
Luis Alejandro Castellanos Fajardo

*México, Diciembre 22, 2015*

---

# CONTENIDO

---

Introducción .....	1
Localización Geográfica.....	2
Aspectos del medio físico biótico .....	6
Clima .....	6
Elementos del Clima .....	6
Temperatura.....	7
Precipitación.....	9
Tipos de Climas.....	11
Geología.....	19
Clases - Tipos De Rocas / Formaciones Superficiales .....	20
Hidrografía .....	22
Relieve .....	23
Aspectos del Relieve.....	24
Fisiografía .....	28
Clasificación Fisiográfica de la Región de los Altos de Chiapas .....	29
Estructuras Geológicas / Geoestructuras .....	29
Provincia Fisiográfica .....	29
Gran Paisaje.....	30
Suelos.....	31
Zonificación Ambiental - Aptitud De Las Tierras .....	36
Aspectos Conceptuales.....	36
Aspectos Metodológicos .....	37
Descripción de las unidades de tierra por capacidad de uso .....	42
Unidad 1. Tierras Clase II.....	51
(24) Subclase II es (fmo).....	51
(23) Subclase II eh .....	52
(22) Subclase IIs (fmo) .....	52

Unidad 2. Tierras Clase III.....	53
(21) Subclase III te (fmod) .....	53
(20) Subclase III tes (fb).....	53
(19) Subclase III s (fb).....	54
(18) Subclase III s (fb).....	54
(17) Subclase III s (pe) .....	55
Unidad 3. Tierras Clase IV.....	55
(16) Subclase IV h (i) fmo.....	56
(15) Subclase IV h (i) fb.....	56
(14) Subclase IV h (dr) 0-3 % .....	57
(13) Subclase IV h (dr) 3 - 7% .....	57
(12) Subclase IV s (pe) .....	58
(11) Subclase IV tes (pe) .....	59
(10) Subclase IVs (fmb) .....	59
(9) Subclase IV te (12-25%) .....	60
Unidad 4. Tierras Clase VI.....	60
(8) Subclase VI s (pe) .....	60
(7) Subclase VI se (pe).....	61
(6) Subclase VI tes (pe).....	62
(5) Subclase VI te (pe).....	62
Unidad 5. Tierras Clase VII.....	63
(4) Subclase VII s (pe) .....	63
(3) Subclase VII te.....	64
(2) Subclase VII tes (pe).....	64
Unidad 6. Tierras Clase VIII.....	65
(1) VIII tes (pe).....	65
Referencias.....	66

---

# INTRODUCCIÓN

---

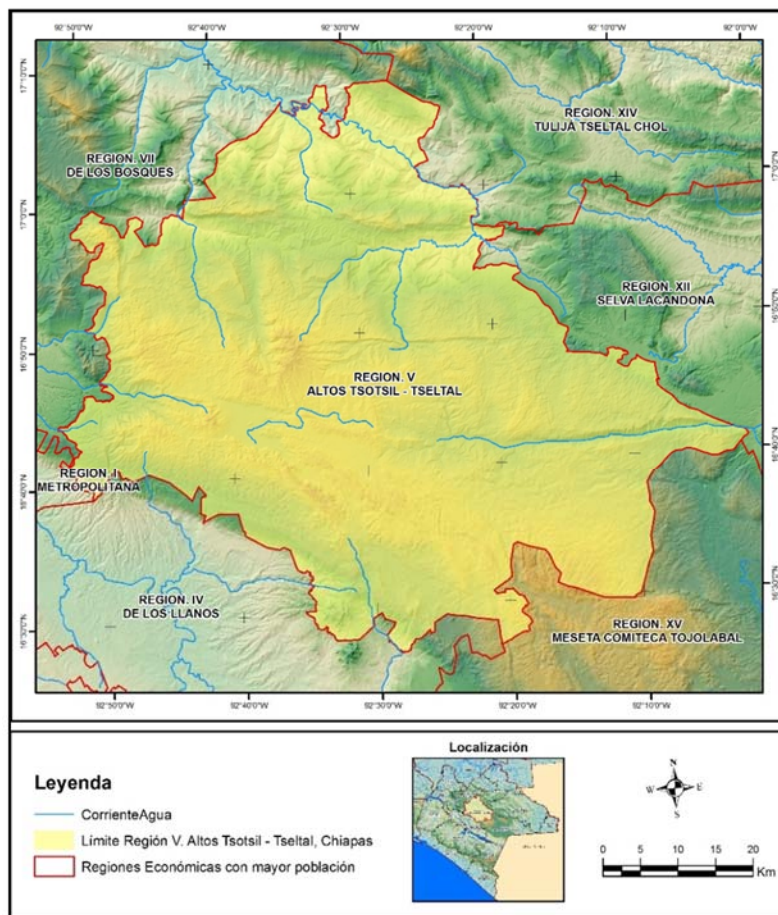
El área de estudio correspondiente a los Altos de Chiapas la conforman 17 municipios en los que predominan dos grupos étnicos a saber: Aldama (Tzotzil), Amatenango del Valle (Tzeltal), Chalchihuitán (Tzotzil), Chamula (Tzeltal), Chanal (Tzeltal), Chenalhó (Tzotzil), Huixtán (Tzotzil), Larráinzar (Tzotzil), Mitontic (Tzotzil), Oxchuc (Tzeltal), Pantelhó, (Tzotzil), San Cristóbal de las Casas (mayoría mestiza), San Juan Cancuc, Santiago El Pinar, Tenejapa (Tzeltal), Teopisca (mayoría mestiza) y Zinacantán (Tzotzil). Estos dos grupos étnicos “*Tzotzil – Tzeltal*” forman parte de la antigua cultura Maya, que actualmente continúan conservando sus costumbres y tradiciones, mismas que dan sustento a su cultura e identidad. Los centros de población en su mayoría pertenecen a comunidades indígenas y minoritariamente corresponde a asentamientos urbanos como son las ciudades de San Cristóbal de las Casas y Teopisca, donde cohabitan mestizos, indígenas y extranjeros.

Los municipios mencionados conforman en su conjunto lo que se denomina como la región de los Altos de Chiapas. Esta región se ubica en la parte central del estado, también denominada y conocida como **Región V. Altos “*Tsotsil – Tseltal*”** que desde tiempos históricos se distingue por presentar una gran diversidad cultural, caracterizada por una población en su gran mayoría indígena.

El presente documento corresponde a la memoria técnica y descriptiva la cual contempla introducción, localización, aspectos del medio físico biótico y esencialmente la zonificación ambiental o clasificación de tierras por su capacidad de uso. Esta última se desarrolló con las categorías establecidas en la metodología señalada, además de abordar, describir y relacionar algunas de las características más representativas del medio y en especial las relacionadas con la aptitud de las tierras; donde se representan áreas que conforman espacios relativamente homogéneos, en los cuales interactúan variables ambientales y edafológicas principalmente, que intervienen en la sostenibilidad y en los procesos de conservación, uso y manejo, y la producción de cultivos, ganadería y silvicultura o agroforestería.

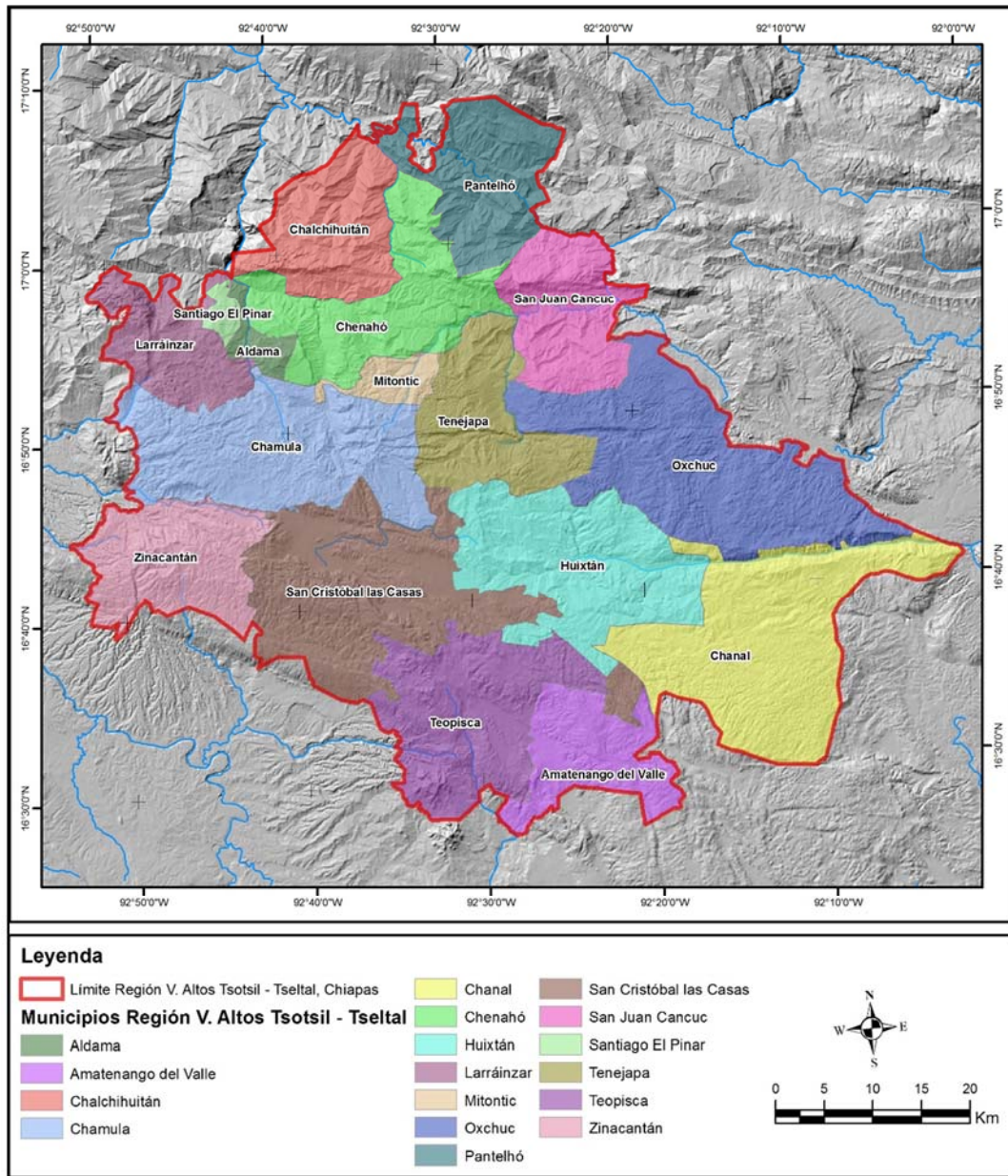
# LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

La región de los Altos de Chiapas se localizan en la parte central del estado aproximadamente entre los  $16^{\circ}50'24''$  y  $17^{\circ}22'12''$  de latitud Norte y los  $92^{\circ}18'36''$  y  $93^{\circ}12'36''$  de longitud al Oeste de Greenwich **Figura 1.**, representa el 5% de los 73,670 Km<sup>2</sup> que conforman el total del estado chiapaneco y cubre una superficie de 3,725.69 Km<sup>2</sup> (372,569 ha). Los tres principales municipios por extensión corresponden a Oxchuc con una superficie de 40,959 hectáreas, equivalente al 10.99% de la superficie en la región, el segundo en extensión es el municipio de Chanal con 40,702 hectáreas, equivalente al 10.92%, y en tercer lugar está San Cristóbal de las Casas con una superficie de 39,966 hectáreas que representan el 10.73%. Es decir, que de los 17 municipios que conforman la Región de los Altos de Chipas (**Figura 2**), estos 3 municipios, representan un poco más de la tercera parte (32.64%) del total de la superficie de la región.



**Figura 1. Localización Geográfica de los Altos de Chiapas**

En la **Figura 3** se muestran los datos correspondientes a la participación en hectáreas (Ha) y porcentaje (%) de los municipios que conforman la región de los Altos de Chiapas; región que de acuerdo con el INEGI pertenecen a *la región socioeconómica V (Figura 4)*, de los Altos “Tsotsil Tzeltal”<sup>1</sup>.



**Figura 2. Municipios que conforman los Altos de Chiapas**

<sup>1</sup>Los tzotziles y tzeltales son dos grupos indígenas que forman parte de la antigua cultura maya, y que en la actualidad siguen conservando sus costumbres y tradiciones, las que dan sustento a su cultura e identidad. Estos grupos étnicos habitan la zona denominada altos de Chiapas

La región de los Altos de Chiapas colinda al Nor-noroeste con los municipios de El Bosque y Simojovel de Allende los cuales corresponden a la Región VII de Los Bosques, al nor-noreste con los municipios de Yajalón, Sitalá y Chilón que pertenecen a la región XIV del Tulijá Tzeltal Chol; al sur-sureste con los municipios de Ocosingo y Altamirano que corresponde a la región XII de la Selva Lacandona, al sur con los municipios de Comitán y Las Rosas de la Región XV Meseta Comiteca Tojolabal y con los municipios de Venustiano Carranza, Nicolás Ruiz, Totolapa y San Lucas, de la Región IV de Los Llanos y al oeste con los municipios de Jitotol, Bochil, Soyaló e Ixtapa correspondientes nuevamente de la Región VII de Los Bosques y al sur-suroeste con los municipios de San Lucas y Acala de la Región I Metropolitana.

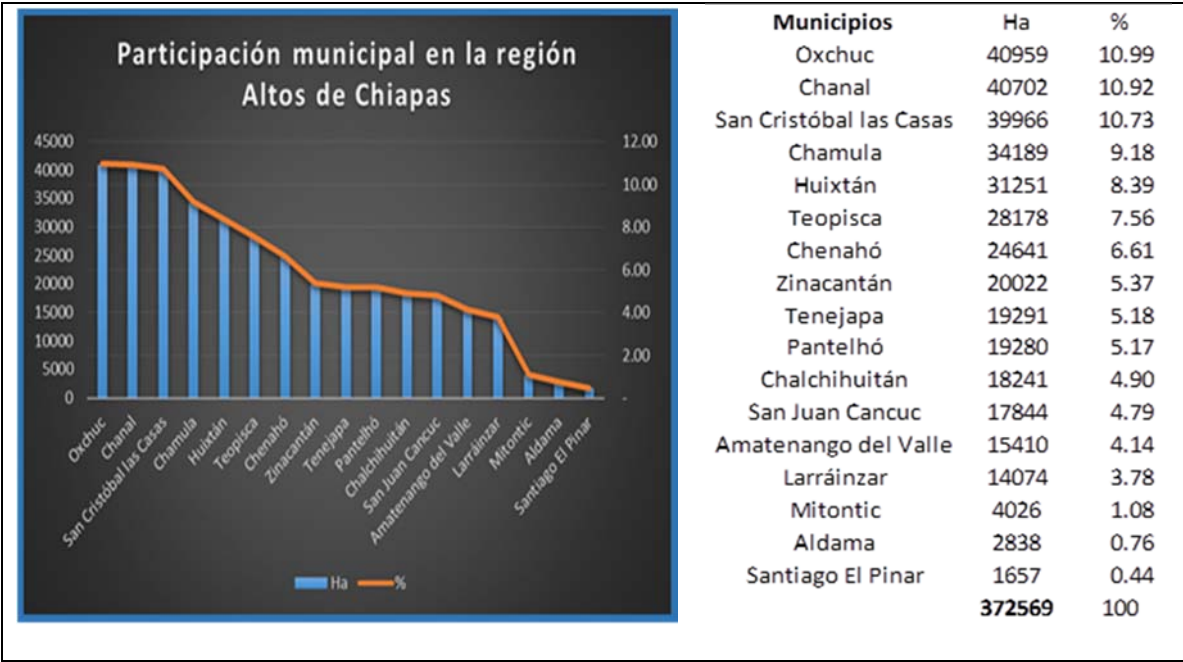


Figura 3. Superficie municipal de participación en la región Altos de Chiapas (Ha y %)

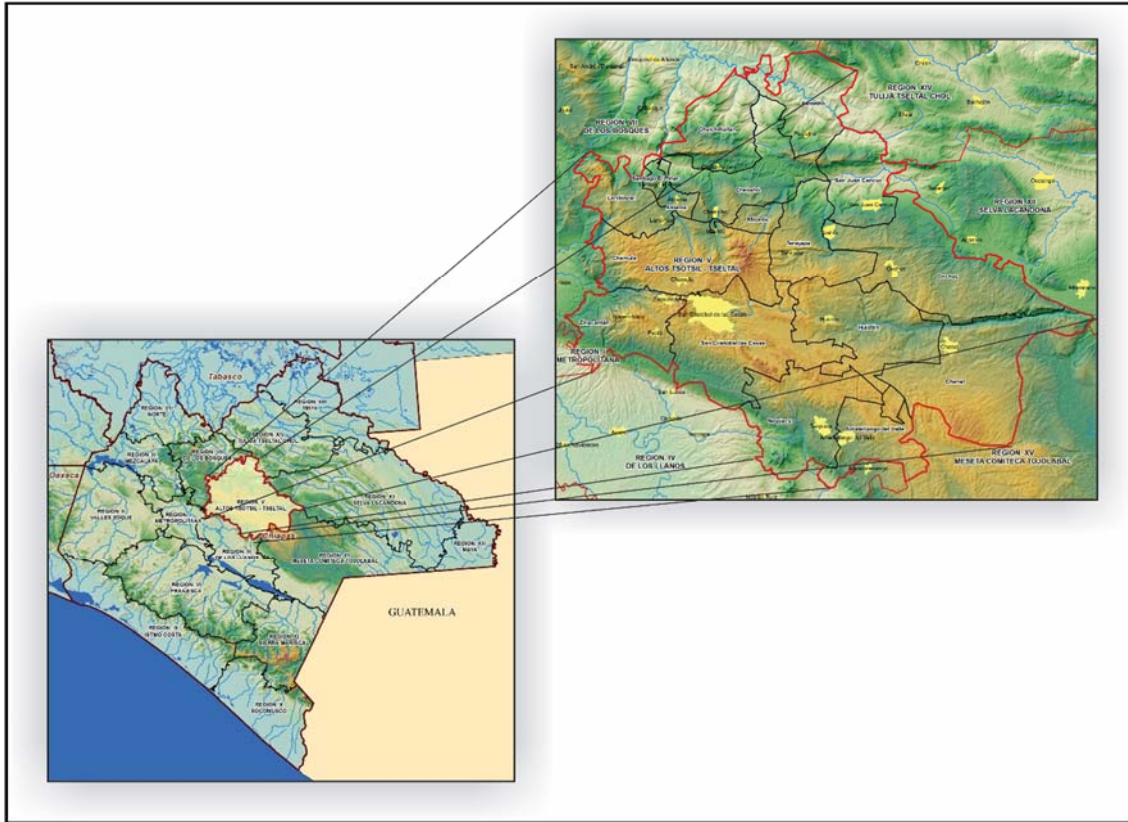


Figura 4. Región socioeconómica V Altos de Chiapas<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Regiones socio-económicas del INEGI. Marco Geoestadístico municipal 2010., Versión 5.0



---

# ASPECTOS DEL MEDIO FÍSICO BIÓTICO

---

El presente apartado describe en primer lugar el análisis biofísico que incluye aspectos de clima, cobertura vegetal y uso del suelo, geología, hidrografía, relieve, suelos y atributos fisiográficos de la región de los Altos de Chiapas.

## Clima

En el nivel más simple, el tiempo es lo que está sucediendo en la atmósfera en un momento dado. El clima, en un sentido estricto, puede ser considerado como el “tiempo promedio”, o de una manera más exacta, se puede definir como “la descripción estadística en términos de la media y la variabilidad de las cantidades pertinentes durante un período de tiempo” (WMO, 2015).

## Elementos del Clima

En seguida se presenta un análisis general de la precipitación y temperatura, en el sector de los Altos de Chiapas. El análisis se funda esencialmente en la información disponible en el **“Atlas Climático Digital de México (ACDM)”**, elaborado por la Unidad de Informática para las Ciencias Atmosféricas y Ambientales del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM (UNIATMOS), la cual se basa en las mediciones de varias fuentes, principalmente del *Servicio Meteorológico Nacional de la Comisión Nacional del Agua de México*, así como en información de bases climáticas del *National Climatic Data Center (NCDC)*, mismas que fueron interpoladas considerando los efectos topográficos conforme a la base *Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)*. La información obtenida del ACDM se procesa y se presenta en mapas de la región con los valores de precipitación promedio anual, precipitaciones máximas y mínimas (mm) y los valores de temperatura media anual y temperaturas máximas y mínimas (°C) para el periodo comprendido entre los años 1950 – 2000.

# Temperatura

En la región de los Altos Chiapas la temperatura media anual se reclasifico en rangos tal como se observa su distribución en la **Figura 5**. Las temperaturas presentes en la región van desde los 11.9°C hasta 24.6°C. En la **Figura 6** se muestra su distribución geográfica y su comparación con las cotas de 500 – 1000 – 1500 – 2000 y 2500 metros de altura, lo cual nos indica que existe cierta relación de este parámetro climático con la altitud; dónde se observa cómo correlacionan de alguna forma, la cota alrededor de los 500 metros con las temperaturas promedio anual mayores de 24°C. En el caso de las altitudes comprendidas entre los 500 y 1500 m.s.n.m. aproximadamente, se dan temperaturas promedio anuales entre los 18 y 24 °C.; y por encima de los 1500 y los 2500 metros de altura se presentan temperaturas promedio anual que van desde los 18 hasta los 12 °C. Igualmente se puede observar como en algunos sectores muy pequeños y localizados esencialmente en los municipios de Chamula y San Cristóbal de las Casas en áreas con alturas mayores a los 2500 metros se dan temperaturas promedio anuales de 11.9 °C.

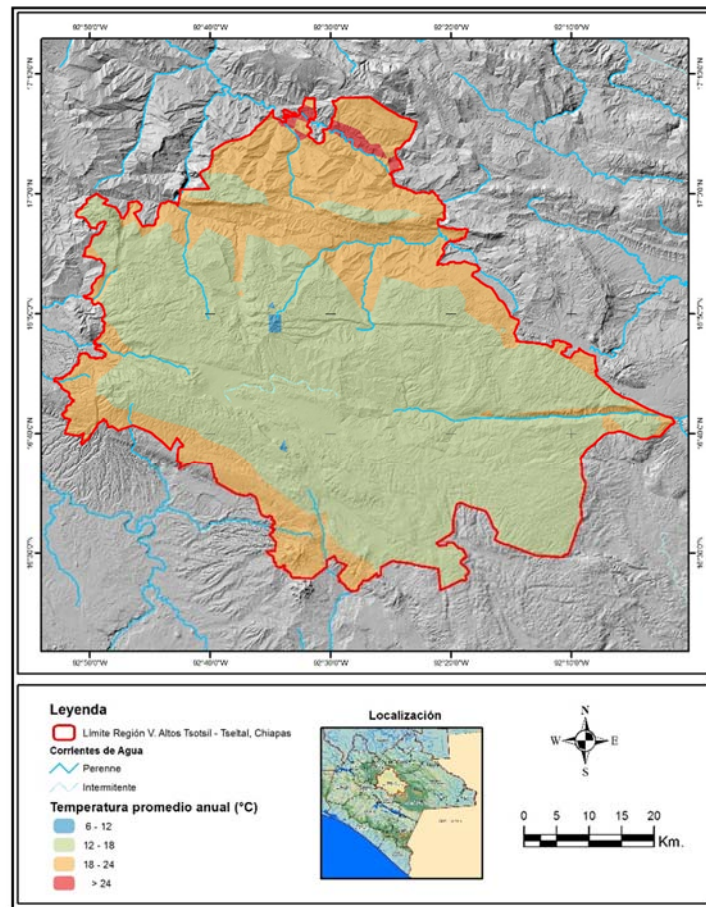


Figura 5. Temperatura promedio anual (°C)

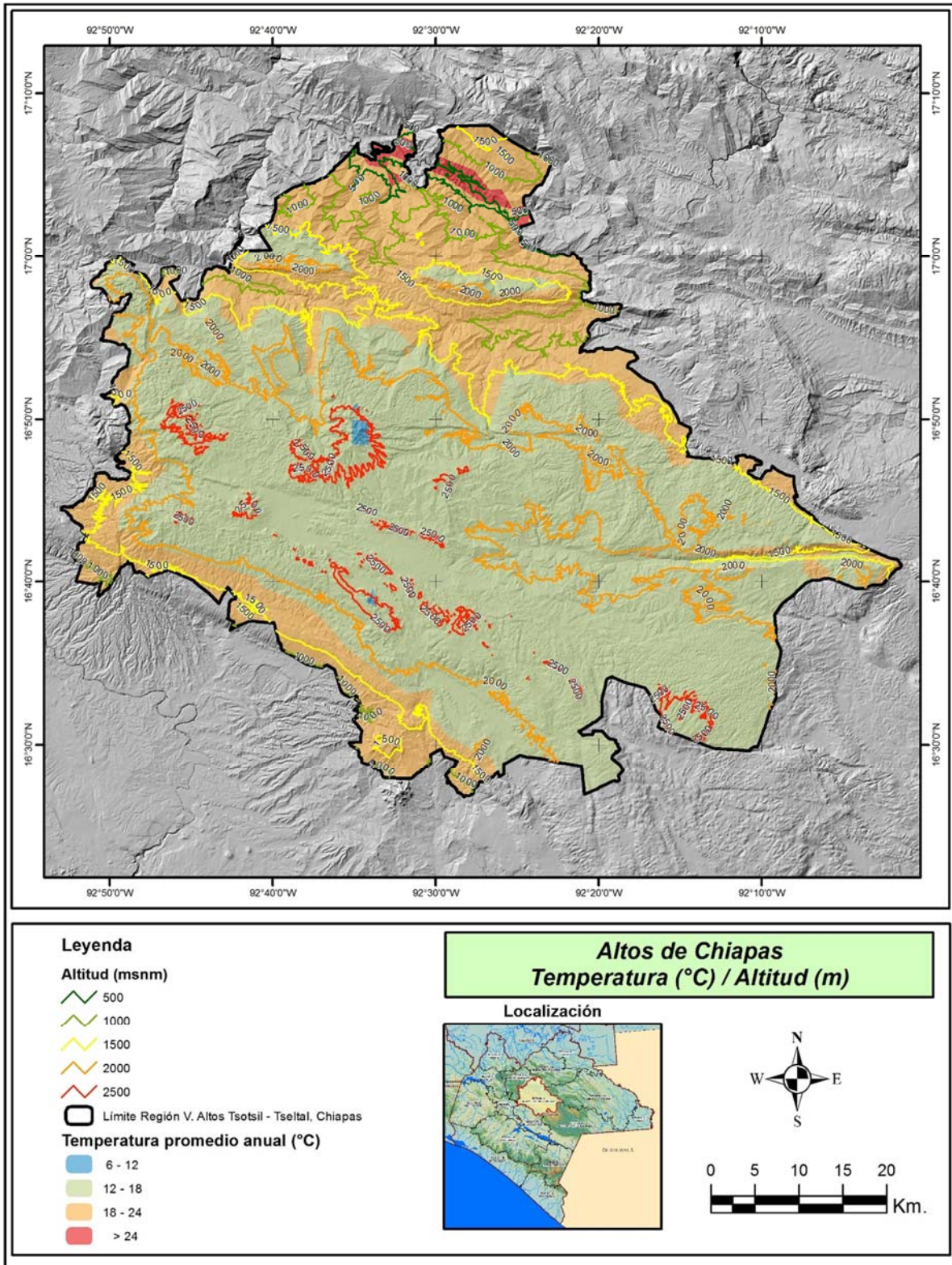


Figura 6. Relación Temperatura en (°C) y Altitud en (m.s.n.m.)

# Precipitación

En los Altos de Chiapas la precipitación media anual presenta un rango entre 1040 y 2727 mm, presentándose en general los mayores valores en la zona norte con precipitaciones entre los 2000 y 2727 mm promedio anual y temperaturas entre los 18 y 24°C . La **Figura 7** muestra su distribución geográfica, y la **Figura 8** un comparativo con la altura teniendo como referencia la altitud reclasificada y representada en cotas de 500 - 1000 – 1500 – 2000 y 2500 m.s.n.m.

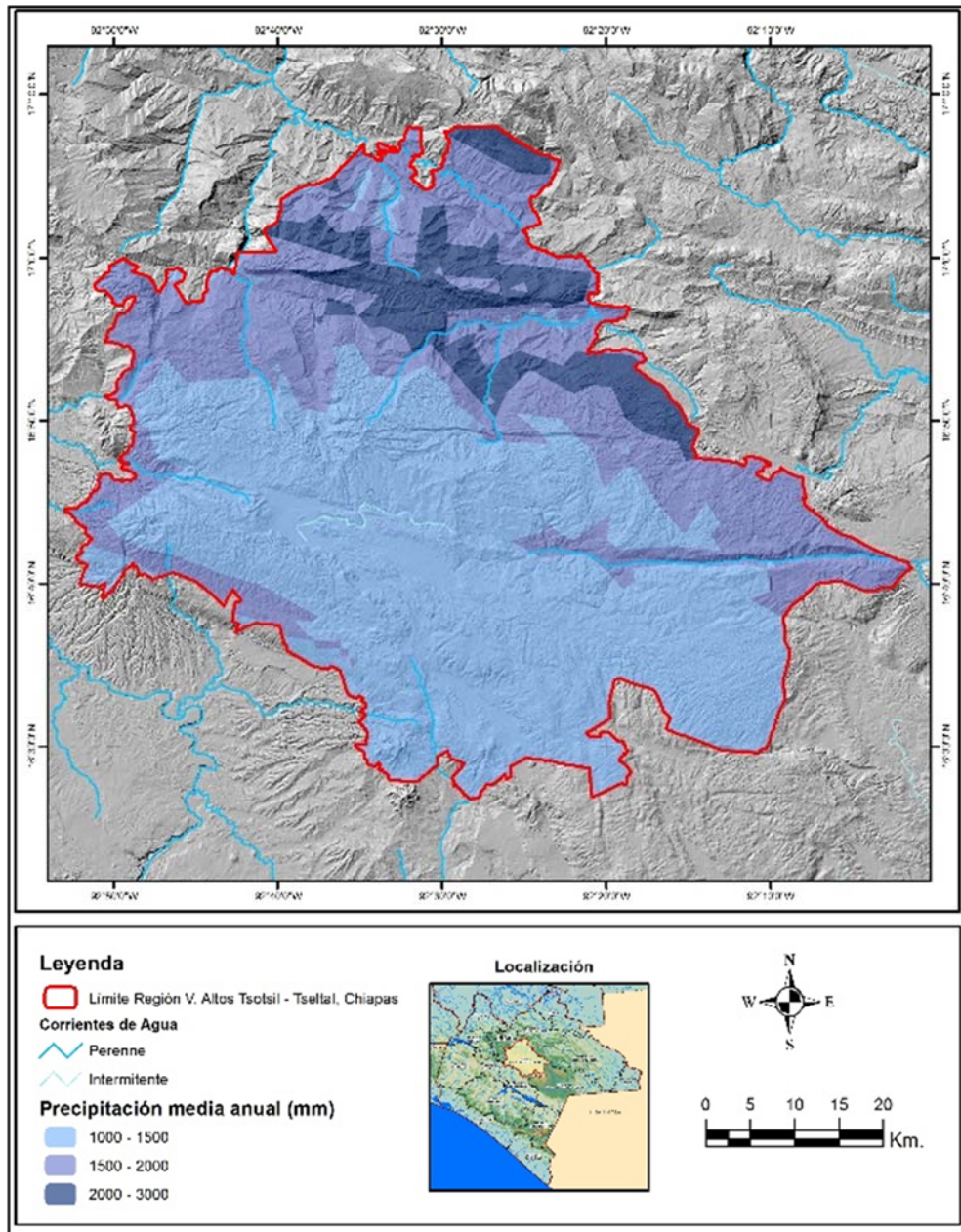


Figura 7. Precipitación promedio anual (mm)

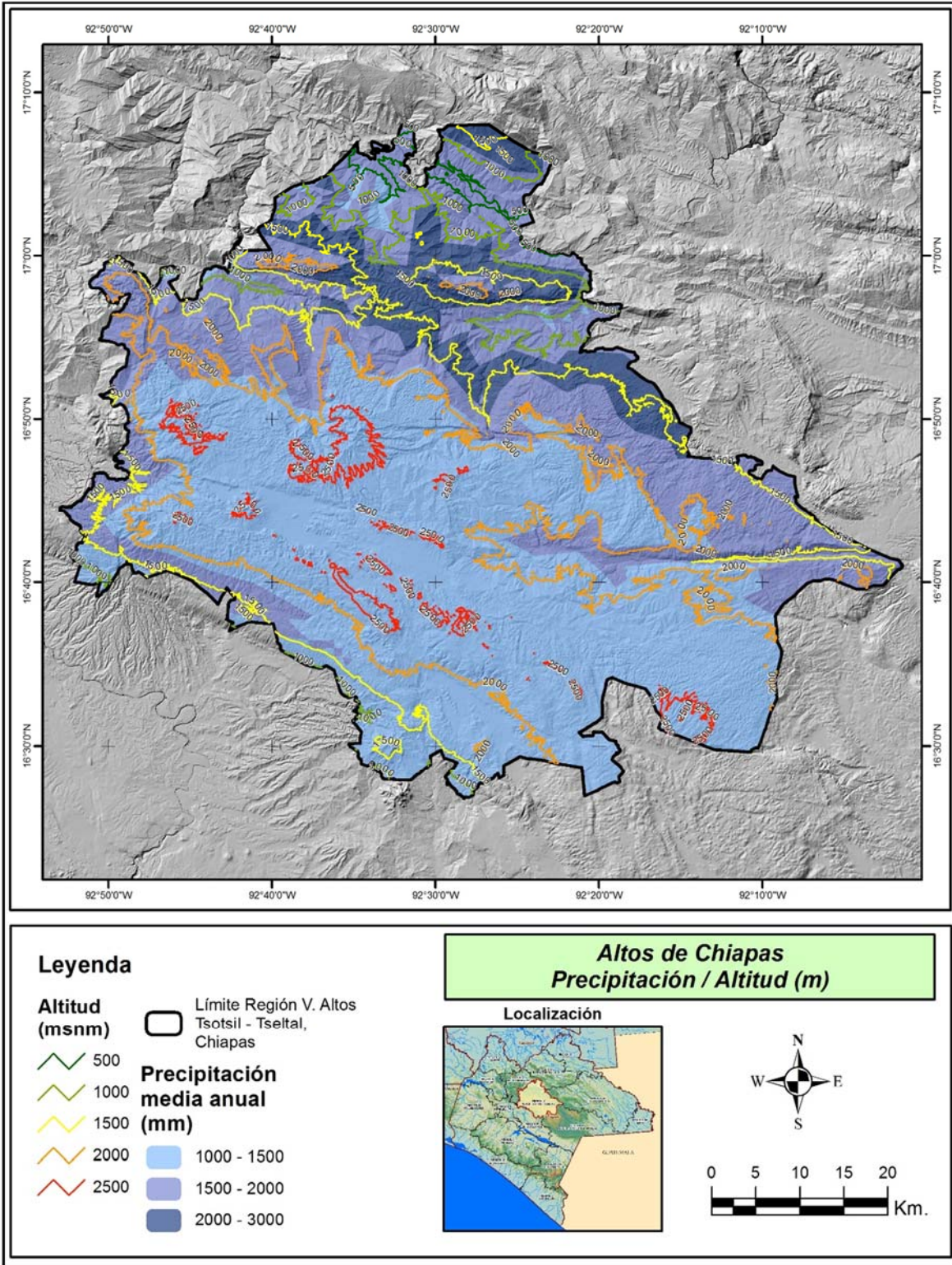


Figura 8. Relación Precipitación (mm) y Altitud en (m.s.n.m.)

## Tipos de Climas

Los tipos de clima (**Figura 9**) que se presentan en los Altos de Chiapas de acuerdo al sistema de Köppen modificado por Enriqueta García son:

**C(m)(f)** - Templado, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente menor a 22°C, húmedo, precipitación anual mayor de 500 mm y precipitación en el mes más seco de 0 a 40 mm; lluvias de verano mayores al 10.2% anual.

**C(w1) – Templado subhúmedo**, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente menor a 22°C, subhúmedo, precipitación en el mes más seco menor de 40mm, lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55. Y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2 del total anual.

**C(w2) – Templado subhúmedo**, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente menor a 22°C. Subhúmedo, precipitación en el mes más seco menor de 40mm, lluvias de verano con índice P/T mayor de 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2 del total anual.

**Cb(m)(f) – Semifrío húmedo**, con verano fresco largo, temperatura media anual entre 5 y 12°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente menor a 22°C y precipitación en el mes más seco menor de 40mm, lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal mayor al 10.2% del total anual.

**Cb'(w2) – Semifrío subhúmedo**, con verano fresco largo, temperatura media anual entre 5 y 12°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente menor a 22°C y precipitación en el mes más seco menor de 40mm, lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5 al 10.2% del total anual.

**(A)C(m)(f) – Semicálido húmedo del grupo C**, temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C. Con precipitación anual mayor de 1000 mm y precipitación del mes más seco mayor de 40 mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal mayor al 10.2% del total anual.

**(A)C(w2) – Semicálido subhúmedo del grupo C**, temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, menor a 40mm temperatura del mes más caliente mayor de 22°C. Con precipitación del mes más seco menor a 40mm, lluvias de verano con índice P/T mayor a 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2 del total anual.

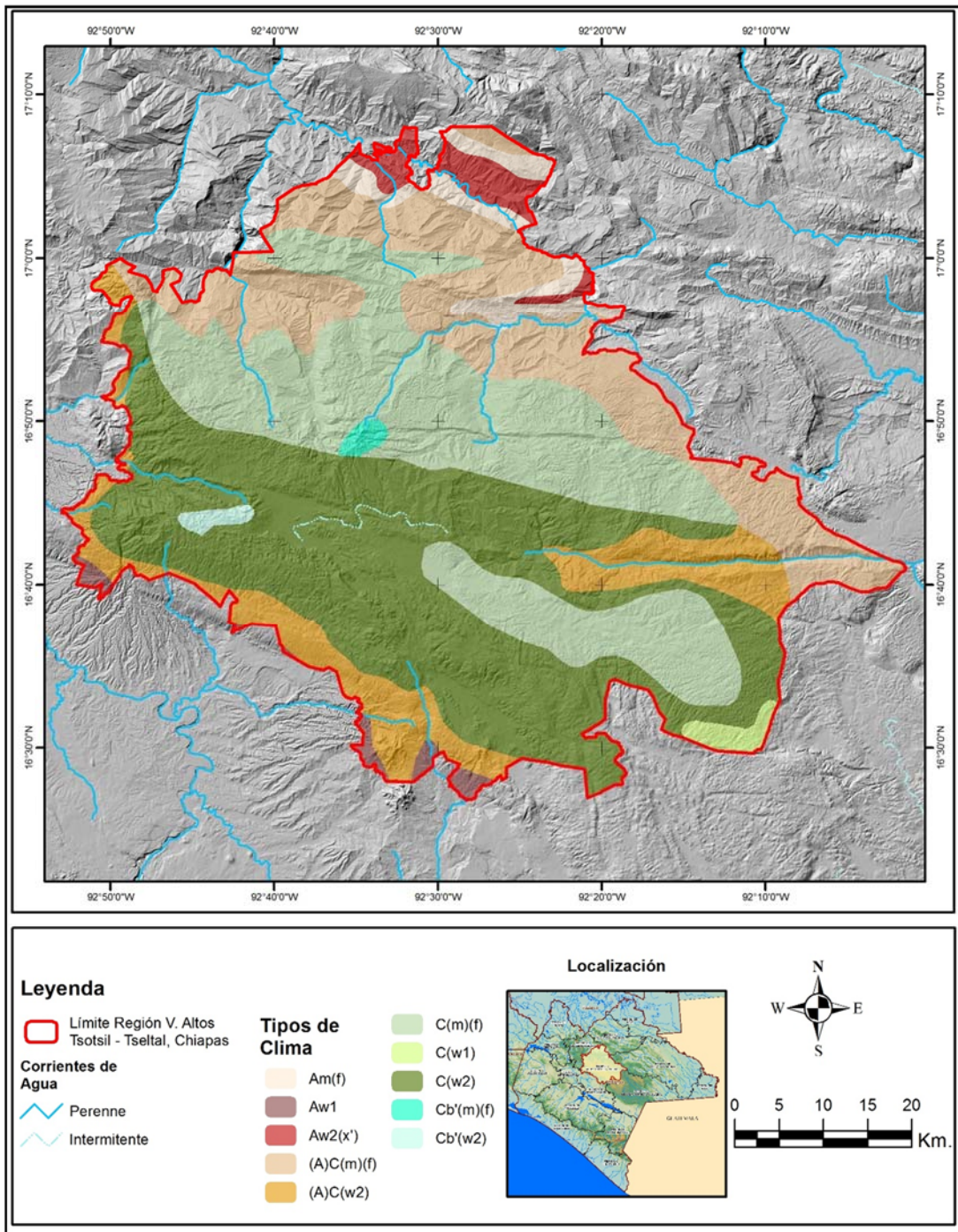


Figura 9 Mapa de Tipos de Climas. Sistema de Clasificación de Köppen modificado por E. García

**Am(f) – Cálido húmedo**, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C, con precipitación anual mayor de 1,000 mm y precipitación del mes más seco menor de 60 mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal mayor al 10.2% del total anual.

**A(f) – Cálido húmedo**, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C, con precipitación anual mayor de 500 mm y precipitación del mes más seco mayor de 60 mm; lluvias entre verano e invierno mayores al 18% anual.

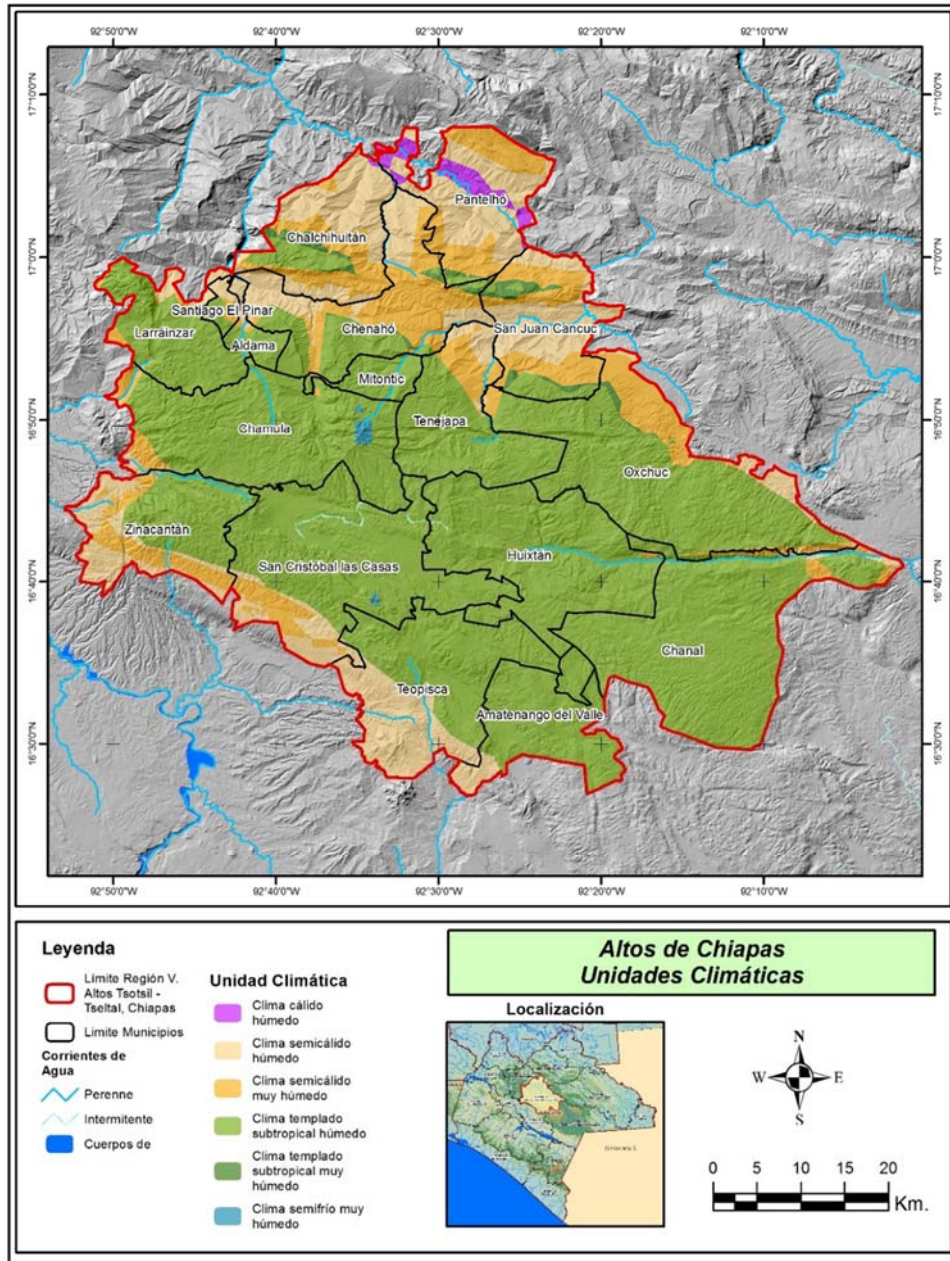
**Aw1 – Cálido subhúmedo**, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C y precipitación del mes más seco menor a 60 mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55.3 y porcentaje de lluvia invernal del 5 al 10.2% del total anual.

**Aw2(x') – Cálido subhúmedo**, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C, precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal mayores al 10.2% anual del total anual.

Por otra parte, se muestra a continuación las clases de clima (**Figura 10**) presentadas como una propuesta climática regional elaborada por Saavedra A. 2013; donde la mayor parte del territorio de los Altos de Chiapas se encuentra asociado a la “región climática de las tierras altas templadas, correspondiente a la Unidad Climática templado subtropical húmedo”; con precipitaciones promedio anual entre 1,000 y 2,000 mm y temperaturas promedio anual entre 12 y 18°C. También perteneciente a esta “región climática de tierras altas templadas se encuentra la unidad climática templado subtropical muy húmedo” con temperaturas promedio anual entre 12 y 18°C y precipitaciones entre 2000 y 2727 mm promedio anual; localizadas particularmente en los municipios de Chalchihuatán, Chenahó, San Juan Cancuc, Oxchuc y Pantelhó.

Otro sector de la región y particularmente al norte en los municipios de Pantelhó Chalchihuitán, Chenahó, San Juan Cancuc, Aldama, Larráinzar y Santiago El Pinar principalmente; así como al sur en los municipios de Zinacantán, San Cristóbal de las Casas, Teopisca y Amatenango del Valle, hacen parte de la “región climática de las tierras medias templadas”, “Unidad Climática semicálido húmedo” con precipitaciones entre 1000 y 2000 mm promedio anual y temperaturas entre los 18 y 24°C promedio anual; igualmente se encuentra la “Unidad Climática semicálido muy húmedo, Provincia de Humedad muy húmeda; con precipitaciones entre 2000 y 2720mm anuales y temperaturas promedio anual entre 18 y 24°C.





**Figura 10. “Clases de Clima - Unidades Climáticas”**

Al Norte de la región y específicamente en sectores del municipio de Pantelhó se encuentra la “región climática de las tierras bajas cálidas” pertenecientes a la *Unidad Climática cálido Húmedo*; con precipitaciones entre 1,500 y 3,000 mm anuales y temperaturas promedio anuales mayores a 24 °C. Por otra parte, en áreas pequeñas de los municipios de Chamula y San Cristóbal de las Casas se presenta la “Región Climática de tierras altas semifrías” pertenecientes a la *Unidad Climática semifrío muy húmedo* con precipitaciones entre 1,000 y 2,000 mm anuales y temperaturas promedio anual entre los 6 y 12°C.

## Cobertura natural vegetal y el uso del suelo

La vegetación es la expresión evolutiva del agregado de especies vegetales en un lugar y en un tiempo determinado. Como tal es un elemento indicador del estado o condición que guardan los ecosistemas. Su expresión espacio-temporal es la cobertura vegetal. La cobertura de vegetación y los usos del suelo constituyen la expresión conjunta de las plantas oriundas o introducidas y la utilización antrópica que se hace del medio biofísico de un área. Es una de las más importantes manifestaciones espaciales de los paisajes naturales y culturales de un territorio (Lambin et al. 2001, Farina 2000).

En la región de los Altos de Chiapas, se presentan principalmente las coberturas naturales de bosque mesófilo de montaña - BMM<sup>3</sup> (clima húmedo de altura), y por sus características de humedad y temperatura presenta una gran biodiversidad y alto endemismo. Pertenecen al conjunto de comunidades que viven en las zonas montañosas ocupando sitios más húmedos (bosque de niebla) que los típicos de los bosques de Quercus y de Pinus, bosque de encino, bosque de encino-pino, bosque de pino y bosque de pino-encino.

El BMM se caracteriza principalmente por la presencia frecuente o persistente de nubes a nivel de la vegetación (Hamilton, 1995). Esta definición basada en el clima refleja la importancia de las nubes o niebla para la ecología de este ecosistema. De ahí que también se le conozca como bosque de niebla, selva nublada, bosque nebuloso y bosque nublado. En inglés los nombres más frecuentes son “tropical montane cloud forest” o simplemente “cloud forest” (Toledo T. 2010).

De acuerdo con el mismo autor, los BMM son en realidad un grupo de comunidades distribuidas en las montañas, las cuales poseen estructura, afinidad florística y composición de especies diversas. Dado su complejo origen y naturaleza la clasificación y definición del BMM posee por lo tanto dificultades y ambigüedad. De igual manera señala que el BMM en México se caracteriza por presentar en su dosel una composición de especies donde predominan árboles caducifolios de clima templado (de afinidad holártica), por ejemplo de liquidambar (*Liquidambar*), encinos (*Quercus* spp), hayas (*Fagus*) y pinos (*Pinus* spp) mientras el sotobosque está conformado principalmente por especies tropicales perennifolias (de afinidad neotropical), como por ejemplo arbustos de las familias *Acanthaceae*, *Rubiaceae* y *Myrsinaceae*, y en las copas de los árboles

---

<sup>3</sup>El bosque de neblina (Breedlove, 1973, 1981), selva mediana perennifolia, bosquecaducifolio (Miranda y Hernández Xolocotzi, 1963) o bosque mesófilo de montaña (Rzedowski, 1978).



En la región existen diferentes tipos de especies que componen la vegetación como son: encino, ciprés, pino, sabino, roble, caoba, fresno y dalia, entre otros. De esta forma, presenta una cobertura vegetal compuesta principalmente por vegetación secundaria arbórea y arbustiva de bosque de pino, bosque mesófilo de montaña, bosque de encino, bosque de pino-encino, bosque de encino-pino; donde la vegetación natural “primaria” dominante son los bosques de pino-encino con 17,788.77 Ha, le siguen los bosques de pino con 13,801.25 Ha, en tercer lugar están los bosques de encino-pino con 7,564.13 Ha, luego está el bosque mesófilo de montaña con 3,244.86 Ha y finalmente los bosques de encino con 2,329.39 Ha (**Tabla1**); para un total en la región de bosques de 44,728.41 Ha, los cuales contribuye en la región de los Altos de Chiapas con el 12.05% (**Figura 12 y Tabla 2**).

COBERTURA Y USO	Ha
Cuerpo de agua	80.77
AGRICULTURA ANUAL Y PERMANENTE	810.93
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA DE BOSQUE DE PINO	1,842.26
BOSQUE DE ENCINO	2,329.39
BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA	3,244.86
Zona Urbana	3,746.70
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA DE BOSQUE DE ENCINO-PINO	4,377.98
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE ENCINO	5,532.97
BOSQUE DE ENCINO-PINO	7,564.13
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA DE BOSQUE DE PINO-ENCINO	7,918.04
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE ENCINO-PINO	9,968.64
BOSQUE DE PINO	13,801.25
AGRICULTURA PERMANENTE	17,510.67
BOSQUE DE PINO-ENCINO	17,788.77
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA DE BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA	17,959.91
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA	26,862.64
PASTIZAL	30,826.89
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE PINO	30,827.77
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE PINO-ENCINO	47,213.00
AGRICULTURA ANUAL	121,077.38
<b>TOTAL</b>	<b>371,284.95</b>

Tabla 1. Tipos de Cobertura vegetal y uso del suelo.

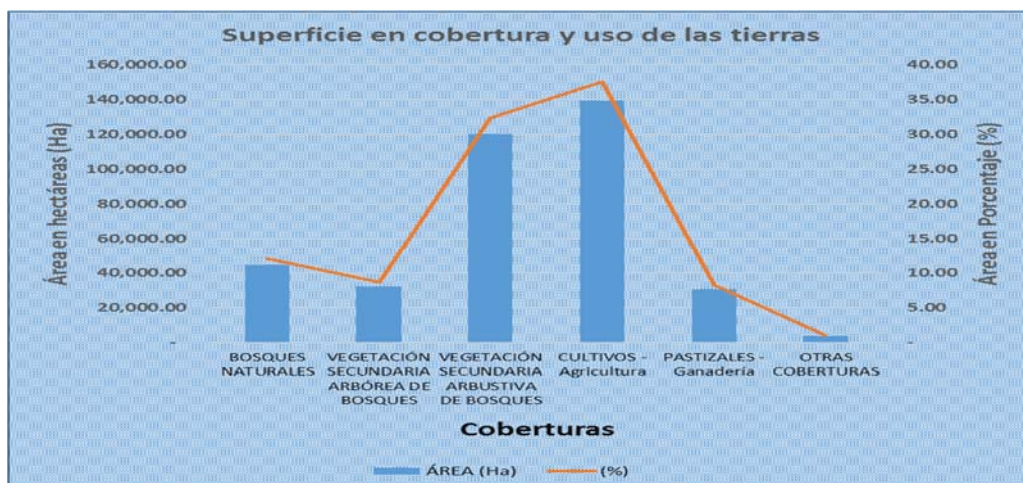


Figura 12. Superficie en hectáreas y porcentaje de la cobertura y el uso

<b>COBERTURAS Y USOS</b>	<b>ÁREA (Ha)</b>	<b>(%)</b>
<b>BOSQUES NATURALES</b>	<b>44,728.41</b>	<b>12.05</b>
<b>VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA DE BOSQUES</b>	<b>32,098.19</b>	<b>8.65</b>
<b>VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUES</b>	<b>120,405.01</b>	<b>32.43</b>
<b>CULTIVOS -Agricultura</b>	<b>139,398.99</b>	<b>37.55</b>
<b>PASTIZALES - Ganadería</b>	<b>30,826.89</b>	<b>8.30</b>
<b>OTRAS COBERTURAS</b>	<b>3,827.46</b>	<b>1.03</b>
<b>Total</b>	<b>371,284.95</b>	<b>100.00</b>

**Tabla 2. Coberturas y Usos agrupados en categorías generales**

Igualmente en la región de los Altos de Chiapas dominan las actividades agropecuarias y particularmente las agrícolas con un total de 139,4398.99 Ha que representan el 37.55% del área y junto con la ganadería (8.3%) (Pastizales) con 30,826.89 Ha, suman 170,225.88 equivalente al 45,85%. El caso de los bosques naturales y vegetación secundaria tanto arbórea como arbustiva de todos los bosques representan el 53.12% equivalente a 197,231.61 Ha del total de la región. En el caso de la vegetación secundaria arbustiva especialmente y la vegetación secundaria arbórea son áreas que generalmente les dan descanso para después de uno o varios años nuevamente las incorporan a las actividades agropecuarias propias de la región.

# Geología

La Geología es la ciencia de la tierra que estudia su origen, su conformación, los materiales que la integran tanto interna como externamente, así como los procesos que han incidido y determinado su evolución. A continuación se presenta una breve descripción de algunos aspectos geológicos de la Región de los Altos.

A grandes rasgos la historia geológica de la región de los Altos está circunscrita en lo que se denomina la “*Sierra de Chiapas o Sierra Madre de Chiapas*”<sup>4</sup>, uno de los elementos regionales, que junto con La Plataforma de Yucatán y las Cuencas Terciarias del Sureste constituyen el sureste mexicano y el Golfo de México (Padilla y Sánchez, 2007). Así que los aspectos geológicos de la región están referidos básicamente a la “Sierra de Chiapas”

El sureste mexicano, en el cual está inserta La Sierra de Chiapas, es una de las áreas más complejas de Norteamérica; complejidad que está asociada a los movimientos de las placas tectónicas Norteamericana, del Caribe y de Cocos, que convergen en esta región desde el Oligoceno Tardío (Morán-Zenteno et al., 2000, citados por Padilla y Sánchez, 2007). Las estructuras resultantes de esta actividad tectónica durante el Mesozoico y Cenozoico presentan tendencias estructurales diversas, así como también edades de deformación diferentes. Por ejemplo, la Sierra de Chiapas está constituida por rocas carbonatadas que varían en edad desde el Jurásico tardío hasta el Paleógeno, mismas que fueron deformadas durante el Mioceno Tardío dando lugar a un conjunto de pliegues asimétricos orientados NW-SE y con una convergencia general al NE. La evolución geológica de la Sierra de Chiapas está ligada a la evolución del Golfo de México; de acuerdo con Padilla y Sánchez (2007).

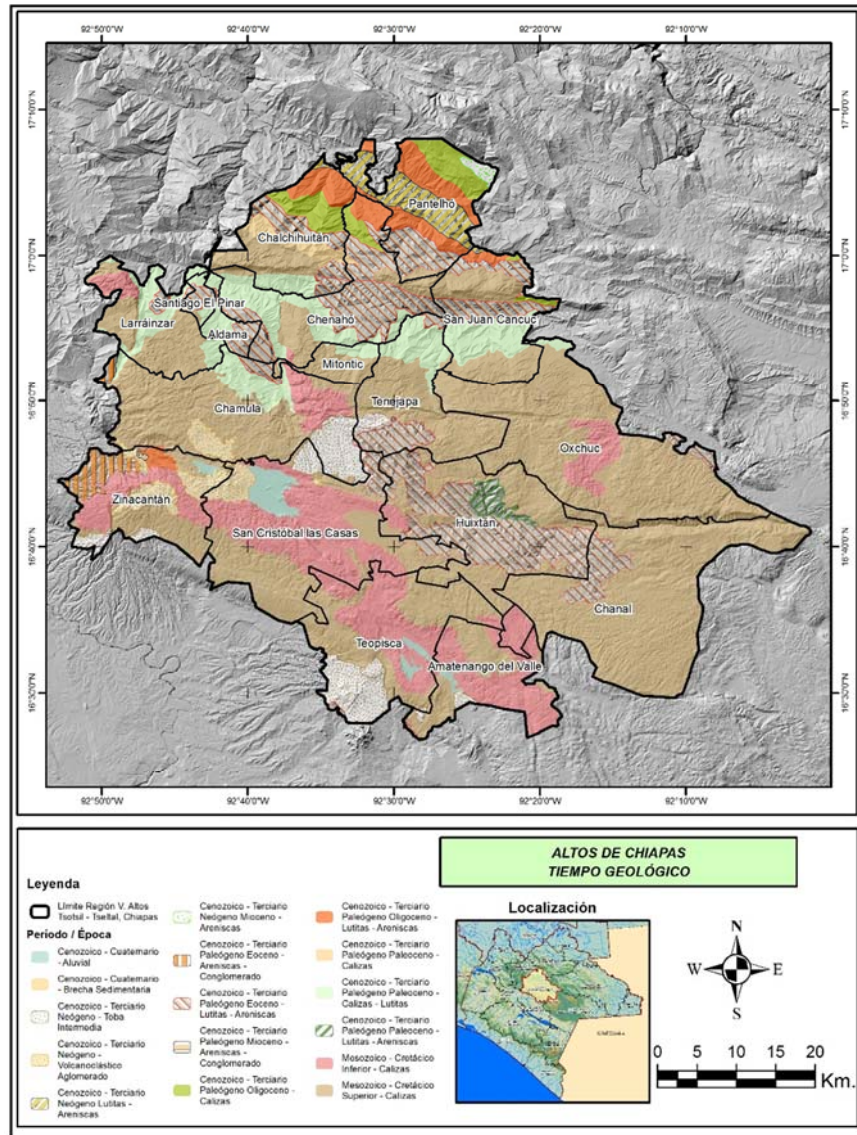
En los Altos de Chiapas encontramos las rocas sedimentarias (RS) como son las Clásticas, Conglomeráticas tipo Brecha; las (RS) Arenosas tipo Areniscas; RS, Clásticas, Limo-arcillosas tipo Lutitas con intercalaciones de Areniscas; Rocas Ígneas (RI), Volcánicas, piroclásticas consolidadas tipo Aglomerados y Tobas y Depósitos Superficiales Clásticos.

---

<sup>4</sup> La denominación geológica de la Sierra Madre de Chiapas utilizada en este trabajo para referirse a las montañas de la Cuenca Alta del Usumacinta, es lo que localmente se denomina como Los Altos de Chiapas y la Meseta Comiteca.

## Clases - Tipos De Rocas / Formaciones Superficiales

Como resultado de su evolución geológica, en la región de los Altos de Chiapas aflora un conjunto de rocas con edades que van desde del Mesozoico (*Cretácico Superior*) hasta el Cenozoico Cuaternario (**Figura 13**).



**Figura 13. Tiempo geológico / Edad de las Rocas**

La región está constituida fundamentalmente por rocas sedimentarias marinas que conforman estructuras y formaciones con condiciones particulares, donde las rocas más representativas por su extensión en la región incluyen 6 tipos (**Figura 14**): 1) Calizas del Cretáceo Superior y Calizas del Terciario Paleógeno Oligoceno. 2) Intercalaciones de areniscas y calizas del Cretáceo Superior y del Terciario (SE= sin especificar). 3)

Intercalaciones de lutitas y areniscas del Terciario Paleógeno Eoceno y Neógeno. 4) Intercalaciones de lutitas / areniscas y Calizas del Terciario Paleógeno Oligoceno y del Terciario Paleógeno Eoceno y Paleoceno. 5) Areniscas y conglomerados del Terciario Paleógeno Oligoceno. 6) Tobas intermedias y aglomerados del Terciario Neógeno; completan el mosaico pequeños sectores en la parte sur de la región donde afloran secuencias o intercalaciones de calizas-lutitas y lutitas-areniscas del Paleoceno, y areniscas del Mioceno. En la parte sur de la cuenca a lo largo de los lechos de los ríos donde se presentan depósitos superficiales aluviales del Cuaternario. En algunos sectores también se presentan brechas sedimentarias del Cuaternario.

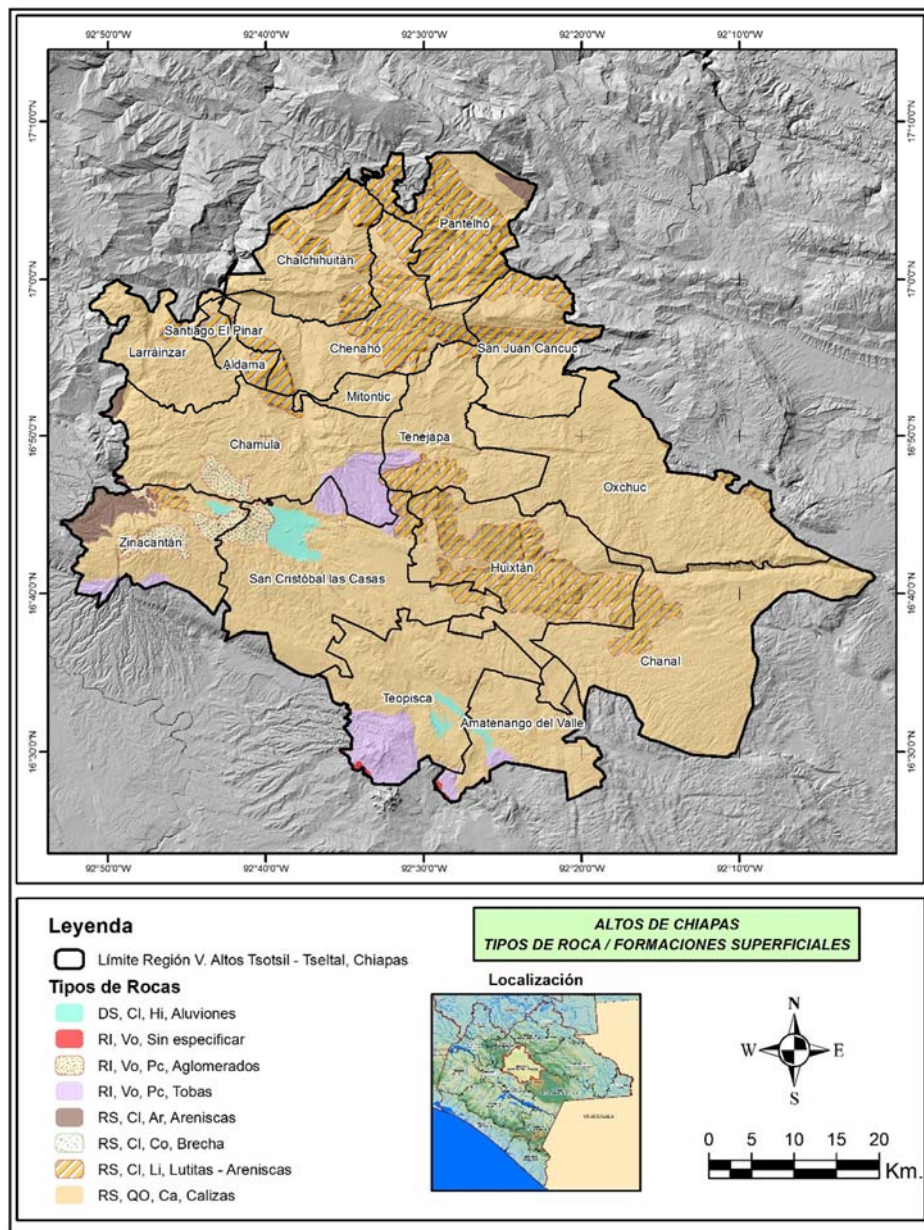


Figura 14. Geología - Tipos de Roca



# Hidrografía

Los Altos de Chiapas se encuentran en la región hidrológica conocida como Grijalva-Usumacinta localizada al sureste de la República Mexicana y está conformada por las cuatro cuencas hidrográficas del Río Grijalva–Villahermosa, Río Grijalva–Tuxtla Gutiérrez, Río Lacantún y Río Grijalva–La Concordia (**Figura 15**).

La cuenca Grijalva–Villahermosa es alimentada en la región de los Altos de Chiapas por la subcuenca del río Chacté, al cual le aportan sus tributarios como son el río Grande, Yoship, Mashiló, Chimobil, Agua de Luna, Santochén y Tzunumil. Esta misma cuenca en la región de los Altos de Chiapas es alimentada por el río Plátanos, subcuenca que a la vez le depositan sus aguas los ríos Chatepic Tabilicum.

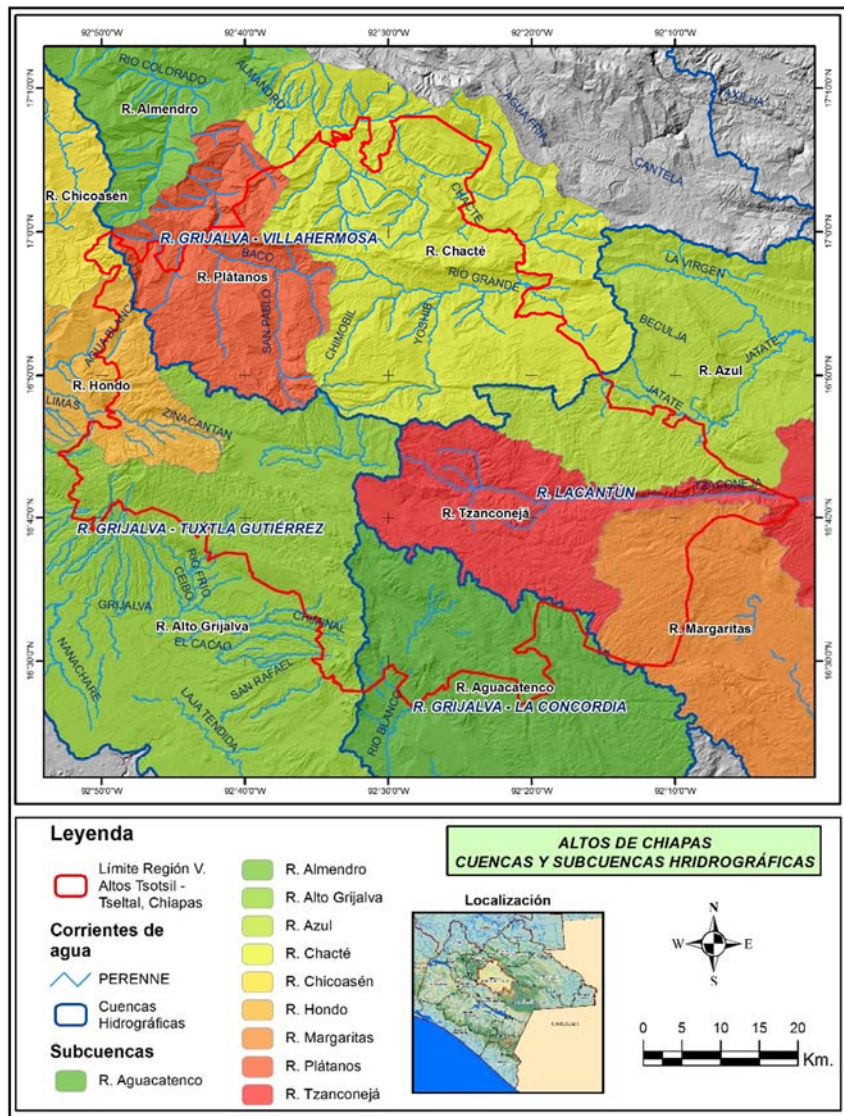


Figura 15. Hidrografía Región Altos de Chiapas

La cuenca Grijalva–Tuxtla Gutiérrez es abastecida primordialmente por la subcuenca del río Alto Grijalva, al que a su vez le aportan sus aguas los ríos Pita, Chininal y Río Frío; también forma parte de esta cuenca la subcuenca del río Hondo que es abastecida por los ríos Zinacantán y Agua Blanca y en menor participación está la subcuenca del río Chicoasén la cual es abastecida por el río Bochil.

El caso de la cuenca del río Lacantún la abastecen tres subcuencas, la primera pertenece a la cuenca del río Tzanconeja, el cual hace un recorrido de oeste este (W-E) en la región por los municipios de Huixtán, Chanal y límites de Oxchuc. Aportan a este río sus tributarios Tzanconeja y Las Pastoras; la segunda subcuenca del río Azul alimentada por el río Jataté y la tercera la cuenca del río Margaritas, la cual la abastecen los río Holomja.

Finalmente la cuenca Grijalva–La Concordia la cual es alimentada por la subcuenca del río Aguacatenco, al cual le aportan sus tributarios como son el río Corazón de María y Cañada Behuitz.

En particular el río Grande es uno de los más importantes en la región de los Altos de Chiapas ya que por su extensión en área y su recorrido mismo en cuanto a longitud, ya que atraviesa el municipio de Pantelhó para luego continuar su trayecto hacia el municipio de Simojovel de la región VII de los Bosques.

## Relieve

De acuerdo con Burga (2011), el relieve corresponde a las múltiples formas que presenta la superficie del globo terrestre, generadas por procesos de erosión, depositación y tectónicos, los cuales se manifiestan en geoformas emersas o continentales y sumersas o fondos marinos y lacustres. El relieve también está condicionado por las complejas interacciones de las placas tectónicas y por las características litológicas. De esta manera, se tienen procesos formativos de paisajes de origen externo o exógeno e interno o endógeno.

Al hablar de relieve se está haciendo referencia a la configuración actual de la superficie terrestre; y ésta configuración es producto de la acción a través del tiempo de procesos exógenos (erosión y sedimentación) y procesos tectodinámicos endógenos (plegamiento, fallamiento, fracturamiento, volcanismo, etc.). De este modo, el relieve es un componente importante de la geomorfología y en el estudio del análisis fisiográfico, principalmente en el análisis del subsistema físico, ya que permite diferenciar de manera categórica y jerárquica los diferentes tipos de paisajes que componen la superficie terrestre (Saavedra A., 2013).

## Aspectos del Relieve

En este apartado se describen los aspectos del relieve, en particular la pendiente y la altitud reclasificada. Los mapas que se presentan a continuación se refieren a clases de pendientes en porcentaje (%) y la altitud en metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.) presentes en la región, aspectos esenciales en el proceso metodológico llevado a cabo en el Análisis Fisiográfico para el establecimiento de las unidades de paisaje a nivel regional del sur del país (**Región de la Cuenca del Río Usumacinta RCRUM<sup>5</sup>**), e indispensables para la interpretación de imágenes y la delimitación y clasificación de las unidades geomorfológicas y fisiográficas que se describen más adelante. En la región la altitud va desde los 296 hasta los 2093 m.s.n.m.; siendo este también un aspecto importante para la definición de la altura relativa (altura con respecto a su nivel de base) que presentan los distintos paisajes.

La definición de la pendiente y su distribución calculada con base en el Modelo de Elevación Digital – DEM, resolución de 15m (INEGI), el resultado es el mapa de pendientes (**Figura 16**), el cual se clasificó en siete rangos de pendientes. A continuación se muestran las categorías de pendientes en porcentajes (%) expresados en rangos según los tipos de pendiente y las clases presentes en la región (**Tabla 3**). Asimismo se presenta el mapa de altitud (**Figura 17**) en metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.).

Pendiente (%)	Relieve
0-3	Plano - Ligeramente plano
3-7	Ligeramente inclinado
7-12	Moderadamente inclinado
12-25	Fuertemente inclinado
25-50	Ligeramente escarpado
50-75	Moderadamente escarpado
>75	Fuertemente escarpado

**Tabla 3. Rangos de pendiente y relieves<sup>6</sup>.**

<sup>5</sup> Véase Marco conceptual y metodológico. “La Clasificación Fisiográfica de la Región de la Cuenca del Río Usumacinta”. Saavedra A. (2013). CENTROGEO – FORDECYT.

<sup>6</sup> “Manual de atributos levantamientos de recursos de las tierras”. Subdirección de Agrología. IGAC, Colombia 2002.

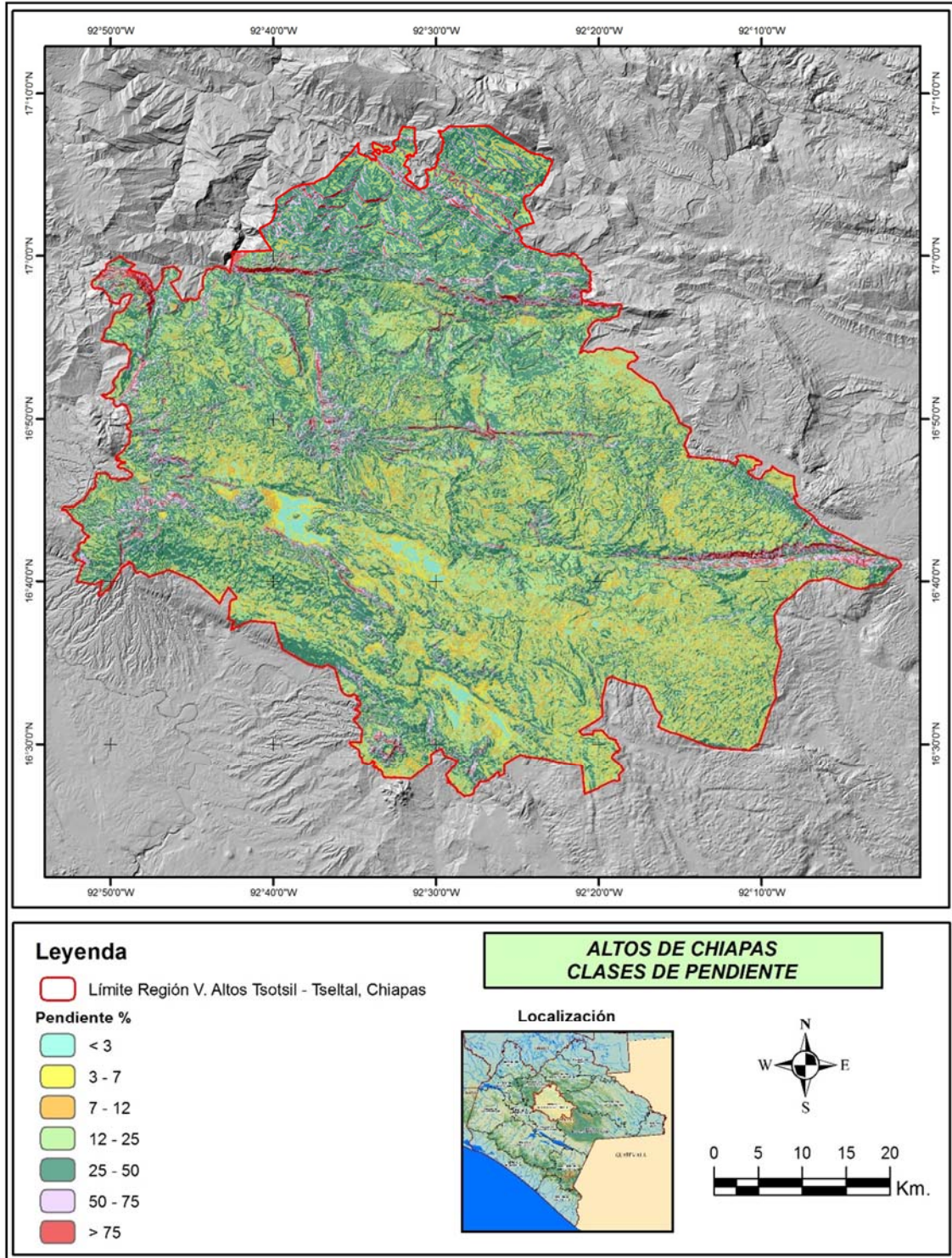
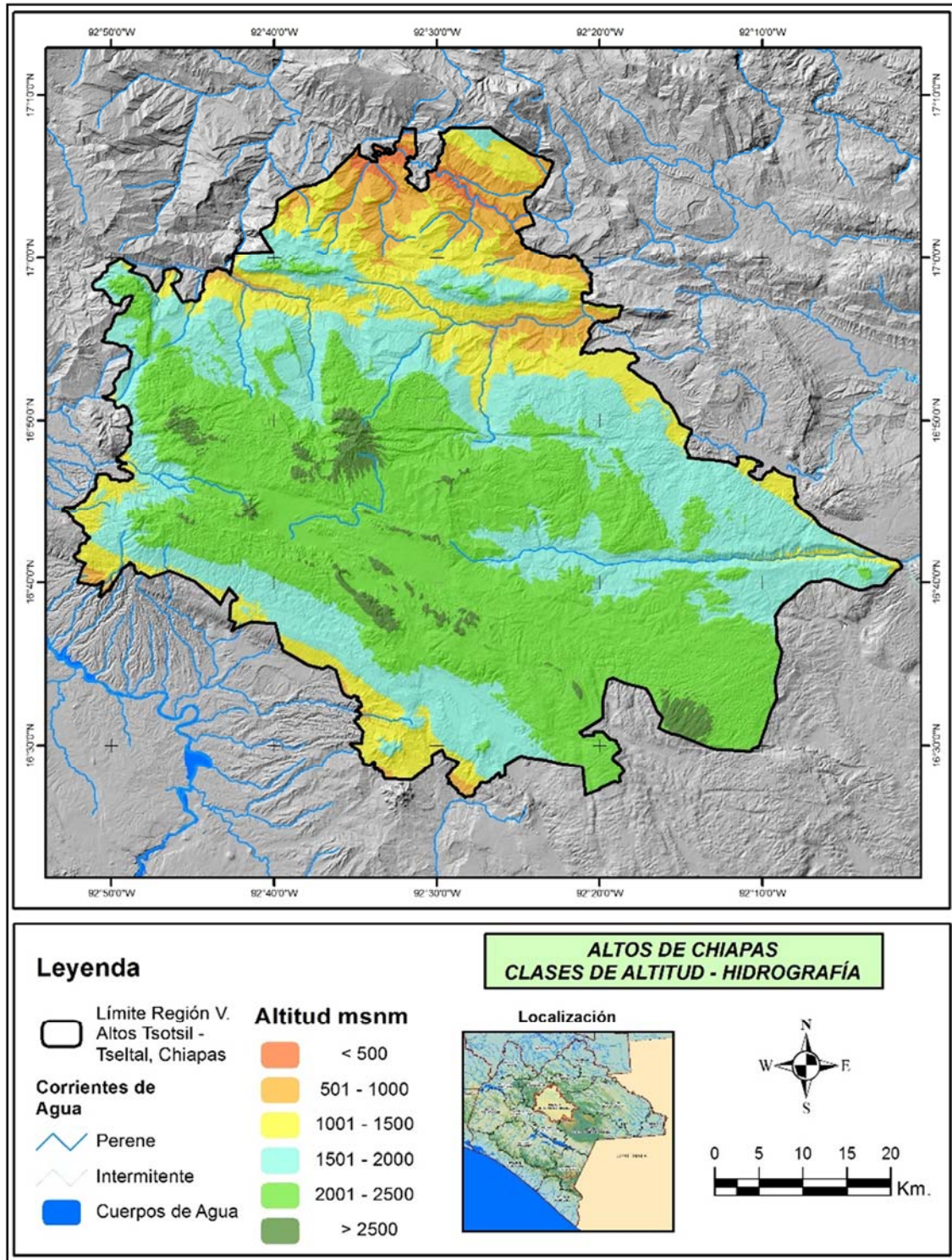


Figura 16. Clases de Pendientes (reclasificadas)



**Figura 17. Mapa de Altitud en m.s.n.m.**

Las formas del relieve existentes en la región de los Altos de Chiapas ostentan pendientes que van desde planas y ligeramente planas (0-3%) hasta fuertemente escarpadas mayores del 75% (**Figura 16**), donde dominan particularmente aquellas que

se encuentran entre 25 y 50%, correspondientes a la clase de pendiente ligeramente escarpadas; le siguen las pendientes fuertemente inclinadas con pendientes (12-25%), las cuales sobresalen en gran parte de los grandes paisajes del relieve montañoso estructural y disolucional, así como en el gran paisaje de altiplanicie estructural disolucional que son los dos principales grandes paisajes que conforman en esta parte de la región de los Altos de Chiapas que pertenecen al provincia fisiográfica de la Sierra Madre de Chiapas y Guatemala.

La altura relativa en metros (m) y la altitud (m.s.n.m.) **Figura 17**, permiten en los grandes paisajes separar a nivel de paisajes el relieve montañoso del colinado, en las colinas estructurales diferenciar las cuestas y crestones; donde de acuerdo a la altura relativa se separan y diferencian en altas, medias y bajas.

En el caso de la altura relativa se establece como nivel de referencia un desnivel de 300 metros, donde se definieron en primer lugar los sistemas montañosos<sup>7</sup>, que corresponde a aquellas elevaciones naturales del terreno de diferente origen y composición con más de 300 metros de altura (respecto a su nivel base de referencia). En segundo lugar, se definió como relieve colinado (colinas – superficies colinadas) toda elevación natural del terreno menor a 300 m; es decir, aquellas elevaciones naturales del terreno menores a una montaña (< de 300m de altura). Con base en los rangos de altura relativa (**Tabla 4**) el relieve colinado estructural y erosional se separó en altas, medias y bajas.

<b>Grandes Paisajes Fisiográfico</b>	<b>Elevación en metros (m)</b>	<b>Paisajes - Tipos de paisaje Clases por altura relativa (m)</b>
Relieve Montañoso	Mayor de 300	Montañas
Relieve Colinado Estructural / (crestones / crestas) Erosional ( Colinas / superficies colinadas	< 300 y > 200	Colinas o crestón crestas altas
	< 200 y > 100	Colinas o crestón crestas medias
	< 100	Superficies colinadas

**Tabla 4. Rangos de elevación del terreno / clases por altura (relativas en metros)**

<sup>7</sup>Villota H., 1991. Montaña es la unidad o componente de cualquier cadena montañosa que se define como: una gran elevación natural del terreno de diverso origen con más de 300 metros de desnivel. Y la Colina es igualmente una elevación natural del terreno de menor altura que una montaña.

La altura relativa en metros (m) y la altitud (m.s.n.m.) figura 16, permiten en los grandes paisajes separar el relieve montañoso del colinado y este de los valles aluviales; en las colinas estructurales (cuestas / crestones) y colinas erosionales (colinas – superficies colinadas) separadas en altas, medias y bajas (*Tabla 4*). En el presente estudio solo se presentaran fisiográficamente a nivel de grandes paisajes.

## Fisiografía

La Fisiografía es la descripción de las formas del relieve de la naturaleza, las clasifica y relaciona con aspectos geológicos, climáticos e hidrológicos. Según Villota, H. (1997), el análisis fisiográfico consiste en un método moderno para interpretar imágenes de la superficie terrestre, que se basa en la relación paisaje-suelo; se asume aquí que "los suelos son perfiles tanto como paisajes", tal como afirma el Manual de Levantamientos de Suelos (USDA, 1951). De acuerdo con el mismo autor, desde un enfoque aplicado, la fisiografía incluye el estudio, la clasificación y la descripción de las geoformas del terreno, por lo tanto hace referencia a la interacción de aspectos como el clima, geología, origen y edad de los materiales rocosos, geomorfología, la hidrografía e indirectamente aspectos bióticos (incluye la actividad antrópica), en la medida que estos inciden en el origen, la conservación de los suelos, y en la aptitud y el uso y manejo de los mismos. De esta manera, a partir del análisis y la clasificación fisiográfica, se integran y relacionan los elementos que constituyen el sistema natural, para posteriormente analizar los demás procesos en los que interviene e interactúa el hombre sobre el medio natural<sup>8</sup>.

La fisiografía se debe ver y entender como un bloque básico y estratégico de diagnóstico y conocimiento del medio físico biótico para el manejo y la conservación de los recursos naturales, la planeación y el ordenamiento del territorio. En este sentido, se precisó el realizar el análisis fisiográfico (a nivel de gran paisaje) que permite conformar, explicar y espacializar las distintas formas del relieve; teniendo en cuenta su origen, forma (aparición exterior), su edad relativa, y en general conocer algunos de los procesos y fuerzas endógenas y exógenas que actual o potencialmente intervienen en ellos. Esta temática va orientada principalmente a enumerar y presentar las diversas formas de la

---

<sup>8</sup> Tomado del estudio "La Clasificación Fisiográfica de la Región de la Cuenca del Río Usumacinta, componente básico para la Eco-regionalización" Proyecto CENTROGEO-FORDECYT- Saavedra A. (2013).

superficie del terreno (a nivel de Gran Paisaje) de la región delimitadas aplicando la metodología de clasificación fisiográfica<sup>9</sup>.

## Clasificación Fisiográfica de la Región de los Altos de Chiapas

El relieve de la *Región de los altos de Chiapas* incluye las categorías de Provincia Fisiográfica **figura 18** (enmarcada regionalmente) y el Gran paisaje **figura 19** (solo para la región) que comprenden las unidades fisiográficas, siguiendo el orden jerárquico establecido en la metodología utilizada. Dichas Unidades son representadas en mapas individuales.

## Estructuras Geológicas / Geoestructuras

Los Altos de Chiapas se encuentran contenido en una de las estructuras geológicas regionales definidas para el área de la *Región*, es decir pertenece en su totalidad a la Cordillera de Plegamiento, y representa en su mayor parte la provincia fisiográfica denominada Sierra Madre de Chiapas y Guatemala (**figura 18**), la cual está integrada por varios *grandes paisajes, paisaje y subpaisajes*.

Los ambientes morfogenéticos presentes en la región (**figura 19**), son producto de fuerzas endógenas (orogenia, plegamiento – fallamiento – fracturamiento, vulcanismo) en la construcción de los relieves montañosos y colinados estructurales, relieves montañosos y colinados disolucionales y los relieves estructurales/disolucionales de la Sierra Madre de Chiapas. También intervienen en el ambiente morfogenético procesos exógenos de erosión/degradación, disolución y depositación.

## Provincia Fisiográfica

La *Región* delimitada para este estudio se halla casi en su totalidad dentro de la provincia fisiográfica Sierra Madre de Chiapas y Guatemala (**figura 18**), que presenta un sistema de altiplanicies y montañas de formas abruptas, originadas por levantamiento, plegamiento, fracturamiento y fallamiento de la corteza terrestre producto del choque de placas tectónicas; al igual que varios sistemas volcánicos y de colinas escarpadas, los

---

<sup>9</sup>La Clasificación fisiográfica del terreno según la metodología propuesta (Villota. H, IGAC- CIAF. 1997, p.p. 83-115, Op. Cit.).



cuales pertenecen a las ramificaciones de la Sierra Madre de Chiapas y Guatemala. Un pequeño sector al extremo sur en el municipio de Zinacantán se localiza en la provincia fisiográfica denominada Depresión Central de Chiapas y corresponde al gran paisaje de altiplanicie erosional.

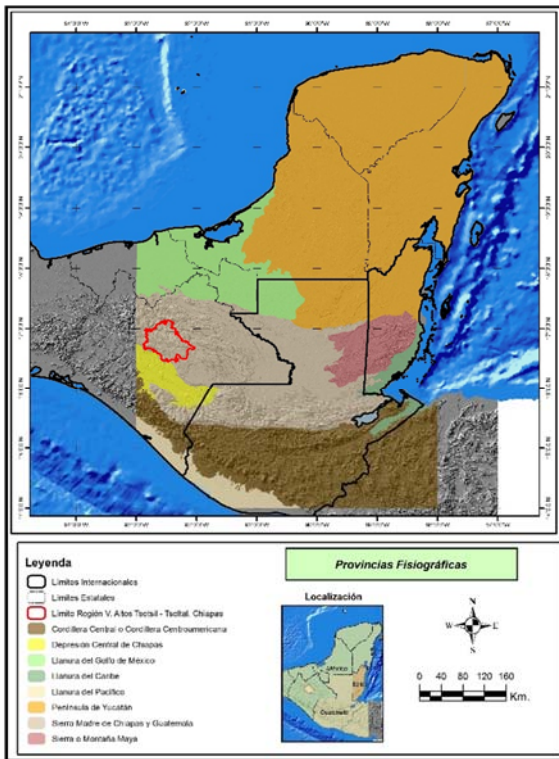


Figura 18. Provincias Fisiográficas

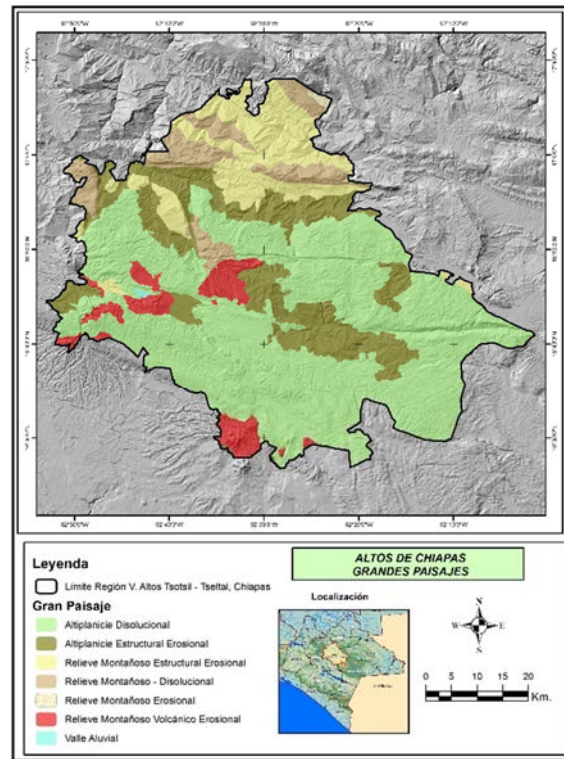


Figura 19. Grandes Paisajes

## Gran Paisaje

Los Grandes Paisajes que a continuación se enumeran se distribuyen aproximadamente desde los 296 metros hasta los 2903 m.s.n.m. en los cuales se identificaron siete (7) Grandes Paisajes o unidades genéticas del relieve tal como se muestra en el **Tabla 5 y Figura 19** las cuales presentan cierta afinidad de tipo climático, geogenético, litológico y topográfico, y están constituidas a su vez, por varios paisajes fisiográficos.

Paisaje Fisiográfico	Gran Paisaje	Ambiente Morfogenético
Depresión Central de Chiapas	Altiplanicie	Erosional-Denudacional
Sierra Madre de Chiapas y Guatemala	Altiplanicie	Estructural / Disolucional
	Relieve Montañoso Disolucional	Disolucional / Estructural (S/E)
	Relieve Montañoso Estructural	Estructural / Denudacional (E/D)
	Relieve Montañoso Erosional	Denudacional (D)
	Relieve Montañoso Volcánico	Volcánico Denudacional (V/D)

*Tabla 5. Grandes Paisajes / Ambiente Morfogenético de la Región.*

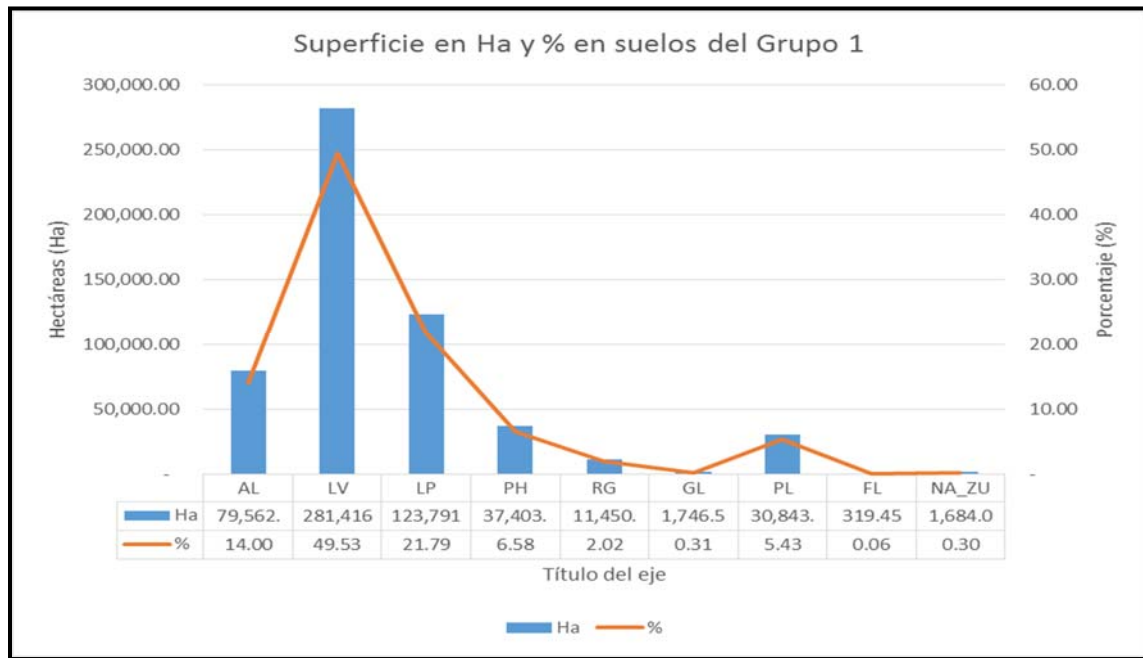
## Suelos

Las propiedades del suelo varían de un lugar a otro, pero esta variación no es aleatoria. Los suelos son el resultado de la acción del clima y los organismos vivos que actúan sobre el material parental, condicionados por la topografía o el relieve local, el cual ejerce una influencia modificadora y con el tiempo necesario para los procesos de formación del suelo. Por lo tanto se puede decir que en cualquier parte, los suelos serán los mismos en la medida en que los factores formadores (clima, material parental, relieve, tiempo y organismos) sean los mismos (Soil Survey Staff, 1993).

En la región de los Altos de Chiapas se presentan 8 clases de suelos (**Figura 20**) de acuerdo con el sistema de clasificación FAO (2007), predominando en “la unidad cartográfica” como suelos principales (Grupo1) los (LV) Luvisoles (49.53%), (LP) Leptosoles (21.79%), (AL) Alisoles (14%), (PH) Pheozem (6.58%), (PL) Planosoles (5.43%), (RG) Regosoles (2.02%), (GL) Gleysoles (0.31%) y (FL) Fluvisoles un (0.06%) **ver Figura 21.**

**Alisoles húmico (ALhu).** Suelos con altos contenidos de aluminio, con horizonte de acumulación de arcilla “B” árgico, de alta actividad (alta CIC), la saturación de bases es baja en algunas partes del horizonte B. El Alisoles húmico tiene alto contenido de

carbono orgánica en la fracción tierra fina como promedio ponderado de 1.4% o más hasta una profundidad de 100cm desde la superficie del suelo mineral. En el caso del Alisol crómico (ALcr), también presente, la mayor parte del horizonte B tiene un matiz de 7.5 YR y una pureza en húmedo mayor de 4, o un matiz más rojo que 7.5 YR.



**Figura 21. Superficie en Ha y % de suelos en la región (Grupo1).**

**Leptosoles renzicos (LPrz).** Suelos muy superficiales. Presentan una roca dura continua o material altamente calcáreo o una capa cementada continua (no un horizonte cementado) dentro de los primeros 25cm; o suelos muy pedregosos. En el caso de los Leptosoles rénzicos, tienen un horizonte mólico que representa una capa superficial oscura, fértil, con alta saturación de bases, rica en materia orgánica; que contiene o esta inmediatamente por encima de material calcárico o roca calcárea que contiene 40% o más de carbonato de calcio equivalente. Los Leptosoles líticos tienen roca continua que comienza dentro de 10cm de la superficie del suelo (son extremadamente superficiales – solo en estos suelos). El caso de los éutricos tiene una saturación de bases (por NH<sub>4</sub>OAc 1M) de 50% o más directamente encima de la roca continua si la roca continua comienza dentro de los 25 cm de la superficie del suelo.

**Luvisol crómico (LVcr).** Suelo con un horizonte árgico de color pardo a rojo, subsuperficial, con acumulación de arcilla de alta actividad con una CIC ≥ 24cmol/kg de arcilla, una textura franco-arenosa o más fina; que carece de propiedades gleícas (alta

saturación con agua) en los 100 cm superficiales. Los Luvisoles crómico lepticos (LVcrlep) que tienen roca continua que comienza dentro de los 50cm de la superficie del suelo. Los Luvisoles háplicos (LVha) son aquellos que no presentan una característica adicional o significativa.

**Phaeozems háplico (PHha).** Son suelos que tienen un horizonte superficial mólico oscuro, con altos contenidos en materia orgánica y alta saturación de bases, pero sin horizonte de acumulación de sales (cálcico, gipsico); en comparación con Chernozems y Kastanozems, son menos ricos en bases. En el caso de los Phaeozems húmico (PHhu) el contenido de carbono orgánico en la fracción tierra fina como promedio ponderado es de 1% o más hasta una profundidad de 50cm desde la superficie del suelo mineral. El otro subgrupo de suelos Phaeozems presentes son los lepticos (lep), los cuales se caracterizan por que pueden presentar roca continua que comienza dentro de los 50cm de la superficie del suelo en el caso de los epilépticos o los endolépticos (len) que comienza entre 50 y 100cm de la superficie del suelo.

**Regosoles éútricos (RGeu).** Suelos desarrollados incipientemente a partir de material suelto (no consolidado), pero no arenoso o con propiedades “flúvicas” y cuyo desarrollo se evidencia a través de epipedones ócricos o úmbricos con un perfil tipo A/C o A/R. Los éútricos tienen una saturación de bases (por NH<sub>4</sub>OAc 1M) de 50% o más en una capa de 5cm o más de espesor, directamente encima de la roca continua si la roca continua comienza dentro de los 25 cm de la superficie del suelo. El otro subgrupo de suelos presentes son los lepticos (lep), los cuales se caracterizan por que pueden presentar roca continua que comienza dentro de los 50cm de la superficie del suelo; y finalmente el subgrupo calcárico (ca) que tiene material calcárico entre 20 y 50cm de la superficie del suelo o entre 20cm y roca continua o una capa cementada o endurecida, lo que esté a menor profundidad.

**Gleysoles vérticos (GLve).** Son suelos con exceso de agua (propiedades gléicas), mal drenados y formados a partir de materiales no consolidados y de depósitos aluviales con propiedades flúvicas y que presentan un horizonte vértico o propiedades vérticas (agrietamiento, superficies de presión,...) que comienzan dentro de los 100cm de profundidad. También se presentan los subgrupos éútricos (GLEu) que tienen una saturación de bases (por NH<sub>4</sub>OAc 1M) de 50% o más en la mayor parte entre los 20 y 100cm de la superficie del suelo; igualmente está el subgrupo húmico stágnico (GLhust) que tiene un contenido de carbono orgánico en la fracción tierra fina como promedio ponderado de 1% o más hasta una profundidad de 50cm desde la superficie del suelo mineral, así como en algunas partes dentro de los 100cm de la superficie del suelo

mineral, condiciones reductoras por algún tiempo durante el año y en 25% o más del volumen del horizonte, solo o en combinación, un patrón de color estagnico.

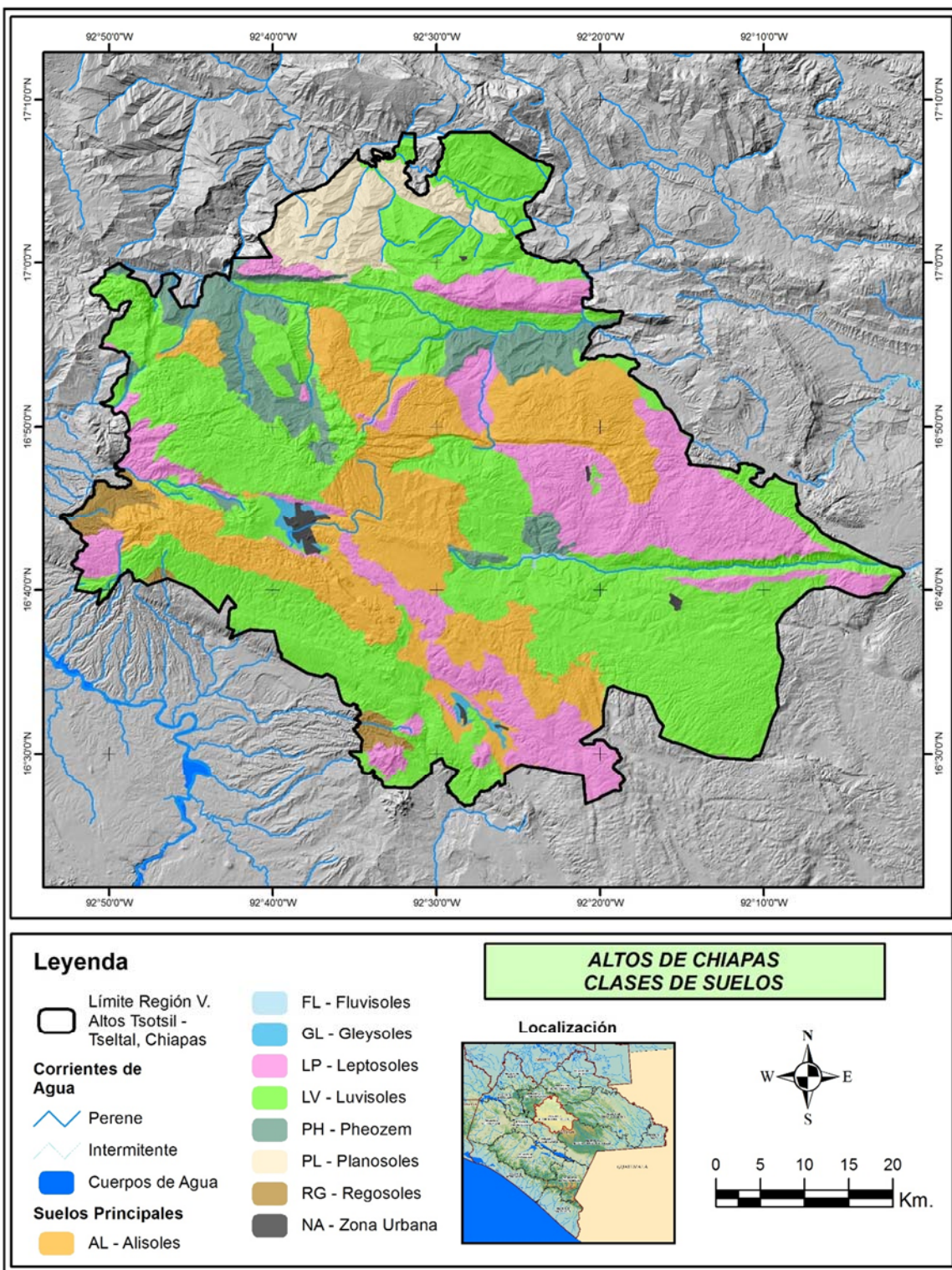


Figura 20. Clase de Suelos de los Altos de Chiapas

**Planosoles crómicos húmicos (PLcrhu).** Son suelos con un horizonte eluvial, temporalmente saturados de agua, con propiedades estácnicas, presentan cambio textural abrupto dentro de los 100cm de la superficie terrestres, de horizontes lentamente permeables. El subgrupo de suelos crómico presenta dentro de los 150cm de la superficie del suelo una capa subsuperficial, de 30cm o más de espesor, color en hue Munsell más rojo que 7.5YR o que tiene ambos, un hue de 7.5YR y un croma, en húmedo de más de 4; además presentan contenidos de carbono orgánico en la fracción tierra fina como promedio ponderado de 1% o más hasta una profundidad de 50cm desde la superficie del suelo mineral.

**Fluvisoles eútricos (FLeu).** Son suelos jóvenes, desarrollados sobre materiales aluviales recientes; el perfil del suelo presenta una morfología del tipo depositacionales, más que edafogenéticos (no se han desarrollado in situ). Constituidos por materiales y características flúvicas. En los Fluvisoles presentes en esta región dominan los subgrupos eútricos (FLeu) que presentan una saturación de bases (por NH<sub>4</sub>OAc 1M) de 50% o más en la mayor parte entre los 20 y 100cm de la superficie del suelo;

---

# ZONIFICACIÓN AMBIENTAL - APTITUD DE LAS TIERRAS

---

## Aspectos Conceptuales

La clasificación de las tierras por su capacidad de uso contempla un análisis de los diferentes elementos y características del medio físico y el comportamiento de cada unidad de tierra según las características de las tierras y los distintos limitantes que intervienen en el uso y manejo adecuado de las tierras. La clasificación de las tierras es un método muy importante de apoyo para el conocimiento de la región, el desarrollo rural y la planificación del uso del territorio.

La clasificación por capacidad de uso de las tierras, fue desarrollada por el servicio de conservación de suelos de los Estados Unidos, y representa una forma de análisis de la aptitud de las tierras bien establecida, la cual es aplicada principalmente a la planificación del uso agrícola de la tierra, en su concepción amplia, con énfasis en sus requerimientos de conservación.

Este sistema clasifica las tierras en clases de capacidad, partiendo de la clase I, la cual no representa limitaciones para la agricultura, hasta la clase VIII, que no tiene potencial agrícola o ganadero.

La clasificación es aplicable para fines agropecuarios y forestales, y reúne varios aspectos que determinan y condicionan el uso más adecuado para cada suelo, así como algunas prácticas de uso y conservación recomendadas; las cuales constituyen una herramienta básica para los planes de desarrollo en la región.

El sistema de clasificación agrupa los suelos en tres categorías: clase, subclase y grupo de manejo. Las clases por capacidad de uso agrupan suelos, con similar grado de limitaciones o riesgos que puedan afectar los suelos y cultivos. Las clases son ocho y se designan con números romanos (Malagón y Cortés, 1984). Las limitaciones de uso son progresivamente mayores de la clase I (que no se presenta en el área de estudio) a la clase VIII; así la clase I reúne todas las características y condiciones de la tierra óptima para cualquier explotación agrícola, con altos rendimientos en las cosechas y el menor riesgo de deterioro de las tierras. La clase II posee cualidades menos favorables y su productividad es menor, con mayores costos de operación. En las clases III y IV se reduce

la productividad y se incrementan los riesgos y los costos, a tal punto que en la clase IV, los cultivos comerciales pueden convertirse en una actividad riesgosa. La clase V (que no se presenta en el área de estudio) tiene limitaciones severas que restringen su uso a determinadas épocas del año o que se pueden utilizar mediante costosas prácticas de adecuación. Las clases VI y VII tienen limitaciones severas y muy severas, las tierras son aptas para plantas nativas o árboles de sitio y cultivos específicos que requieren prácticas de conservación intensivas y los costos de operación son muy elevados. La clase VIII agrupa tierras con limitaciones muy severas a extremadamente severas, no son aptas para cultivos y solamente deben ser utilizadas para conservación de la vida silvestre, investigación, recreación y conservación de los recursos naturales.

Las subclases son divisiones de las clases y agrupan tierras que tienen igual número y grados similares de limitaciones y riesgos en su uso. Las subclases son cinco: (p) pendiente, (e) erosión, (h) humedad (s) suelos y (c) clima; se designan añadiendo una letra minúscula a continuación de la clase y se pueden presentar solas o en combinación. La mayoría de los limitantes son permanentes (pendiente, clima desfavorable); sin embargo algunos pueden ser temporales y corregibles (ejemplo encharcamientos) que pueden eliminarse con prácticas adecuadas (drenajes).

## Aspectos Metodológicos

Las unidades de aptitud que se presentan, se definieron mediante el Sistema de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso o Sistema Americano de las 8 Clases desarrollado por el Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos – USDA, 1965, adaptado (IGAC, 2001); el cual se adecuó para el presente estudio de acuerdo a la información edafológica existente (del mapa de suelos del INEGI, conjunto de datos vectorial Edafológico escala 1:250 000 Serie II, 2008); donde la clasificación de los suelos está referida al sistema de clasificación FAO (Base de Referencia para los Suelos del Mundo. FAO/UNESCO, 1998).

En la elaboración y escogencia de los criterios utilizados para conformar las características y los factores limitantes, solo se consideraron los dos primeros suelos “dominantes” (Grupo 1 y Grupo 2, de la base de datos del INEGI - Serie II, 2008). Así, esta clasificación solo contempla algunos aspectos relacionados con el suelo que afectan directamente la producción, sin considerar los factores socio-económicos.

De esta manera, se utilizaron condiciones ambientales (particularmente algunas de las condiciones del suelo, **Tabla 6**, consideradas como factores limitantes (grados de limitación) tanto para el uso agrícola, pecuario como forestal a que pueden destinarse las



tierras. Es decir, se relacionan las condiciones ambientales y las características de los suelos a las que el hombre tiene que afrontar al transformarlas o adaptarse a ellas para aprovechar mejor el suelo y demás recursos para el establecimiento y desarrollo de las distintas actividades agrícolas, ganaderas y silvícolas, sin deterioro del suelo por prolongados periodos de tiempo.

Limitación	Erosión o Susceptibilidad (e)		Humedad (h)		Suelos (s) Característica Física y Química	
Clase	Erosión (e)	Topografía (t) Pendiente (t) (%)	Drenaje Natural (dr)	Susceptibilidad a inundación (i)	Profundidad Efectiva (pe)	Fertilidad
<b>I</b>	No hay	0 – 3	Bien Drenado Mod. Bien Drenado	No hay Raras – LS	Muy Profundo Profundo	Alta
<b>II</b>	No hay Ligera	0 – 3 3 – 7	Bien Drenado Mod. Bien Drenado; Imp. Drenado	No hay Raras – LS	Muy Profundo Profundo	Alta Media
<b>III</b>	No hay Ligera	0 – 3 3 – 7 7 – 12	Bien Drenado Mod. Bien Drenado; Imp. Drenado	No hay Frec. Raras – LS Frec. Ocasionales – MS	Profundo Mod. Profundos	Alta Media Baja
<b>IV</b>	No hay Ligera Moderada	0 – 3 3 – 7 7 – 12 12 – 25	Mod. Excesivo Bien Drenado Mod. Bien Drenado; Imp. Drenado; Pobre. Drenado	No hay Frec. Raras– LS Frec. Ocasionales – MS Frec. Regulaes – AS.	Profundo Mod. Profundos Superficiales	Alta Media Baja Muy baja
<b>V</b>	No hay	0 – 3 3 – 7	Bien Drenado Mod. Bien Drenado; Imp. Drenado, Pobre Drenado Muy pobre Dren.	No hay Raras – LS Ocasionales – MS Frec. Regulares – AS	Muy Profundo Profundo Mod. Profundos Superficiales Muy superficiales	Alta Media Baja Muy baja
<b>VI</b>	No hay Ligera Moderada	0 – 3 3 – 7 7 – 12 12 – 25 25 – 50	Mod. Excesivo Bien Drenado Mod. Bien Drenado; Imp. Drenado, Pobre Drenado Muy pobre Dren.	No hay Frec. Raras – LS Frec. Ocasionales – MS Frec. Regulares – AS	Muy Profundo Profundo Mod. Profundos Superficiales Muy superficiales	Alta Media Baja Muy baja
<b>VII</b>	No hay Ligera Moderada Severa	0 – 3 3 – 7 7 – 12 12 – 25 25 – 50 50 – 75	Excesivo Mod. Excesivo Bien Drenado Mod. Bien Drenado; Imp. Drenado, Pobre Drenado. Muy Pobre. D	No hay Frec. Raras – LS Frec. Ocasionales – MS Frec. Regulares – AS	Muy Profundo Profundo Mod. Profundos Superficiales Muy superficiales Ext. Superficiales	Alta Media Baja Muy baja
<b>VIII</b>	No hay Ligera Moderada Severa Muy Severa	0 – 3 3 – 7 7 – 12 12 – 25 25 – 50 50 – 75 > 75	Excesivo Mod. Excesivo Bien Drenado Mod. Bien Drenado; Imp. Drenado, Pobre. Drenado Muy Pobre. Drenado	No hay Frec. Raras – LS Frec. Ocasionales – MS Frec. Regulares – AS	Muy Profundo Profundo Mod. Profundos Superficiales Muy superficiales Ext. Superficiales	Alta Media Baja Muy baja
LS: Ligeramente Susceptibles a inundación = Frecuencia Raras. MS: Moderadamente susceptibles a inundación = Frecuencia Ocasionales. AS: Altamente Susceptibles a inundación = Frecuencia Regulares				Mod. Bien Drenado: Moderadamente Bien Drenado. Imp. Drenado: Imperfectamente Bien Drenado Pobre. Drenado: Pobremente Bien Drenado	Mod. salino – sódico: Moderadamente salino – sódico	
(t). Pendientes; (dr). Drenaje natural; (i). Susceptibilidad a inundaciones; (e). Susceptibilidad a la erosión; (pe). Profundidad efectiva						

**Tabla 6. Clases de aptitud y grados de limitación de las tierras**

Esta clasificación es aplicable para fines agropecuarios, forestales y de conservación, y reúne aspectos que determinan el uso más adecuado para cada zona y algunas prácticas recomendadas; constituyéndose como ya se mencionó en una herramienta básica para los planes de desarrollo agropecuario y forestal.

El Sistema Metodológico de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso permite la agrupación de varias Clases de suelos, cartografiados en la carta general de suelos, en unidades que tienen las mismas clases y grados de limitaciones y que responden de manera similar a los mismos tratamientos.

Las **CLASES** en este sistema de clasificación son ocho y se designan con números romanos del **I** al **VIII**. Las limitaciones de uso van aumentando progresivamente de la clase **I** a la clase **VIII**; de tal manera que la **clase I** reúne todas las características y condiciones de tierras óptimas para cualquier producción agrícola, pecuaria y forestal, con altos rendimientos en las cosechas y el menor “**riesgo de deterioro**” de las tierras.

La **clase II** posee cualidades menos favorables y su productividad es menor con relación a la clase I. En las **clases III y IV** se reduce la productividad y se incrementan los riesgos y los costos, a tal punto que en la clase IV, los cultivos anuales pueden convertirse en una actividad riesgosa.

La **clase V** es una clase especial y tiene limitaciones severas que restringen su uso a determinadas épocas del año o que se pueden utilizar mediante costosas prácticas de adecuación o con un alto costo ambiental y social.

Las **clases VI y VII** tienen limitaciones severas y muy severas para cultivos anuales, las tierras son aptas para plantas nativas (vegetación natural) o árboles de sitio (plantaciones naturales o introducidas) y cultivos específicos que requieren prácticas de conservación intensivas y los costos de operación son muy elevados.

La **clase VIII** agrupa tierras con limitaciones muy a extremadamente severas, no son aptas para cultivos y solamente deben ser utilizadas para vida silvestre, investigación, conservación de los recursos naturales y en recreación bien reglamentada y dirigida.

Las **SUBCLASES** son divisiones de las clases y agrupan tierras que tienen igual número y grado similar de limitaciones y riesgos en su uso.

Las subclases son cinco: (**t**) pendiente (para este estudio), (**e**) susceptibilidad a la erosión, (**h**) humedad (**s**) suelos y (**c**) clima; éste último contemplado para el análisis de manera general de acuerdo a las unidades climáticas presentadas en la **Figura 10** y sus

atributos climáticos mencionados en las clases de clima presentadas como propuestas climática regional, al final del tópico de clima, los cuales no son mencionados en cada una de las clases, por lo que no fue calificado a nivel de subclase; las subclases se designan añadiendo una letra minúscula a continuación de la clase y se pueden presentar solas o en combinación. La mayoría de los limitantes son permanentes (pendiente, clima desfavorable); sin embargo algunos pueden ser temporales y corregibles (encharcamientos, fertilidad) que pueden eliminarse con prácticas adecuadas (drenajes, fertilización / abonamientos).

Es importante señalar que la información, asociada a la base de datos de la carta general de suelos del INEGI, que se puede derivar es genérica, en este caso para fines prácticos se agrupó y clasificó, de acuerdo a los criterios definidos en las **tablas 7 a 9**. En la **tablas 10 y 11** se presentan los rangos utilizados para definir las clases por pendiente, y los grados de susceptibilidad a inundaciones, variables estas que completan la base de datos utilizada para definir la aptitud de las tierras en este estudio.

Fertilidad - Grado	Criterios
1. Alta.	Phaeozem y otros suelos grupo1 eútricos.
2. Moderada (fmod).	Otros suelos
3. Baja (fb).	Alisoles + otro y Planosoles + otro. Grupo2: Alisoles o Plintosoles o Planosoles
4. Muy Baja (fmb)	Alisoles + Alisoles

**Tabla.7. Criterios de fertilidad**

Drenaje Natural - Clase	Criterios
1. Pobre	Gleysoles o Gleysoles + Vertisoles
2. Imperfecto	Grupo 1: Fluvisoles - Planosoles
3. Bien drenado	Otros suelos

**Tabla 8. Criterios de Drenaje Natural (dr)**

Profundidad - Grado	Criterios
1. Extremadamente superficial - <10 cm.	Grupo1: Leptosoles lítico u otro suelo lítico, grupo2: Leptosoles
2. Muy Superficial <-25 cm	Grupo1: Leptosoles, Grupo2 : Leptosoles – Regosoles lítico; Grupo1: Leptosoles lítico Grupo2: otro suelo (que no sean Leptosoles o Regosoles); Grupo1: otro suelos Grupo2: Leptosol lítico
3. Superficial 25 – 50 cm	Grupo 1: Regosoles Grupo 2: Leptosol o Regosol u otro suelo Grupo1: otro suelo grupo 2: Leptosoles
4. Moderadamente profundo 50 -100 cm.	Grupo1: Otro Grupo2: Planosoles – Regosoles; o grupo1: Planosoles
5. Profundo > 100 cm	Otros suelos

**Tabla 9. Criterios de Profundidad efectiva (pe)**

Clases de Pendiente (%)	Descripción
1. 0 – 3 %	Plano a ligeramente plano
2. 3- 7	Ligeramente ondulado
3. 7 - 12	Moderadamente ondulado
4. 12 - 25	Fuertemente ondulada
5. 25 - 50	Fuertemente quebrada
6. 50 - 75	Moderadamente escarpada
7. >75	Fuertemente escarpada

**Tabla 10. Clases de pendiente del terreno (t)**

Susceptibilidad a inundaciones	Frecuencia
1. Muy alta	Frecuentes regulares
2. Alta	frecuentes regulares
3. Moderada	Ocasionales
4. Baja	raras
5. No susceptible	no hay

**Tabla 11. Susceptibilidad a inundaciones (i)**

Con base en los criterios definidos en las **tablas 7 a 9** se calcularon en formato ráster los mapas de fertilidad, drenaje natural y profundidad efectiva. Completan la base de datos

para la definición y delimitación de las clases y subclases de aptitud de las tierras, los mapas de susceptibilidad a inundaciones (López D., 2009) y el mapa de pendientes del terreno, este último fue calculado a partir de un modelo digital de elevaciones, con resolución espacial de 15 metros. Con base en estas variables y los criterios que definen los limitantes para cada clase y subclase de aptitud (que se muestran en la **tabla 6**), se calcula el mapa de subclases de aptitud de tierras. El cálculo se hace mediante el diseño de un algoritmo condicional que se implementa a través del programa ERDAS Imagine, versión 10.0. El mapa de clases de aptitud se generó agrupando mediante un modelo heurístico simple, las subclases que pertenecen a cada clase y mediante la aplicación de un filtro de 100 hectáreas, se delimitaron y conformaron las unidades mínimas de mapeo cartografiadas en las subclases de tierras por capacidad de uso.

## Descripción de las unidades de tierra por capacidad de uso

Los mapas correspondientes a las **Figura 22** y **23** muestran la distribución de las clases y subclases delimitadas de acuerdo con la capacidad de uso de las tierras del área de estudio; en la **Tabla 12** se listan y describen las principales características y limitaciones de los suelos, el uso recomendado y algunas prácticas de manejo, para cada una de las subclases.

En el área de estudio son tres las clases de aptitud de tierras que predominan (**Figura 24**), las cuales en su conjunto constituyen el 91% de las tierras del área de estudio, a saber: la **clase III** ocupa una extensión de **49,619.8 Ha** que corresponden al **13.3%**, la **clase IV**, con una extensión de **167,885 Ha**, que equivalen al **45.2%** y la clase **VI** con una extensión **120,881 Ha** que representan el **32.6%**. Completan el área de estudio las tierras de las **clases II** con una extensión de **6,552.8 Ha**, que corresponden al **1.7%**, las **clase VII** con una extensión de **19,827.5 Ha** que equivalen al **5.35%** y la **Clase VIII** con una extensión de **2,107.6 Ha**, que representan solamente el **0.56%**.

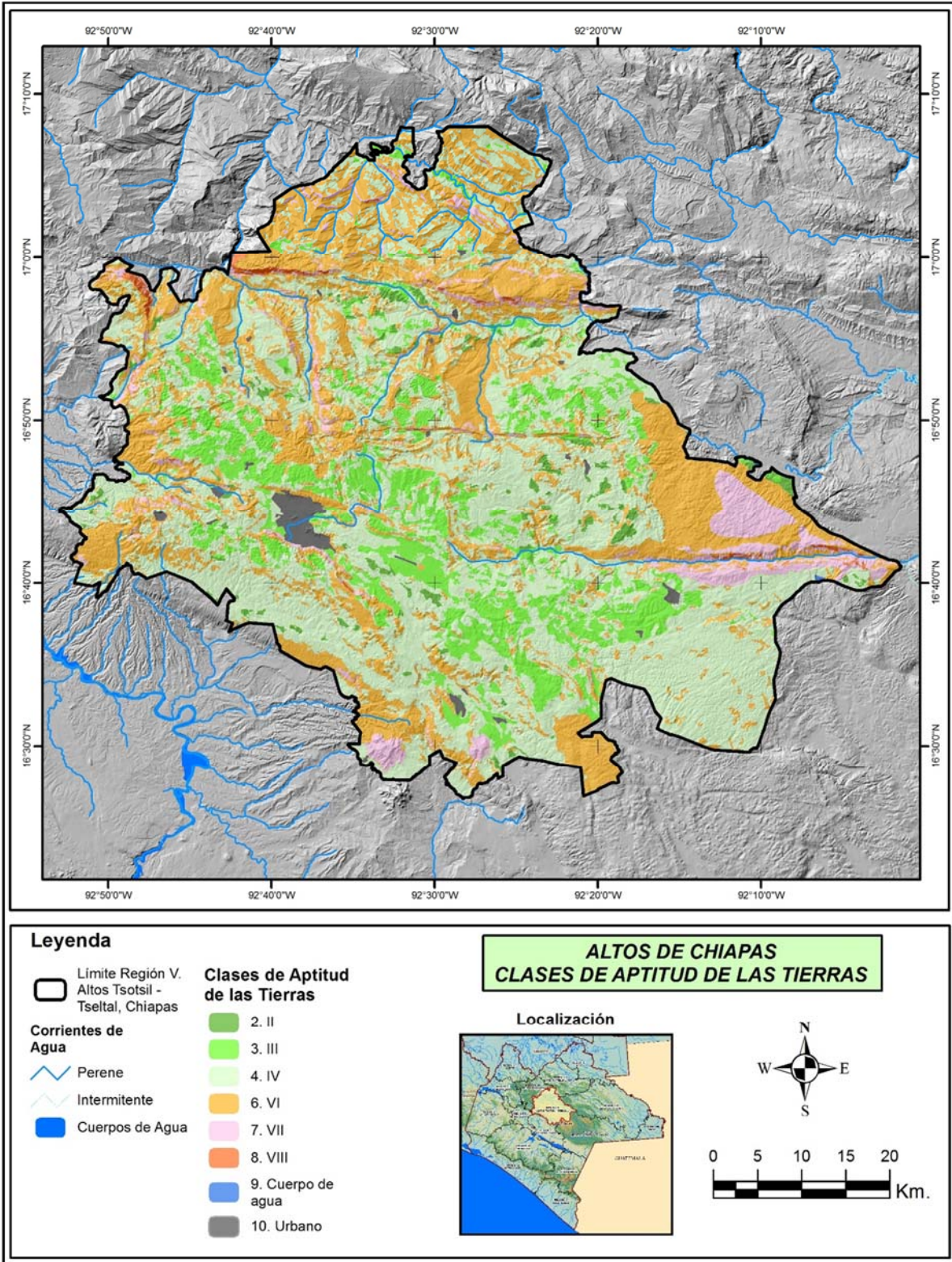


Figura 22. Clases de Aptitud de las Tierras

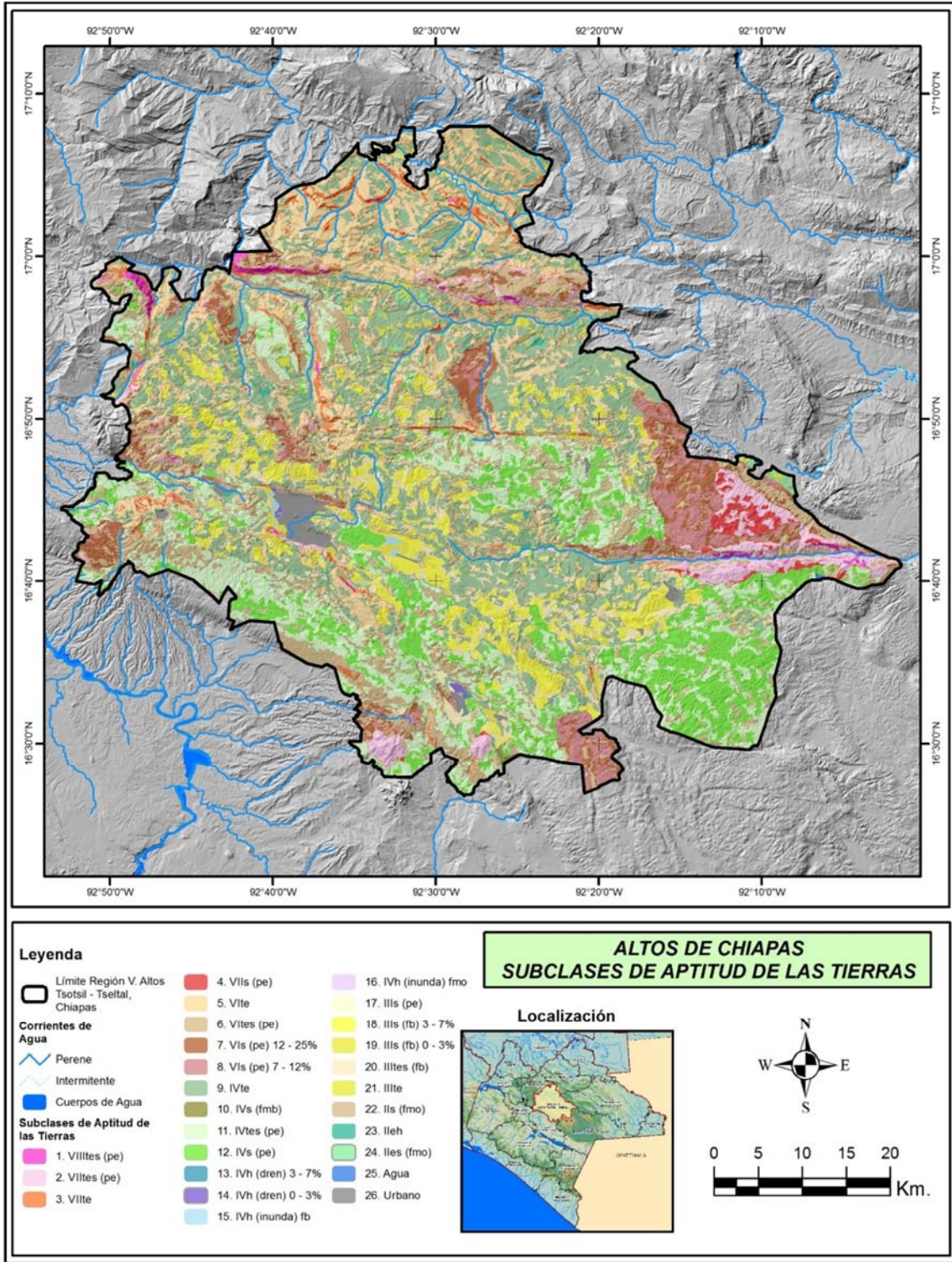


Figura 23. Sub-Clases de Aptitud de las Tierras, Altos de Chiapas<sup>10</sup>

<sup>10</sup> (t). Pendientes; (dr). Drenaje natural; (i). Susceptibilidad a inundaciones; (e). Susceptibilidad a la erosión; (pe). Profundidad efectiva

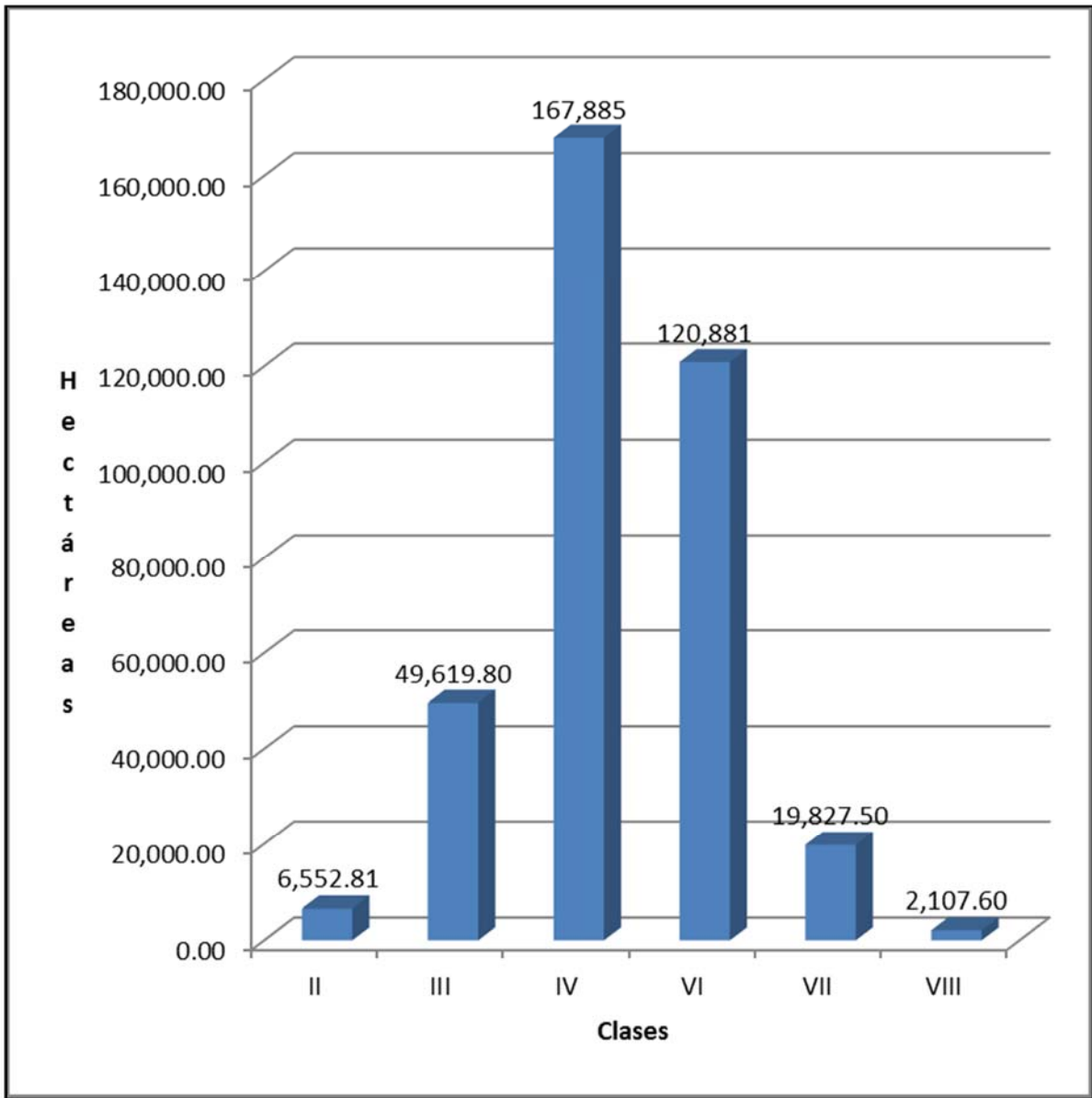


Figura 24. Clases de Tierras y área en Ha.



Código	Clases y Subclases	Principales Características de los Suelos	Principales Limitantes de Uso	Uso Recomendado	Practicas Generales de Manejo y Conservación
24	II es (fmo)	Profundos a moderadamente profundos, fertilidad moderada texturas medias y finas y bien a moderadamente drenados.	Moderados contenidos de nutrientes y pendientes ligeramente onduladas 3-7% y fertilidad y adicionalmente en menor grado y en algunas áreas, se presenta ligera susceptibilidad a las inundaciones (raras) y los encharcamientos	Cultivos anuales, semi-perennes y perennes adaptados a la zona, agroforestaría, frutales, ganadería semi-intensiva, plantaciones forestales establecimiento de sistemas agroforestales.	Fertilización técnica acorde con el análisis de suelos y las necesidades del cultivo, rotación de cultivos y potreros, siembra de pastos mejorados (pastos de corte), rotación de potreros.
23	II eh	Profundos, texturas medias y finas, fertilidad alta, drenaje natural imperfecto a bien drenados,	Ligera susceptibilidad a las inundaciones y los encharcamientos (raras), pendientes ligeramente onduladas 3-7%, ligera susceptibilidad a la erosión.	Cultivos anuales, semi-perennes y perennes adaptados a la zona, frutales, ganadería semi-intensiva, plantaciones forestales y agroforestería.	Rotación de cultivos y potreros, siembra de pastos mejorados, rotación de potreros, ganadería semi-intensiva y semiestabulada, así como el establecimiento de sistemas agroforestales como prácticas de uso y manejo.
22	II s (fmo)	Profundos a moderadamente profundos, texturas medias y finas, drenaje natural bien a moderadamente drenado, fertilidad moderada.	Moderados contenidos de nutrientes y adicionalmente en menor grado se presentan algunos suelos con moderada profundidad efectiva.	Cultivos diversificados anuales, semi-perennes y perennes adaptados a la zona, plantaciones, agroforestaría, frutales y ganadería semi-intensiva.	Fertilización según necesidades del cultivo y acorde con el análisis de suelos, rotación de cultivos y potreros, siembra de pastos mejorados.
21	III te	Profundos y moderadamente profundos, fertilidad moderada, bien drenados y texturas finas y medias.	Pendientes moderadamente onduladas (7-12%), moderadamente susceptibles a la erosión y adicionalmente en menor grado se presentan algunos suelos con la fertilidad moderada.	Cultivos anuales, semipermanentes y permanentes (frutales), ganadería semi-intensiva y semiestabulada y sistemas agroforestales, con cultivos asociados con plantaciones forestales y ganadería con pastos mejorados y especies forrajeras.	Realizar prácticas esenciales de manejo como aplicaciones periódicas de enmiendas cal y fertilizantes compuestos en aquellos suelos de fertilidad moderada, siembras en sentido transversal a la pendiente, introducción de pastos mejorados, manejo de praderas y rotación de potreros y cultivos
20	III tes (fb)	Profundos, texturas finas y medias, fertilidad baja y bien drenados.	Los bajos contenidos de nutrientes, la ligera a moderada susceptibilidad a la erosión y las pendientes moderadamente onduladas 7-12%.	Cultivos diversificados y adaptados a las condiciones agroclimáticas, ganadería semi-intensiva con pastos mejorados (semi-estabulada), plantaciones forestales y establecimiento de sistemas agroforestales.	Aplicación de enmiendas (cal) y fertilizantes de fórmula completa, eliminar la práctica de quemas, manejo de aguas de escorrentía, siembra en sentido transversal a la pendiente, rotación de cultivos y potreros, manejo de praderas, evitar el sobrepastoreo y la sobrecarga de ganado e introducir pastos mejorados.,
19	III s (fb) 0-3%	Profundos, texturas finas y medias, fertilidad baja, drenaje moderado	Los bajos contenidos de nutrientes y en sectores, adicionalmente en	Cultivos (anuales, perennes y semiperennes) adaptados a las condiciones	Aplicación técnica de fertilizantes, eliminar la práctica de quemas, rotación de cultivos y potreros, uso de

Código	Clases y Subclases	Principales Características de los Suelos	Principales Limitantes de Uso	Uso Recomendado	Practicas Generales de Manejo y Conservación
		a bien drenado.	menor grado presentan ligera a moderada susceptibilidad a las inundaciones y los encharcamientos (raras - ocasionales).	agroclimáticas, ganadería semi-intensiva o semi-estabulada y plantaciones forestales.	variedades mejoradas, proteger las riberas de los ríos, manejo de praderas, rotación de potreros, evitar el sobrepastoreo, introducir pastos.
18	III s (fb) 3-7%	Profundos, texturas finas y medias, fertilidad baja, bien drenados.	Bajos contenidos de nutrientes y adicionalmente en menor grado presenta ligera a moderada susceptibilidad a la erosión, pendientes 3-7% y susceptibilidad a las inundaciones y los encharcamientos (raras - ocasionales).	Agricultura con cultivos anuales, semipermanentes y permanentes adaptados a las condiciones agroclimáticas, frutales, plantaciones forestales, ganadería semi-intensiva o semi-estabulada y en sistemas agroforestales.	Realizar prácticas sencillas de manejo y conservación de suelos como aplicación de fertilizantes, eliminar la práctica de quemas, rotación de cultivos y potreros, uso de variedades mejoradas, proteger las riberas de los ríos, manejo de praderas, evitar el sobrepastoreo, introducir pastos mejorados.
17	III s (pe)	Moderadamente profundos a superficiales, bien drenados, fertilidad moderada y texturas medias y finas.	Moderada a poca profundidad efectiva, limitados por la roca continua y adicionalmente en menor grado presenta pedregosidad y relieves ligeramente ondulados con pendientes 3 - 7 %	Agricultura diversificada con cultivos anuales, semipermanentes y permanentes adaptados a las condiciones agroclimáticas, pastos mejorados para ganadería semi-intensiva o semi-estabulada, frutales, plantaciones forestales y sistemas agroforestales	Se requieren algunas prácticas sencillas de manejo y conservación como siembra en sentido transversal a la pendiente, eliminar la práctica de quemas, combinación de cultivos limpios con permanentes, fertilización técnica, manejo de praderas, rotación de potreros, evitar el sobrepastoreo.
16	IV h (i) fmo	Moderadamente profundos a profundos, texturas finas, drenaje natural bien a imperfectamente drenado, fertilidad moderada	Susceptibilidad alta a inundaciones y encharcamientos (frecuentes / regulares) y en menor grado se presenta moderada acidez y moderados contenidos de nutrientes.	Ganadería semi-intensiva con pastos mejorados, también variedad de cultivos y para plantaciones forestales.	Adecuación de tierras para evitar las inundaciones y los encharcamientos, fertilización técnica, rotación de potreros y de cultivos.
15	IV h (i) fb	Moderadamente profundos a profundos, drenaje natural bien a imperfectamente drenado, fertilidad baja y texturas finas y medias.	Susceptibilidad alta a inundaciones y encharcamientos (frecuentes - regulares), baja saturación de bases, fuertemente ácidos, bajos contenidos de nutrientes.	Ganadería con pastos mejorados, cultivos y plantaciones forestales. Sistemas agroforestales.	Reforestación de riberas, construcción de terraplenes acequias y canales que controlen las inundaciones, aplicaciones periódicas de cal y fertilizantes de fórmula completa, incorporación de materia orgánica al suelo.
14	IV h (dr) 0-3%	Drenaje natural pobre, superficiales, fertilidad moderada, texturas finas, cierto grado de agrietamientos y masivos.	Alta susceptibilidad a encharcamientos e inundaciones (frecuentes regulares), pobremente drenados, algunos son duros, masivos y agrietamientos por sus condiciones vérticas en épocas secas.	Ganadería semi-intensiva con pastos mejorados, cultivos comerciales de plantaciones que se adapten a las condiciones reinantes y cultivos anuales, semi-perennes y perennes en los sectores mejor drenados y que se adapten a las condiciones.	Construcción de terraplenes paralelos a los ríos, también de acequias y canales que controlen las inundaciones, así como el mal drenaje y el nivel freático, reforestación de riberas, rotación de potreros y labranza en condiciones adecuadas de humedad.
13	IV h (dr) 3-7%	Superficiales a moderadamente profundos, drenaje natural imperfecto	Moderada susceptibilidad a inundaciones ocasionales (raras) y	Ganadería semi-intensiva con pastos mejorados que se adapten a las condiciones de humedad,	Cultivar plantas tolerantes a las condiciones de humedad, aplicar e incorporar abonos orgánicos, fertilizar y construir

Código	Clases y Subclases	Principales Características de los Suelos	Principales Limitantes de Uso	Uso Recomendado	Practiclas Generales de Manejo y Conservación
		a pobre, fertilidad baja a moderada, texturas finas y presencia de algunos agrietamientos y masivos.	encharcamientos, drenaje imperfecto a pobre, fertilidad moderada a baja y agrietamientos.	cultivos y sistemas agroforestales en las áreas mejor drenadas, plantaciones con especies propias de la región adaptadas a las condiciones reinantes.	canales de drenaje, rotación de potreros, uso de variedades mejoradas y labranza en condiciones adecuadas de humedad.
12	IV s (pe)	Superficiales a moderadamente profundos, fertilidad moderada, bien drenados y de texturas finas y medias.	Poca profundidad efectiva de los suelos (menor a 50cm) y moderada susceptibilidad a la erosión, con pendientes 7-12%, moderadamente onduladas.	Cultivos adaptados a las condiciones edafológicas y climáticas reinantes, para pastos, silvicultura, sistemas agroforestales, plantaciones forestales, para ganadería de pastoreo extensiva y semiestabulada y conservar la vegetación natural existente de bosques.	Introducir especies de pastos mejorados, siembras en curvas de nivel, utilizar barreras y cercos vivos (forrajeras), manejo de potreros, rotación de cultivos, manejo de aguas de escorrentía y conservación de la vegetación natural existente.
11	IV tes (pe)	Moderados contenidos de nutrientes, superficiales, bien drenados y de texturas finas y medias.	Pendientes fuertemente onduladas (12-25%), moderada a alta susceptibilidad a la erosión y poca profundidad efectiva de los suelos (<50cm); adicionalmente en menor grado y algunas veces presentan limitaciones por acidez y baja fertilidad.	Sistemas agroforestales, con cultivos anuales, semi-perennes, perennes (frutales), plantaciones forestales (silvicultura) y para ganadería semi-intensiva con pastos mejorados de corte de acuerdo a las condiciones agroclimáticas de la zona y la conservación y preservación de la vegetación natural.	Practiclas intensivas de manejo y conservación de suelos como sembrar transversal a la pendiente, fertilizar, incorporar materia orgánica al suelo, utilizar barreras y cercos vivos, introducir especies de pastos mejorados, manejo de potreros, rotación de cultivos y manejo de aguas de escorrentía.
10	IV s (fmb)	Profundos a muy profundos, ácidos, fertilidad muy baja, drenaje natural bien drenado	Muy bajos contenidos de nutrientes, pendientes planas y ligeramente onduladas ( 0-3-7%) a moderadamente onduladas ( 7 - 12%), ligera a moderada a susceptibilidad a la erosión y adicionalmente en menor grado ligera susceptibilidad a las inundaciones (raras)	Cultivos anuales, semi-perennes, perennes (frutales), plantaciones forestales (silvicultura) y para ganadería semi-intensiva con pastos mejorados de corte de acuerdo a las condiciones agroclimáticas de la zona y la conservación y preservación de la vegetación natural.	Aplicación de enmiendas periódicas de cal y fertilizantes de formula completa, realizar prácticas sencillas de manejo y conservación de suelos como eliminar la práctica de quemas, rotación de cultivos y potreros, uso de variedades mejoradas, proteger las riberas de los ríos, manejo de praderas, introducir pastos mejorados.
9	IV te	Profundos a moderadamente profundos y algunas veces superficiales, fertilidad variada de baja a alta y drenaje natural bien drenado	Pendientes fuertemente onduladas (12-25%), moderada a alta susceptibilidad a la erosión; adicionalmente y en menor grado, algunas veces presentan limitaciones por poca profundidad efectiva, acidez y baja fertilidad.	Cultivos, ganadería semi-intensiva y sistemas agroforestales. Igualmente en silvicultura y para bosques protectores y protectores-productores y conservación y preservación de la vegetación natural.	Implementar prácticas intensas de manejo de los sistemas agrícolas, pecuarios y de conservación de suelos como manejo de aguas de escorrentía, siembras en contorno, sistemas agroforestales, utilizar barreras vivas (forrajeras), rotación de potreros, evitar la sobre carga de ganado e introducir especies de pastos mejorados.
8	VI s (pe)	Muy superficiales,	Poca profundidad	Cultivos de poca	Se requieren prácticas de

Código	Clases y Subclases	Principales Características de los Suelos	Principales Limitantes de Uso	Uso Recomendado	Prácticas Generales de Manejo y Conservación
		bien drenados, texturas variadas y fertilidad moderada a alta.	efectiva (<25 cm.), pendientes (7-12%) ligeramente quebradas, moderada susceptibilidad a la erosión, presencia de roca dura y algunas veces pedregosidad superficial.	profundidad radicular como maíz, frijol, etc., en agroforestería, frutales, con cierta limitante para plantaciones forestales y para ganadería extensiva y/o semi-estabulada con pastos mejorados, reforestación con especies propias de la región y exóticas. Se debe conservar la vegetación natural existente de bosques	conservación y manejo de suelos como rotación de potreros, introducir especies de pastos mejorados, siembra en contorno o a través de la pendiente, aplicación de fertilizantes, mantener la cobertura vegetal existente, establecimiento de sistemas de producción agrícolas y pecuarios, en la modalidad de sistemas agroforestales.
7	VI se (pe)	Muy superficiales a superficiales, limitados por roca dura en los primeros 25cm; algunos pedregosos bien drenados, texturas medias y finas, y fertilidad moderada a alta.	Poca profundidad efectiva (<25 cm.), pendientes (12-25%) moderadamente quebradas, moderada susceptibilidad a la erosión, presencia de roca dura y pedregosidad superficial.	En sistemas agroforestales y silvo-pastoriles con pastos mejorados y vida silvestre. Conservación de la vegetación natural de bosques y la vegetación secundaria arbórea de los bosques mesófilos de montaña y de pino encino, para silvicultura con especies propias de la región.	Implementar prácticas intensas de conservación y de uso y manejo de suelos, manejo de sistemas agroforestales, uso de pastos mejorados con buen manejo de potreros y con prácticas que incluyan rotación de potreros, evitar el sobrepastoreo y la sobre carga de ganado. Conservar la vegetación natural aún existentes y reforestar con especies nativas.
6	VI tes (pe)	Muy superficiales a superficiales, limitados por roca dura en los primeros 25cm; algunos pedregosos bien drenados, texturas medias y finas, y fertilidad moderada a alta.	Poca profundidad efectiva (<25 cm.), pendientes (25-50%) fuertemente quebradas y algunas veces moderadamente escarpadas, alta susceptibilidad a la erosión, presencia de roca dura y pedregosidad superficial o en el perfil.	Conservación de la vegetación natural de bosques y la vegetación secundaria arbórea y arbustiva de los bosques mesófilos de montaña y de pino encino, para silvicultura con especies propias de la región, árboles de maderas preciosas como el cedro y en sistemas agroforestales con pastos mejorados y vida silvestre.	Implementar prácticas intensas de conservación y de uso y manejo de suelos, conservar la vegetación natural aún existentes y reforestar con especies nativas como el cedro y/o pino – encino, manejos agroforestales, uso de pastos mejorados con buen manejo de potreros y con prácticas que incluyan rotación de potreros, evitar el sobrepastoreo y la sobre carga de ganado y manejo de aguas de escorrentía.
5	VI te	Moderadamente profundo y superficiales a profundos, drenaje natural bien drenado, fertilidad variada de baja a alta.	Pendientes (25-50%) Fuertemente quebradas, moderada a alta susceptibilidad a la erosión; adicionalmente en menor grado presentan limitaciones por acidez y baja fertilidad	Cultivos perennes (café, frutales) y sistemas agroforestales y en sectores de menor pendiente agricultura anual (maíz-frijol, hortalizas). Igualmente tienen aptitud para ganadería y para bosques protectores y productores-protectores, silvicultura.	Implementar prácticas intensas de uso y manejo de los sistemas agropecuarios y de conservación de suelos como manejo de aguas de escorrentía, manejo agroforestal, sembrar en curvas de nivel, utilizar barreras vivas (forrajeras), rotación de potreros, evitar la sobre carga de ganado y mantener la cobertura natural de bosques y permitir la regeneración de la vegetación secundaria.
4	VII s (pe)	Extremadamente superficiales a muy	Pendientes (< 12%) Fuertemente	Sistemas agroforestales y en sectores de menor	Realizar prácticas de manejo y conservación de suelos, evitar

Código	Clases y Subclases	Principales Características de los Suelos	Principales Limitantes de Uso	Uso Recomendado	Prácticas Generales de Manejo y Conservación
		superficiales, bien drenado, texturas finas y medias y fertilidad variada de baja a alta.	quebradas, moderada a alta susceptibilidad a la erosión; adicionalmente en menor grado presentan limitaciones por acidez y baja fertilidad	pendiente agricultura anual (maíz-frijol, hortalizas). Igualmente tienen aptitud para, ganadería con pastos mejorados de corte y pastoreo y para bosques protectores y productores-protectores, silvicultura.	las actividades agropecuarias tradicionales, manejo de aguas de escorrentía, incentivar la siembra de especies forestales, conservar las coberturas naturales existentes de bosques y permitir la regeneración de la vegetación secundaria.
3	VII te	Drenaje natural bien drenado, texturas finas y medias, superficiales y moderadamente profundos, reacción fuertemente ácida en algunos casos y fertilidad moderada.	Alta y muy alta susceptibilidad a la erosión, pendientes fuertemente escarpadas 50-75%, en algunos sectores llegan a hacer > del 75%; y en menor grado se presenta fuerte acidez, saturación de aluminio y baja fertilidad; poca profundidad efectiva, limitados por la roca dura o fragmentos de roca.	Conservación de los bosques y vida silvestre, para protección/producción, actividades silviculturales. En aquellas áreas dedicadas a actividades agropecuarias es necesario implementar prácticas intensivas de manejo y conservación, así como implementar la siembra de vegetación ripariana (típica) como recurso para proteger los causes y las cuencas, así como una alternativa económica para la población.	Conservar y salvaguardar las coberturas naturales del bosque mesófilo de montaña y de bosques de pino-encino; regeneración y recuperación de la vegetación secundaria arbórea y arbustiva de los bosques existentes en estos paisajes altamente susceptibles a la degradación. Implementar planes de recuperación y conservación de suelos que logren mantener el ecosistema en equilibrio.
2	VII tes (pe)	Drenaje natural bien drenado, muy superficiales, texturas medias y finas, reacción ácida a neutra y fertilidad baja.	Muy poca y poca profundidad efectiva (< de 25 cm.), limitados por roca dura o material altamente calcáreo, en superficie, presencia de fragmentos de roca y afloramientos rocosos, alta susceptibilidad a la erosión y pendiente moderadamente escarpadas (50 - 75%).	Conservación, vida silvestre, protección; principalmente para actividades silviculturales con fines de protección.	Conservar y salvaguardar la vegetación natural existente en estos paisajes altamente susceptibles a la degradación. Recuperación y conservación de suelos (restauración), mantener el ecosistema en equilibrio mediante el cultivo de especies nativas propias de la región.
1	VIII tes (pe)	Drenaje natural bien drenado, extremadamente superficiales y muy superficiales.	Extremadamente poca profundidad efectiva <10 cm., limitada por la roca dura, o material altamente calcáreo con abundantes fragmentos de roca y presencia de afloramientos rocosos, muy alta susceptibilidad a la erosión y pendientes fuertemente escarpadas > del 75%.	No tienen aptitud agropecuaria ni forestal. Son tierras aptas para la conservación y recuperación de la vegetación natural y vida silvestre.	Imperativamente se debe impedir que la cobertura natural existente de bosques sea intervenida. Proteger la vegetación natural, permitir la regeneración de la misma; reforestar con especies nativas y apropiadas para la conservación de los suelos y de los demás recursos naturales. Se debe controlar y tomar medidas para evitar el avance y el establecimiento de cualquier tipo de actividad antrópica.
25	Cuerpos de agua				
26	Asentamiento humano				

Subclases	Área - Ha
25. Cuerpos de agua	57.5
26. Asentamiento humano	4,042.8

A continuación se describen cada una de las unidades y las subclases por capacidad de uso de las tierras. El número en paréntesis se refiere al código de la unidad en el mapa.

## Unidad 1. Tierras Clase II

Las tierras de esta unidad están constituidas por suelos que tienen pocas limitaciones o ligeras en su uso para una amplia gama de cultivos, pastos, bosques y vida silvestre. Los suelos de esta unidad tienen pocas o ligeras limitaciones que reduzcan la elección de usos o requieren prácticas ligeras de conservación y manejo, fáciles de aplicar (las de conservación incluyen aquellas destinadas a prevenir su degradación o para mejorar las relaciones agua – aire).

Esta clase se encuentra en relieves planos y ligeramente planos a ligeramente ondulados. Presentan pocas o ligeras limitaciones debido a una o varias de las siguientes causas: fertilidad moderada (fmo), pendientes ligeramente onduladas, ligera susceptibilidad a la erosión y ligera susceptibilidad a inundaciones (raras) y encharcamientos.

A continuación se presentan las subclases de tierras:

### (24) Subclase II es (fmo)

Los suelos presentes en esta unidad se encuentran en relieves planos y ligeramente planos con pendientes entre 0 y 3% a ligeramente ondulados 3- 7%; de fertilidad moderada, son profundos a moderadamente profundos, texturas medias y finas y drenaje natural bien y moderadamente drenado.

Estas tierras se recomiendan para una amplia gama de cultivos comerciales diversificados adaptados a la zona, así como agroforestería, frutales y pastos mejorados con ganadería de pastoreo semintensiva o semi-estabulada y plantaciones forestales.

El principal limitante de estas tierras es la moderada fertilidad y ligera susceptibilidad a la erosión; adicionalmente en menor grado presenta ligera susceptibilidad a las inundaciones (raras) y los encharcamientos. Se requieren algunas prácticas sencillas de manejo y conservación de suelos como: fertilización según necesidades del cultivo y

acorde con el análisis de suelos, rotación de cultivos y potreros y siembra de pastos mejorados (pastos de corte) entre otros.

## (23) Subclase II eh

Los suelos presentes en esta unidad se encuentran en relieves planos y ligeramente planos con pendientes entre 0 y 3% a ligeramente ondulados 3- 7%; son profundos a muy profundos, texturas medias y finas, drenaje natural bien a imperfectamente drenado, fertilidad alta a moderada.

Estas tierras se recomiendan para cultivos diversificados anuales, semi-perennes y perennes adaptados a la zona, así como frutales, pastos mejorados con ganadería de pastoreo semintensiva, plantaciones forestales y establecimiento de sistemas agroforestales.

El principal limitante de estas tierras es la ligera susceptibilidad a las inundaciones (raras) y los encharcamientos, ligera susceptibilidad a la erosión principalmente en las áreas ligeramente onduladas. Se requieren algunas prácticas sencillas de manejo y conservación de suelos como: rotación de cultivos y potreros, siembra de pastos mejorados y proteger las riberas de los ríos.

## (22) Subclase IIs (fmo)

Los suelos presentes en esta unidad se encuentran en relieves planos y ligeramente planos con pendientes entre 0 y 3% a ligeramente ondulados (3- 7%); son profundos a moderadamente profundos, texturas medias y finas, drenaje natural bien a moderadamente drenado, fertilidad moderada a alta.

Estas tierras se recomiendan para una gran variedad de cultivos diversificados anuales, semi-perennes y perennes adaptados a la región, así como frutales y pastos mejorados con ganadería de pastoreo semintensiva, agroforestería y plantaciones forestales.

El principal limitante de estas tierras es la moderada fertilidad y en menor grado las pendientes ligeramente onduladas. Se requieren algunas prácticas sencillas de manejo y conservación de suelos como: fertilización según necesidades del cultivo y acorde con el análisis de suelos, rotación de cultivos y potreros y siembra de pastos mejorados entre otros.

## Unidad 2. Tierras Clase III

Esta unidad las conforman suelos que presentan limitaciones moderadas en su uso, tienen más restricciones de uso que los de la clase II y cuando son usados para cultivos, las prácticas de conservación son más difíciles de aplicar y de mantener. Las limitaciones de los suelos restringen la cantidad de cultivos, épocas de siembra, laboreo y cosechas, y requieren prácticas especializadas de conservación o ambas. Estas tierras se pueden utilizar en cultivos y pastos con prácticas ligeras a moderadas de conservación, bosques, plantaciones, reforestación y vida silvestre.

Las tierras de esta clase se encuentran en relieves moderadamente ondulados y ligeramente ondulados a planos, con suelos moderadamente profundos a profundos, fertilidad variada entre baja y alta; algunos con susceptibilidad moderada a la erosión y a inundaciones y encharcamientos y drenaje natural bien a imperfectamente drenado.

Las siguientes son las subclases de tierras:

### (21) Subclase III te (fmod)

Los suelos presentes en esta unidad se encuentran en relieves moderadamente ondulados 7-12%; de fertilidad moderada, son profundos a moderadamente profundos, texturas medias y finas y drenaje natural bien.

Estas tierras se recomiendan para cultivos comerciales diversificados adaptados a la zona, así como agroforestería, frutales y pastos mejorados con ganadería de pastoreo semintensiva o semi-estabulada y plantaciones forestales.

El principal limitante de estas tierras es la ligera a moderada susceptibilidad a la erosión y el relieve moderadamente ondulado, de pendiente 7-12%.

Se requieren algunas prácticas ligeras a moderadas de manejo y conservación de suelos como: rotación de cultivos y potreros, siembra de pastos mejorados (pastos de corte), especies forrajeras, siembras en curvas de nivel y fertilización según necesidades del cultivo y acorde con el análisis de suelos.

### (20) Subclase III tes (fb)

Los suelos presentes en esta unidad se encuentran en relieves moderadamente ondulados 7-12%; de fertilidad baja, son profundos a moderadamente profundos, texturas medias y finas y drenaje natural bien.



Estas tierras se recomiendan para cultivos comerciales diversificados adaptados a la zona, así como agroforestería, frutales y pastos mejorados con ganadería de pastoreo semintensiva o semi-estabulada y plantaciones forestales.

El principal limitante de estas tierras es la baja fertilidad, la ligera a moderada susceptibilidad a la erosión y el relieve moderadamente ondulado, pendientes 7-12%.

Se requieren algunas prácticas ligeras a moderadas de manejo y conservación de suelos como: rotación de cultivos y potreros, siembra de pastos mejorados (pastos de corte), especies forrajeras, siembras en curvas de nivel, aplicación de enmiendas como fertilizantes de fórmula completa y cal, eliminar la práctica de quemas, evitar el sobrepastoreo y la sobre carga de ganado.

### **(19) Subclase III s (fb)**

Los suelos presentes en esta unidad se encuentran en relieves ligeramente planos 0-3%; de fertilidad baja, son profundos a moderadamente profundos, texturas medias y finas y drenaje natural bien drenado.

Estas tierras se recomiendan para cultivos comerciales diversificados adaptados a la zona, así como agroforestería, frutales y pastos mejorados con ganadería de pastoreo semintensiva o semi-estabulada y plantaciones forestales.

El principal limitante de estas tierras es la baja fertilidad y en menor grado la ligera susceptibilidad a la erosión y el relieve ligeramente plano.

Se requieren algunas prácticas ligeras a moderadas de manejo y conservación de suelos como: aplicación de enmiendas (cal) y fertilizantes de fórmula completa, eliminar la práctica de quemas, siembra en sentido transversal a la pendiente, rotación de cultivos y potreros, manejo de praderas, evitar el sobrepastoreo y la sobrecarga de ganado e introducir pastos mejorados (pastos de corte), especies forrajeras.

### **(18) Subclase III s (fb)**

Los suelos presentes en esta unidad se encuentran en relieves ligeramente ondulados 3-7%; de fertilidad baja, son profundos a moderadamente profundos, texturas medias y finas y drenaje natural bien drenado.

Estas tierras se recomiendan para cultivos comerciales diversificados adaptados a la zona, así como agroforestería, frutales y pastos mejorados con ganadería de pastoreo semintensiva o semi-estabulada y plantaciones forestales.

El principal limitante de estas tierras es la baja fertilidad y en menor grado al relieve moderadamente ondulado, la ligera susceptibilidad a la erosión y a la ligera susceptibilidad a las inundaciones y los encharcamientos.

Se requieren algunas prácticas ligeras a moderadas de manejo y conservación de suelos como: aplicación de fertilización de fórmula completa, eliminar las prácticas de quemas, rotación de cultivos y potreros, siembra de pastos mejorados (pastos de corte), especies forrajeras, siembras en curvas de nivel y proteger las riberas de los ríos.

### (17) Subclase III s (pe)

En esta subclase se presentan suelos desarrollados en relieves ligeramente planos, con pendientes que no superan el 3% y relieves ligeramente ondulados con pendientes 3-7 %, son moderadamente profundos a superficiales, drenaje natural bien drenado, texturas medias y finas y fertilidad moderada.

Estas tierras tienen ligeras a moderadas limitaciones por la moderada a poca profundidad efectiva de los suelos, limitados por la roca continua y adicionalmente en menor grado presenta relieves ligeramente ondulados (3 - 7 %) y ligera a moderada susceptibilidad a la erosión.

Son tierras que se recomiendan para agricultura diversificada con cultivos anuales, semipermanentes y permanentes adaptados a las condiciones agroclimáticas frutales y ganadería semi-intensiva con pastos mejorados o semi-estabulada (pastos de corte), plantaciones forestales y sistemas agroforestales.

Se requieren algunas prácticas sencillas de manejo y conservación como siembra en sentido transversal a la pendiente, eliminar la práctica de quemas, combinación de cultivos limpios con permanentes, fertilización técnica, manejo de praderas, rotación de potreros, evitar el sobrepastoreo.

## Unidad 3. Tierras Clase IV

Esta clase de tierra presenta limitaciones de uso moderadamente severas y severas que restringen la elección de cultivos o requieren de un manejo muy cuidadoso o ambas debido a una o más de las siguientes limitaciones: profundidad efectiva superficial, bajos

contenidos de nutrientes y algunos con alta susceptibilidad a inundaciones y encharcamientos.

## (16) Subclase IV h (i) fmo

Esta subclase se localizada en relieves planos y ligeramente planos con pendientes menores del 3%. Los suelos se han desarrollado a partir de sedimentos mixtos finos y medios; son moderadamente profundos a profundos, drenaje natural bien a imperfectamente drenado y fertilidad moderada.

Las principales característica de esta unidad es una limitación moderada para uso y manejo definida por suelos de con moderados contenidos de nutrientes, moderadamente ácidos y alta susceptibilidad a las inundaciones (frecuentes - regulares) y a los encharcamientos y en menor grado el drenaje imperfecto; estas características restringen su uso.

Estas tierras son aptas para una variedad de cultivos que se adapten a las condiciones agroclimáticas, para ganadería semi-intensiva con pastos mejorados, plantaciones forestales y sistemas agroforestales; así como la protección y conservación de las coberturas vegetales naturales presentes.

Para efectuar estas actividades se recomienda: adecuar las tierras para evitar las inundaciones y los encharcamientos, aplicaciones periódicas de cal y fertilización técnica, incorporación de materia orgánica al suelo, rotación de potreros y de cultivos y labranza en condiciones adecuadas de humedad. Es necesario reforestar y favorecer el desarrollo de la vegetación natural en las riberas de los ríos.

## (15) Subclase IV h (i) fb

Esta subclase se localizada en relieves planos y ligeramente planos con pendientes menores del 3%. Los suelos se han desarrollado a partir de sedimentos mixtos finos y medios; son moderadamente profundos a profundos, drenaje natural bien a imperfectamente drenado y fertilidad baja.

Las principales característica de esta unidad es una limitación moderada para uso y manejo definida por suelos de con bajos contenidos de nutrientes, fuertemente ácidos y alta susceptibilidad a las inundaciones (frecuentes - regulares) y a los encharcamientos y en menor grado el drenaje imperfecto; estas características restringen su uso.

Estas tierras son aptas para ganadería semi-intensiva con pastos mejorados y variedad de cultivos que se adapten a las condiciones agroclimáticas, plantaciones forestales y sistemas agroforestales; así como la protección y conservación de las coberturas vegetales naturales presentes.

Para efectuar estas actividades se recomienda: adecuar las tierras para evitar las inundaciones y los encharcamientos, aplicaciones periódicas de cal y fertilizantes de fórmula completa, incorporación de materia orgánica al suelo, rotación de potreros y de cultivos y labranza en condiciones adecuadas de humedad. Es necesario reforestar y favorecer el desarrollo de la vegetación natural en las riberas de los ríos y demás cuerpos de agua o fuentes hídricas.

### (14) Subclase IV h (dr) 0-3 %

Conforman esta subclase las tierras que se encuentra en relieves planos y ligeramente planos, de pendientes 0-3%. Los suelos son superficiales, bien drenados, texturas finas y fertilidad moderada con cierto grado de agrietamiento y masividad.

La principal limitante para el uso es la moderada susceptibilidad a las inundaciones (ocasionales) y los encharcamientos, drenaje pobre e imperfectamente drenado, fertilidad moderada a baja, la presencia de agrietamientos y masividad.

Estas tierras son aptas en general para cultivos y pastos que se adapten a las condiciones de humedad, ganadería semi-intensiva y/o semi-estabulada con pastos mejorados, en sistemas agroforestales, plantaciones forestales y reforestación con especies propias de la región y conservar la vegetación natural existente de bosques.

Se requieren intensas prácticas de conservación y manejo de suelos como cultivar plantas tolerantes a las condiciones de humedad, aplicar e incorporar abonos orgánicos, fertilizar y construir canales de drenaje, rotación de potreros, uso de variedades mejoradas, y labranza en condiciones adecuadas de humedad. Introducir especies de pastos mejorados, mantener la cobertura vegetal existente, establecimiento de sistemas de producción agrícolas y pecuarios, en la modalidad de sistemas agroforestales.

### (13) Subclase IV h (dr) 3 - 7%

Conforman esta subclase las tierras que se encuentra en relieves ligeramente ondulados, de pendientes 3-7%. Los suelos son superficiales, bien drenados, texturas finas y fertilidad moderada con cierto grado de agrietamiento y masividad.

La principal limitante para el uso es la moderada susceptibilidad a las inundaciones (ocasionales) y los encharcamientos, drenaje pobre e imperfectamente drenado, la ligera susceptibilidad a la erosión, la fertilidad moderada a baja y presencia de agrietamientos.

Estas tierras son aptas en general para cultivos y pastos que se adapten a las condiciones de humedad, ganadería semi-intensiva y/o semi-estabulada con pastos mejorados, en sistemas agroforestales, plantaciones forestales y reforestación con especies propias de la región y conservar la vegetación natural existente de bosques.

Se requieren intensas prácticas de conservación y manejo de suelos como cultivar plantas en el sentido transversal a la pendiente y tolerantes a las condiciones de humedad en las áreas mal drenadas, aplicar e incorporar abonos orgánicos, fertilizar y construir canales de drenaje, rotación de potreros, uso de variedades mejoradas, y labranza en condiciones adecuadas de humedad. Introducir especies de pastos mejorados, mantener la cobertura vegetal existente, establecimiento de sistemas de producción agrícolas y pecuarios, en la modalidad de sistemas agroforestales.

## (12) Subclase IV s (pe)

Esta unidad se localiza en relieves ligeramente planos a ligera y moderadamente ondulados, con pendientes 3–7–12%. Los suelos son superficiales a moderadamente profundos, de texturas finas y medias, bien drenados y de fertilidad moderada a alta.

El principal limitante para el uso es la poca profundidad efectiva de los suelos limitada por la presencia de roca dura continua o material altamente calcáreo o abundantes fragmentos de roca en el perfil, en adición se presentan limitaciones moderadas por moderada a baja fertilidad y moderada susceptibilidad a la erosión.

Estas tierras se recomiendan para cultivos adaptados a las condiciones edafológicas y climáticas reinantes, para pastos, silvicultura, sistemas agroforestales, plantaciones forestales, para ganadería de pastoreo extensiva y semiestabulada, para conservar la vegetación natural existente de bosques (bosques protectores y/o productores protectores).

Es importante introducir especies de pastos mejorados, siembras en curvas de nivel, utilizar barreras y cercos vivos (forrajeras), manejo de potreros, rotación de cultivos y conservar la vegetación natural existente.

## (11) Subclase IV tes (pe)

Las principales características de esta unidad es una limitación moderadamente severa definida por pendientes moderadamente quebradas, de pendientes 12-25%, moderada a alta susceptibilidad a la erosión y por la poca profundidad efectiva de los suelos, limitada por la roca dura dentro de los primeros 50cm de profundidad, (se pueden presentar fragmentos de roca en superficie); en adición se presentan limitaciones moderadas por moderada a baja fertilidad. Los suelos son superficiales, bien drenados, texturas variadas y fertilidad moderada.

Son aptas para sistemas agroforestales, con cultivos anuales, semi-perennes, perennes (frutales), para plantaciones, ganadería semi-intensiva con pastos mejorados de corte de acuerdo a las condiciones agroclimáticas de la zona y la conservación y preservación de la vegetación natural.

Es necesario realizar prácticas intensivas de manejo y conservación de suelos como siembras en curvas de nivel, utilización de barreras o cercos vivos (forrajeras), mantener la cobertura vegetal, manejo de aguas de escorrentía, evitar el sobrepastoreo, introducir especies de pastos mejorados y rotación de potreros.

## (10) Subclase IVs (fmb)

Las principales características de esta unidad es una limitación moderadamente severa definida por pendientes moderadamente quebradas, de pendientes 12-25%, moderada a alta susceptibilidad a la erosión y por la poca profundidad efectiva de los suelos, limitada por la roca dura dentro de los primeros 50cm de profundidad, (se pueden presentar fragmentos de roca en superficie); en adición se presentan limitaciones moderadas por moderada a baja fertilidad. Los suelos son superficiales, bien drenados, texturas variadas y fertilidad moderada.

Son aptas para sistemas agroforestales, con cultivos anuales, semi-perennes, perennes (frutales), para plantaciones, ganadería semi-intensiva con pastos mejorados de corte de acuerdo a las condiciones agroclimáticas de la zona y la conservación y preservación de la vegetación natural.

Es necesario realizar prácticas intensivas de manejo y conservación de suelos como siembras en curvas de nivel, utilización de barreras o cercos vivos (forrajeras), mantener la cobertura vegetal, manejo de aguas de escorrentía, evitar el sobrepastoreo, introducir especies de pastos mejorados y rotación de potreros

## (9) Subclase IV te (12-25%)

Esta unidad presenta una limitación moderadamente severa definida por muy bajos contenidos de nutrientes, baja saturación de bases, en menor grado relieve moderadamente ondulado, de pendientes 7 - 12%, y por ligera a moderada susceptibilidad a la erosión. Los suelos son profundos a muy profundos, bien drenados, texturas variadas y fertilidad muy baja.

Son aptos para cultivos anuales, semi-perennes, perennes (frutales), para plantaciones, ganadería semi-intensiva con pastos mejorados de corte de acuerdo a las condiciones agroclimáticas de la zona y la conservación y preservación de la vegetación natural.

Es necesario realizar prácticas de manejo y conservación de suelos como aplicación técnica de fertilizantes y cal, utilización de barreras o cercos vivos (forrajeras), evitar el sobrepastoreo, introducir especies de pastos mejorados y rotación de potreros.

## Unidad 4. Tierras Clase VI

Se encuentran suelos muy superficiales y superficiales a moderadamente profundos, drenaje natural bien drenado, de texturas finas a gruesas, de reacción ácida a neutra y fertilidad baja a alta. El relieve es fuertemente quebrado o ligeramente escarpado con pendientes entre 25–50% hasta ligeramente quebrado o moderadamente ondulado con pendientes entre 7-12%. Presentan de moderada a alta susceptibilidad a la erosión hídrica y los movimientos en masa (tipo patas de vacas y terracetos) son variados.

Esta clase de tierras tienen limitaciones severas debido a una o más de las siguientes causas, solas o combinadas; muy poca o poca profundidad efectiva, pendientes fuertemente quebrada o ligeramente escarpado, alta susceptibilidad a la erosión.

## (8) Subclase VI s (pe)

Conforman esta subclase las tierras que se encuentra en relieves moderadamente ondulado, de pendientes 7-12%. Los suelos son superficiales, bien drenados, texturas variadas y fertilidad moderada a alta.

La principal limitante para el uso es la poca profundidad efectiva < 25cm, y en algunos casos con menor grado de severidad la moderada susceptibilidad a la erosión, las pendientes ligeramente quebradas o moderadamente onduladas y en algunos casos con menor grado de severidad los moderados contenidos de nutrientes.

Estas tierras son aptas en general para cultivos de poca profundidad radicular (maíz, frijol), en sistemas agroforestales, frutales, con ciertas limitaciones para plantaciones forestales y para ganadería extensiva y/o semi-estabulada con pastos mejorados, reforestación con especies propias de la región y se debe conservar la vegetación natural existente de bosques.

Se requieren intensas prácticas de conservación y manejo de suelos como rotación de potreros para evitar el deterioro de los suelos por sobre carga y concentración de ganado, introducir especies de pastos mejorados, siembra en contorno o a través de la pendiente, manejo de aguas de escorrentía, aplicación de fertilizantes, mantener la cobertura vegetal existente, establecimiento de sistemas de producción agrícolas y pecuarios, en la modalidad de sistemas agroforestales, reforestar con especies exóticas y especies nativas propias del bosque mesófilo de montaña y de los demás bosques presentes en estas áreas (pino-encino).

## (7) Subclase VI se (pe)

Esta unidad de tierra se encuentra en relieves moderadamente quebrados, con pendientes principalmente entre los 12-25%. Los suelos son superficiales a muy superficiales, bien drenados, texturas variadas y fertilidad moderada a alta.

Las limitaciones de uso son moderadamente severas causadas por la poca profundidad efectiva < 25cm, la moderada a fuerte susceptibilidad a la erosión y las pendientes moderadamente quebradas, y en algunos casos con menor grado de severidad los moderados contenidos de nutrientes.

Estas tierras son aptas en general para sistemas agroforestales, frutales, con ciertas limitaciones para plantaciones forestales y para ganadería extensiva y/o semi-estabulada con pastos mejorados, reforestación con especies propias de la región y se debe conservar la vegetación natural existente de bosques.

Estos tierras requieren de intensas prácticas de conservación y manejo para el establecimiento de sistemas de producción agrícolas y pecuarios (en la modalidad de sistemas agroforestales) como rotación de potreros para evitar el deterioro de los suelos por sobre carga y concentración de ganado, introducir especies de pastos mejorados, siembra en contorno o a través de la pendiente, manejo de aguas de escorrentía, aplicación de fertilizantes, mantener la cobertura vegetal existente, reforestar con especies exóticas y especies nativas propias del bosque mesófilo de montaña y de los demás bosques presentes en estas áreas (pino-encino).



## (6) Subclase VI tes (pe)

Integran esta unidad suelos muy superficiales a superficiales, limitados por roca dura, o material calcáreo en los primeros 25cm; algunos muy pedregosos, bien drenados, texturas medias, reacción ligeramente ácida a neutra y fertilidad moderada a alta.

El relieve fuertemente quebrado, la alta susceptibilidad a la erosión y la poca profundidad efectiva de los suelos son los principales limitantes para el uso y manejo de las tierras.

Son aptos para sistemas agroforestales, ganadería extensiva con pastos naturales y mejorados (pastoreo y corte), silvicultura y para bosques protectores y productores – protectores, así como la conservación de los bosques naturales presentes aun en la región.

Es necesario implementar prácticas intensivas de manejo y conservación de suelos como establecimiento de barreras vivas, reforestación con especies nativas propias del medio, para la recuperación de las cuencas hidrográficas y para mejorar aquellas áreas que llegasen a estar afectadas por procesos erosivos, rotación de potreros, evitar la sobre carga de ganado y manejo de aguas de escorrentía,.

## (5) Subclase VI te (pe)

Esta subclase de tierras se encuentra en relieves fuertemente quebrado a ligeramente escarpado, con pendientes principalmente entre los 25-50%.

Los suelos son muy superficiales a superficiales, bien drenados, texturas variadas, reacción ácida y fertilidad moderada a baja.

Las limitaciones de uso son: la muy poca profundidad efectiva, las pendientes fuertemente quebradas y la alta susceptibilidad a la erosión.

Estas tierras tienen aptitud para actividades agrosilvopastoriles, bosques protectores–productores de acuerdo a las condiciones agroclimáticas, conservación de los bosques naturales, ganadería con pastos mejorados de corte y pastoreo y algunos frutales.

Estos sistemas de producción requieren prácticas intensivas de manejo y conservación de suelos como: rotación de potreros, establecimiento de barreras vivas, pastos mejorados, siembras en contorno, manejo de aguas de escorrentía, y fertilización técnica.

## Unidad 5. Tierras Clase VII

Los suelos son extremadamente superficiales y muy superficiales a superficiales y en algunos casos moderadamente profundos, limitados por la roca dura y la presencia de fragmentos de roca, son bien drenados, de texturas finas y medias, de reacción ácida a neutra y fertilidad variada. El relieve es diverso, desde ligeramente planos y ondulados, y fuertemente inclinado a ligeramente escarpado con pendientes entre 25 y 50%, hasta ligera a moderadamente escarpado con pendientes entre 50 y 75%.

Esta clase de tierras tienen limitaciones muy severas debido a una o más de las siguientes causas, solas o combinadas: pendientes escarpadas, muy alta susceptibilidad a la erosión, muy poca profundidad efectiva, muy pedregosos en superficie o en el perfil, o con afloramientos rocosos. Las tierras de esta clase son aptas para ser reforestadas con fines de protección, conservación y protección/producción, vida silvestre y de producción en algunos sectores (bajo la modalidad de sistemas agroforestales).

### (4) Subclase VII s (pe)

Esta unidad presenta tierras ligeramente planas (0-3%) a ligera y moderadamente onduladas de pendientes entre 3-7% y 7-12%, ligera a moderada susceptibilidad a la erosión. Los suelos principales son extremadamente superficiales, bien drenados, de texturas finas a medias, moderadamente ácidos a neutros y fertilidad moderada.

Para el uso y manejo, los suelos tienen limitaciones muy severas relacionadas principalmente con la poca profundidad efectiva extremadamente superficial y la moderada susceptibilidad a la erosión en las áreas moderadamente onduladas.

Estas tierras tienen muy poca aptitud para ser utilizadas en actividades agropecuarias; por lo tanto, el uso recomendado está encaminado a la reforestación, protección y conservación de los recursos naturales.

Debido a las restricciones, especialmente por la muy poca profundidad efectiva, se deben realizar prácticas de manejo y conservación de suelos encaminadas a sistemas agroforestales, evitar las actividades agropecuarias tradicionales, e incentivar la siembra de especies forestales, incorporar materiales orgánico al suelo, fomentar la regeneración natural inducida y mantener la cobertura vegetal protectora.

### (3) Subclase VII te

Esta subclase presenta tierras con pendientes moderadamente escarpadas entre 50-75%, alta susceptibilidad a la erosión y presenta movimientos frecuentes de remoción en masa del tipo pata de vaca y terracetas. Los suelos dominantes son superficiales y moderadamente profundos, bien drenados, de texturas finas y medias, reacción neutra y ácida en algunos casos y fertilidad moderada.

Esta subclase tiene limitaciones muy severas por pendientes fuertemente escarpadas 50-75%, en algunos sectores llegan a hacer > del 75%; alta susceptibilidad a la erosión; y en menor grado se presenta fuerte acidez, saturación de aluminio y baja fertilidad en algunos casos.

Estas tierras tienen aptitud para la conservación de los bosques y vida silvestre, así como para la protección, y/o para actividades silvi-culturales con fines de protección y producción, la producción (bajo la modalidad de sistemas agroforestales) en algunos sectores.

Se recomienda implementar planes de recuperación y conservación de suelos que logren mantener el ecosistema en equilibrio mediante el cultivo de especies nativas propias de la región y foráneas (exóticas) que se adapten a las condiciones del medio natural. Igualmente conservar y salvaguardar la vegetación natural aún existen en estos paisajes altamente susceptibles a la degradación.

### (2) Subclase VII tes (pe)

Los suelos dominantes son muy superficiales, bien drenados, de texturas medias y finas, reacción ácida a neutra y fertilidad baja a moderada.

Las principales limitaciones son la muy poca y poca profundidad efectiva (< de 25 cm.), limitados por roca dura, fragmentos de roca en superficie, la presencia de afloramientos rocosos, la alta susceptibilidad a la erosión y las pendiente moderadamente escarpadas (50 - 75%) y en algunos sectores con pendientes fuertemente escarpadas (>75%).

Estas tierras tienen aptitud para actividades silviculturales con fines de protección, conservación de bosques, bosque protector-productor y vida silvestre.

Se recomienda conservar y salvaguardar la vegetación natural existente en estos paisajes altamente susceptibles a la degradación; igualmente se deben realizar

actividades de recuperación y conservación de suelos (restauración), así como mantener el ecosistema en equilibrio mediante la siembra de especies nativas propias de la región.

## Unidad 6. Tierras Clase VIII

Esta clase reúne las tierras con limitaciones extremadamente severas a muy severas para uso y manejo de los suelos y no cuentan con las condiciones mínimas para actividades agropecuarias; por lo tanto, se deben dedicar exclusivamente a la conservación de los recursos naturales y vida silvestre. La mayoría de estas tierras son muy importantes para la protección de los recursos hídricos, para refugio de la fauna, conservación de la flora, recuperación de los suelos y bajo control estricto en turismo ecológico si es el caso.

### (1) VIII tes (pe)

Se encuentran suelos extremadamente superficiales y muy superficiales, limitados por roca dura, con abundantes fragmentos de roca y presencia de afloramientos rocosos. Ocupa sectores con relieves fuertemente escarpados, de pendientes mayores del 75%.

Esta subclase tiene limitaciones muy drásticas por la muy poca profundidad efectiva < de 10cm, limitada por la roca dura, muy alta susceptibilidad a la erosión, presencia de afloramientos rocosos, abundante pedregosidad y pendientes muy escarpadas.

Estas tierras no tienen aptitud agropecuaria ni forestal; por lo tanto, se deben dedicar a la conservación de los bosques naturales y recuperación de la vegetación natural, vida silvestre, y por todos los medios se debe impedir que la cobertura natural existente sea intervenida (proteger los recursos naturales) y permitir la regeneración de la misma; y/o reforestación con especies apropiadas para la conservación de los suelos y de los demás recursos naturales. Igualmente se debe controlar y tomar medidas para evitar el avance y el establecimiento de cualquier tipo de actividad antrópica.

---

# REFERENCIAS

---

BURGA, J.D. Diccionario geológico. ArthAltuna. Grouting. Geotechnical & Instrumentation, Perú, 2011.

CONABIO. 2010. El Bosque Mesófilo de Montaña en México: Amenazas y Oportunidades para su Conservación y Manejo Sostenible. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 197 pp. México D.F., México.

FERNÁNDEZ - EGUIARTE A., J. ZAVALA-HIDALGO., ROMERO-CENTENO R. 2010. *Atlas Climático Digital de México*. Centro de Ciencias de la Atmósfera. UNAM. <http://uniatmos.atmosfera.unam.mx/>

GORE, 1992; DARNELL y DEFENBAUGH, 1990. *General Facts about the Gulf of Mexico*. Resource Database for Gulf of Mexico Research <http://www.gulfbase.org/facts.php>

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA - INEGI. 2008. Geografía de México. Manual. Características edafológicas, fisiográficas, climáticas e hidrográficas de México. INEGI, Dirección de capacitación.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA - INEGI. 2008. Conjunto de datos vectorial Edafológico escala 1: 250 000 Serie II (Continuo Nacional). <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reclat/edafologia/default.aspx>

INSTITUTO GEOGRÁFICO "AGUSTÍN CODAZZI". IGAC. 2002. *Manual de códigos de atributos de los levantamientos de los recursos de la tierra*. Bogotá – Colombia.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA (INEGI). Junio-1999. *Base de Datos Geográficos. Diccionario de datos geológicos. Escala 1:50,000. (Vectorial)*. México, D.F.

IUSS Grupo de Trabajo WRB. 2007. Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Primera actualización 2007. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos No. 103. FAO, Roma.

LÓPEZ L. DANIEL 2009. Spatial analysis and modeling to assess and map current vulnerability to extreme weather events in the Grijalva – Usumacinta watershed, México. Beyond Kyoto: Addressing the Challenges of Climate Change. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 8.

MALAGÓN D. Y CORTÉS A. 1984. Los levantamientos edafológicos y sus aplicaciones múltiples. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Bogotá.

PADILLA Y SÁNCHEZ R. J. 2007. Evolución geológica del sureste mexicano desde el Mesozoico al presente en el contexto regional del Golfo de México. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, Tomo LIX, Núm. 1, 2007, P. 19-42

PATIÑO R. J. Y OTROS. 2013. Provincia Petrolera Cinturón Plegado de Chiapas. Pemex Exploración y Producción Subdirección de Exploración.

<http://www.cnh.gob.mx/rig/PDF/Cuencas/Cintur%C3%B3n%20Plegado%20de%20Chiapas.pdf>.

PETRÓLEOS MEXICANOS (PEMEX). Pemex Exploración y Producción. Subdirección de Exploración. *Provincia Petrolera Sureste (Salina del Istmo, Reforma-Akal y Macuspana)*. Versión 2.0, 2013.

SAAVEDRA, A. Y CASTELLANOS, L. Estudio "La Clasificación Fisiográfica de la Región de la Cuenca del Río Usumacinta". (2013). CENTROGEO – FORDECYT. (Sin publicar).

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO (UNAM). Unidad de Informática para las Ciencias Atmosféricas y Ambientales. (UNIATMOS). Centro de Ciencias de la Atmósfera. <http://uniatmos.atmosfera.unam.mx/ACDM/>

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO (UNAM). 2011. <http://www.puma.unam.mx/festival/index.php/selva-alta>.

SOIL SURVEY DIVISION STAFF. 1993. Soil survey manual. Soil Conservation Service. U.S. Department of Agriculture Handbook 18.

USDA. 1993. Soil Survey Division Staff. Soil Survey Manual. Soil Conservation Service. U.S. Department of Agriculture Handbook 18. Despoiled In: <http://soils.usda.gov/technical/manual/download.html>.

USGS. Science for a Changing World. U.S. Geological Survey. <http://ncgmp.usgs.gov/>

VILLOTA, H., *Geomorfología Aplicada a Levantamientos Edafológicos y Zonificación Física de las Tierras*. Bogotá: IGAC. 1992. 258p.

VILLOTA, H., 1992. "El sistema CIAF de clasificación fisiográfica del terreno". Revista CIAF, 13(1): 55-70. Santa Fe de Bogotá.

VILLOTA, H., 1997. "Una nueva aproximación a la clasificación fisiográfica del terreno". Revista CIAF, 15(1): 83-117. Santa Fe de Bogotá.

VILLOTA, H., *Geomorfología Aplicada a Levantamientos Edafológicos y Zonificación Física de las Tierras*. Bogotá. D.C. IGAC. Segunda Edición, 2005.

<http://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/VegetacionMxC11.pdf>

<http://www.inecc.gob.mx/con-eco-ch/382-hc-ecosistemas-mexico>

<http://www.journals.unam.mx/index.php/rxm/article/view/6860>