

## Línea Base Ambiental del Área Contractual 11

**“Malva”**

22 de enero de 2017

---

## Contenido

<b>1. RESUMEN EJECUTIVO .....</b>	<b>6</b>
<b>2. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>6</b>
<b>3. ALCANCES.....</b>	<b>6</b>
<b>4. OBJETIVOS.....</b>	<b>7</b>
<b>5. PERSONAL Y EQUIPOS .....</b>	<b>7</b>
5.1 PERSONAL .....	7
5.2 EQUIPOS .....	7
<b>6. METODOLOGÍAS.....</b>	<b>9</b>
6.1 IDENTIFICACIÓN DE INFRAESTRUCTURA EXISTENTE.....	9
6.2 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	9
6.3 CONTENIDO DE LA LÍNEA BASE AMBIENTAL .....	11
6.3.1 <i>Contexto regional</i> .....	11
6.3.2 <i>Contexto local</i> .....	12
6.3.3 <i>Geología y Geomorfología</i> .....	13
6.3.4 <i>Clima y meteorología</i> .....	13
6.3.5 <i>Hidrología superficial y subterránea</i> .....	14
6.3.6 <i>Calidad del aire</i> .....	14
6.3.7 <i>Erosión</i> .....	15
6.3.8 <i>Infiltración</i> .....	22
6.3.9 <i>Biota terrestre y acuática / Medio biótico</i> .....	22
6.3.9.1 Flora y Vegetación .....	22
6.3.9.1.1 Métodos previos al muestreo.....	22
6.3.9.1.2 Trabajo de campo.....	22
6.3.9.1.2.1 Temporalidad de muestreo.....	25
6.3.9.1.2.2 Variables muestreadas.....	27
6.3.9.1.2.3 Criterios de muestreo y variables .....	28
6.3.9.1.2.4 Descripción cualitativa .....	29
6.3.9.1.3 Elaboración del registro fotográfico para sitios y especies.....	29
6.3.9.1.4 Análisis florístico y criterios taxonómicos de las especies.....	30
6.3.9.1.5 Análisis de datos.....	31
6.3.9.2 Fauna.....	38
6.3.9.2.1 Métodos previos al muestreo.....	38
6.3.9.2.2 Trabajo de campo.....	39
6.3.9.2.2.1 Temporalidad de muestreo.....	39
6.3.9.2.2.2 Herpetofauna (Anfibios y Reptiles) .....	41
6.3.9.2.2.3 Ornitofauna (Aves) .....	42
6.3.9.2.2.4 Mastofauna (Mamíferos) .....	43
6.3.9.2.3 Elaboración del registro fotográfico para sitios y especies.....	44

6.3.9.2.4	Análisis de datos .....	44
6.3.10	Áreas sensibles .....	48
6.3.11	Paisaje y Patrimonio Arqueológico.....	49
6.3.11.1	Paisaje .....	49
6.3.11.2	Patrimonio arqueológico.....	51
6.4	REGISTRO DE DAÑOS PREEXISTENTES.....	52
6.4.1	Investigación histórica .....	52
6.4.2	Métodos indirectos .....	53
6.4.2.1	Sistemas de información Geográficas (SIG) y Persepción remota .....	53
6.4.3	Plan de muestreo.....	58
6.4.3.1	Suelo.....	58
6.4.3.2	Agua .....	59
6.4.3.3	Envasado, Etiquetado y preservación de las muestras de Agua y Suelo .....	60
6.4.3.4	Aire.....	60
6.4.4	Parámetros analizados .....	61
6.4.5	Metodología aplicada para cada tipo de pruebas de laboratorio .....	62
6.4.5.1	Suelo.....	62
6.4.5.2	Agua .....	67
6.4.5.3	Aire.....	68
6.4.6	Memoria fotográfica de los trabajos efectuados .....	69
6.4.7	Comparación con la Normatividad Ambiental Vigente .....	69
6.4.8	Determinación del índice de Incidencia .....	71
<b>7.</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>72</b>
7.1	DESCRIPCIÓN DETALLADA DE CADA UNO DE LOS TEMAS APLICABLES AL PROYECTO .....	72
7.1.1	Generalidades.....	72
7.1.1.1	Delimitación del área de estudio.....	72
7.1.1.2	Contexto regional .....	73
7.1.1.3	Contexto local .....	87
7.1.1.4	Identificación de infraestructura existente .....	92
7.1.1.4.1	Pozos .....	92
7.1.1.4.2	Ductos.....	92
7.1.2	Medio Abiótico.....	93
7.1.2.1	Geología y Geomorfología.....	93
7.1.2.2	Clima y meteorología .....	100
7.1.2.2.1	Clima .....	100
7.1.2.2.1	Temperatura media anual y mensual .....	101
7.1.2.2.2	Precipitación media anual y mensual .....	102
7.1.2.2.3	Días con lluvias .....	103
7.1.2.2.4	Niebla .....	103
7.1.2.2.5	Granizo .....	103
7.1.2.2.6	Tormentas Eléctricas .....	103
7.1.2.3	Hidrología superficial y subterránea .....	104
7.1.2.3.1	Hidrología superficial .....	104

7.1.2.3.2	Hidrología Subterránea .....	106
7.1.2.4	Calidad del aire.....	110
7.1.2.5	Erosión .....	113
7.1.2.6	Infiltración .....	121
7.1.2.7	Textura .....	121
<b>7.1.3</b>	<b>Medio Biótico.....</b>	<b>122</b>
7.1.3.1	5.1.1. Campo Malva .....	124
7.1.3.1.1.1	Composición florística.....	126
7.1.3.1.1.2	Riqueza.....	129
7.1.3.1.1.3	Especies endémicas.....	131
7.1.3.1.1.4	Especies bajo protección.....	131
7.1.3.1.1.5	Especies con algún uso local .....	133
7.1.3.1.1.6	Especies registradas como malezas .....	135
7.1.3.1.1.7	Estructura horizontal de la vegetación .....	135
7.1.3.1.1.8	Índice de Valor de Importancia para especies dentro del Área Contractual.....	137
7.1.3.1.1.9	Diversidad de la vegetación .....	143
7.1.3.1.2	Fauna.....	150
7.1.3.1.2.1	Herpetofauna (Anfibios y Reptiles) .....	150
7.1.3.1.2.2	Ornitofauna .....	159
7.1.3.1.2.3	Mastofauna (Mamíferos) .....	167
7.1.3.1.2.4	Análisis de biodiversidad integrado .....	170
<b>7.1.4</b>	<b>Áreas Sensibles .....</b>	<b>177</b>
7.1.4.1	Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) .....	177
7.1.4.2	Sitios RAMSAR .....	179
7.1.4.3	Regiones terrestres prioritarias.....	180
7.1.4.4	Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP).....	181
7.1.4.5	Áreas Naturales Protegidas (ANP).....	182
7.1.4.6	Áreas Naturales Protegidas Federales (ANPF).....	183
7.1.4.7	Áreas de Importancia Para La Conservación de las Aves (AICAS).....	184
7.1.4.8	Categoría de Conservación de Bosque Mesófilo de Montaña .....	185
7.1.4.9	Sitios Prioritarios para la Conservación del Primate.....	186
<b>7.1.5</b>	<b>Análisis de Paisaje.....</b>	<b>186</b>
7.1.5.1	Análisis del Paisaje Área Contractual Campo Malva.....	190
7.1.5.1.1	Organización del Paisaje.....	190
7.1.5.1.1.1	Estructura Formal.....	190
7.1.5.1.1.2	Relieve (Orografía) .....	191
7.1.5.1.1.3	Hidrología.....	194
7.1.5.1.1.4	Cobertura del Suelo .....	195
7.1.5.1.2	Unidades del Paisaje.....	199
7.1.5.1.3	Análisis Visual .....	205
7.1.5.1.4	Cuenca Visual .....	206
7.1.5.1.5	Valoración del Paisaje.....	207
<b>7.1.6</b>	<b>Patrimonio Arqueológico.....</b>	<b>212</b>
7.1.6.1	Inspección superficial (Fase 2. Trabajo de Campo) .....	214
7.1.6.2	Resultados. (Fase 3. Categorización).....	218
<b>7.2</b>	<b>ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS ESTUDIOS REALIZADOS .....</b>	<b>219</b>

7.2.1	<i>Registro de daños preexistentes</i> .....	219
7.2.2	<i>Investigación histórica</i> .....	219
7.2.3	<i>Método indirecto:</i> .....	220
7.2.4	<i>Análisis e Interpretación de los resultados de las pruebas analíticas realizadas</i> .....	222
7.2.4.1	Análisis de Suelo .....	222
7.2.4.1.1	Resultados de las determinaciones analíticas de los contaminantes y Comparación de la Normatividad Ambiental Vigente Aplicable .....	222
7.2.4.2	Análisis de Agua .....	224
7.2.4.2.1	Resultados de las determinaciones analíticas de los contaminantes .....	224
7.2.4.3	Análisis de Aire .....	230
7.2.4.3.1	Resultados de las determinaciones analíticas de los contaminantes y Comparación de la Normatividad Ambiental Vigente Aplicable .....	230
7.2.5	<i>Condiciones climáticas y físicas que afectan el comportamiento de los contaminantes</i> .....	232
7.2.6	<i>Distribución y el comportamiento de los contaminantes en el suelo, subsuelo y acuíferos: Rutas de migración</i> .....	233
7.2.7	<i>Ubicación, descripción y uso actual de los puntos potencialmente contaminados</i> .....	233
7.2.8	<i>Tipo de contaminante, cantidad aproximada de liberación al ambiente</i> .....	234
7.2.9	<i>Área y volumen del suelo contaminado</i> .....	234
<b>8.</b>	<b>REGISTRO Y DESCRIPCIÓN DE DAÑOS AMBIENTALES</b> .....	<b>235</b>
8.1	IDENTIFICACIÓN DEL DAÑO AMBIENTAL .....	235
8.2	VALORACIÓN DEL DAÑO AMBIENTAL: ÍNDICE DE INCIDENCIA .....	238
8.3	DESCRIPCIÓN DE LOS DAÑOS AMBIENTALES .....	240
8.3.1	<i>Medio Abiótico</i> .....	240
8.3.1.1	Daños ambientales al medio abiótico .....	240
8.3.2	<i>Medio Biótico</i> .....	241
8.3.2.1	Flora y Vegetación .....	241
8.3.2.2	Fauna .....	245
8.3.2.2.1	Herpetofauna .....	245
8.3.2.2.2	Ornitofauna .....	247
8.3.2.2.3	Mastofauna .....	248
8.3.2.2.4	Análisis de biodiversidad integrado .....	249
<b>9.</b>	<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO Y DEL PROYECTO</b> .....	<b>251</b>
9.1	DAÑOS AMBIENTALES AL MEDIO BIÓTICO .....	253
9.2	REGISTRO Y DESCRIPCIÓN DE PASIVOS AMBIENTALES (DAÑOS PREEXISTENTES) .....	254
<b>10.</b>	<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>254</b>
<b>11.</b>	<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>262</b>
<b>12.</b>	<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>266</b>
<b>13.</b>	<b>ANEXOS</b> .....	<b>270</b>

13.1	ANEXO I. LISTADO BIBLIOGRÁFICO DE LAS ESPECIES DE FLORA Y VEGETACIÓN CON DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DENTRO DEL ÁREA CONTRACTUAL MALVA. ....	270
13.2	ANEXO II. FORMATO UTILIZADO PARA LA TOMA DE DATOS DE FLORA EN EL ÁREA CONTRACTUAL MALVA.....	270
13.3	ANEXO III. BITÁCORAS DEL LEVANTAMIENTO DE FLORA EN EL ÁREA CONTRACTUAL MALVA. ....	270
13.4	ANEXO IV. VISTAS PANORÁMICAS DE LOS PUNTOS DE MUESTREO DE FLORA EN EL ÁREA CONTRACTUAL MALVA. ....	270
13.5	ANEXO V. LISTADO BIBLIOGRÁFICO DE LAS ESPECIES DE FAUNA CON DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DENTRO DEL ÁREA CONTRACTUAL MALVA.....	270
13.6	ANEXO VI. FORMATO UTILIZADO PARA LA TOMA DE DATOS DE FAUNA EN EL ÁREA CONTRACTUAL MALVA.....	270
13.7	ANEXO VII. BITÁCORAS DEL LEVANTAMIENTO DE FAUNA EN EL ÁREA CONTRACTUAL MALVA. ....	270
13.8	ANEXO VIII. FOTOGRAFÍAS DE LOS ORGANISMOS OBSERVADOS DURANTE LOS MUESTREOS DE FAUNA EN EL ÁREA CONTRACTUAL MALVA.....	270
13.9	ANEXO IX. FOTOGRAFÍAS DE LOS PUNTOS DE OBSERVACIÓN DE PAISAJE DENTRO DEL ÁREA CONTRACTUAL MALVA. ....	270
13.10	ANEXO X. PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO: FOTOGRAFÍAS DE LA INSPECCIÓN SUPERFICIAL EN EL ÁREA CONTRACTUAL MALVA.....	270
13.11	ANEXO XI. FOTOGRAFÍAS DE LA INSPECCIÓN SUPERFICIAL PARA EL ANÁLISIS DE PATRIMONIO DENTRO DEL ÁREA CONTRACTUAL MALVA.....	270

# **Informe de Línea Base Ambiental para el Área Contractual 11 Malva**

## **1. Resumen Ejecutivo**

El presente documento establece la Línea Base Ambiental para el Área Contractual 11 “Malva”, la cual ha sido definida cumpliendo los requisitos que deben reunir los contratistas (RENAISSANCE OIL CORP) para la Línea Base Ambiental; de acuerdo a lo establecido en la Tercera Convocatoria para la extracción de hidrocarburos Licitación CNH-R01-L03-A11/2015, bajo la modalidad compartida entre la Comisión Nacional de Hidrocarburos y los contratistas.

## **2. Introducción**

El Área Contractual 11 “Malva” se ubica en el estado de Chiapas, la cual abarca una superficie de 21 km<sup>2</sup>. Esta área cuenta con un volumen original en sitio de 13 millones de barriles de aceite y 86 millones de pies cúbicos de gas; al 1° de enero de 2015 contaba con una producción acumulada de 3 millones de barriles de aceite y 26 mil millones de pies cúbicos de gas. Estos hidrocarburos se encuentran almacenados en calizas y dolomías del Cretácico.

## **3. Alcances**

La Línea Base Ambiental se realizará de forma clara y detallada para su mejor comprensión, tal como lo establece la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA), con el fin de determinar las condiciones en las que se encuentra el área contractual con respecto a las variables ambientales y el registro de los daños preexistentes en el caso aplicable.

## 4. Objetivos

Llevar a cabo la caracterización del estado actual del área del proyecto, en sus componentes físicos y biológicos.

## 5. Personal y equipos

### 5.1 Personal

Para la realización de la presente Línea Base Ambiental se contará con el apoyo de especialistas en el Área Ambiental. A continuación, se enlista el personal que participo en la realización de la Línea Base Ambiental (Tabla 1).

Eliminados nombres y puestos por ser datos personales. Fundamento en el art. 113 Fracción I de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

**Tabla 1.** Lista del personal que participo en la metodología del Área Contractual 11 Malva

Nombre	Cargo
[Redacted content]	

### 5.2 Equipos

***Equipo de Protección Personal para Trabajos y Otros:***

- Guantes de carnaza (largos y cortos) y/o anticorte
- Lentes de seguridad
- Tapones auditivos



- Cubre boca y/o mascarilla de media cara con filtros para compuestos orgánicos
- Botas con casquillo
- Casco de protección
- Chalecos de campo con bolsas
- Otros conforme a requerimientos de evaluación de riesgos
- Equipo para señalamiento y acordonamiento
- Botiquín de primeros auxilios

***Equipo y Herramienta:***

- Equipo manual de muestreo (*Hand auger*)
- Equipo de agua horizontal *Van Dorn*
- Charola
- GPS portátil
- Cámara fotográfica
- Marcador de texto
- Hieleras de plástico
- Bitácora de campo
- Flexómetro de 50m
- Cinta métrica
- Vernier
- Cuerda de 20 m
- Asas herpetológicas
- Sacos de manta
- Cámara fotográfica
- Trampas Shermann
- Binoculares
- Redes de niebla

## Material para el lavado

- Cubetas, atomizadores, cepillos papel absorbente
- Agua destiada
- Agua desionizada
- Jabón libre de fosfato
- Alcohol isopropílico

## 6. Metodologías

### 6.1 Identificación de infraestructura existente

Para reportar adecuadamente la “Infraestructura Existente” en el Área Contractual Malva derivada de actividades primarias, de servicios e industriales, con énfasis en infraestructura del sector hidrocarburos presente y su estado actual (condiciones de mala cementación, operación, abandono, etc.) a efecto de identificar posibles impactos generados por su operación.

### 6.2 Delimitación del área de estudio

El área de estudio del Área Contractual Malva, fue previamente establecida por la Comisión Nacional de Hidrocarburos a través de la licitación CNH-R01-L03-A11/2015. Dicha área se localiza entre los municipios de Pichucalco y Sunuapa, en el Estado de Chiapas, contando con una superficie de 21 km<sup>2</sup> y está definida por las coordenadas geográficas que se presentan en la Tabla 2, Figura 1.

Tabla 2. Coordenadas geográficas del Área Contractual Malva.

Área contractual	Campo/Polígono	Vértice	Sistema de coordenadas UTM, Dátum NAD27	
			X	Y
11	Malva	1	476117.903	1937648.78
		2	477002.393	1937647.76
		3	476999.246	1934881.98
		4	477883.963	1934880.99
		5	477880.941	1932115.21
		6	475226.638	1932118.29
		7	475227.766	1933040.18
		8	474342.967	1933041.28
		9	474348.815	1937650.95
		10	473464.324	1937652.1
		11	473466.747	1939495.99
		12	476120.085	1939492.68

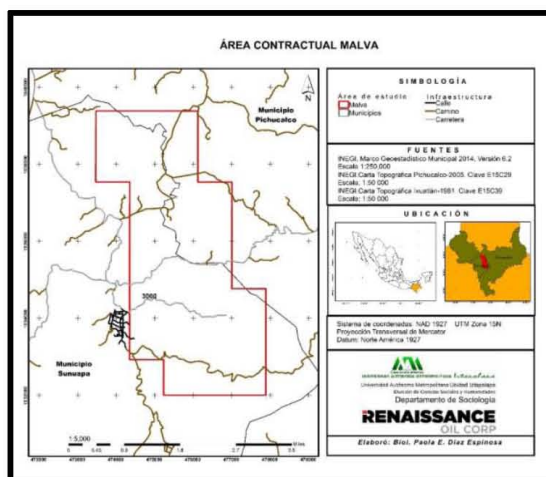


Figura 1. Mapa del Área Contractual Malva.

### 6.3 Contenido de la Línea Base Ambiental

Se realizó una revisión bibliográfica, donde se consideraron estudios e investigaciones previas realizadas en el área, Normas Oficiales Mexicanas (NOM's), Normas Mexicanas (NMx), especificaciones, métodos, etc.; además que se analizaron de manera integral los elementos del medio físico, biótico, socioeconómico y cultural, así como los diferentes usos de suelo y del agua que hay en el área de estudio. A continuación, se desglosa cada punto.

#### 6.3.1 Contexto regional

El contexto regional se realizó siguiendo una metodología de revisión bibliográfica en la cual se desarrollaron las características generales del Área Contractual.

Para la realización de la revisión bibliográfica, las fuentes oficiales que se consideraron fueron: CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad), UAM (Universidad Autónoma Metropolitana), UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México), SENER (Secretaría de Energía), CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas), CONAGUA (Comisión Nacional del Agua), Instituto de Biología UNAM, INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), entre otros.

La información que se presenta en este apartado incluye: los atributos generales del medio abiótico de la región, incluyendo la hidrología, características atmosféricas y del suelo, así como los atributos generales del medio biótico y las actividades socio-económicas características del Estado.

### 6.3.2 Contexto local

En el contexto local se siguió una metodología de revisión bibliográfica, en la que se abarcaron las características generales de los municipios de Sunuapa y Pichucalco.

Para esta revisión se consideró la ubicación, uso de suelo y vegetación, población, zona urbana, actividades económicas y fisiografía de ambos municipios.

Para la revisión bibliográfica mencionada, en la elaboración de la metodología en comento, se consideraron fuentes oficiales como las que se listan:

- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad),
- UAM (Universidad Autónoma Metropolitana),
- UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México),
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas),
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua),
- CITES (Convención Internacional sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora)
- Lista Roja de las especies amenazadas de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía)

La información recabada no excedió los 10 años de antigüedad, sin embargo, algunos apartados por la naturaleza de la información se consideraron como excepción.

### 6.3.3 Geología y Geomorfología

Se realizó una caracterización litológica del Área Contractual Malva en donde se reporta lo siguiente:

- Una descripción breve del Área Contractual Malva donde se anexa un mapa de la geología de la misma
- Las características geomorfológicas sobresalientes del Área Contractual Malva
- Estructura geológica presente en el área
- Geología histórica y Tectónica
- Tipos de suelo dentro del Área Contractual
- Sismicidad en el Área Contractual Malva
- Vulcanismo en el Área contractual Malva

### 6.3.4 Clima y meteorología

Para esta sección, se obtuvieron los datos recolectados de las estaciones meteorológicas cercanas: Ixtacomitan, Ixtacomitán (7082), Solosuchiapan (7217), Pichucalco SMN (7128), Pichucalco DGE (7193), Mezcalapa, Huimanguillo (27032) y Sayula, Ostucan (7158) (IMTA, 1996) e información disponible en línea como los archivos vectoriales de clima, disponibles en la página oficial del INEGI.

Los datos que se reportaron son los siguientes:

- Temperatura media anual
- Temperatura media mensual
- Precipitación media anual

- Precipitación media mensual
- Número de días con lluvia
- Niebla
- Granizo
- Tormentas Eléctricas

### 6.3.5 Hidrología superficial y subterránea

Para esta sección, se obtuvieron los datos recolectados mediante una revisión bibliográfica de los cuerpos de agua mas relevantes que se localizan en los municipios de Sunuapa y Pichucalco.

*Análisis de calidad del agua.*

Se realizó un estudio de calidad de agua por parte del Laboratorio Ambiental Intertek Testing Services de México, S.A. DE C.V., con acreditación AG-188-051/11 Vigente a partir del 2015-12-10 y CONAGUA: CNA-GNA-1200 Vigente del 02 de julio de 2015 al 08 de abril de 2017.

El método detallado del análisis de agua, se presenta en la Sección 6.4.3 Plan de muestreo, 6.4.3.2 Agua.

### 6.3.6 Calidad del aire

Se realizó una descripción de cada uno de los parámetros que considera la guía para su análisis:

- Bióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)
- Ácido Sulfhídrico

- Óxidos de nitrógeno (NOx)
- Ozono (O<sub>3</sub>)
- Óxido de carbono (CO)
- Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP)
- Partículas menores a 2.5 Micras (PM-2.5)
- Partículas menores a 10 Micras (PM-10)
- Partículas suspendidas (PST)

Este apartado se complementó con análisis realizados por el Laboratorio Intertek Testing Services de México, S.A. DE C.V., con acreditación de fuentes fijas Rama de Fuentes Fijas: FF-0043-002/11 Vigente a partir del 2015-07-13 y Fuentes Fijas: PFFPA-APR-LP-FF-0011/11 Vigente a partir del 18 de julio de 2011.

### 6.3.7 Erosión

Para conocer la cantidad de pérdida de suelo, se calculó la erosión potencial mediante la aplicación de la siguiente ecuación:

$$Ep = R K LS$$

Donde:

Ep = Erosión potencial del suelo t/ha año.

R = Erosividad de la lluvia.

K = Erosionabilidad del suelo.

LS = Longitud y Grado de pendiente.



Los datos de la ecuación se obtuvieron de forma bibliográfica, de acuerdo a los siguientes puntos:

Para el cálculo de la Erosividad de la lluvia (R), se consideraron los modelos de regresión a partir de datos de precipitación anual (P), los cuales se muestran en la Tabla 3.

**Tabla 3. Ecuaciones para estimar la Erosividad de la Lluvia “R” en la República Mexicana (Becerra, 1997).**

Región	Ecuación	R
I	$R = 1.2078P + 0.002276P^2$	0.92
II	$R = 3.4555P + 0.006470P^2$	0.93
III	$R = 3.6752P - 0.001720P^2$	0.94
IV	$R = 2.8559P + 0.002983P^2$	0.92
V	$R = 3.4880P - 0.00088P^2$	0.94
VI	$R = 6.6847P + 0.001680P^2$	0.90
VII	$R = -0.0334P + 0.006661P^2$	0.98
VIII	$R = 1.9967P + 0.003270P^2$	0.98
IX	$R = 7.0458P - 0.002096P^2$	0.97
X	$R = 6.8938P + 0.000442P^2$	0.95
XI	$R = 3.7745P + 0.004540P^2$	0.98
XII	$R = 2.4619P + 0.006067P^2$	0.96
XIII	$R = 10.7427P - 0.00108P^2$	0.97
XIV	$R = 1.5005P + 0.002640P^2$	0.95

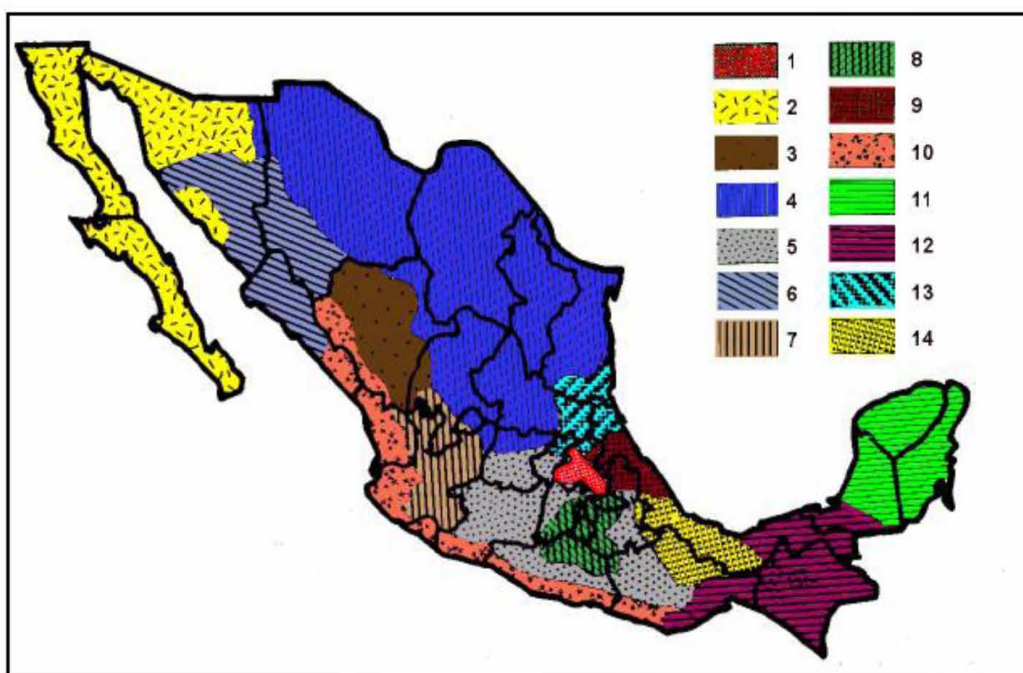
Donde:

R = Erosividad de la lluvia.

P = Precipitación media anual de la región.

La región se determinó mediante el mapa de regiones con igual erosividad en la República Mexicana (Figura 2).

La **Erosionabilidad (K)** es la susceptibilidad de los suelos a erosionarse y depende del tamaño de las partículas del suelo, del contenido de materia orgánica, de la estructura del suelo en especial del tamaño de los agregados y de la permeabilidad. De acuerdo a la revisión bibliográfica, se determinó la composición principal del suelo en el Área Contractual Malva, y la Erosionabilidad se calculó mediante los valores obtenidos de la Tabla 4.



**Figura 2.** Mapa de regiones con igual erosividad en la República Mexicana (Loredo-Osti *et al.* 2007).

**Tabla 4.** Valores de erosionabilidad de los suelos (K) estimado en función de la unidad de suelo y textura superficial.

Valores y subunidades de suelo de acuerdo a la clasificación de la FAO		Textura		
Símbolo	Nombre	Grueso	Media	Fina
A	Acrisol	0.026	0.04	0.013
Af	Acrisol férrico	0.013	0.02	0.007

<b>Valores y subunidades de suelo de acuerdo a la clasificación de la FAO</b>		<b>Textura</b>		
<b>Símbolo</b>	<b>Nombre</b>	<b>Grueso</b>	<b>Media</b>	<b>Fina</b>
<b>Ag</b>	Acrisol gléyico	0.026	0.03	0.013
<b>Ah</b>	Acrisol húmico	0.013	0.02	0.007
<b>Ao</b>	Acrisol órtico	0.026	0.04	0.013
<b>Ap</b>	Acrisol plíntico	0.053	0.079	0.026
<b>B</b>	Cambisol	0.026	0.04	0.013
<b>B (c,d,e,k)</b>	Cambisol crómico, dístrico, éutrico, cálcico	0.026	0.04	0.013
<b>Bf</b>	Cambisol férrico	0.013	0.02	0.007
<b>Bg</b>	Cambisol gléyico	0.026	0.04	0.013
<b>Bh</b>	Cambisol húmico	0.013	0.02	0.007
<b>Bk</b>	Cambisol cálcico	0.026	0.04	0.013
<b>B (v,x)</b>	Cambisol vértico, xérico)	0.053	0.079	0.026
<b>C (h,k,l)</b>	Chernozem (háplico, cálcico, y lúvico)	0.013	0.02	0.007
<b>D (d,g,e)</b>	Podzoluvisol (dístrico, gléyico, éutrico)	0.053	0.079	0.026
<b>E</b>	Rendzina	0.013	0.02	0.007
<b>F (a,h,p,o)</b>	Ferrasol (ácrico, húmico, plíntico, ócrico)	0.013	0.02	0.007
<b>G</b>	Gleysol	0.026	0.04	0.013
<b>Gc</b>	Gleysol calcárico	0.013	0.02	0.007
<b>G (d,e)</b>	Gleysol dístrico éutrico	0.026	0.04	0.013
<b>G (h,m)</b>	Gleysol húmico, mólico	0.013	0.02	0.007
<b>G (p,x)</b>	Gleysol plíntico, gélico)	0.053	0.079	0.026
<b>Gv</b>	Gleysol vértico	0.053	0.079	0.026
<b>H (c,g,h,l)</b>	Feozem calcárico, gléyico, háplico, lúvico)	0.013	0.02	0.007
<b>I</b>	Litosol	0.013	0.02	0.007
<b>J</b>	Fluvisol	0.026	0.04	0.013
<b>Jc</b>	Fluvisol calcárico	0.013	0.02	0.007

Valores y subunidades de suelo de acuerdo a la clasificación de la FAO		Textura		
Símbolo	Nombre	Grueso	Media	Fina
Jd	Fluvisol dístrico	0.026	0.04	0.013
Je	Fluvisol éútrico	0.026	0.04	0.013
Jt	Fluvisol tínico	0.053	0.079	0.026
Jp	Fluvisol plíntico	0.053	0.079	0.026
K (h,k,l)	Kastañosem (húmico, cálcico y lúvico)	0.026	0.04	0.013
L	Luvisol	0.026	0.04	0.013
La	Luvisol álbico	0.053	0.079	0.026
Lc	Luvisol crómico	0.026	0.04	0.013
Lf	Luvisol férrico	0.013	0.02	0.007
Lg	Luvisol gléyico	0.026	0.04	0.013
Lk	Luvisol cálcico	0.026	0.04	0.013
Lo	Luvisol órtico	0.026	0.04	0.013
Lp	Luvisol plíntico	0.053	0.079	0.026
Lv	Luvisol vértico	0.053	0.079	0.026
M (a,g)	Greysem (ácrico, gléyico)	0.026	0.04	0.013
N (d,e,h)	Nitosol (dístrico, éútrico, húmico)	0.013	0.02	0.007
O (d,e,x)	Histosol (dístrico, éútrico, gélico)	0.013	0.02	0.007
P	Podzol	0.053	0.079	0.026
Pf	Podzol férrico	0.053	0.079	0.026
Pg	Podzol gléyico	0.053	0.079	0.026
Ph	Podzol húmico	0.026	0.04	0.013
Po	Podzol órtico	0.053	0.079	0.026
Pp	Podzol plácico	0.053	0.079	0.026
Q (a,c,f,l)	Arenosol (álbico, cámbico, ferrálico, lúvico)	0.013	0.02	0.07
R	Regosol	0.026	0.04	0.013
Re	Regosol éútrico	0.026	0.04	0.013
Rc	Regosol calcárico	0.013	0.02	0.007
Rd	Regosol dístrico	0.026	0.04	0.013

Valores y subunidades de suelo de acuerdo a la clasificación de la FAO		Textura		
Símbolo	Nombre	Grueso	Media	Fina
Rx	Regosol gélido	0.053	0.079	0.026
S	Solonetz	0.053	0.079	0.026
Sg	Solonetz gléyico	0.053	0.079	0.026
Sm	Solonetz mólico	0.026	0.04	0.013
So	Solonetz órtico	0.053	0.079	0.026
T	Andasol	0.026	0.04	0.013
Th	Andasol húmico	0.013	0.02	0.007
Tm	Andasol mólico	0.013	0.02	0.007
To	Andasol ócrico	0.026	0.04	0.013
Tv	Andasol vítrico	0.026	0.04	0.013
U	Ranker	0.013	0.02	0.007
V (c,p)	Vertisol (crómico, pélico)	0.053	0.079	0.026
W	Planosol	0.053	0.079	0.026
Wd	Planosol dístrico	0.053	0.079	0.026
We	Planosol éutrico	0.053	0.079	0.026
Wh	Planosol húmico	0.026	0.04	0.013
Wm	Planosol mólico	0.026	0.04	0.013
Wx	Planosol gélido	0.053	0.079	0.026
X (k,h,l,g)	Xerosol (cálcico, háplico, lúvico, gypsico)	0.053	0.079	0.026
Y (h,k,l,g,t)	Yermosol (háplico, cálcico, clúvico, gípsico, takírico)	0.053	0.079	0.026
Z	Solonchak	0.053	0.04	0.013
Zg	Solonchak gléyico	0.026	0.04	0.013
Zm	Solonchak mólico	0.013	0.02	0.007
Zo	Solonchak órtico	0.026	0.04	0.013
Zt	Solonchak takírico	0.053	0.079	0.026

Para calcular la **Longitud y Grado de pendiente (LS)** se considera la pendiente media del terreno, que se obtiene dividiendo la diferencia de elevación del punto más alto del terreno al más bajo entre la longitud del mismo. Esto es:

$$S = \frac{Hf - Hi}{L} * 100$$

Donde:

S = Pendiente media del terreno (%).

Hf = Altura más alta del terreno (m).

Hi = Altura más baja del terreno (m).

L = Longitud del terreno (m).

Para calcular **LS** (el factor de grado y longitud de la pendiente) se utilizó la siguiente fórmula:

$$LS = \lambda^m * (0.0138 + 0.00965 S + 0.00138 S^2)$$

Donde:

LS = Factor de grado y longitud de la pendiente.

$\lambda$  = Longitud del terreno

S = Pendiente media del terreno.

m = Parámetro cuyo valor es 0.5

Las mediciones de la altura más alta del terreno, la altura más baja del terreno y la longitud del terreno, se calcularon mediante las técnicas establecidas para Sistemas de Información Geográfica (SIG).

### 6.3.8 Infiltración

Se realizó una revisión bibliográfica de las condiciones de las cuencas y subcuencas hidrológicas de la zona, así como del tipo y características del suelo presente en el área.

### 6.3.9 Biota terrestre y acuática / Medio biótico

#### 6.3.9.1 Flora y Vegetación

##### 6.3.9.1.1 Métodos previos al muestreo

Como parte del trabajo a desarrollar, se recopiló la literatura de vegetación y flora del Estado de Chiapas, con el propósito de tener información útil para desarrollar un panorama más robusto sobre la vegetación del área del proyecto. Para agilizar el proceso de identificación, se determinaron las especies de vegetación y flora que probablemente se encuentren en la zona, mediante la revisión de checklist del Estado de Chiapas (Anexo I).

##### 6.3.9.1.2 Trabajo de campo

Para caracterizar cuantitativamente la vegetación terrestre se empleó la siguiente metodología:

Muestreo con áreas de círculos concéntricos

1. Delimitación del área de muestreo

Se consideraron tres círculos concéntricos de 10, 6 y 1 m de diámetro, respectivamente. Para ello se utilizaron dos cintas métricas, colocadas perpendicularmente entre sí, en forma de cruz y en dirección a los cuatro puntos cardinales, los cuales conformarán los ejes del sitio a muestrear. El eje "X" siempre se colocó en dirección S-N y el eje "Y"

E-O. Así se delimitaron cuatro cuadrantes, numerados consecutivamente, en sentido a las manecillas de un reloj, comenzando por el cuadrante NE.

## 2. Criterios de inclusión para las plantas de los estratos de vegetación y mediciones a considerar en cada área circular concéntrica

a) Estrato “arbóreo”: Dentro del círculo de 10 m de diámetro se midió el perímetro de todos los tallos o troncos de cada árbol, a una distancia de 1.3 m (“a la altura del pecho”), a partir de su enraizamiento. Sólo se incluyeron los datos medidos de todas las plantas cuyo tallo principal tuvo un perímetro (pap)  $\geq 10$  cm. En los casos donde los tallos fueron de menor perímetro, se procedió a registrarlos. También se midió y registró la altura y las coberturas de cada planta.

b) Estrato “arbustivo”: En el círculo de 6 m de diámetro se registró sólo los tallos de las plantas del estrato arbustivo que tuvieron una altura  $\geq 1.3$  m, a partir de su punto de enraizamiento y un pap  $< 10$  cm. También se midió y registró la altura y las coberturas de cada planta.

c) Estrato herbáceo: En el área del círculo de 1 m de diámetro sólo se incluyeron las plantas con una altura  $< 1.3$  m con relación al nivel del suelo. Ahí se evaluó la cobertura (%) y altura promedio de cada especie registrada (no a nivel de individuos).

## 3. Mecánica de muestreo.

a) Registro fotográfico del sitio: Después de colocar los ejes el muestreo, primero se tomó una foto de la vegetación herbácea existente en el círculo de 1m de diámetro. Posteriormente, a partir del centro y en dirección de cada eje, hacia el horizonte (cuidando de no pisar las plantas del círculo de 1m de diámetro) se tomaron cuatro



fotografías en dirección a cada punto cardinal, comenzando por el N y siguiendo el orden de las manecillas de un reloj.

b) Se tomaron las coordenadas geográficas con un GPS y se anotaron, en los formatos respectivos, junto con las características ambientales, para evaluar el estado de conservación del sitio, así como sus características fisiográficas (pendiente, orientación, etc.).

c) Una vez hecho lo anterior se midió la vegetación existente para cada estrato. El registro de la vegetación del estrato arbustivo y arbóreo se realizó siguiendo el orden de cuadrante en el que se encuentran las plantas.

d) De las morfoespecies que se lograron distinguir en campo se colectó una muestra y se tomó un registro fotográfico que funjió como apoyo para una correcta identificación taxonómica. El material colectado se fijó en hojas de cuaderno, teniendo cuidado de anotar la fecha, clave de muestreo (número de localidad, sitio y planta), así como nombre tentativo. También se anotaron otras características observadas, como color, presencia de exudados o látex, etc.

#### 4. Criterios para la ubicación de sitios de muestreo:

En todo momento se buscó llegar a los sitios seleccionados y marcados con anterioridad a la visita en campo.

En los casos que no fue posible llegar al sitio propuesto para el muestreo, o cuando el punto sugerido ya no presentaba ningún tipo de vegetación. Se optó por modificar la posición del área de muestreo, tratando de ubicar una zona donde la vegetación fuera adecuada para la colecta de datos.

Justificación de la propuesta metodológica: El método propuesto es una modificación a una metodología que ha sido ampliamente utilizada para evaluar la vegetación en diferentes ambientes y regiones del mundo (Wertime, 2007).

En México existen proyectos importantes para monitorear la vegetación a nivel nacional, que también utilizan una metodología similar a la que aquí se propone (CONAFOR, 2015).

El ejemplo del formato utilizado en campo para la toma de datos se presenta en el Anexo II, y las bitácoras llenas se presentan en el Anexo III.

#### **6.3.9.1.2.1 Temporalidad de muestreo**

El muestreo biótico del Área Contractual Malva se realizó en una única salida a campo, la cual comprendió seis días efectivos de muestreo en campo, del 24 al 29 de Julio de 2016. Para la elaboración de este trabajo se establecieron 11 puntos de muestreo de flora (Figura 3, Tabla 5), con base en los siguientes criterios: ser aleatorios y en la medida de lo posible estar distribuidos a lo largo del área de proyecto, así como abarcar la totalidad de los diferentes tipos de vegetación identificados dentro de zona de estudio, obteniendo así, datos cuantitativos que permitan reflejar la diversidad, composición y estructura de la vegetación dentro del Área Contractual.

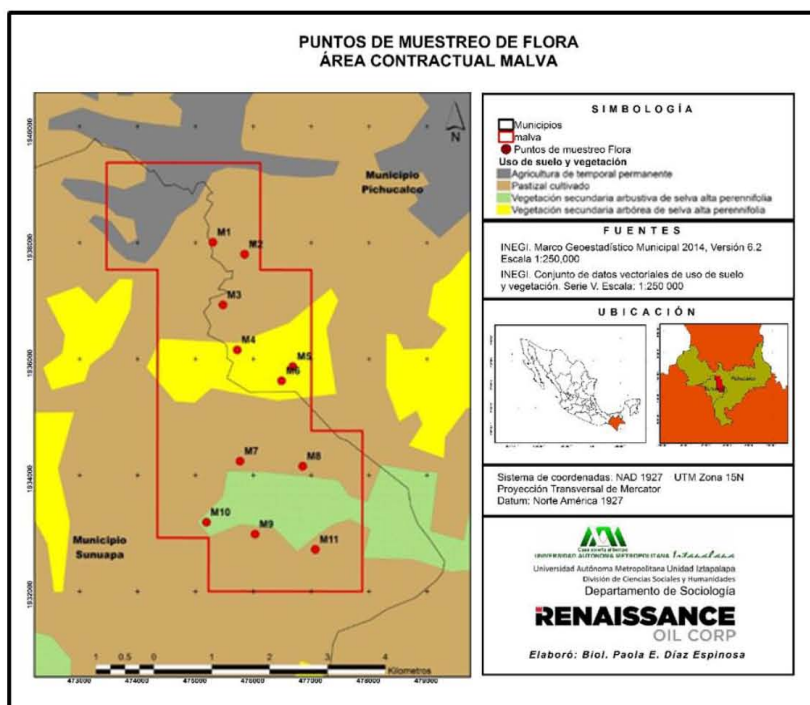


Figura 3. Puntos de muestreo de flora en el Área Contractual Malva.

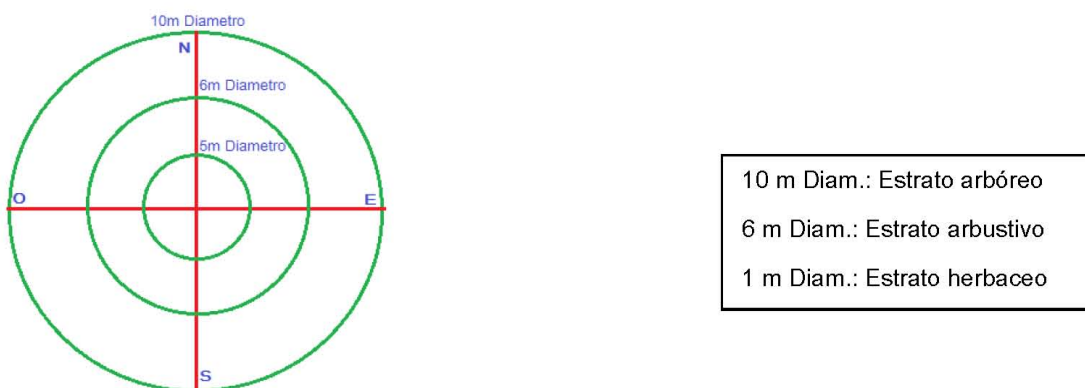
Tabla 5. Coordenadas de los puntos de muestreo de flora y tipo de vegetación, en el que se desarrollaron los muestreros (con base en INEGI, 2013).

Sitio de muestreo	Coordenadas UTM NAD27		Tipo de vegetación (INEGI)
	X	Y	
M1	475301	1938007	Pastizal Cultivado
M2	476488	1935623	Pastizal Cultivado
M3	475476	1936930	Pastizal Cultivado
M4	475849	1937800	Vegetación secundaria arbórea de selva alta perennifolia
M5	476681	1935870	Vegetación secundaria arbórea de selva alta perennifolia
M6	475722	1936155	Vegetación secundaria arbórea de selva alta perennifolia
M7	475770	1934241	Pastizal Cultivado

Sitio de muestreo	Coordenadas UTM NAD27		Tipo de vegetación (INEGI)
	X	Y	
M8	476852	1934154	Pastizal Cultivado
M9	476030	1932986	Pastizal Cultivado
M10	475189	1933191	Vegetación secundaria arbustiva de selva alta perenifolia
M11	477071	1932722	Pastizal Cultivado

#### 6.3.9.1.2.2 Variables muestreadas

Con la finalidad de obtener información acerca de la estructura de la vegetación se establecieron tres estratos (arbóreo, arbustivo y herbáceo) Se consideraron tres círculos concéntricos de 10, 6 y 1 m de diámetro (Figura 4).



**Figura 4.** Metodología de círculos concéntricos

Las variables muestreadas fueron las siguientes: Altura, diámetro a la altura del pecho, porcentaje de cobertura en el suelo y cobertura del dosel de los árboles en metros, esto para cada estrato.

### 6.3.9.1.2.3 Criterios de muestreo y variables

Criterios de inclusión para las plantas de los estratos de vegetación y mediciones a considerar en cada área circular concéntrica.

a) Estrato “arbóreo”: Dentro del círculo de 10 m de diámetro se midió el perímetro de todos los tallos o troncos de cada árbol, a una distancia de 1.3m (a la altura del pecho), a partir de su enraizamiento. Sólo se incluyeron los datos medidos de aquellos tallos con un perímetro (pap)  $\geq 10$  cm. Este criterio de “pap mínimo” se puede ajustar, según las características de este estrato. Además de los perímetros ya señalados, se midió y registró la altura y cobertura de cada planta.

b) Estrato “arbustivo”: En el círculo de 6 m de diámetro se registró sólo los tallos de las plantas del estrato arbustivo que alcanzaron una altura  $\geq 1.3$  m, a partir de su punto de enraizamiento y que tuvieron un pap  $< 10$  cm. Se midió y registró, además de los perímetros ya señalados la altura y cobertura de cada planta.

c) Estrato herbáceo: En el área del círculo de 1 m de diámetro sólo se incluyeron las plantas con una altura  $< 1.3$  m con relación al nivel del suelo. Se evaluó la cobertura (%) y altura promedio de las especies registradas (no a nivel de individuos).

Criterios para la elección de sitios de muestreo:

a) Caracterizar la variabilidad existente en el área del proyecto, considerando los diferentes ambientes ahí presentes y su estado de conservación.

b) Factibilidad de acceso.

c) Dimensiones del ambiente a caracterizar.

#### 6.3.9.1.2.4 Descripción cualitativa

La descripción de cada zona dentro del Área contractual 11 Malva, se realizó con ayuda de las capas de uso de suelo y vegetación de acuerdo con la clasificación de INEGI, Serie V (figura 6), mientras que, en campo se realizaron recorridos dentro de la zona de proyecto con la finalidad de recolectar ejemplares de plantas para realizar un listado florístico del Área Contractual. Asimismo, se tomaron datos cualitativos sobre la presencia de epifitas, parásitas y características del medio físico de la zona de interés, así como color de suelo, abundancia de hojarasca, cercanía a cuerpos de agua, pendientes y evidencia de perturbación (ganado, incendio, plagas), con la finalidad de caracterizar de una mejor manera el Área Contractual.

#### 6.3.9.1.3 Elaboración del registro fotográfico para sitios y especies

El anexo fotográfico presenta los sitios de muestreo y las especies encontradas dentro del Área Contractual Malva.

Para la elaboración del anexo de los sitios de muestreo se tomaron fotografías desde el centro del cuadrante con orientación norte, este, sur y oeste, así como una fotografía al cuadrante de 1x1 m. Estas fotografías se organizaron en un formato, en el cual se agregaron datos como el nombre de cada punto y una breve descripción de la fotografía (Anexo IV).

Por otra parte, el anexo fotográfico también incluye tanto especies que se registraron en cada punto de muestreo, como especies que se observaron mediante recorridos.

#### 6.3.9.1.4 Análisis florístico y criterios taxonómicos de las especies

Con la finalidad de conocer la diversidad florística del Área Contractual Malva, localizado entre los municipios de Sunuapa y Pichucalco, Chiapas, se colectaron ejemplares y tomaron fotografías de diversas especies de plantas presentes en la zona del proyecto, y con base en esto se elaboró la lista de las especies de flora del Área Contractual, y se determinó si se encuentran dentro de alguna categoría de conservación.

Para la identificación de los ejemplares presentes en el Área, se emplearon diversas claves taxonómicas y literatura especializada para el Estado de Chiapas, dentro de la literatura consultada se encuentra: La Biodiversidad en Chiapas Vol. I y II (CONABIO, 2013), Flora Nectarífera y Polínifera del Estado de Chiapas (Villegas, et al. 2000), y Flora of Chiapas. Part I: Introduction to the Flora of Chiapas (Breedlove, 1981). Para verificar que las especies encontradas efectivamente estuvieran reportadas en el estado se utilizó literatura general de los tipos de vegetación presente en el área, entre las que se encuentran Vegetación de México (Rzedowski, 2006), el libro de Árboles tropicales de México, Manual para la identificación de las principales especies (Pennington y Sarukhan, 2005) y Los tipos de vegetación de México y su clasificación (Miranda y Hernández, 1963), esto con la finalidad de aclarar si los ejemplares identificados pertenecían a los tipos de vegetación presentes y descritos para Campo Malva. Asimismo, se utilizaron bases de datos de uso libre como GBIF (2015) y Tropicos.org, para corroborar que los ejemplares estuvieran correctamente identificados; así como para cotejar la correcta nomenclatura taxonómica de cada especie identificada.

Después de obtener y corroborar la identidad de las especies, se procedió a revisar si estas se encontraban registradas dentro de alguna categoría de riesgo, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010), la Lista Roja de “The World Conservation Union” (IUCN, 2015) y los Apéndices I, II y III de la

Convención Internacional sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (IUCN, 2015).

Adicionalmente se realizó una búsqueda exhaustiva en diversas bases de datos de aquellas especies que pueden comportarse como malezas nativas o plantas exóticas.

Finalmente se procedió a revisar si dentro de la flora reportada dentro del Área Contractual existen plantas con algún tipo de uso por el ser humano. Se restringió al uso al que se le da en el país, siempre y cuando este procediera de alguna fuente bibliográfica confiable

#### 6.3.9.1.5 Análisis de datos

El análisis estructural de los distintos sitios de muestreo fue dividido en tres grupos: estrato herbáceo, estrato arbustivo y estrato arbóreo. Los datos recabados de las plantas en cada parcela fueron utilizados para conocer los atributos básicos de la comunidad.

##### *Índice de Valor de Importancia*

La evaluación de la gravedad de los efectos producidos en la vegetación por la modificación del medio ambiente, puede ser evaluada sabiendo cuál es el papel que cada especie tiene dentro de la zona de estudio. Existen distintos análisis que se han propuesto para dilucidar estas características, algunos basados en la abundancia, otros en la biomasa, o en la frecuencia de aparición de las distintas especies en las parcelas. Sin embargo, los índices que sintetizan los distintos atributos de la comunidad permiten generar observaciones más integrales. Uno de los índices más utilizados por su simplicidad y capacidad de generalización es el Índice de Valor de Importancia (IVI) (Ellenberg y Mueller-Dombois, 1974).



El IVI se calcula utilizando tres atributos, uno de frecuencia, uno de dominancia y uno de abundancia. Para esto, tanto en el área de 10 de diametro como en el de 6m de diametro, se estimó el número de individuos, la densidad por hectárea, el área basal del sitio, la altura promedio y el número total de especies. Asimismo, para calcular el Índice de Valor de Importancia (IVI) se utiliza la siguiente fórmula.

$$IVI = \left( \frac{ABr+Dr+Fr}{3} \right)$$

Donde:

Dr=abundancia relativa

ABr= área basal relativa

Fr= frecuencia relativa

IVI= Índice de Valor de Importancia.

La abundancia relativa se obtuvo mediante la fórmula:

$$Ar = \left( \frac{n}{N} \right) * 100$$

Donde:

Ar= abundancia relativa de la especie i con respecto a la abundancia total

n= el número de individuos de la especie i

N= el número total de individuos

Frecuencia absoluta ( $F_s$ ), se refiere a la probabilidad de encontrar una especie en un área determinada, expresada en porcentaje. Este porcentaje se refiere a la proporción de veces que se mide en las unidades muestrales en relación a la

cantidad total de unidades muestrales. Esta frecuencia se calcula para cada uno de los sitios. La fórmula es:

$$Fs = \frac{ns}{Nt}$$

Donde:

ns= número de muestras donde se registró la especie

Nt= número total de muestras

Frecuencia relativa ( $F_r$ ) indica la relación que existe entre una especie y el resto de las especies que se distribuyen en todas las muestras.

$$Fr = \left( \frac{Fs}{Ft} \right) * 100$$

Donde:

Fr= frecuencia relativa

Fs= frecuencia absoluta de la especie i

Ft= frecuencia acumulada de todas las especies.

Área basal (AB) es la superficie ( $m^2$ ) que ocupa la sección transversal de los tallos de las plantas, suponiendo que el tronco o fuste de la planta es cilíndrico. Esta medida se obtiene a partir del diámetro a la altura del pecho (DAP) y se calculó para cada uno de los tallos del individuo.

$$AB = \pi * \left( \frac{DAP}{2} \right)^2$$

Donde:

AB= área basal

DAP= diámetro altura pecho

$\pi$ = constante (3.14159265)

El área basal (AB) en individuos policaulescentes se sumó para obtener el AB total por individuo.

Dominancia relativa (Dr). Se expresa como valor relativo de la sumatoria de las áreas basales de la siguiente manera:

$$Dr = \left( \frac{\sum ABi}{\sum AB} \right) * 100$$

Dónde:

Dr= Dominancia relativa de la especie i

$\sum ABi$ = Sumatoria de las áreas basales de la especie i

$\sum AB$ = Sumatoria de las áreas basales de todas las especies en la muestra

Cobertura (C) se refiere al área que ocupa la proyección del dosel de un individuo sobre una superficie plana. Se calcula a partir de la fórmula de una elipse por medio de la medición de dos ejes transversales.

$$C = \left[ \left( \frac{Dm}{2} \right) * \left( \frac{dm}{2} \right) \right] \pi$$

Donde:

Dm= diámetro mayor

dm= diámetro menor

$\pi$ = constante (3.14159265)

Altura (a), distancia perpendicular al suelo, tomada desde la base de la planta hasta la parte más elevada.

Densidad (D) la densidad permite conocer la abundancia de una especie y variable corresponde al número de plantas por unidad de área. Se obtiene a partir de la fórmula:

$$D = \frac{N}{A}$$

Donde:

N= número de individuos

A= área evaluada

#### *Índice de Diversidad de Shannon y Simpson*

Índice de Shannon. La diversidad de la comunidad se evaluó mediante cuatro indicadores: la riqueza, composición, el índice de Shannon y el índice de Simpson. La riqueza es el número total de especies por sitio de muestreo, mientras que la composición hace referencia a la lista florística del sitio de muestreo. Por otro lado, el índice de Shannon representa una medida de equitatividad en la distribución de la abundancia de las especies en una comunidad (Spellerberg y Fedor, 2003). Este índice se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$H' = \sum Pi * \ln Pi$$

Donde:

H' = Diversidad de Shannon

P<sub>i</sub> = Abundancia relativa de la i-ésima especie

ln = Logaritmo natural.

Este índice adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie y el logaritmo de S cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos. La diversidad máxima se alcanza cuando todas las especies están igualmente presentes.

#### *Índice de Simpson.*

Se trata de un índice basado en la dominancia, ya que toma en cuenta la representatividad de las especies con mayor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies (Moreno, 2001).

El índice de Simpson es una medida de dominancia o equitatividad de las especies en la comunidad. Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie (Magurran, 1899).

Se calcula de la siguiente manera:

$$E = \sum P_i^2$$

Donde:

E = índice de Simpson

P<sub>i</sub> = la proporción de individuos en la i-ésima especie.

### *Dendograma de similitud*

Con la finalidad de evaluar la singularidad florística de cada sitio de muestreo, se realizó un análisis de diversidad beta mediante un análisis cluster. El recambio de especies entre sitios de muestreo o diversidad beta se ha evaluado mediante el uso de índices los cuales indican el grado de similitud/disimilitud entre comunidades o muestras vegetales.

Para realizar este análisis, en primera instancia se construyó una matriz de ausencia/presencia para cada sitio de muestreo. En esta matriz las filas representan los sitios de muestreo y las columnas las especies registradas en cada sitio. Asimismo, las presencias están codificadas como 1 y las ausencias como 0. A partir de esta matriz binaria de datos se obtuvo la matriz de similitud utilizando el coeficiente de Jaccard empleando el módulo Similarity del programa NTSYSpc 2.11T.

$$J = \frac{c}{a + b - c}$$

Donde:

J= coeficiente de Jaccard

a= número de especies en el sitio A

b= número de especies en el sitio B

c= número de especies presentes en ambos sitios A y B, es decir que están compartidas

El rango de este índice va de cero (0) cuando no hay especies compartidas, hasta uno (1) cuando los dos sitios comparten las mismas especies. Posteriormente, mediante un agrupamiento jerárquico (SAHN) y el uso del algoritmo UPGMA, se

sometió la matriz de similitud a un análisis de clasificación para obtener así el árbol de similitud.

### 6.3.9.2 Fauna

#### 6.3.9.2.1 Métodos previos al muestreo

Previo a la realización de los muestreos de campo se revisó exhaustivamente la literatura que compila la información para el estado de Chiapas para elaborar listados iniciales de las especies de vertebrados que se distribuyen en la región (Anexo V).

Estos listados fueron depurados considerando tipo de vegetación, altitud y distribución de las especies en los diferentes ambientes presentes en el área de del proyecto, siendo para el caso de anfibios y reptiles los trabajos de Günter (2008; 2011) y se corroboraron aspectos de nomenclatura y distribución en la base de datos de la de la Global Biodiversity Information Facility (GBIF, 2015).

El listado de la avifauna se baso en el checklist para estado de Chiapas de Lepage (2016). Este listado al ser de todas las especies para el estado de Chiapas se depuro y acoto de acuerdo a los mapas de distribución, hábitos y hábitat descritos en la guía de Howell y Webb (1995) y a los rangos de distribución de los mapas de la guía de Van Perlo (2006). La nomenclatura científica actual y el arreglo sistemático está de acuerdo a los lineamientos establecidos por la American Ornithologists' Union y su suplemento No 56 (2006).

Para los mamíferos se utilizaron los trabajos de Hall (1981), (Ceballos & Navarro, 1991), Wilson y Reeder (1993), Ceballos, *et al.* (2002), Ceballos y Oliva (2005), Sánchez y Barba (2005), y Romero-Balderas, *et al.* (2006). Para obtener el estatus de conservación de las especies registradas se consulto la NOM-059-SEMARNAT-2010 de la Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales (2010).

### 6.3.9.2.2 Trabajo de campo

La descripción de la estructura y composición de la fauna en el Área Contractual Malva, se llevó a cabo mediante el levantamiento de muestreos específicos para cada grupo de fauna.

#### 6.3.9.2.2.1 Temporalidad de muestreo

Para la caracterización faunística del área del proyecto, se eligieron 9 transectos a partir del método de muestreo estratificado aleatorio (Tabla 6), generando una cuadrícula de 1 km aproximadamente, en la cual se eligieron los puntos de acuerdo a su aparente accesibilidad y a la representación que mostraron con respecto a la capa de uso de suelo y vegetación, serie V de INEGI ("Conjunto Nacional de Uso de Suelo y Vegetación a escala 1:250,000, Serie V", 2010) (Figura 5), es decir, dichos puntos se distribuyeron en diferentes tipos de vegetación que de acuerdo a la cartografía se encuentran en el Área Contractual "Malva".

El ejemplo del formato utilizado en campo para la toma de datos se presenta en el Anexo VI, y las bitácoras llenas se muestran en el Anexo VII.

**Tabla 6.** Coordenadas de los transectos de muestreo de fauna y tipo de vegetación, en el que se desarrollaron los muestreos (con base en INEGI, 2013).

Sitio de muestreo	Coordenadas UTM Zona 15Q		Tipo de vegetación
	X	Y	
M1_inicio	476058	1937864	Pastizal cultivado
M1_final	475301	1938007	Pastizal cultivado
M2_inicio	476958	1937346	Pastizal cultivado
M2_final	476573	1936982	Pastizal cultivado
M3_inicio	475207	1935622	Pastizal cultivado
M3_final	474843	1935133	Vegetación secundaria arbórea de selva alta perennifolia



Sitio de muestreo	Coordenadas UTM Zona 15Q		Tipo de vegetación
	X	Y	
M4_inicio	476116	1935511	Vegetación secundaria arbórea de selva alta perennifolia
M4_final	475753	1936017	Vegetación secundaria arbórea de selva alta perennifolia
M5_inicio	476480	1935510	Vegetación secundaria arbórea de selva alta perennifolia
M5_final	476662	1935968	Vegetación secundaria arbórea de selva alta perennifolia
M6_inicio	475009	1934596	Pastizal cultivado
M6_final	475751	1934200	Pastizal cultivado
M7_inicio	476524	1934152	Vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia
M7_final	476902	1933915	Vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia
M8_inicio	476030	1932986	Pastizal cultivado
M8_final	475230	1933162	Pastizal cultivado
M9_inicio	477605	1932668	Pastizal cultivado
M9_final	476913	1932728	Pastizal cultivado
PV1	473864	1940047	Agricultura permanente temporal
PV2	473633	1937030	Agricultura permanente temporal

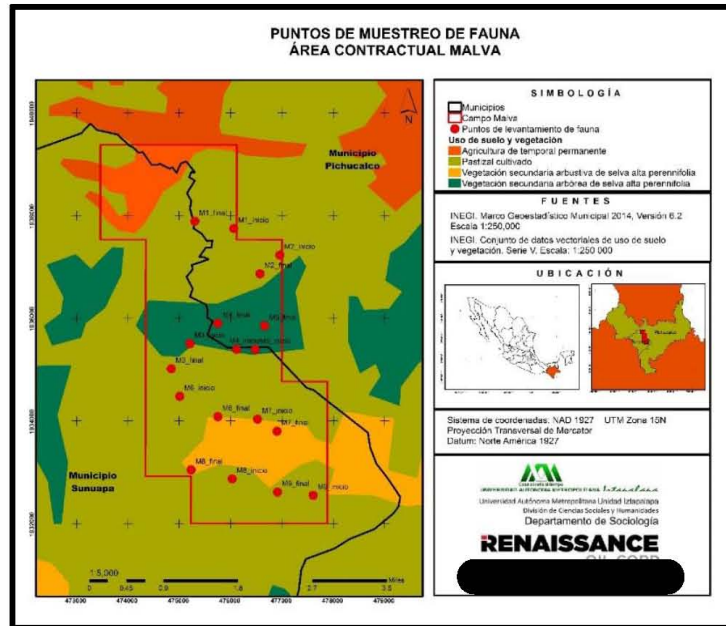


Figura 5. Puntos de muestreo de fauna en el Área Contractual Malva.

Debido a que los muestreos de fauna dependen en su totalidad de las condiciones medioambientales del sitio, además de los propios hábitos de las especies, se llevaron a cabo métodos específicos para el registro de cada grupo de vertebrados que a continuación se describen.

#### 6.3.9.2.2.2 Herpetofauna (Anfibios y Reptiles)

Para registrar ejemplares de este grupo de animales se aplicó el método de búsqueda activa en transectos de longitud variable en cada punto de muestreo, se buscaron organismos en cada microhábitat potencial en donde se pudieran resguardar los anfibios y reptiles, el muestreo se llevó a cabo en horarios tanto matutinos, como crepusculares, en medida de lo posible, y nocturnos para anfibios, que son las principales horas de actividad de acuerdo con Jiménez Velázquez et.al., (2012).

Se tomo el registro en bitácoras de campo de los ejemplares observados. En el caso de algunos ejemplares fue necesaria su captura para poder observar características diagnosticas que nos permitan su correcta determinación taxonómica. Dichos ejemplares se fotografiaron y se tomo su registro, posteriormente se liberaron vivos justo en el sitio donde se les capturo, el tiempo de captura no supero los 10 min por lo que se evito así el estrés del organismo.

Las fotografías se tomaron tratando de cubrir el mayor número de especies y de registros, sin embargo, en algunos casos solo se realizó el registro visual.

Las determinaciones taxonómicas se realizaron mediante las claves taxonómicas de Köhler (2003; 2011)

La nomenclatura empleada para la herpetofauna registrada, está basada en los trabajos de Flores-Villela y Canseco-Márquez (2004); Frost, et al., (2006) Liner (2007); Frost (2016); Uetz, et al., (2016); Acevedo, et al., (2016). Adicionalmente se utilizaron los nombres comunes regionales que a las personas hacían referencia sobre la herpetofauna, complementado los nombres con los propuestos por Liner (1994).

#### 6.3.9.2.2.3 Ornitofauna (Aves)

El muestreo de aves se realizó con el método propuesto de transecto lineal de ancho variable (Bibby, *et al.*, 1998; Sutherland, *et al.*, 2004), sin embargo dada la fragmentación del hábitat y la accidentada topografía que se presenta en el área del proyecto se decidió implementar el método de búsqueda intensiva, que es el método más adecuado para estas características y consta de un transecto de ancho libre de una longitud entre los 500 y 1000m y permite recorrer la mayoría de los hábitat presentes, detectar especies raras y cripticas, además de disminuir el error potencial (Ralph, *et al.*, 1996). El muestreo inicio desde aproximadamente las 7:00 hrs a las

11 hrs que es cuando estos organismos están más activos, siendo más fácil detectarles por lo que mantiene la eficiencia del muestreo (Gaviño-de la Torre, *et al.*, 1979).

Los registros se complementaron con observaciones *ad libitum* durante el resto del día, sobre todo durante las tardes que es cuando las aves muestran otro pico de actividad justo antes de pernoctar y aves de hábitos nocturnos inician su actividad (Bibby, *et al.*, 2000).

Las aves fueron observadas con ayuda de binoculares Bushnell® de potencia 8-16 X 40, y en medida de lo posible fueron fotografiadas con una cámara DSRL Nikon D3300 con un teleobjetivo acoplado 70-300mm manual. Los organismos observados o fotografiados fueron identificados con la guía de campo de *Van Perlo (2006)* y *Sibley (2014)*. Los registros se anotaron en la bitácora general para fauna. La nomenclatura de la ornitofauna se empleó de acuerdo a lo establecido con la American Ornithology Union y su suplemento 56 (American Ornithologists' Union, 2006), mientras que para los nombres comunes se utilizaron algunos regionales cuando fue posible su conocimiento, complementados con los propuestos por Escalante *et al.*, (2014).

#### 6.3.9.2.2.4 Mastofauna (Mamíferos)

Para el muestreo de mamíferos se llevaron a cabo métodos directos e indirectos, sin embargo, para los indirectos la topografía, clima y tipo de vegetación y suelo del área del proyecto no permitió el registro de excretas o huellas, ya que dichos rastros no permanecen mucho tiempo.

En cuanto a los métodos directos, se implementaron tres técnicas de trapeo diferentes. Uno de ellos consistió en colocar una línea de 13 trampas Sherman, para

pequeños mamíferos, con una separación de 5m entre cada una, dando un total de 65m lineales, las trampas fueron cebadas con una mezcla de avena y vainilla.

Para el registro de los murciélagos se colocaron redes de niebla de una longitud de 12 m, las redes se dejaron activas desde las 19:00 hrs hasta la 22:00hrs, revisándose en intervalos de cada 15 minutos. Los murciélagos capturados se retiraron de la red para ser fotografiados, registrados y posteriormente liberados, la determinación taxonómica de las especies se realizó mediante las fotografías y el trabajo de Medellín, *et al.*, (2008).

Para el registro de mamíferos de talla mediana y grande, se empleo una fototrampa, que se coloco en un tronco dirigida hacia el paso probable de los organismos, durante dos días seguidos, se utilizó sardina como cebo atrayente.

La determinación taxonómica de los mamíferos registrados se realizó mediante los trabajos de Ceballos y Oliva (2005); Biocenosis (2009) y Alvarez-Castañeda, *et al.*, (2015) y corroborados en cuanto a su distribución con lo publicado por Retana y Lorenzo (2002); los nombres comunes se emplearon de acuerdo con los propuestos por Ceballos y Oliva (2005).

#### 6.3.9.2.3 Elaboración del registro fotográfico para sitios y especies

Para todos los grupos, las fotografías tomadas se utilizaron para realizar un registro fotográfico de la fauna dentro del Área Contractual Malva (Anexo VIII).

#### 6.3.9.2.4 Análisis de datos

Con los registros de la fauna presente en el área contractual obtenidos durante los muestreos de campo, se elaboró un listado general de las especies; en el que se incluyen los datos taxonómicos de clase, orden, familia, género y especie; además de información sobre estado de conservación de acuerdo con las categorías de

riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2010), la lista roja de especies amenazadas de la International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN, 2015) así como su clasificación en cuanto al comercio y aprovechamiento de recursos naturales otorgado por la Convención Sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2015)

Además de esta información se cuenta con datos adicionales sobre el estado de conservación y aspectos ecológicos y culturales de relevancia para cada grupo taxonómico; tales como el índice de vulnerabilidad ambiental (EVS), propuesto por Wilson *et. al* (2013a; 2013b) para la herpetofauna de México.

Para obtener el grado de completitud y eficiencia del muestreo se realizó una curva de acumulación de especies, estas curvas muestran como el número de especies se va acumulando en función del número acumulado de muestras. En este sentido, cuanto mayor es la unidad de muestreo, mayor será el número de especies registradas, ya que las curvas están afectadas por el grado de agregación de especies (Magurran, 2004) En este tipo de análisis influyen los aspectos aleatorios del muestreo, de tal manera que si el orden en que se fueron añadiendo los muestreos, fuera diferente, también lo sería la forma de la curva; es por esta razón que se utilizan datos aleatorizados para eliminar el efecto del muestreo y obtener una curva “suavizada” (Pineda-López y Verdú-Faraco, 2013).

En este estudio se elaboró una curva de acumulación para el área del proyecto, a partir de matrices de datos de abundancia por especie, tomando como unidad de muestreo cada punto de muestreo; la información fue procesada mediante el software Species Accumulation Functions (Díaz-Frances y Soberón, 2006), este software nos permite elegir el modelo que más se ajusta a nuestros datos comparando entre si los modelos paramétricos de Clench, adicionalmente nos

permite obtener una curva suavizada eliminando el sesgo por medio de la aleatorización, en este caso se utilizaron 100 aleatorizaciones.

Existen distintos métodos para determinar la diversidad en función de las variables biológicas, estos métodos consisten en la descripción de la diversidad mediante el cálculo de diversos índices los cuales incorporan en un solo valor a la riqueza específica y a la equidad o equitabilidad de una comunidad, esto significa que el valor aislado de un solo índice no permite reconocer la importancia relativa de ambos componentes (Pineda-López y Verdú-Faraco, 2013).

Debido que los grupos taxonómicos presentan historias de vida completamente diferentes, en este tipo de estudios es necesario interpretar en términos de estructura y conocimiento de la diversidad a todas las especies en conjunto, por lo que los análisis antes mencionados, fueron calculados para todo el conjunto de especies registradas tanto para el área del proyecto, definiendo como unidad de análisis cada uno de los 9 puntos de muestreo

En este contexto, el análisis de la diversidad y estructura de las comunidades faunísticas en este estudio se realizó a partir de la estimación de los siguientes indicadores, mismos que fueron calculados mediante el software PAST V. 3.06 (Paleontological Statistics versión 3.06) y Excel 2010 de Microsoft. (Hammer, *et al.*, 2001).

A continuación, se describen los aspectos matemáticos y técnicos de los índices utilizados en el análisis de diversidad.

#### *Índice de diversidad de Margalef (Mg)*

Esta es una medida utilizada para estimar la biodiversidad en términos de riqueza de una comunidad con base en la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra

analizada, en la cual, a mayor valor, mayor riqueza. Toma valores de cero cuando hay una sola especie y varía con el tamaño de la muestra de forma desconocida (Moreno, 2001).

$$Mg = \frac{(S - 1)}{\text{Log}N}$$

Dónde:

Mg= Índice de diversidad de Margalef

S = Número de especies

N = Número de individuos

#### *Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H')*

Este es un índice de equidad, indica qué tan uniformes están representadas las especies (en abundancia) teniendo en cuenta todas las especies muestreadas. Toma valores entre 0 cuando hay una sola especie y el logaritmo de S, cuando todas las especies están bien representadas por el mismo número de individuos. Se calcula mediante la siguiente ecuación (Moreno, 2001):

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \text{Ln} p_i$$

Dónde:

H'= Índice de diversidad de Shannon-Wiener

$p_i$  = Proporción de individuos de la especie  $i$  respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa por especie), definida por la ecuación  $n_i/N$ ; donde  $n_i$ =número de individuos de la especie  $i$  y  $N$ =número de individuos de todas las especies.

Ln = Logaritmo natural



### *Índice de Equidad de Pielou (J')*

El índice de equidad mide la distribución de la abundancia de las especies, es decir, que tan uniforme es un ecosistema, y se calcula de la siguiente forma:

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

Dónde:

J' = Índice de Equidad de Pielou

H' = Índice de Shannon-Wiener

H'max = ln de (S)

S = Total de especies de la muestra

Valores cercanos a 1 representan condiciones hacia especies igualmente abundantes, y aquellos cercanos a 0 la dominancia de una sola especie (Krebs, 1999).

Finalmente, para términos descriptivos de los puntos de muestreo se realizó un dendrograma de similitud de los puntos de muestreo tomando como caracteres a comparar los resultados de los índices de Shannon-Wiener de cada punto.

### **6.3.10 Áreas sensibles**

La metodología para la localización de áreas sensibles se determinó a partir de la revisión bibliográfica. Se consideraron las capas de CONABIO para determinar si cerca del Área Contractual hay Áreas Naturales Protegidas, Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA), Regiones Terrestres Prioritarias, Regiones Hidrológicas Prioritarias y zonas RAMSAR.

### 6.3.11 Paisaje y Patrimonio Arqueológico

#### 6.3.11.1 Paisaje

La metodología para identificar el paisaje dentro de la zona de estudio se realizó mediante una evaluación visual, la cual tiene como objetivo establecer su valor y la vulnerabilidad, mediante el método de cuencas visuales. La cuenca visual se define como el conjunto de superficies o zonas que son vistas desde un punto de observación, o, es decir, el entorno visual de un punto (Fernández -Castañedas, 1977 *en* Tévar-Sanz, 1996). Dentro de los recursos visuales se encuentran las características, bióticas y abióticas de la unidad geográfica.

La metodología para realizar el análisis y caracterización del paisaje se establece en tres etapas:

#### Etapa1. Etapa previa a campo

Se realizó una revisión bibliográfica de los principales aspectos para la caracterización del paisaje y los recursos escénicos. Posteriormente se realizó una aproximación del área de estudio, para poder definir las unidades de paisaje y los puntos de observación para la adquisición de datos. Finalmente se realizó la modelación de las cuencas visuales a partir de los puntos seleccionados (Mediante el uso de Sistema de Información Geográfica).

#### Etapa 2. Campo

Se llevó a cabo un recorrido en el área de estudio para la recopilación de datos necesarios para realizar el análisis. Se utilizó el método de “observación directa *in situ*” (Litton, 1973), donde se realiza lo siguiente:

- Determinación de puntos de observación. Se llevó a cabo por un observador común, y se eligieron miradores por sus características panorámicas y de visibilidad.

- Definición de las unidades de paisaje encontradas en el territorio (área o sectores homogéneos dentro del territorio). Se definieron por sus características morfológicas, de vegetación y espaciales en común.
- Definición de las cuencas visuales o visibilidad para cada punto de observación. Se realizó un registro fotográfico para identificar su orientación y ubicación. Las cuencas fueron proyectadas sobre las áreas de influencia del proyecto.

Los recursos visuales incluidos en el inventario fotográfico fueron los siguientes: áreas de interés escénico, hitos visuales de interés, cubierta vegetal dominante, presencia de fauna, cuerpos de agua, intervención humana, áreas de interés histórico.

### Etapa 3. Análisis de información

Se analizó la información recabada para realizar la caracterización de cada unidad de paisaje y la influencia del área de estudio, donde se analizó la calidad y fragilidad visual, la capacidad de absorción visual y las cuencas visuales.

Para la evaluación se siguieron los métodos propuestos por la U.S.D.I., Bureau of Land Management BLM (1980) y Aguiló *et al.* (1993). Para realizar la determinación de la Fragilidad Visual de las unidades de paisaje definidas, se utilizaron los métodos propuestos por Escribano *et al.* (1987) y Aguiló *et al.* (1993) los cuales asignan valores a una serie de factores que interactúan en la manifestación visual del paisaje, como son factores biofísicos, de visualización, singularidad y accesibilidad visual. La determinación de la sensibilidad visual del paisaje se hizo a partir de la integración de los resultados de la evaluación de la calidad y fragilidad visual, obteniendo así, las distintas clases de sensibilidad para cada una de las unidades de paisaje presentes en el área. Las combinaciones posibles de calidad y fragilidad, se agruparon, según la clasificación propuesta por Ramos (1979).

### 6.3.11.2 Patrimonio arqueológico

La metodología que se llevó a cabo tiene como objetivo identificar y describir el patrimonio arqueológico, para ello se tomó en cuenta la existencia previa de recursos con valor patrimonial superficial.

El patrimonio es definido como el conjunto de bienes culturales y naturales tangibles e intangibles, generados localmente, y que una generación hereda/transmite a la siguiente con el propósito de preservar, continuar y acreditar dicha herencia (DeCarli, 2006).

Para el proyecto se tomó en cuenta el patrimonio tangible (patrimonio material arqueológico). La metodología para esta sección se dividió en las siguientes fases

#### Etapa 1. Etapa previa a campo

Se realizó una investigación y revisión bibliográfica de elementos de carácter patrimonial. Además de identificar si existen registros previos de recursos patrimoniales (registros del INAH, CONACULTA, INBA) en la zona donde la empresa realizará las actividades de explotación.

#### Etapa 2. Campo

En campo el método consistió en realizar una inspección visual en el área donde se implementará el proyecto.

Se realizó un recorrido para inspeccionar toda la superficie involucrada, para poder registrar o descartar la presencia de elementos de carácter patrimonial (arqueológico) y evidencias en superficie de hallazgos aislados o sitios arqueológicos.

Se realizaron entrevistas con algunos actores clave de las localidades ubicadas dentro del área contractual, para obtener información para mejorar y complementar la inspección del área.

La inspección superficial se realizó mediante un circuito previamente diseñado específicamente para cubrir visualmente la zona delimitada de las áreas contractuales desde un vehículo. El circuito se diseñó tomando en cuenta la ubicación del área contractual, la ubicación de las localidades y las principales vialidades.

### Etapa 3. Categorización

De acuerdo a los resultados del trabajo de campo, en caso de que en el área donde la empresa realizará actividades se encuentre algún recurso patrimonial, se debe de hacer una clasificación de acuerdo a los parámetros que se establecen en las normas vigentes y aplicables que regulan el patrimonio dictadas por el INAH y la UNESCO.

## **6.4 Registro de daños preexistentes**

### **6.4.1 Investigación histórica**

Se realizaron encuestas a miembros de la localidad Santa Cruz 3ra. Sección que se encuentran dentro del área núcleo del Área Contractual Malva. Dicho cuestionario se aplicó a una muestra a partir del número de viviendas habitadas.

La información arrojada con las encuestas del equipo ambiental permitió identificar que la población tiene la percepción de que existe contaminación en el área, la cual afecta sus cultivos, además que causa corrosión del alambre de púas que delimita sus propiedades y los techos de lámina de zinc de sus casas, sin embargo, no precisan cual es la fuente de contaminación.

En general, una parte muy pequeña de la población encuestada (7%) dice tener conocimiento de explosiones, derrames y accidentes dentro del área contractual, sin embargo, no pudieron proporcionar datos más precisos acerca de estos eventos (fechas, lugar exacto del incidente, tipo de contaminación).

## 6.4.2 Métodos indirectos

### 6.4.2.1 Sistemas de información Geográficas (SIG) y Persepción remota

#### *Sistemas de información Geográfica*

Un Sistema de Información Geográfico (SIG) es un sistema de hardware y software con procesamientos diseñados para realizar la captura, almacenamiento, manipulación, análisis, modelación y presentación de datos referenciados espacialmente para la resolución de problemas complejos de planificación y gestión. Así, el SIG permite manejar una diversidad de bases de datos como cobertura vegetal, topografía, etc., los cuales ayudan a generar mapas para lograr una mejor visualización de un problema específico en la zona de estudio. Asimismo, se pueden generar conexiones con las bases de datos que permitan mediante multiplicadores, crear otra nueva base de datos con base en los requerimientos del proyecto.

La estructura, funcionamiento y operación de in Sistema de Información Geográfica (SIG), se basa en cuatro funciones:

#### *Entrada de datos*

Consiste en el acopio y procesamiento de datos provenientes de una diversidad de datos como: imágenes de satélite, fotografías aéreas, fuentes estadísticas, textos, animaciones, etc.

#### *Archivo y acceso de datos*

Permite un acceso rápido a la base de datos, así como su eficiente utilización y corrección. Para llevar acabo lo anterior se emplea un interfaz con manejadores de base de datos, por ejemplo, scripts, lenguajes de programación, etc.

#### *Manejo y análisis de datos*

Esta función se utiliza para una gran variedad de tareas como agregar información, estimar parámetros, para el uso de modelos de simulación de espacios temporales,

análisis de redes, sobreponer vistas y datos, cambiar escalas, manejo de datos geográficos, proyecciones cartográficas (cónicas, cilíndricas y planas), entre otros.

#### *Salida o reporte de datos*

Permite obtener la salida de los datos procesados a través de diagramas, gráficos, tablas, mapas, textos, etc.

#### *Persepción Remota*

La percepción remota o Teledetección puede definirse como la ciencia y arte de obtener información de un objeto analizando los datos adquiridos mediante algún dispositivo que no está en contacto físico con dicho objeto.

La teledetección es una técnica a través de la cual se obtiene información de un objeto sin tener contacto directo con el, esto es posible gracias a la relación sensor-cobertura, la cual en caso de los barredores multiespectrales se expresa a través de la llamada radiación electromagnética. Esta relación se puede presentar en tres formas: Emisión, Reflección y Emisión-Reflección, el flujo de energía que se produce por alguna de estas formas va a estar en función de la transmisión de energía térmica.

Al igual que una cámara digital, un sensor de satélite no posee película. En su lugar cuenta con miles de detectores diminutos que miden la cantidad de radiación electromagnética (es decir la energía) que refleja la superficie de la tierra y los objetos que hay en ella. Estas mediciones se denominan espectrales. Cada valor de reflectancia espectral se registra como un número digital. Estos números se transmiten de nuevo a la tierra donde un ordenador los convierte en colores o matrices de gris para crear una imagen que se parece a una fotografía

Dependiendo de la sensibilidad para la que han sido concebidos, los sensores miden la reflectancia de la energía en las partes visibles del espectro electromagnético del infrarrojo cercano, medio, térmico y de microondas radàricas.

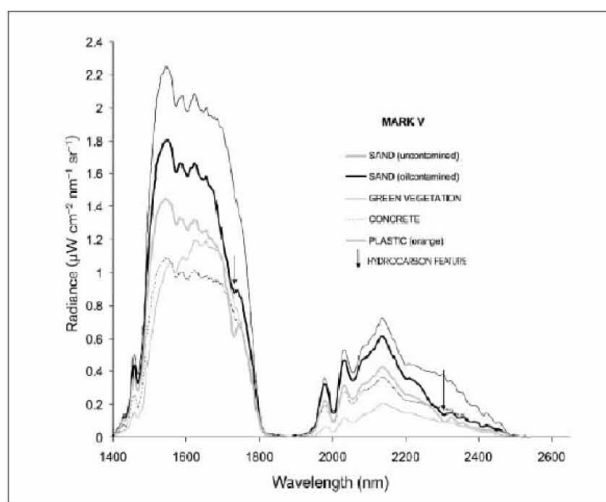
Para llevar a cabo la localización de zonas afectadas por derrames, la Persepción Remota es una herramienta que permite identificar estos sitios mediante el uso de firmas espectrales, de esta forma se puede diferenciar suelo afectado de suelo no-afectado. Es importante considerar un suelo afectado por hidrocarburo está sujeto a reacciones químicas, físicas y biológicas por lo que se debe onsiderar las posibles alteraciones en el suelo y, por lo tanto, variaciones la firma espectral del hidrocarburo (1.73 a 2.31  $\mu\text{m}$ ) (Clutis1989; Ellis et al., 2001; Kühn y Höring 1996 en Marrufo, 2007)

Para la identificación de sitios contaminados con petróleo se siguió el método propuesto por Marrufo Vázquez (2007) donde, mediante percepción remota y Sistemas de Información Geográfica (SIG) se buscan las Áreas Potencialmente Contaminadas por hidrocarburos (APCs).

Marrufo Vázquez (2007), menciona que “ *De acuerdo con Murguía y Martínez (1991) y SEMARNAT (1996), las propiedades físicas del suelo más afectadas por derrames de hidrocarburos es la estructura del suelo debido a la ruptura de los agregados, aumento de la retención del agua en la capa superficial y el potencial hídrico. Cabe señalar, que la persistencia de sustancias tóxicas esta en función del tamaño de la partícula del estrato, ya que entre más pequeña mayor área superficial para la absorción de productos químicos.*

*Autores como Clutis (1989), Ellis et al. (2001), Kühn y Höring (1996) confirmaron que la firma espectral que caracteriza los hidrocarburos se encuentra en el Infrarrojo cercano y medio, entre 1.73 a 2.31  $\mu\text{m}$ . Esta región del espectro puede ser cubierta mediante la plataforma Landsat a través de las bandas 5 (1.55 – 1.75 $\mu\text{m}$ ) y 7 (2.08-2.35  $\mu\text{m}$ ), las cuales corresponden al infrarrojo cercano y medio. La Figura 6 muestra el espectro del hidrocarburo en el suelo.*





**Figura 6.** Espectro del hidrocarburo. Tomado de Kühn et al. 1996. En Marrufo Vázquez 2007.

*Las reacciones de la microfiltración de hidrocarburos pueden provocar en la superficie de los suelos alteraciones químicas de los minerales, presentes, los cuales se traducen en un aumento en el contenido de arcillas y carbonatos en el infrarrojo cercano. En algunos suelos, se llega a presentar un incremento del contenido de contenido de hierro férrico ( $Fe_2O$ ) (Yupnpeng Wang, Xuan Ding, 2000).*

*De acuerdo con SEMARNAT (1996), las propiedades químicas más afectadas en el suelo es el aumento de carbono orgánico ya que el 75% del carbono del petróleo crudo es oxidable, lo que también genera una disminución del pH, debido a la acumulación del carbono orgánico y generación de ácidos orgánicos, así como favorece el aumento de manganeso y hierro intercambiable y de fósforo disponible. Puesto que la arcilla y los carbonatos presentan una alta absorción en el infrarrojo medio, al aumentar el contenido de estos minerales arcillosos y carbonatos se tiene una alta absorción de la energía electromagnética lo que causa una disminución de la reflectancia apreciable en la banda 7 de Landsat (Yupnpeng Wang, Xuan Ding, 2000). Asimismo, la relación entre las bandas 5 y 7 de Landsat (TM y ETM+)*

muestra las posibles variaciones del contenido de minerales arcillosos y carbonatados en los suelos más limpios. Wang y Ding (2000) han propuesto la relación de bandas 5/7 como la que mejor discrimina zonas con arcillas y carbonatos.

En el caso de zonas con hierro ferroso y férrico, Wang y Ding (2000) proponen usar las bandas 1, 2 y 3 de Landsat (TM y ETM+) mediante las relaciones 1/3 y 2/3. Las relaciones de las bandas 1 y 3 de Landsat de la forma 1/3 tiene un intervalo promedio de 0.613 a 0.854  $\mu\text{m}$ , y el hierro férrico de 0.67 a 0.83  $\mu\text{m}$  (Wang y Ding, 2000).

Otra manera de encontrar las alteraciones por el contenido de hierro 3+ en suelos con hidrocarburo es aplicando las bandas 1, 3, 4, 5 y 7 de Landsat TM o ETM+. Las zonas contaminadas se localizan empleando la siguiente combinación [3/1 (R), 4/3 (G), 7/5 (B)], donde se obtiene mediante la interpretación de FC de matices de verde y amarillos, los cuales representan coberturas de vegetación, mientras que el color naranja-magenta muestra alteraciones de suelos por hidrocarburos, el negro-azul indica agua y el azul-grisáceo indica zonas urbanas (Almeida – FiLho, 2002).”

En el estudio se consideraron imágenes del sitio de interés por lo que se obtuvieron imágenes Landsat. La Tabla 7 muestra las características de las imágenes utilizadas.

Tabla 7. Características de las imágenes satelitales

Área de estudio	Zona UTM	Tamaño de pixel	Fecha de toma de imagen
Campo Malva	15	30x30	30-Abril-2016

Las imágenes satelitales del Área contractual se analizaron para verificar una posible huella de hidrocarburos. El procesamiento de la imagen se realizó mediante un software de Sistemas de Información Geográfica, donde se aplicaron los algoritmos y combinación de bandas propuestos por Marrufo (2007) y así distinguir

un color representativo que indicara zonas contaminadas por hidrocarburos. En particular, se usaron las siguientes combinaciones de bandas para la identificación de compuestos específicos como;

- Bandas 5 y 7 para la detección de arcillas y carbonatos
- Bandas 1, 3, 4 5 y 7 para la localización de zonas con contenido de hierro II
- Bandas 4, 3 y 2 y 7, 4 y 2 para hacer la discriminación de coberturas vegetales y cuerpos de agua

El SIG que se implementará contiene bases de datos topográficos y los resultados obtenidos del procesamiento de la imagen satelital. Esta integración permitirá obtener la visualización de la mancha contaminante, básica para cuantificar el área y volumen que el contaminante esta afectando.

### 6.4.3 Plan de muestreo

#### 6.4.3.1 Suelo

El muestreo de suelo se realizó con ayuda de un equipo manual de acero inoxidable (*hand auger*), extenciones de acero inoxidable, tubo partido de acero inoxidable, martinete de acero inoxidable, frascos de vidrio de 125ml, Frascos de vidrio de 500g, etiquetas, sellos, cadenas de custodia, agua corriente, agua desionizada, detergente libre de fosfatos, ácido Nítrico al 10%, cubetas de plástico, cepillos de plástico y papel absorbente.

El procedimiento para la toma de muestra fue hincar el *hand auger* a dos profundidades: una superficial (0-30 cm) y una profunda a 1 m. Antes de tomar la muestra, el muestreador o *hand auger* se lavó con agua desionizada, jabón libre de fosfato y ácido Nítrico al 10%.

### *Especificaciones del muestreo de suelo (metales).*

El muestreo de suelo para metales fue conforme se especifica en la NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004, tomando como base la NMX-AA-132-SCFI-2006 el cual especifica el muestreo de suelos para la identificación y la cuantificación de metales y metaloides y manejo de la muestra.

En cada uno de los sitios a muestrear se tomaron 2 muestras, 1 superficiales y 1 vertical, adicionalmente, por cada 10 muestras de tomo una réplica. La muestra superficial se tomó a 0.3, y la vertical a 1m en todos los casos

El muestreo se realizó con utensilios que no contaminarán las muestras, fáciles de limpiar y resistentes al desgaste. En cada punto se portaba lo siguiente: plumas, etiquetas, libreta de campo, charola para almacenar la muestra, gps, agua destilada, jabón, toallas absorbentes, hielo, hielera, etc.

Cuando hubo presencia de restos de plantas, se retiraron estas antes del muestreo, asimismo cuando se encontraron piedras mayores de 2 cm de diámetro se retiraron, finalmente cada uno de los puntos fueron debidamente georreferenciados. Las áreas donde se muestrearon metales fueron las mismas que el muestreo de suelo.

#### **6.4.3.2 Agua**

El muestreo de agua se llevó a cabo en cuerpos de agua ubicados dentro del Área Contractual. El procedimiento fue bajo los lineamientos que marca la Norma Mexicana para cuerpos de agua NMX-AA-014-1980, para cada muestreo se utilizó un equipo muestreador de agua horizontal *Van Dorn* de fondo, el cual permitió recolectar cada una de las muestras para de inmediato realizar su almacenamiento, identificación y conservación. Los criterios de limpieza fueron los mismos que se implementaron para el muestreo de suelo.

#### 6.4.3.3 Envasado, Etiquetado y preservación de las muestras de Agua y Suelo

Una vez tomadas las muestras, éstas se colocaron en sus envases correspondientes y fueron transportados hasta el Laboratorio Ambiental (Intertek Testing Services de México, S.A. DE C.V. Ciudad de México). Los recipientes fueron sellados herméticamente y etiquetados, con el fin de prevenir la pérdida de componentes volátiles y evitar la posible oxidación al contacto con el aire. Las muestras se preservaron en hielo a 4°C, para su traslado al laboratorio. Como aseguramiento de calidad se tomó una muestra duplicada por cada 10 muestras tomadas, tal y como lo indica la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.

A cada muestra se le colocó un sello de inviolabilidad con los datos de la misma (clave, fecha, hora de toma de muestra, sitio de muestreo, persona que toma la muestra, parámetros a analizar y tipo de conservador según sea el caso).

Los cartuchos o frascos colectados se colocaron en un recipiente con hielo para ser enviados al laboratorio para su análisis. Las muestras fueron acompañadas por sus respectivas cadenas de custodia, a fin de asegurar el control en el manejo de las muestras tomadas de suelo y agua.

#### 6.4.3.4 Aire

La calidad de aire se determinó mediante toma de muestras *in situ* por medio de una unidad de análisis de aire. Las muestras fueron analizadas por el Laboratorio Intertek Testing Services de México, S.A. DE C.V., con acreditación de fuentes fijas FF-0043-002/11 Vigente a partir del 2015-07-13 y certificación de fuentes fijas PFPA-APR-LP-FF-0011/11 Vigente a partir del 18 de julio de 2011.

#### 6.4.4 Parámetros analizados

La lista de los contaminantes mencionados en la Guía de Línea Base Ambiental se enlista a continuación:

##### Suelo

- Hidrocarburos de Fracción Ligera
- Hidrocarburos de Fracción Media
- Hidrocarburos de Fracción Pesada
- HAPs
- BTEX
- Arsénico
- Bario
- Berilio
- Cadmio
- Cromo hexavalente
- Mercurio
- Níquel
- Plata
- Plomo
- Selenio
- Talio
- Vanadio

##### Agua

- Grasas y Aceites (mg/L)
- Coliformes Fecales (NMP/100 mL)
- Coliformes Totales (NMP/100 mL)
- Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)
- Sólidos Disueltos Totales (mg/L)

- DBO<sub>5</sub> (mg/L)
- Fosfatos (mg/L)
- Cloruros Totales (mg/L)
- Dureza Total (mg/L)
- SAAM (mg/L)

#### Aire

- Bióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)
- Ácido Sulfhídrico
- Óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>).
- Ozono (O<sub>3</sub>)
- Óxido de carbono (CO)
- Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP)
- Partículas menores a 2.5 Micras (PM-2.5)
- Partículas menores a 10 Micras (PM-10)
- Partículas suspendidas (PST)

### 6.4.5 Metodología aplicada para cada tipo de pruebas de laboratorio

#### 6.4.5.1 Suelo

La metodología aplicada para cada tipo de pruebas de laboratorio, esta basada en las Normas Oficiales Mexicanas, y se describe en general a continuación:

##### *Hidrocarburos de Fracción Ligera*

La metodología para el análisis de Hidrocarburos de Fracción Ligera se realizó de acuerdo a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNTA/SSA1-2012 y al método de referencia señalado en la NMX-AA-105-SCFI-2014 Hidrocarburos de Fracción Ligera por Cromatografía de Gases Con Detectores de Ionización de Flama o Espectrometría de Masas.

**Colección de muestra.** - Para recolectar, preservar y almacenar las muestras se utilizan cartuchos con contratapa o sello de PTFE, para asegurar en todo momento la integridad de las muestras hasta su análisis en el laboratorio certificado correspondiente. Cuando la consistencia de la muestra no permita el uso de cartucho, se utilizan frascos de vidrio de boca ancha, con contratapa o sello de PTFE.

La muestra se colecta de acuerdo a los procedimientos del plan de muestreo y dicho plan considera evitar al máximo la pérdida de compuestos volátiles.

**Manejo y transporte de la muestra.** - Desde la toma de muestra y durante el transporte, todas las muestras para análisis de compuestos volátiles deben preservarse a  $4 \pm 2$  °C; así mismo deben empacarse en contenedores apropiados.

**Almacenamiento de la muestra.** - Una vez en el laboratorio, las muestras deben permanecer en refrigeración a  $4 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$  hasta el análisis. El área de almacenamiento de muestras debe permanecer libre de vapores, de disolventes u orgánicos volátiles. El tiempo máximo de conservación de la muestra es de 14 días previo al análisis en el laboratorio certificado correspondiente.

#### *Hidrocarburos de Fracción Media*

La metodología para el análisis de Hidrocarburos de Fracción Media se realizó de acuerdo a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNTA/SSA1-2012 y al método de referencia señalado en la NMX-AA-145-SCFI-2008 Hidrocarburos Fracción Media por Cromatografía de Gases Con Detector de Ionización de Flama.

**Colección de muestra.** - Para recolectar, preservar y almacenar las muestras se utilizan contenedores y viales de vidrio de diversos tamaños con tapa de rosca y septa.



La muestra se colectó de acuerdo a los procedimientos del plan de muestreo y dicho plan considerará una atención especial al uso guantes de acetonitrilo con monómeros de butadieno cuando se manejen los contenedores.

Se recolectan aproximadamente 250 g de la muestra, se eliminará cualquier residuo de suelo fuera del contenedor e inmediatamente se sellará el mismo. Se tomó un duplicado de campo, lo que permitió al laboratorio contar con una muestra adicional para el análisis.

**Manejo y transporte de la muestra.** - La Norma Mexicana NMX-AA-145-SCFI-2008 no considera algún referente especial al manejo y transporte de la muestra.

**Almacenamiento de la muestra.** - El área de almacenamiento de muestras debe permanecer libre de vapores, de disolventes u orgánicos volátiles.

#### *Hidrocarburos de Fracción Pesada*

La metodología para el análisis de Hidrocarburos de Fracción Pesada se realizó de acuerdo a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNTA/SSA1-2012 y al método de referencia señalado en la NMX-AA-134-SCFI-2006 Hidrocarburos Fracción Media por Extracción y Gravimetría.

**Colección de muestra.** - Para recolectar, preservar y almacenar las muestras se utilizan frascos de vidrio frasco prelavados, de boca ancha con tapa rosca. Se recolectan aproximadamente 250 g de la muestra, se elimina cualquier residuo de suelo fuera del contenedor e inmediatamente se sella el mismo.

**Manejo y transporte de la muestra.** - La Norma Mexicana NMX-AA-134-SCFI-2006 no considera algún referente especial al manejo y transporte de la muestra.

**Almacenamiento de la muestra.** - El área de almacenamiento de muestras debe permanecer libre de vapores, de disolventes u orgánicos volátiles. El tiempo previo al análisis en el laboratorio es de 14 días a una temperatura de preservación de 4°C.

### *Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAPs)*

La metodología para el análisis de Hidrocarburos de Fracción Pesada se realizó de acuerdo a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNTA/SSA1-2012 y al método de referencia señalado en la NMX-AA-146-SCFI-2008 Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP) a través de la Cromatografía de Gases con Espectrometría de Masas (CG/EM) o Cromatografía de Líquidos de Alta Resolución con detectores de fluorescencia y ultravioleta visible (UV-VIS). Siendo a determinar los siguientes compuestos: Benzo[a]pireno, Dibenzo[a,h]antraceno, Benzo[a]antraceno, Benzo[b]fluoranteno Benzo[k]fluoranteno Indeno (1,2,3-cd) pireno.

**Colección de muestra.** - Para recolectar, preservar y almacenar las muestras se utilizan contenedores de boca ancha con tapa de rosca y septum de PTFE, con una capacidad mínima de 250 mL.

La muestra se colecta de acuerdo a los procedimientos del plan de muestreo y dicho plan considera especial atención en disminuir al máximo cualquier alteración de la muestra. Siempre se utilizan guantes de nitrilo con monómeros de butadieno cuando se manejen los contenedores.

Se recolectan aproximadamente 250 g de la muestra, se elimina cualquier residuo de suelo fuera del contenedor e inmediatamente se sella el mismo. Se toma un duplicado de campo, esto permite al laboratorio contar con una muestra adicional para el análisis. Así mismo, se toma al menos una alícuota para el análisis de exploración y para la determinación de masa seca.

**Manejo y transporte de la muestra.** - La Norma Mexicana NMX-AA-146-SCFI-2008 no considera algún referente especial al manejo y transporte de la muestra.

**Almacenamiento de la muestra.** - El área de almacenamiento de muestras debe estar libre de vapores, de disolventes u orgánicos volátiles.

## *BTEX*

La metodología para el análisis de BTEX se realiza de acuerdo a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNTA/SSA1-2012 y al método de referencia señalado en la NMX-AAA-141-SCFI-2014 Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xilenos (BTEX) por Cromatografía de Gases con Detectores de Espectrometría de Masas y Fotoionización. Siendo a determinar los siguientes compuestos: Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xilenos (Suma de isómeros).

**Colección de muestra.** - Para recolectar, preservar y almacenar las muestras se utilizan viales de vidrio de 60 mL con tapa y septa. Antes de salir a campo los viales que se utilizan se pesan, y se ajusta el peso lo más cercano a 0,01g; se registra el peso de la tara y anota en la etiqueta del vial.

La muestra se colecta de acuerdo a los procedimientos del plan de muestreo y dicho plan considera especial atención en disminuir al máximo las alteraciones de la muestra para poder minimizar la pérdida de compuestos volátiles. Para transferir una muestra a los viales de suelo para bajas concentraciones que poseen una abertura relativamente estrecha, se utilizan muestreadores EnCore™ o de suelo para purga y trampa y un cortador de jeringas de plástico. Se usan guantes cuando se manejen los viales que se encuentran a peso constante

Se colecta aproximadamente 5 g de muestra, se retira la superficie del suelo u otros materiales sólidos que hayan sido expuestos a la atmósfera. Se limpia cuidadosamente el exterior del dispositivo de muestreo con un paño limpio o una toalla. Así mismo, se elimina cualquier residuo de suelo fuera del vial e inmediatamente sellar el vial con la tapa rosca y septa.

Se recogen al menos dos réplicas de las muestras, esto permite al laboratorio contar con una muestra adicional para análisis. La segunda muestra se toma del mismo estrato de suelo o de la misma sección del residuo sólido que haya sido muestreado, y cercano al lugar del cual se colecta la muestra original.

**Manejo y transporte de la muestra.** - Todas las muestras para análisis de compuestos volátiles se mantienen a 4°C aproximadamente, y son transportadas en contenedores apropiados y embarcadas al laboratorio en hielo.

**Almacenamiento de la muestra.** - Una vez en el laboratorio, las muestras se refrigeran a 4°C hasta el análisis en el laboratorio. El área de almacenamiento de muestras debe permanecer libre de vapores de disolventes orgánicos. El tiempo máximo de conservación de la muestra es de 7 días previo al análisis en el laboratorio.

#### 6.4.5.2 Agua

Para la evaluación de la calidad del agua de cuerpos receptores superficiales se consideran los acuerdos establecidos en los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua CE-CCA-001/89, mientras que para los procedimientos de muestreo en cuerpos receptores se atendió lo establecido en la NMX-AA-014-1980.

El muestreo de los factores biológicos se llevó a cabo de la siguiente manera:

##### *Coliformes fecales*

La muestra se colectó según lo establecido en la NMX-AA-042-SCFI-2015 (Enumeración de organismos coliformes totales, organismos coliformes fecales (termotolerantes) y *Escherichia coli* - Método del número más probable en tubos múltiples).

Se recolecta un mínimo 100 mL de muestra en frascos o bolsas estériles. La toma de muestra es en recipientes estériles con tiosulfato de sodio sólido (10 mg/envase de 100 mL) o con 0,1 mL de disolución estéril al 10%. Para su traslado las muestras deben de mantenerse a una temperatura de 4°C ± 2 °C, y deberán refrigerarse a la misma temperatura hasta su análisis. Se puede analizar la muestra hasta 48 h después de su recolección conservándola a 2°C ± 1°C.

### *Coliformes totales*

La muestra se colectó según lo establecido en la NMX-AA-042-SCFI-2015 (Enumeración de organismos coliformes totales, organismos coliformes fecales (termotolerantes) y *Escherichia coli*-Método del número más probable en tubos múltiples).

Se recolecta un mínimo 100 mL de muestra en frascos o bolsas estériles. La toma de muestra es en recipientes estériles con tiosulfato de sodio sólido (10 mg/envase de 100 mL) o con 0,1 mL de disolución estéril al 10%. Para su traslado las muestras deben de mantenerse a una temperatura de  $4^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , y deberán refrigerarse a la misma temperatura hasta su análisis. Se puede analizar la muestra hasta 48 h después de su recolección conservándola a  $2^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ .

### **6.4.5.3 Aire**

#### *Bióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ )*

La NOM-22-SSA-2010 establece que bióxido de azufre es generado por emisiones de fuentes naturales y de la combustión de compuestos de azufre; este es inhalable. En la NOM-038-SEMARNAT-1993, se establece el método analítico que se debe de seguir para la evaluación del  $\text{SO}_2$ , que será utilizando el Método de referencia (Pararrosanilina).

#### *Ozono ( $\text{O}_3$ )*

El ozono es un contaminante secundario que se forma por una reacción fotoquímica entre emisiones primarias de óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ), compuestos orgánicos volátiles (COVs) o hidrocarburos (HCs) en presencia de la radiación solar, aunado a las condiciones geográficas, climatológicas y meteorológicas del medio ambiente.

La NOM-036-SEMARNAT-1993 establece el método de medición del Ozono en el aire. El método de evaluación que la NOM anterior menciona es la evaluación por luminiscencia química.

### *Óxido de carbono (CO)*

El Óxido de Carbono es un gas inodoro e incoloro que se produce por la combustión incompleta de compuestos de carbono, consecuentemente pueden verterlo al aire los vehículos automotores y la industria, aunque en menor escala; algunos procesos naturales son capaces de emitirlo.

La NOM-CCAM-ECOL-1993 establece que el método de referencia utilizado para mediar la concentración de CO en el ambiente, es el de absorción infrarroja por medio de un fotómetro no dispersivo.

### *Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP)*

El material particulado es una mezcla compleja de sustancias en estado líquido o sólido, que permanece suspendida en la atmósfera por periodos variables de tiempo. Dentro de las Partículas Suspendidas, entran los Hidrocarburos aromáticos policíclicos o polinucleares (HAP), los cuales se encuentran establecidos en la NOM-025-SSA- 2014. Así en la NOM-035-SEMARNAT-1993 se establecen los métodos de medición de Partículas Suspendidas en el aire ambiente. El método que establece la NOM anterior es el de muestreo de alto volumen.

#### **6.4.6 Memoria fotográfica de los trabajos efectuados**

Se realizó un registro fotográfico del medio biótico en el Área Contractual, en el cual se incluyen las especies de flora y fauna que se registrarán durante los muestreos, además de fotos panorámicas de los distintos tipos de vegetación.

También se incluye un inventario fotográfico de patrimonio arqueológico.

#### **6.4.7 Comparación con la Normatividad Ambiental Vigente**

Se revisó la Normatividad Ambiental vigente para comparar los resultados obtenidos de los análisis de suelo, aire y agua, para determinar si rebasan los límites

máximos permisibles. Así mismo, se elaboraron listas de las especies de flora y fauna que entran dentro de alguna categoría de riesgo, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010), la Lista Roja de “The World Conservation Union” (IUCN, 2015) y los Apéndices I, II y III de la Convención Internacional sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (IUCN, 2015).

La lista de las Normatividad Ambiental Vigente Aplicable para las muestras de laboratorio, es la siguiente:

- NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012. Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.
- NMX-AA-105-SCFI-2014. Suelos–hidrocarburos fracción ligera por cromatografía de gases con detectores de ionización de flama o espectrometría de masas.
- NMX-AA-145-SCFI-2008. Suelos hidrocarburos fracción media por cromatografía de gases con detector de ionización de flama -metodo de prueba.
- NMX-AA-134-SCFI-2006. Hidrocarburos de fracción pesada por extracción y gravimetría.
- NMX-AA-146-SCFI-2008. Hidrocarburos aromáticos Policíclicos (HAP) por cromatografía de gases/espectrometría de masas (CG/EM) o comatografía de los líquidos de alta resolución con detectores de fluorescencia y ultravioleta visible (UV-VIS).
- NMX-AAA-141-SCFI-2014. Suelos–benceno, tolueno, etilbenceno y xilenos (BTEX) por cromatografía de gases con detectores de espectrometría de masas y fotoionización – método de prueba.

- NOM-038-SEMARNAT-1993. Métodos de Medición para determinar la concentración de Bióxido de Azufre en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.
- NOM-037-SEMARNAT-1993. Métodos de medición para determinar la concentración de bióxido de nitrógeno en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.
- NOM-036-SEMARNAT-1993. Establece los métodos de medición para determinar la concentración de ozono en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.
- NOM-035-SEMARNAT-1993. Establece los métodos de medición para determinar la concentración de partículas suspendidas totales en el aire ambiente y el procedimiento para la calibración de los equipos de medición.
- Criterios Ecológicos de Calidad del Agua CE-CCA-001/89.
- NMX-AA-014-1980. Cuerpos Receptores - Muestreo.
- NMX-AA-042-SCFI-2015. Enumeración de organismos coliformes totales, organismos coliformes fecales (termotolerantes) y *Escherichia coli* - Método del número más probable en tubos múltiples.
- NMX-AA-042-SCFI-2015. Enumeración de organismos coliformes totales, organismos coliformes fecales (termotolerantes) y *Escherichia coli* - Método del número más probable en tubos múltiples.

#### 6.4.8 Determinación del índice de Incidencia

Para la determinación del índice de Incidencia, se aplicó la metodología específica para calcular el Índice de Incidencia que se encuentra en el apartado 5.3 “Determinación del Índice de Incidencia”, de la Guía para definir la Línea Base Ambiental Previo al Inicio de las Actividades Petroleras Terrestres.



## 7. Resultados

### 7.1 Descripción detallada de cada uno de los temas aplicables al proyecto

#### 7.1.1 Generalidades

##### 7.1.1.1 Delimitación del área de estudio

El Área Contractual Malva se localiza al norte del estado de Chiapas en los municipios de Sunuapa y Pichucalco (Figura 7).

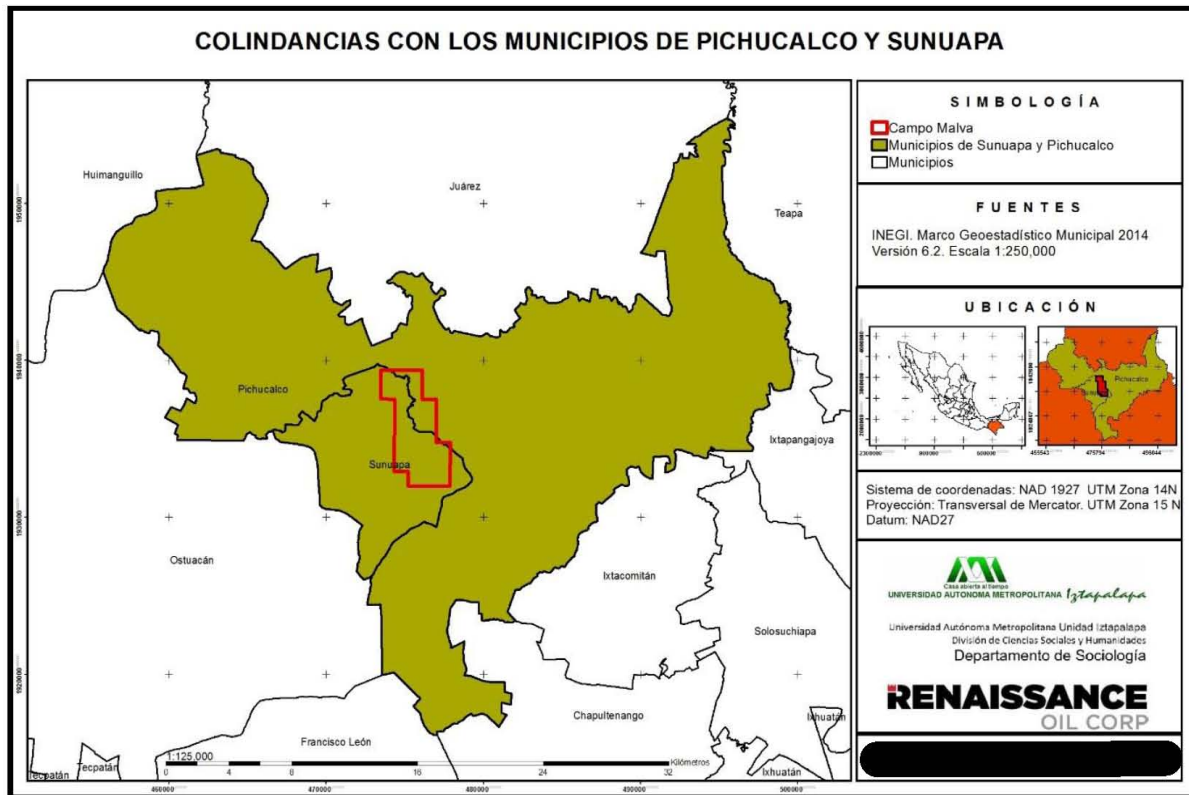


Figura 7. Delimitación del Área Contractual Malva.

### 7.1.1.2 Contexto regional

El estado de Chiapas, se encuentra ubicado en la región más al sur de México, junto con los estados de Tabasco, Campeche y Quintana Roo, los cuales regionalmente conforman la Frontera Sur de México y parte de la región Sur-Sureste del país; colinda con Guatemala y Belice, también forma parte de la llamada Zona Maya de Mesoamérica y política e históricamente ligado a Centroamérica (CIEG. 2015).

La extensión territorial del estado es de aproximadamente 7.4 millones de hectáreas. En la República Mexicana, Chiapas tiene una extensión territorial equivalente al 3.8 % del país; posee más de 300 km de litorales, una plataforma continental de 67,000 km<sup>2</sup> y un vasto sistema hidrológico (CIEG. 2015).

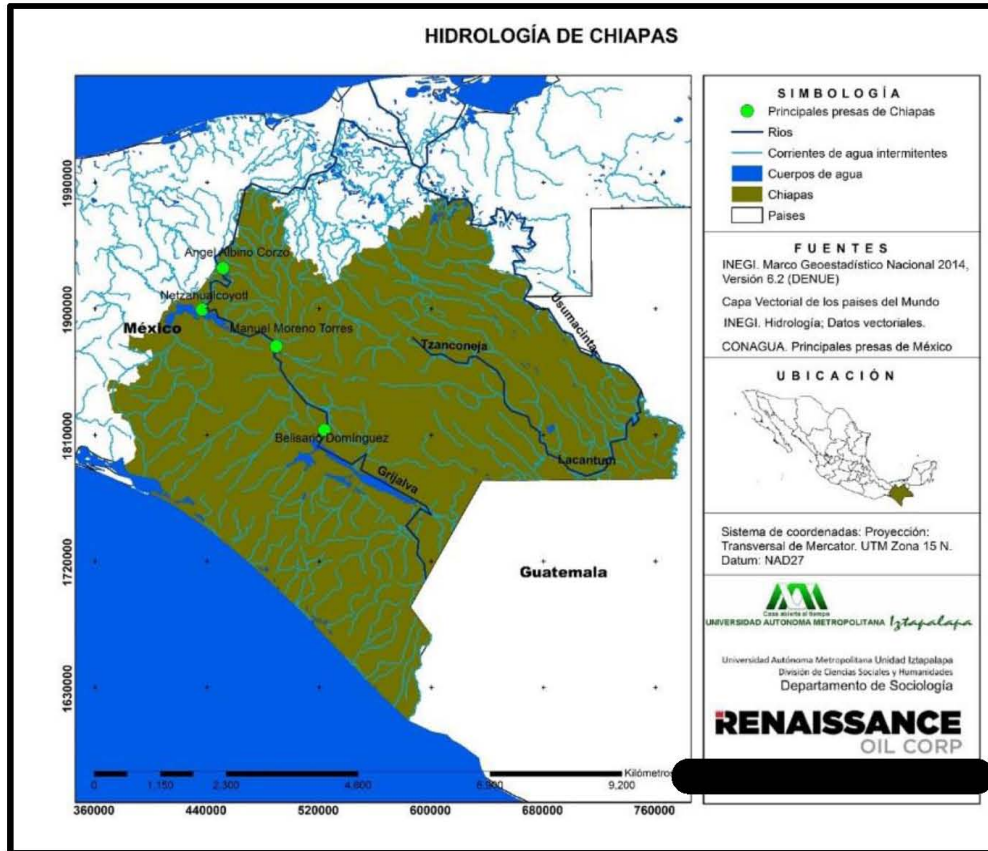
El resultado de un amplio rango altitudinal que va desde el nivel del mar hasta los 4,100 metros de altitud en el volcán Tacaná, la mezcla de las unidades de paisaje en toda su superficie (la cual es muy compleja) y la presencia de al menos 35 subtipos de clima son un claro indicador de la amplia diversidad de ambientes de esta entidad (CIEG. 2015).

#### *Hidrología*

Los recursos hidrológicos del Estado de Chiapas son abundantes, representando aproximadamente el 30% del total del país. Se divide en dos vertientes separadas por la Sierra Madre: la vertiente del Pacífico, con cursos de agua cortos, que se caracterizan por crecidas anuales; y la vertiente del Atlántico, drenada por ríos de régimen regular.

Hacia el Pacífico, los ríos generalmente no desembocan directamente al mar, sino en lagunas costeras o albuferas. Los ríos principales son: el Grijalva y el Usumacinta. Ambos forman un solo sistema fluvial; sobre el curso del Grijalva, se han construido cuatro presas: Belisario Domínguez (La Angostura); Manuel Moreno

Torres (Chicoasén); Nezahualcóyotl (Malapaso); y Ángel Albino Corzo (Peñitas). El río Usumacinta que recorre una porción de la frontera con Guatemala y gran parte del Estado, es el más largo de América Central (Figura 8).



**Figura 8.** Hidrología y principales presas del Estado de Chiapas

*Clima*

El estado de Chiapas contiene dos grandes grupos climáticos: los cálido-húmedos (A) y los templado-húmedos (C) (Figura 9). Los climas templados se deben a la presencia de elevaciones montañosas (sierras altas y mesetas). La región fisiográfica de la Sierra Madre y el macizo montañoso de los Altos son los únicos con estas características, en tanto que lo que predomina en el resto del estado son

los climas cálidos. La presencia de altas temperaturas y abundantes lluvias, explican la distribución de la vegetación de climas tropicales húmedos (CEIEG, 2005).

La importancia de la temporalidad de la precipitación y la temperatura, permitió dividir al año en dos temporadas, la de lluvias y la seca. En la porción central del Estado de Chiapas es notoria la escasez de lluvias durante el periodo seco, situación que cambia notoriamente en la siguiente temporada ya que se presentan lluvias moderadas (800 a 1200 mm). Esta marcada temporalidad ha determinado en cierto sentido la presencia de selvas bajas caducifolias en la zona. Una situación similar se presenta en la costa, aunque la presencia de lluvias es más abundante en el periodo correspondiente (CEIEG, 2005).

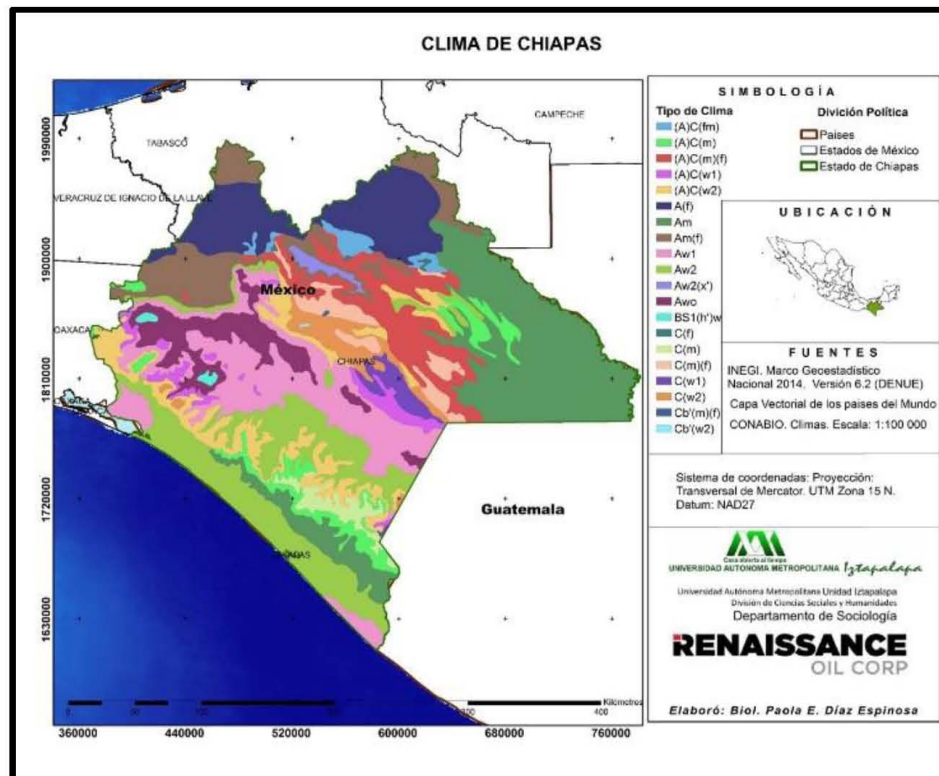
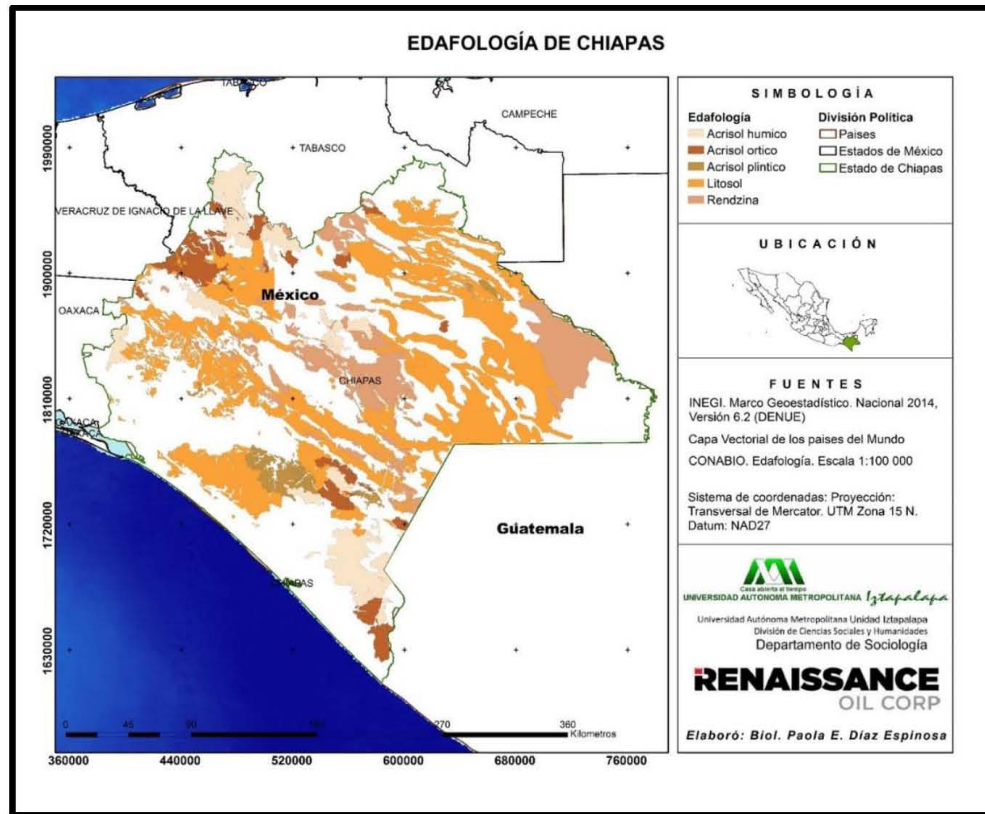


Figura 9. Climas presentes en el Estado de Chiapas

## Suelo

En Chiapas, existen 15 unidades de suelos (de las 25 definidas para México), las tres unidades principales ocupan el 53% del territorio. Esto es litosoles, rendzinas y acrisoles, de acuerdo a su extensión los litosoles son los que se presentan con mayor frecuencia en el territorio Chiapaneco, ya que ocupan un 20% del mismo; son suelos que se caracterizan por tener profundidades menores de 10 cm presentándose frecuentemente sobre sierras, laderas y barrancas, condiciones frecuentes en el Estado. La susceptibilidad a la erosión de estos en general se considera ligera, sin embargo, depende de las condiciones topográficas en las que se encuentren y del tipo de cobertura vegetal que soporten (CEIEG, 2005).

En segundo lugar, se presentan las rendzinas que ocupan el 17% del territorio Chiapaneco, estos suelos son típicos de matorrales, bosques tropicales y de clima templado, se caracterizan por poseer una capa superficial abundante en humus y fértil, que descansa sobre roca caliza o algún material rico en cal, no son muy profundos y generalmente son arcillosos. Los rendimientos de estos suelos en usos agropecuarios son bajos y si se presentan en laderas o lomas el riesgo de erosión es sumamente alto. Los acrisoles ocupan 16.2% del territorio, existen tres subunidades de ellos en Chiapas: acrisoles hémicos, plánticos y órticos, y son típicos de regiones templadas y lluviosas; presentan acumulaciones de arcillas en el subsuelo; comúnmente de colores rojo, amarillo o amarillos claros con manchas rojas; generalmente son de pH ácido o muy ácido. En usos agrícolas producen rendimientos muy bajos (Figura 10). En ganadería estos rendimientos son también bajos a medios, siendo el uso potencial más adecuado para ellos, el forestal (CEIEG, 2005).



**Figura 10.** Tipos de suelo presentes en el Estado de Chiapas

### Diversidad biológica del estado de Chiapas

El estado de Chiapas presenta una topografía accidentada, un intervalo altitudinal que abarca desde el nivel del mar hasta cerca de los 4,000 m y una variedad de climas que propician una de las más grandes riquezas biológicas de México con cerca de 11,223 especies registradas. Dichas especies, se distribuye en distintos ecosistemas terrestres y acuáticos a lo largo del territorio chiapaneco. Dentro de los ecosistemas terrestres (González-Espinosa y Ramírez-Marcial, 2013) se albergan 1,517 especies, subespecies y variedades arbóreas pertenecientes a 105 familias botánicas y entre 9,000 y 10,000 especies de plantas vasculares. Por su parte, los ecosistemas acuáticos del estado de Chiapas exhiben una gran diversidad de lagos,

lagunas costeras, estuarios y ríos que en conjunto comprenden cerca del 30% de la red hidrológica de México y constituyen el sistema hidrológico más extenso de Mesoamérica. En total, estos sistemas abarcan una superficie de 69,365 ha, de las cuales 17,623 están ocupadas por pantanos dulceacuícolas y los manglares, vegetación asociada y cuerpos lagunares ocupan las restantes 51,742 ha (Figura 11). En este sentido, los manglares representan las áreas boscosas más importantes, no obstante, los pantanos, las áreas de manglar-selva baja y la vegetación de dunas costeras destacan por su riqueza de especies vegetales.

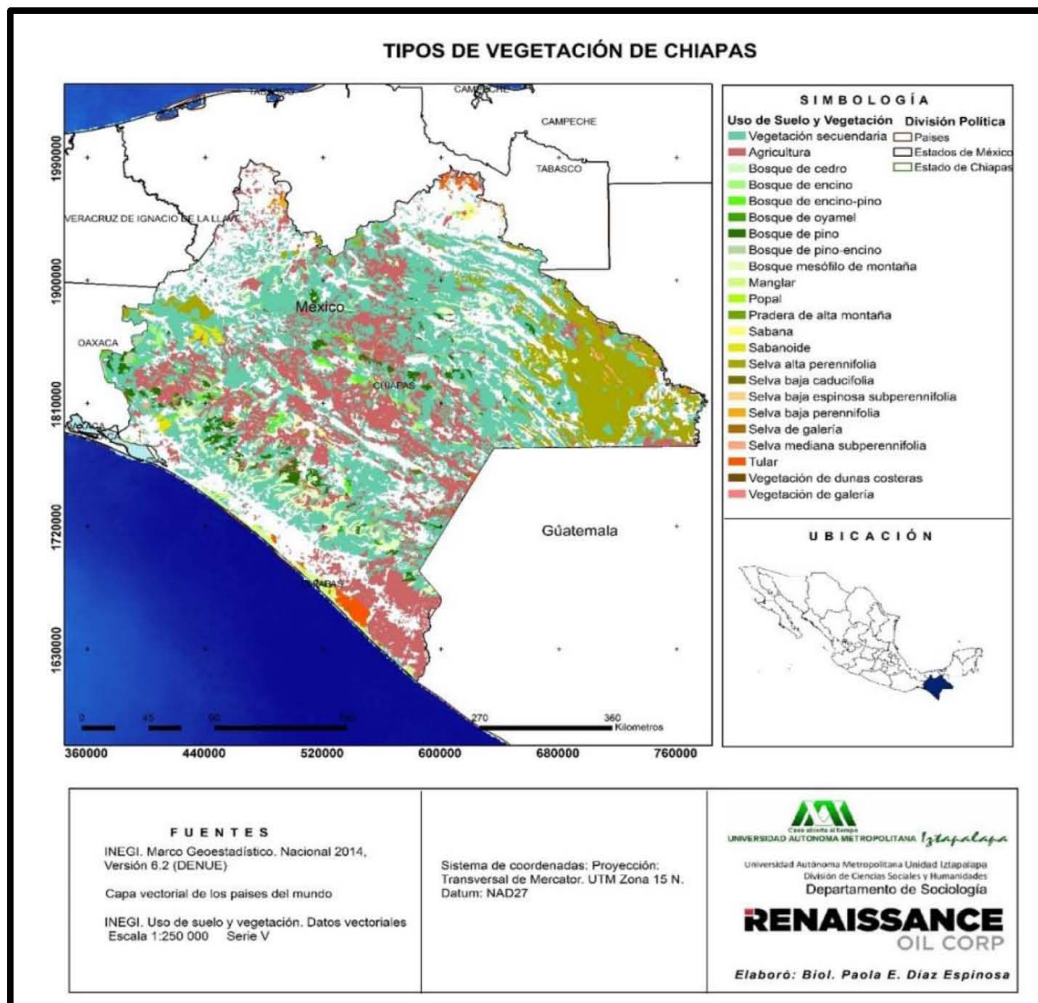


Figura 11. Tipos de vegetación presentes en el Estado de Chiapas

## *Diversidad de especies en Chiapas*

### *Gimnospermas*

Las gimnospermas son un grupo de plantas vasculares que presentan semillas desnudas y carecen de flores y frutos verdaderos. Para el estado de Chiapas se han registrado dos grupos: Cycadophytina y Pinophytina. Dentro de Pinophytina, se encuentran las familias Pinaceae, Cupressaceae, Podocarpaceae y Taxaceae. Por otra parte, Cycadophytina, únicamente cuenta con la familia Zamiaceae. Actualmente, se registran 42 especies de gimnospermas para el estado, no obstante, este número podría aumentar ya que todavía existen algunas poblaciones no definidas dentro de los géneros *Ceratozamia* y *Zamia*. A la fecha, aproximadamente 52% de las especies de gimnospermas del estado de Chiapas se encuentran incluidas en la lista de especies amenazadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, y 81% de ellas se distribuyen en al menos un área natural protegida, y a su vez, dentro del 19% de las especies que no se distribuyen en ningún área natural protegida, se encuentran especies endémicas para Chiapas y Tabasco como son *Ceratozamia zoquorum*, *C. becerrae* y *Zamia cremnophila* (Pérez-Farrera *et al.*, 2013b).

### *Angiospermas*

El grupo de las angiospermas se caracteriza por ser plantas que presentan flor. Son organismos de hábitos variados y distribución cosmopolita, existiendo especies tanto arbustivas como herbáceas que se distribuyen desde el nivel del mar hasta las montañas, habitando variados ecosistemas terrestres y acuáticos. Para el estado de Chiapas, se estima que pueden existir cerca de 10,000 especies de angiospermas, de las cuales, 231 se encuentran en peligro de extinción según la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Farrera-Sarmiento *et al.*, 2013).



### *Dicotiledóneas*

Las dicotiledóneas constituyen la clase Magnoliopsida de la división Angiospermophyta o Magnoliophyta. Dentro de este grupo de plantas vasculares, las orquídeas son una familia diversa y abundante en el estado de Chiapas. Actualmente se estima que existen cerca de 700 especies, lo cual equivale a cerca del 62% del total de especies registradas para México (Damon, 2013). De este número, 104 especies se encuentran dentro de alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Las cactáceas son otro grupo importante para Chiapas, ya que se reportan 57 especies de las cuales *Acanthocereus chiapensis*, *Disocactus macdougallii* y *Epiphyllum laui*, son endémicas para el estado (conabio, 2013). Además, *Pterocereus gaumeri*, *Disocactus macdougallii*, *Mammillaria columbiana* subsp. *yucatanensis*, *Peniocereus fosterianus*, *Selenicereus anthonyanus* y *S. chrysocardium* se encuentran en alguna categoría de protección dentro de la Norma oficial Mexicana, NOM-059-SEMARNAT-2010.

Dentro del orden Triuridales (Monocotiledonae) *Lacandonia schismatica* es el único miembro de la familia Lacandoniaceae, es una planta endémica de Chiapas y se le considera la representante de una nueva línea evolutiva. Esta especie sólo se ha colectado en tres localidades del municipio de Ocosingo (Martínez y Ramos-A., 2013).

### *Helechos*

Chiapas posee una alta riqueza de helechos, que se concentra principalmente en ecosistemas por arriba de los 1,000 m de altitud como bosques mesófilos de montaña y bosques tropicales perennifolios. Actualmente, se tienen reportados 701 taxones, distribuidos en 29 familias, 117 géneros, 698 especies y tres variedades, lo cual representa cerca del 70% de la riqueza nacional de helechos. Además, 5.4% de estas especies son endémicas al estado de Chiapas o restringidos a México. Las

familias y géneros mejor representados por su número de especies son las familias Dryopteridaceae, Pteridaceae y Polypodiaceae, y los géneros *Asplenium*, *Thelypteris*, *Polypodium* y *Elaphoglossum*. Estos últimos cuatro géneros sostienen cerca del 20% de la riqueza de los helechos en Chiapas (Pérez-Farrera *et al.*, 2013a).

### *Mamíferos*

Chiapas es el estado mexicano más diverso en mamíferos terrestre, ya que dentro de su territorio habitan 206 especies, repartidas 119 géneros, 29 familias y 11 órdenes, es decir, aproximadamente el 42.7% de la riqueza de mamíferos terrestres de México. Los grupos más diversos son los quirópteros con 106 especies, los roedores con 50 especies y los carnívoros, de los cuales se tienen reportadas 19 especies. De las 206 especies de mamíferos del estado de Chiapas, siete son endémicas y 68 están consideradas dentro de alguna categoría de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (CONABIO, 2013).

### *Aves*

El estado de Chiapas alberga 21 ordenes, 78 familias y 694 especies (con 13 subespecies). Además, existen 38 especies con distribución potencial dentro del estado. Dando un total de 732 especies de aves, de las cuales 216 son especies migratorias latitudinales, dos son endémicas del país, cinco endémicas del estado y 204 están incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Cinco de los 21 ordenes reportados para el estado son los que presentan el mayor número de especies en alguna categoría de riesgo, puntualmente, Passeriformes (aves canoras), Psittaciformes (pericos y loros), Apodiformes (vencejos y colibríes), Falconiformes (águilas y halcones) y Strigiformes (lechuzas y búhos) (CONABIO, 2013).

### *Reptiles*

Chiapas posee una gran riqueza de reptiles, para este estado se tienen reportados tres órdenes, 31 familias, 100 géneros y 221 especies. Dichas especies se distribuyen en distintas regiones fisiográficas. Para la Sierra Madre de Chiapas se tiene reportada la presencia de 118 especies, las Montañas del Norte albergan 101 especies, para la depresión central se han registrado 81 especies, la Planicie Costera del Pacífico cuenta con 79, la Planicie costera del Golfo cuenta con un registro de 67 especies, para las Montañas de Oriente 66 y la Meseta Central alberga 60 especies. Por otra parte, de las 221 especies de reptiles reportadas para Chiapas, tres corresponden a cocodrilos, 16 representadas por tortugas dulceacuícolas y marinas y 202 pertenecen a lagartijas y serpientes. Aunado a esto, 49 de las especies de reptiles registradas para el estado son endémicas de México y 19 son endémicas de Chiapas, y el 45.2% del total de especies, se encuentran en alguna categoría de protección dentro de la Norma oficial Mexicana, NOM-059-SEMARNAT-2010 (CONABIO, 2013)..

### *Anfibios*

A nivel nacional, Chiapas ocupa la segunda posición en cuanto a riqueza de especies de anfibios. En el estado, este grupo cuenta con tres órdenes, 12 familias, 35 géneros y 109 especies, lo que equivale al 29% de la riqueza total de anfibios reportada para México. La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) considera a 15 de estas especies en situación de peligro crítico, 19 en peligro, 16 como vulnerables y 17 especies son endémicas. Asimismo, la NOM-059-SEMARNAT-2010 señala 38 especies bajo protección especial, cinco especies amenazadas y la salamandra *Ixalotriton niger* está considerada en peligro de extinción (CONABIO, 2013).

### *Peces*

En el estado de Chiapas se estima que existen 410 especies. Sólo en la zona continental de Chiapas (lagunas de agua dulce y ríos) se tienen registradas 262 especies, que incluyen a dos órdenes, que a su vez cuentan con dos familias de elasmobranquios (rayas y tiburones) y 21 órdenes con 57 familias de peces óseos, 10 de ellas son de especies exóticas y nueve son endémicas de las cuencas hidrológicas de Chiapas. Las familias Cichlidae, Poeciliidae Carangidae Sciaenidae y Ariidae albergan el 43% de las especies registradas para el estado con 39, 27, 17, 17 y 13 especies respectivamente. Por otra parte, del total de especies reportadas, 30 son endémicas para el estado y más del 50% de estos endemismos (17 especies) se encuentra en riesgo de desaparecer según la NOM-059-SEMARNAT-2010 (semarnat, 2010) y la American Fisheries Society, y 84 especies están incluidas en la lista roja de la UICN (CONABIO, 2013).

### *Insectos*

Para el estado Chiapas se estima la existencia de 20 órdenes de insectos, 110 familias, alrededor de 2,500 géneros y 4,533 especies. Cabe mencionar que, pese a que el número de especies reportadas es relativamente alto, varios órdenes no se hallan bien representados en las colecciones estatales (CONABIO, 2013).

Dentro del orden Lepidoptera, existen seis familias y 465 géneros reportados para el estado. Hesperidae es la familia con el mayor número de especies registradas, con 496 especies repartidas en 197 géneros. Por otra parte, Papilionidae es la familia con menor número de especies, con tan sólo 40 especies distribuidas en 10 géneros. Cabe señalar que este orden, en comparación con otros órdenes de insectos, se encuentra bien documentado y catalogado para el estado de Chiapas (León-Cortés *et al.*, 2013).

En el estado de Chiapas, los coleópteros (Coleoptera) son un orden bien registrado y se conocen 1,152 especies. El estado sustenta el primer lugar a nivel nacional en

diversidad del grupo Scarabaeoidea con 596 especies y alberga a cerca del 35% de la diversidad de escarabajos en el país (Gómez y Gómez, 2013).

La fauna de dípteros (moscas y mosquitos) en Chiapas está representada por cerca de 1000 especies. A nivel nacional, cuenta con 46.5% de las especies de Culicidae (mosquitos), 40% de las especies de Simuliidae (moscas negras) y 27.3% de las especies de Ceratopogonidae (chaquistes), del total de especies conocidas en México. En la reserva de la biósfera “El Triunfo”, ubicada en la parte central de la Sierra Madre de Chiapas, las familias de mayor importancia por el número de géneros encontrados son Apidae, Halictidae, Megachilidae, Colletidae y Andrenidae (Ibáñez-Bernal, 2013).

En México el orden Ephemeroptera está formado por 138 especies. Chiapas con el 25% de las especies registradas y 43% de los géneros, es el estado con el mayor número de especies de efímeras en México. Así bien, los efemerópteros en Chiapas se componen de cinco subórdenes, dos superfamilias, seis familias, 19 géneros y 35 especies (Chamé-Vázquez, 2013).

Dentro del orden Megaloptera, para Chiapas se tienen registradas nueve especies, ocho pertenecientes a la familia Corydalidae subfamilia Corydalinae y una de la familia Sialidae. Pese a que el número de especies reportadas en el estado parece bajo, éstas constituyen cerca del 70% de las especies registradas en México (CONABIO, 2013).

### *Arácnidos*

Para el estado de Chiapas se tienen reportadas dentro de la clase Arachnida a 51 familias, 211 géneros y 487 especies, lo cual corresponde a 78.5% de las familias, 50.1% de los géneros y 22.6% de las especies registradas en el país. Las familias con mayor riqueza de especies son Araneidae con 105, Theridiidae con 101 y Salticidae con 56, que en conjunto representan más del 50% de las especies de Chiapas. Con respecto a los opiliones (arañas patonas), Chiapas alberga 52

especies, que representan 19% del total nacional, siendo así el estado con mayor número de especies conocidas. Además, 25 especies son endémicas del estado y 12 son endémicas de México (Ibarra-Núñez *et al.*, 2013).

#### *Moluscos terrestres*

En Chiapas los moluscos terrestres (caracoles y babosas) están representados por 22 familias y 111 especies, que representa cerca del 9.3% de la fauna de moluscos reportada en el país. Es importante mencionar, que el caracol terrestre perteneciente al género *Semiconchula*, representa una nueva línea evolutiva dentro de la familia de caracoles terrestres *Xanthonychidae* y es endémico del estado de Chiapas (Naranjo-García y Avendaño-Gil, 2013).

#### Hongos

Respecto a los hongos, se calcula que el inventario de este grupo para el estado de Chiapas tardará muchos años para estar completo, ya que se estima que la diversidad de este grupo en el estado ronda las 49,000 especies, y a la fecha sólo se tienen reportadas 611 especies para toda la entidad, las cuales están distribuidas en 32 órdenes y 85 familias, esto quiere decir, que únicamente se conoce el 1.2% del total de las especies de hongos estimadas para Chiapas. La representatividad de las especies del estado está dada de la siguiente manera: hongos mitospóricos (imperfectos) 8.2%, basidiomicetos 69.5% y ascomicetos 22.3%. Dentro del grupo de los macromicetos, en Chiapas se han descrito 27 nuevas especies para la ciencia, lo que representa el 7.2% de las especies conocidas en el estado. Actualmente, se calcula que sólo se conoce el 5% del total de los hongos existentes en la Tierra y que este porcentaje podría ser considerablemente menor en las regiones tropicales. Asimismo, el conocimiento sobre levaduras en el estado de Chiapas es reducido, ya que sólo se tiene la referencia de cinco trabajos en los que se han estudiado a estos organismos (Ruan-Soto *et al.*, 2013).

### *Actividades socio-económicas*

La estructura económica del estado de Chiapas, basa su sistema en las actividades terciarias, es decir, su principal fuente de ingresos se deriva del comercio, turismo y servicios (Figura 12).

Más de dos terceras partes de la economía provienen de estas actividades, mientras que la parte restante se divide entre las del sector primario y secundario. El sector primario comprende la producción agrícola, ganadera, forestal y pesquera y genera el 9% de la economía.

La participación del sector primario representa menos del 5% de la producción bruta total nacional. Las actividades del sector secundario generan 25% de la producción, principalmente debido a la participación de las manufacturas y la minería en la economía. Por lo que se refiere al sector terciario presentan una muy alta participación en la economía estatal, en total las actividades terciarias contribuyen con el 66%. Las remesas de dinero que se reciben del exterior son una fuente importante de ingresos para Chiapas, ubicándolo en el lugar 15 de las entidades federativas, con una participación del total nacional de 2.5%. El porcentaje del producto interno bruto por actividad en el estado se muestra en la Tabla 8.

Para el primer trimestre de 2013, la Población Económicamente Activa (PEA) estimada en el estado alcanzó 56% del total de personas de 14 años y más, dentro de esta se ubica la Población Económicamente Activa Ocupada (PEAO) con 1'897,210 personas; de ellas 39% se ubicó en el sector primario, 14% en el secundario y 46% en el terciario.

Dentro de la PEAO, la participación por género refleja una diferencia, de cada 100 personas ocupadas, 71 son hombres y 29 mujeres.

La tasa de desocupación en la entidad es de 2.5, menor al promedio nacional que es de 4.9; sin embargo, si a esta tasa se agregan los desocupados parcialmente, se incrementa a 10.6 para Chiapas y 15.8 a nivel nacional.



**Figura 12.** Porcentaje de las principales actividades económicas del estado de Chiapas. Fuente: Secretaría de Economía, 2014.

**Tabla 8.** Principales sectores de actividad del estado de Chiapas y su porcentaje del PIB.

Sector de actividad económica	Porcentaje de aportación al PIB estatal (año 2014)
Actividades primarias	6.86
Actividades secundarias	26.36
Actividades terciarias	66.77
Total	100

### 7.1.1.3 Contexto local

El Área contractual Malva se encuentra ubicada en el estado de Chiapas, entre los municipios de Pichucalco y Sunuapan, los cuales cuentan con 74 y 13 localidades



respectivamente, los cuales ocupan el 0.92% de la superficie del estado. El municipio de Pichucalco se encuentra entre los paralelos 17°19' y 17° 42' de latitud norte; los meridianos 93° 00' y 93° 25' de longitud oeste, su altitud va de los 0 a 1300m. Colinda al norte con el municipio de Juárez, al este con el estado de Tabasco y los municipios de Ixtapangajoya e Ixtacomitán; al sur con los municipios de Ixtacomitán, Chapultenango, Francisco León, Ostuacán y Sunuapa; al oeste con los municipios de Sunuapa, Ostuacán y el estado de Tabasco (Figura 13).

El municipio de Sunuapa se encuentra entre los paralelos 17°25' y 17°33' de latitud norte; los meridianos 93°11' y 93°19' de longitud oeste y consta de una altitud de 0 a 900 m. Su extensión territorial es de 597.21 km<sup>2</sup>. Colinda al norte y este con el municipio de Pichucalco; al sur y oeste con los municipios de Ostuacán y Pichucalco (Figura 13).

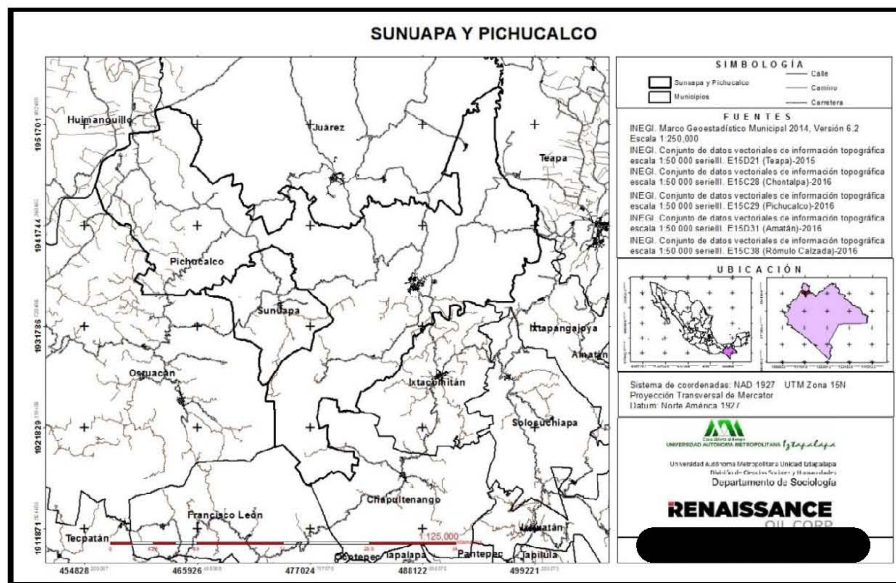


Figura 13. Municipios de Pichucalco y Sunuapa



El campo malva se encuentra dentro de la provincia fisiográfica de Llanuras y Pnatanos Tabasqueños y Sierras del Norte de Chiapas (Figura 15)

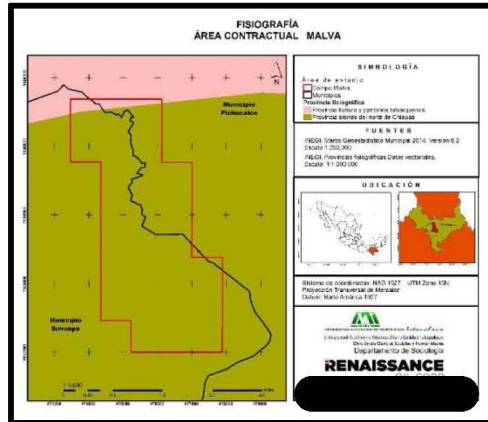


Figura 15. Provincias fisiográficas a la que pertenece Campo Malva

Altitud

La altura del municipio de Sunuapa va de los 0 a 900m, mientras que para el municipio de pichucalco es de 0 a 1 300m (Figura 16)

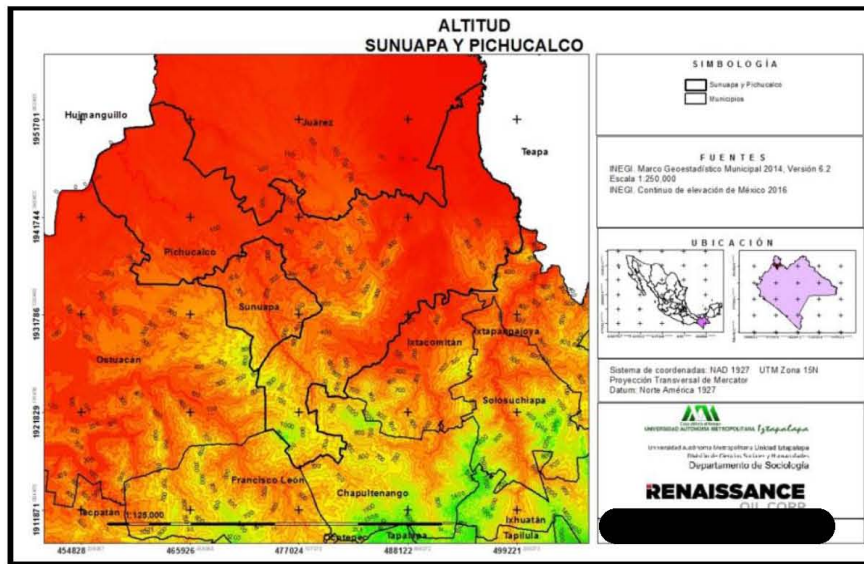
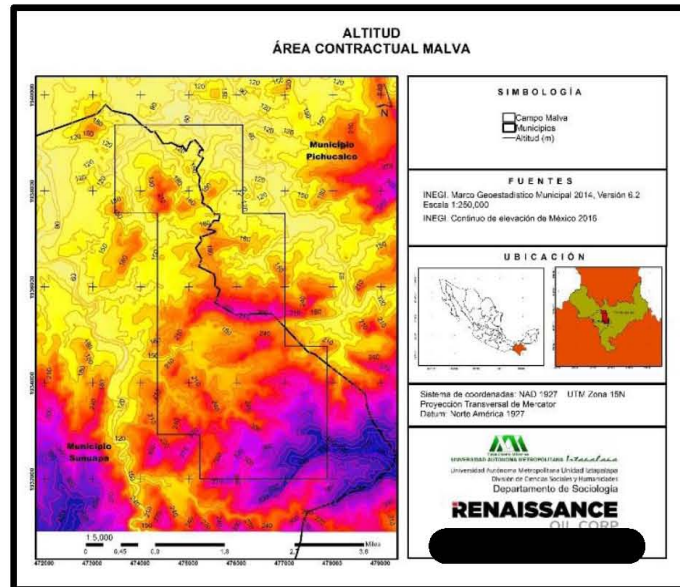


Figura 16. Altitud de los municipios de Sunuapa y Pichucalco

La altura del relieve del campo Malva es de menos de 20 metros y hasta poco más de 200 metros sobre el nivel del mar (Figura 17).



**Figura 17.** Relieve en el Área Contractual Malva.

### Actividades socio-económicas locales

La actividad socio-económica del municipio de Sunuapa son agricultura y cría de animales (bovino, ovino, caprino y porcino), actividad ganadera (leche de bovino, leche de caprino, huevo para plato, miel y cera de greña), mientras que para el municipio de Pichucalco, las actividades económicas se desarrollan entorno a la ganadería extensiva, cultivos de café, uso de anfibios y reptiles como alimento y comercializados como carne, pieles y otros derivados y tráfico ilegal de animales y plantas tropicales y en el ámbito forestal, destaca la Pesquería de crustáceos, principalmente *Macrobrachium americanum* y *M. carcinus* (CONABIO-a).

#### 7.1.1.4 Identificación de infraestructura existente

##### 7.1.1.4.1 Pozos

El Área Contractual Malva cuenta con cuatro pozos (Tabla 9), de los cuales uno se ellos se encuentra en operación. El Área contractual Malva tiene tres líneas de descarga, de las cuales solo una encuentran operando.

**Tabla 9.** Pozos del Área Contractual Malva

POZO	Coordenadas UTM Zona 15Q	
	X	Y
Malva-83	475773.838	1934237.430
Malva-85	475793.031	1934218.931
Malva-201	475805.996	1934229.979
Malva-401	475092.158	1937410.063

##### 7.1.1.4.2 Ductos

En la actualidad, existen cuatro ductos para transporte de hidrocarburos en el Campo Malva, de los cuales dos se encuentran operación y dos se encuentran en estado de F. O. temporal (Tabla 10)

**Tabla 10.** Ductos del Área Contractual Malva

Ducto	Origen	Destino	Diámetro	Estado	Km inicio	Km final	Longitud (m)
Área Malva	Malva-83	Cabezal malva	4"	F.O. Temporal	0+000	0+107	107
	Malva-85	Cabezal malva	4"	Operación	0+000	0+091	91
	Malva-201	Cabezal malva	4"	F.O. Temporal	0+000	0+070	70

Ducto	Origen	Destino	Diámetro	Estado	Km inicio	Km final	Longitud (m)
	Cabezal malva	Bateria Sunuapa	8"	Operación	0+000	2+223	2,223

## 7.1.2 Medio Abiótico

### 7.1.2.1 Geología y Geomorfología

La geología del municipio de Pichucalco indica que este proviene de los periodos Neógeno (43.56%), Cuaternario (34.44%), Paleógeno (21.18%) y Cretácico (0.47%), está conformado por rocas Ígnea extrusiva: Andesita (9.66%), andesita-brecha volcánica intermedia (5.71%) y brecha volcánica intermedia (0.33%), Sedimentaria: Arenisca (33.90%), lutita-arenisca (21.18%), caliza (0.47%) y conglomerado (0.27%) y el tipo de suelo es Aluvial (26.18%) y palustre (1.95%), con suelos dominantes Luvisol (68.90%), Acrisol (19.75%), Gleysol (6.65%), Regosol (3.77%), Planosol (0.47%) y Arenosol (0.01%). El municipio de Sunuapa deriva del geológico neógeno (85.58%), paleógeno (11.37%) y cuaternario (3.05%), con tipo de roca Ígnea extrusiva: andesita-brecha volcánica intermedia (1.74%), sedimentaria: arenisca (85.58%) y lutita-arenisca (11.37%) y suelo: Aluvial (1.31%), sus suelos dominantes son Acrisol (89.17%) y Luvisol (10.83%) (Figura 18 y Figura 19).

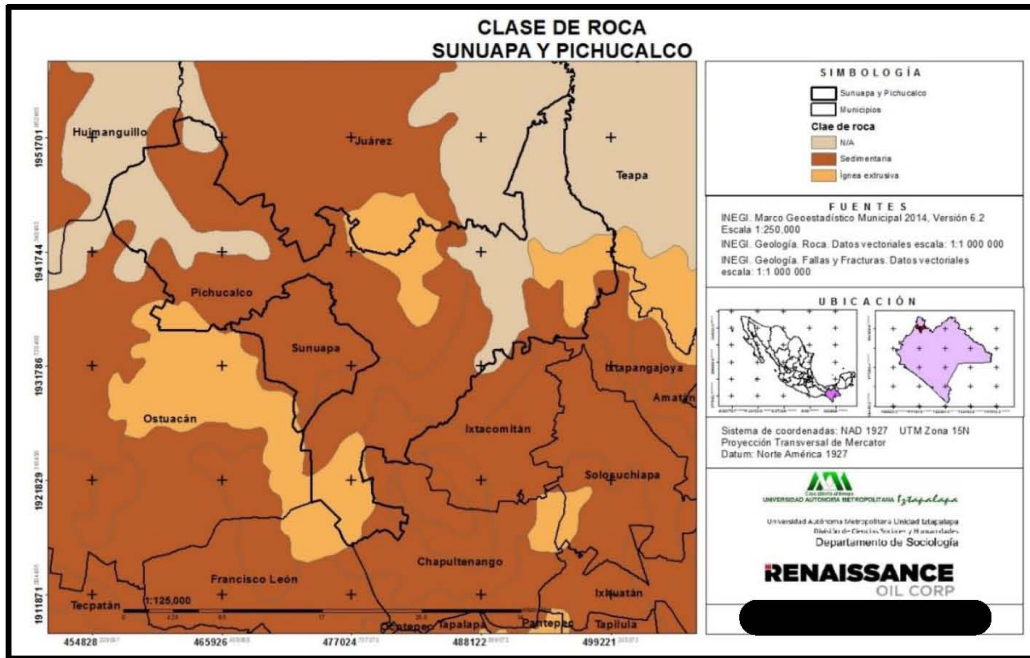


Figura 18. Clase de roca de los Municipios Sunuapa y Pichucalco

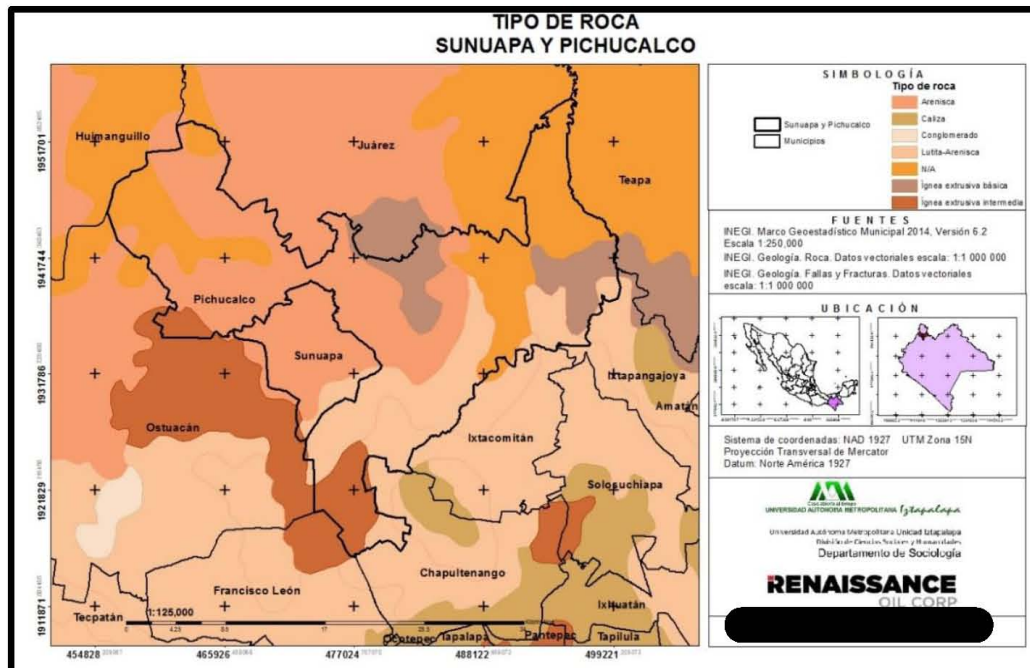


Figura 19. Tipo de roca de los Municipios Sunuapa y Pichucalco.

El campo Malva posee una clase se roca, la cual es sedimentaria, con tipo de roca arenisca y Lutita-Arenisca (Figura 20).

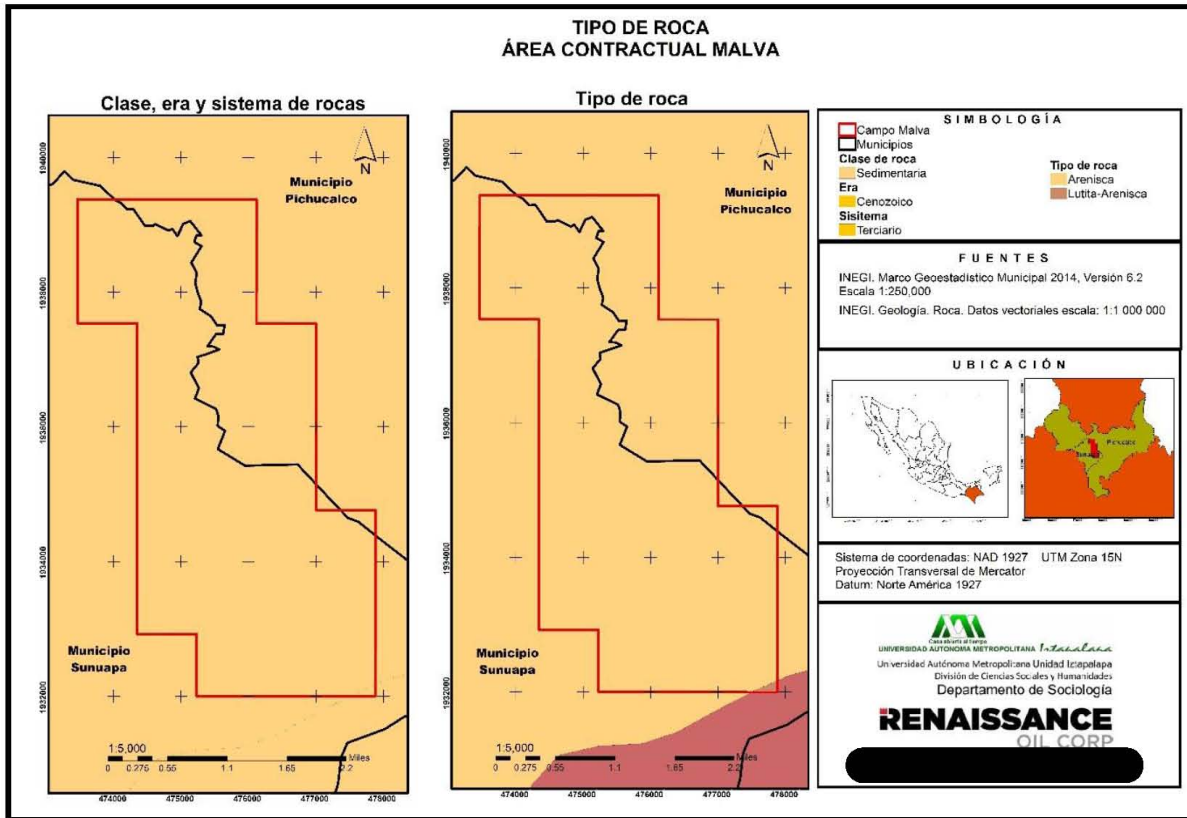


Figura 20. Clase, tipo de roca y era del campo Malva

### Sismicidad

En la región del municipio de Sunuapa se tiene una regionalización en cuanto a sismicidad, con respecto a la escala de Mercalli, con rangos de intensidad que van de I a XII. Dicha escala puntúa los terremotos más en términos de reacciones y observaciones humanas que en términos matemáticos, que en el caso del municipio de Sunuapa, se encuentra dentro de los rangos de baja (I) y media (II) (SGM-SSyPC-PEMEX, 2012a).



La región delimitada como zona de intensidad media, incluye a los poblados localizados en las inmediaciones del Río Platanar, como son Sunuapa que es la cabecera municipal y las rancherías de, Santa Cruz Primera Sección, Esquipulas, Camalote, San Pedro y Cucayo Primera Sección. Se encuentran dentro de la región delimitada como de intensidad baja, las que se localizan en la porción oeste que incluye a las rancherías de Santa Cruz Segunda Sección y La Libertad; y también a las que se encuentran hacia la porción oriente del municipio, que son las rancherías Monterrey, Buenavista y Santa Elena (SGM-SSyPC-PEMEX, 2012a), por lo anterior se estima que la afectación por sismos en la zona no es importante (Figura 21).

El municipio de Pichucalco se encuentran dentro de una zona de peligro sísmico denominada “B” intermedia (Figura 21) según la zonificación de Cenapred, 2003, en donde presentan sismicidad con menor frecuencia o bien, están sujetas a aceleraciones del terreno que no rebasan el 70% g. Se encuentra aproximadamente a 350 km de la trinchera mesoamericana y a 170 km de la costa, en donde ocurre la interacción de placas tectónicas. En cuanto a la información disponible de los epicentros sísmicos del Servicio Sismológico Nacional (SSN, 1990-2003), hasta el momento no se tiene registro de epicentros que se hayan registrado sobre el municipio, sin embargo, en la región norte de Chiapas y sur de Tabasco se han registrado algunos muy aislados que van de magnitudes de 3.6 a 4.7 grados Richter (Figura 21). En la ciudad no se reportan daños por sismos. Debido a que se tiene tres grandes placas tectónicas convergiendo en la zona, la Placa Norteamericana, la de Cocos y la del Caribe, se genera uno régimen de sismicidad muy alto y por otro, existe una importante actividad de tipo volcánico representada en la zona por la cercanía del Volcán Chichónal, donde cuentan con un sistema de monitoreo sismológico, teniendo registrados los microsismos asociados que ocurrieron antes, durante y después de la erupción volcánicas (SGM-SSyPC-PEMEX, 2012b) (Figura 21).

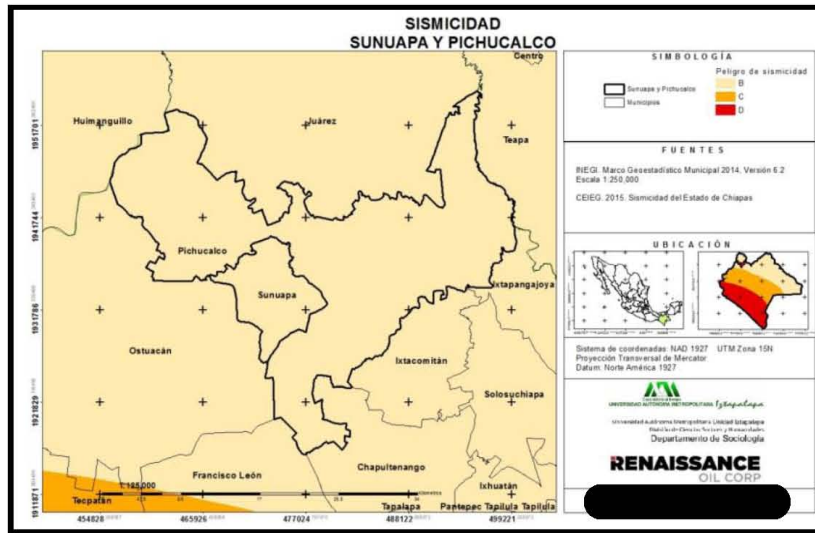


Figura 21. Sismicidad de los municipios Sunuapa y Pichucalco

En particular el campo Malva se encuentra dentro de la región delimitada como de intensidad baja (Figura 22).

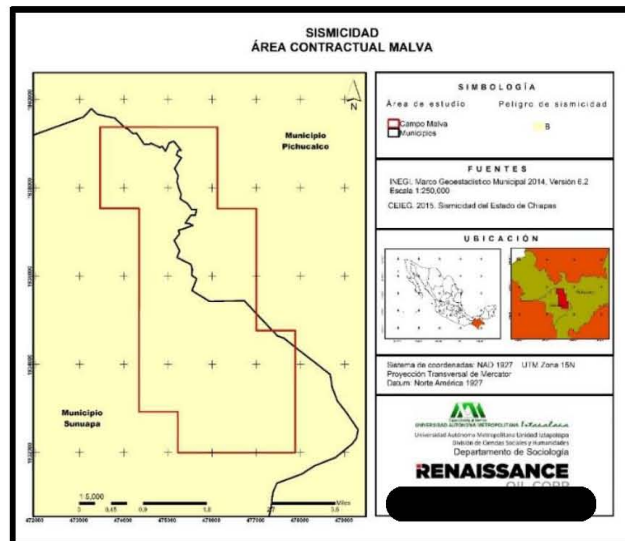


Figura 22. Sismicidad del campo Malva

## Volcanismo

La cabecera municipal de Sunuapa se encuentra a 14.52 Km en línea recta del Volcán Chichonal, el punto más cercano del municipio está a tan solo 7.68 km y el más alejado a 20.8 km en línea recta. Por lo que esta cercanía, representa una alta a muy alta vulnerabilidad para el municipio de Sunuapa. El Volcán Chichonal de tipo estratovolcán, tuvo su última erupción en el año de 1982, es un volcán activo, que se caracterizó por una alternancia compleja entre eventos magmáticos y freatomagmáticos que generaron columnas plinianas, flujos y oleadas piroclásticas, (Scolamacchi y Macias, 2005), así como también gases de SO<sub>2</sub> principalmente. Los materiales de ceniza y pómez fueron de diámetros de 0.2 y 1.5 cm, que se dispersaron sobre un radio de 15 y 20 km, siendo raros los fragmentos de 5 cm de diámetro a una distancia mayor del punto emisor (Silva-Mora, 1983). En sus alrededores se pueden observar unidades sedimentarias calcáreas y epiclasticas de edades que corresponden al Cretácico, mientras que las segundas varían del Paleoceno al Mioceno, además en la región existen, derrames andesíticos y tobas aglomeráticas muy intemperizadas, evidencia de varias etapas de actividad volcánica, las más antiguas parecen estar relacionadas con las fallas de desplazamiento lateral situadas al sur del volcán (Canul-Dzul *et al.*, 1983). Los estudios realizados hasta la fecha indican que, el Volcán Chichonal tiene una tasa de erupción muy alta: la probabilidad que ocurra otra erupción dentro de los siguientes 100 años es de 22% (Rouwet, 2000) (Figura 23).

En la Figura 23, se observa que el peligro volcánico dentro del municipio de Pichucalco es de grado bajo a muy alto. Se determinó que la parte Centro Sur del municipio, el peligro es muy alto dentro de un radio de 12 km, donde se ubican las siguientes localidades: Caimba, Cucayo, Nicapa, El Paraíso, El Sacrificio, Samba (El Azufre), San Carlos y Santa Inés. El riesgo medio tiene un radio de 20 km, abarcando todo la parte meridional y central de Pichucalco y las localidades más afectadas son Nicapa, Camoapa (primera y segunda sección) y Tectuapán. Estas

localidades tienen la mayor concentración de población (SGM-SSyPC-PEMEX, 2012b).

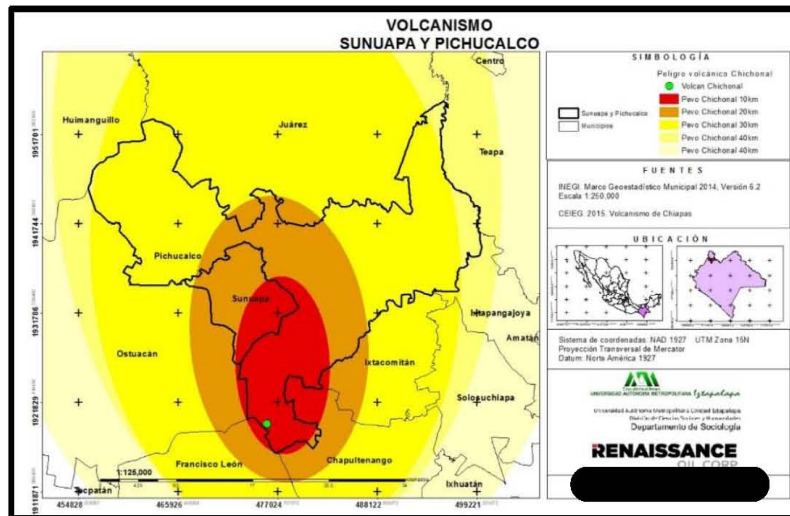


Figura 23. Volcanismo de los municipios Sunuapa y Pichucalco

El campo Malva se encuentra entre riesgo alto y medio de peligro volcánico, a una distancia de 10 y 20km del volcán Chichonal (Figura 24)

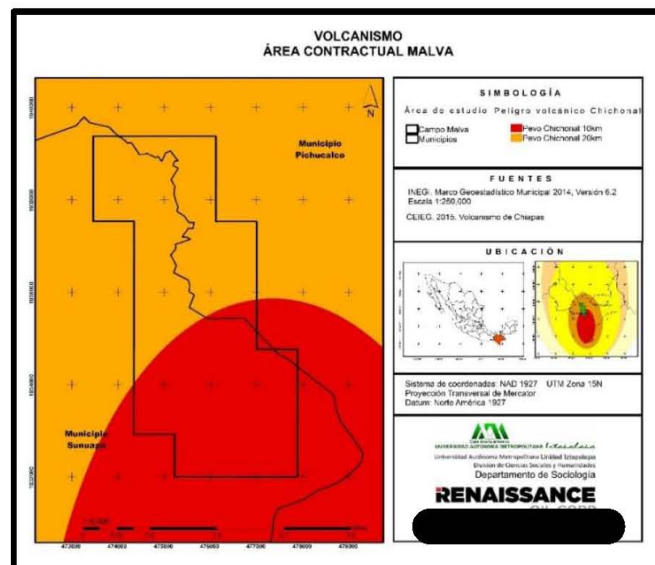


Figura 24. Volcanismo campo Malva

### 7.1.2.2 Clima y meteorología

#### 7.1.2.2.1 Clima

Las estaciones meteorológicas más cercanas a el área contractual Malva son Ixtacomitan, Ixtacomitán (7082), Solosuchiapan (7217), Pichucalco SMN (7128), Pichucalco DGE (7193), Mezcalapa, Huimanguillo (27032) y Sayula, Ostucan (7158) (IMTA, 1996).

El rango de temperatura del clima en el municipio de Sunuapa es de 22 a 26°C, con un rango de precipitación de 3 500 a 4 500mm y un clima calido húmedo con lluvias todo el año (100%), en el caso del municipio de Pichucalco, el rango de temperatura anual es de 20 a 28°C, con precipitaciones que van de los 2 500 a 4 500mm y un clima cálido húmedo con lluvias todo el año (100%) (INEGI-c; INEGI-d) (Figura 25).

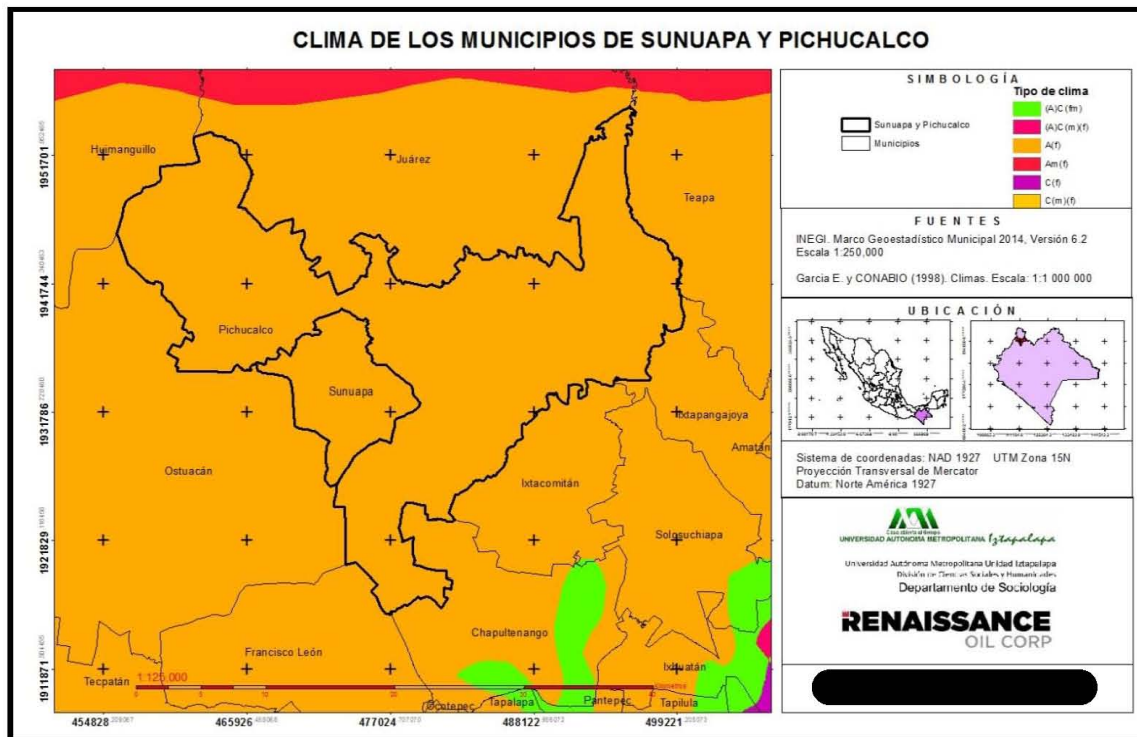


Figura 25. Clima de los municipios Sunuapa y Pichucalco.

En particular el clima del campo Malva es cálido húmedo con lluvias todo el año (Figura 26).

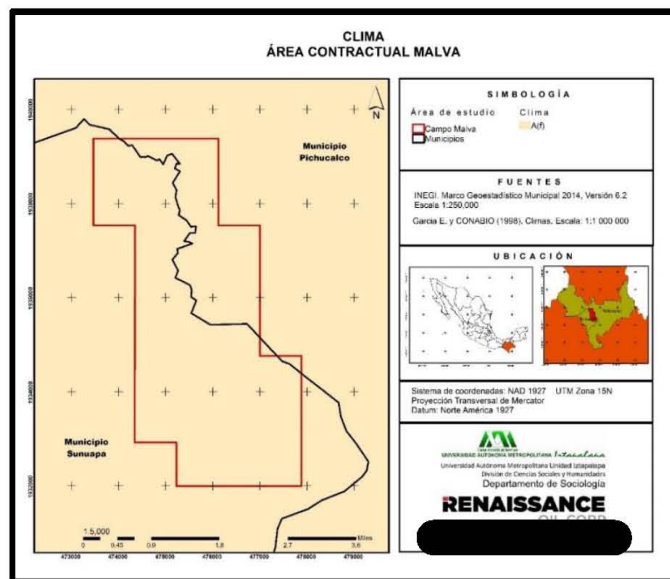


Figura 26. Clima del campo Malva.

#### 7.1.2.2.1 Temperatura media anual y mensual

En la Tabla 11 se describe el comportamiento normal de la temperatura de un periodo de 1981 a 2010. Datos tomados de la estación meteorológica 7193 Pichucalco (DGE)

Tabla 11. Temperatura (°C) promedio mensual registrada para la región del Área Contractual Malva.

Mes	Promedio (°C)	Mínima (°C)	Máxima (°C)
Enero	21.4	16	26.8
Febrero	22.1	16.4	27.8
Marzo	23.5	17.2	29.8
Abril	26.2	19.9	32.4
Mayo	26.9	21.2	32.7
Junio	26.4	20.6	32.2
Julio	26.1	20.5	31.7

Mes	Promedio (°C)	Mínima (°C)	Máxima (°C)
Agosto	26.1	21.0	31.1
Septiembre	26.1	21.3	31.0
Octubre	24.4	19.3	29.6
Noviembre	23.4	18.1	28.6
Diciembre	21.9	16.3	27.6
Anual	24.5	19.0	30.1

#### 7.1.2.2.2 Precipitación media anual y mensual

Los promedios mensuales máximos y mínimos se muestran en la Tabla 12 los cuales corresponden a al periodo de 1981 a 2010. Datos tomados de la estación meteorológica 7193 Pichucalco (DGE)

**Tabla 12.** Precipitación (mm) promedio mensual registrada para la zonz del Área Contractual Malva.

Mes	Promedio (mm)	Mínima (mm)	Máxima (mm)
Enero	345.3	Sin registro	731.0
Febrero	296.3	Sin registro	588.5
Marzo	174.8	Sin registro	311.6
Abril	166.1	Sin registro	428.2
Mayo	173.3	Sin registro	434.4
Junio	390.7	Sin registro	949.9
Julio	356.4	Sin registro	737.7
Agosto	470.1	Sin registro	939.1
Septiembre	589.5	Sin registro	1,080.5
Octubre	514	Sin registro	1,103.8
Noviembre	354.8	Sin registro	723.4
Diciembre	295.8	Sin registro	776.8
Anual	4,127.1	Sin registro	---

#### 7.1.2.2.3 Días con lluvias

El promedio de días con lluvias se muestra en la Tabla 13. Datos tomados de la estación meteorológica 7193 Pichucalco (DGE)

**Tabla 13.** Promedio de días con lluvia para la región donde se encuentra el Área Contractual Malva.

Mes	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Días con Lluvia	9.8	8.4	6.0	5.0	5.4	12.1	13.5	15.4	17.3	14.1	10.4	5.8

#### 7.1.2.2.4 Niebla

En la Tabla 14 se muestra el porcentaje de niebla mensual en las regiones donde se encuentra el Campo Malva. Datos tomados de la estación meteorológica 7193 Pichucalco (DGE)

**Tabla 14.** Porcentaje de días con niebla para la región donde se encuentra el Área Contractual Malva.

Mes	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Niebla	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0

#### 7.1.2.2.5 Granizo

En la Tabla 15 se presenta el porcentaje de granizo mensual. Datos tomados de la estación meteorológica 7193 Pichucalco (DGE)

**Tabla 15.** Porcentaje de días con granizo para la región donde se encuentra el Área Contractual Malva

Mes	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Granizo	0	0	0	0	0.1	0	0.2	0.4	0	0.1	0	0

#### 7.1.2.2.6 Tormentas Eléctricas

En la Tabla 16 se muestra el porcentaje mensual de tormentas eléctricas. Datos tomados de la estación meteorológica 7193 Pichucalco (DGE)



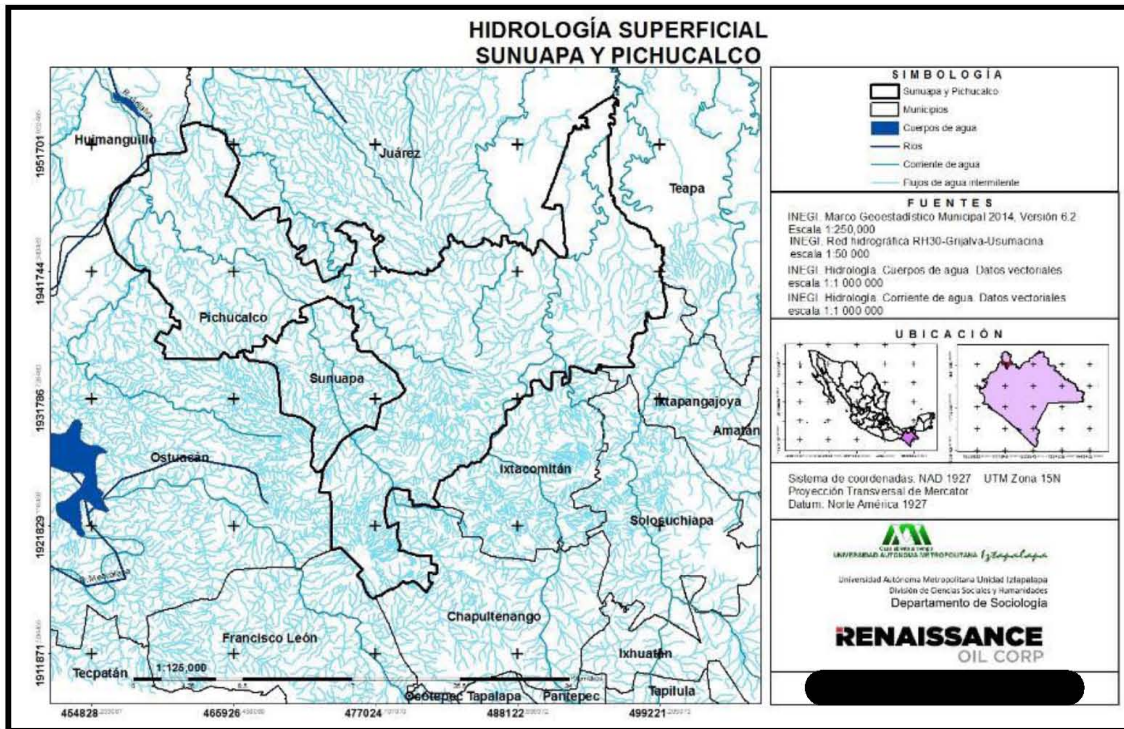
**Tabla 16.** Porcentaje de Tormentas Eléctricas para la región donde se encuentra el Área Contractual Malva

Mes	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tormentas Eléctricas	0	0	0	0	0.4	0.4	0.4	1.0	0.5	0.2	0.2	0

### 7.1.2.3 Hidrología superficial y subterránea

#### 7.1.2.3.1 Hidrología superficial

El municipio de Pichucalco se encuentra inmerso en la región hidrológica Grijalva-Usumacinta, dentro de la cuenca R. Grijalva – Villahermosa, subcuenca R. Pichucalco, R. Platanar, R. Paredón, R. Zayula y R. Mezcalapa. Las corrientes de agua existentes son en su mayoría intermitentes (Arroyo Prieto, Chotal, Mona Chica, Santa Ana, San Pedro, Platanar y Perennes), al igual que Pichucalco, el municipio de Sunuapa, se encuentra dentro de la región hidrológica Grijalva- Usumacinta, cuenca R. Grijalva – Villahermosa, aunque pertenece a menos subcuencas, las cuales son R. Platanar, R. Paredón y R. Pichucalco, las corrientes de agua en este municipio son perenes (Platanar, Guayna, Lajas e intermitentes), también cuentan con corrientes intermitentes de bajo orden (INEGI-c; INEGI-d) (Figura 27).



**Figura 27.** Hidrología de los municipios de Sunuapa y Pichucalco. En particular en el campo Malva cuenta con corrientes de agua temporales

### *Funetes de abastecimiento*

El municipio de Sunuapa es abastecido por el arroyo blanco, este disminuye su caudal a un 50% en temporada de sequía el cual se considera insuficiente para el abasto de la Cabecera del Municipio

### *Obras de Captación*

Es una represa de mampostería con muro de retención de 10 metros de longitud medidas de 6 metros lineales y 2 metros de longitud a cada lado en ángulo de 125° , con tubo de demasías y de limpieza ambos de 4" de diámetro contando con una salida de tubo de 4" con caja de operación de válvulas y válvula de seccionamiento tipo compuerta de 4" de diámetro que descarga a una caja colectora que se conecta su salida a la caja de operación de válvulas con 2 válvulas de seccionamiento de 4"

que se interconecta a las líneas de conducción, esta no cuenta con un tanquesedimentador para que el caudal sin sedimentación las líneas de conducción con tubería de 3" y 2" de fierro galvanizado y tramo de PVC, de 8km, hasta la descarga del tanque de distribución.

#### *Red de distribución de agua*

La red se encuentra dividida en dos secciones la cual cuenta con válvulas de control de distribución, por lo que el servicio de abasto es por sectores de la Cabecera Municipal.

#### 7.1.2.3.2 Hidrología Subterránea

El acuífero Reforma se localiza en la porción norte del estado de Chiapas y cubre una superficie de 4017 km<sup>2</sup>, que representa cerca del 5.44% del territorio estatal, el acuífero se encuentra en los municipios de Ocoatepec, Tecpatán, Chapultenango, Ixtacomitán, Ostucán, Sunuapa, Pichucalco, Estación Juárez y Reforma, Chiapas; los dos primeros son cubiertos en forma parcial y el resto en forma total. Las poblaciones principales que se encuentran dentro del perímetro del acuífero son: Reforma, Pichucalco y Juárez. El cuerpo que almacena el agua subterránea, está formado fundamentalmente por sedimentos granulares, principalmente arena de grano fino, En los trabajos previos realizados en esta zona, se encontró que entre los depósitos granulares que constituyen esta región se localizan dos acuíferos. El primero está evidenciado por un gran número de norias que en su mayoría son explotados manualmente, ya que el agua se encuentra almacenada en los horizontes arenosos del cuaternario, y ha sido denominado acuífero superior. El segundo es denominado acuífero inferior, del que se está explotando el agua contenida en sedimentos arcillosos del terciario; debido a sus características, este acuífero se considera del tipo semiconfinado, el cual está delimitado por estratos de baja permeabilidad (CONAGUA 2015).

La profundidad del acuífero a nivel estático se encuentra alrededor de los 10 m, mientras que para los datos obtenidos de pozos se tienen profundidades que varían entre 25 y 60 m, y caudales de 50 a 120 lps (CONAGUA 2015).

El aprovechamiento de este acuífero según la conagua es de 108 tipos de aprovechamientos. Del total de aprovechamientos, 70 corresponden a uso industrial con un volumen de 72.003 Mm<sup>3</sup> /año; 24 son de servicio público urbano, con un volumen de 1.1 Mm<sup>3</sup> /año; 1 de uso agrícola, 1 de uso doméstico, 10 de uso pecuario y 2 de servicios, con un volumen global de 0.370 Mm<sup>3</sup> /año (CONAGUA 2015).

#### *Entradas al acuífero*

La recarga total esta constituida por la recarga natural y la recarga incidental o inducida por la aplicación de agua en las actividades humanas, tanto de origen superficial como subterránea. El volumen total de entradas al acuífero asciende a 2968.9 Mm<sup>3</sup>/año (CONAGUA 2015).

#### *Recarga natural*

La recarga natural del Acuífero Reforma, es del orden de 2968.87 Mm<sup>3</sup> /año; la cual básicamente comprende la infiltración por precipitación de la lluvia y la infiltración por corrientes; las entradas horizontales por flujo subterráneo, no se consideraron debido a que no se cuenta con información hidrogeológica y piezométrica (CONAGUA 2015).

#### *Recarga inducida*

La recarga inducida, producto de los retornos de riego, es del orden de 0.03 Mm<sup>3</sup> /año; de los cuales, el 99.5% corresponden a la demanda de aguas superficiales y el 0.5% a la demanda de aguas subterráneas (CONAGUA 2015).

## Salidas de acuíferos

### Evapotranspiración

La salida por evapotranspiración se estimó en 290.409 Mm<sup>3</sup> /año; considerando la profundidad de los niveles estáticos de la región entre 6 y 15 m, y aplicando un porcentaje del 5% de la evapotranspiración potencial media anual (CONAGUA 2015).

Descargas naturales Para la estimación de la descarga natural del acuífero, se consideró la descarga por corrientes durante la temporada de estiaje, la demanda superficial y el uso consuntivo por vegetación nativa; este último, aplicándose un porcentaje del 50% de la evapotranspiración estimada en la región. El volumen por descarga natural es del orden de 2604.98 Mm<sup>3</sup> /año; de los cuales, 2459.78 Mm<sup>3</sup> /año, corresponde a la descarga por corrientes que drenan la superficie del acuífero y 145.20 Mm<sup>3</sup> /año a salidas por flujo horizontal (CONAGUA 2015).

### Bombeo

La extracción de aguas subterráneas por bombeo, a través de 108 aprovechamientos, es del orden de 73.473 Mm<sup>3</sup> /año; de los cuales, el 98% corresponde al sector industrial y el 2% restante a los demás usos (CONAGUA 2015).

En la Tabla 17 se resume las entradas y salidas del acuífero Reforma.

**Tabla 17.** Balance de acuífero Reforma

<b>Área total del acuífero</b>		<b>KM2</b>	<b>4017</b>
<b>Recarga total</b>			
	Área del valle	KM2	1490
	Coefficiente		

<b>Área total del acuífero</b>			<b>KM2</b>	<b>4017</b>
<b>Recarga total</b>				
		Precipitación	mm	3213
Recarga natural por lluvia				
Entradas naturales				
Total de recarga natural			mm3/año	2968.9
	Público urbano			
Recarga inducida P.U.				
	Agrícola más otros			
Recarga inducida agrícola			mm3/año	0.03
RECARGA TOTAL			mm3/año	2968.87
Salidas horizontales			mm3/año	145.2
Caudal base			mm3/año	2459.78
Evapotranspiración			mm3/año	290.409
	Extracción total		mm3/año	73.473
	Manantiales comprometidos			
	Industrial		mm3/año	72.003
	Público-Urbano		mm3/año	1.1
	Restantes		mm3/año	0.37
DESCARGA TOTAL			mm3/año	2968.87
Cambio de almacenamiento			mm3/año	0

#### 7.1.2.4 Calidad del aire

En la biosfera se encuentran interacciones en varias fases, una de ellas es la fase atmosférica, en condiciones normales el aire puro es una mezcla gaseosa compuesta por un 78% de nitrógeno, 21% de oxígeno, y 1% de diferentes compuestos tales como el arón, el dióxido de carbono y el ozono. Cuando estas condiciones se ven alteradas se presenta un cambio en el equilibrio de estos componentes, lo cual altera las propiedades físicas y químicas del aire, produciéndose lo que conocemos por contaminación atmosférica.

**Bióxido de azufre (SO<sub>2</sub>).**- Importante contaminante primario. Es un gas incoloro y no inflamable, de olor fuerte e irritante. Su vida media en la atmósfera es corta, de unos 2 a 4 días. Casi la mitad vuelve a depositarse en la superficie húmeda o seca y el resto se convierte en iones sulfato.

En conjunto, más de la mitad del SO<sub>2</sub> que llega a la atmósfera es emitido por actividades humanas, sobre todo por la combustión de carbón y petróleo y por la metalurgia. Otra fuente muy importante es la oxidación del H<sub>2</sub>S. En la naturaleza, es emitido en la actividad volcánica. En algunas áreas industrializadas hasta el 90% del SO<sub>2</sub> emitido a la atmósfera procede de las actividades humanas, aunque en los últimos años está disminuyendo su emisión en muchos lugares gracias a las medidas adoptadas.

**Óxido nítrico (NO).**- En la troposfera es inerte y su vida media es de unos 170 años. Va desapareciendo en la estratosfera en reacciones fotoquímicas que pueden tener influencia en la destrucción de la capa de ozono. También tiene efecto invernadero.

Procede fundamentalmente de emisiones naturales (procesos microbiológicos en el suelo y en los océanos) y menos de actividades agrícolas y ganaderas (alrededor del 10% del total).

**Bióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>).**- El bióxido de Nitrógeno forma parte de los contaminantes gaseosos que se producen como consecuencia del tráfico rodeado y de otros procesos de quema de combustibles fósiles. Su presencia en el aire contribuye a la formación y modificación de otros contaminantes del aire tales como el ozono y las partículas en suspensión, así como a la aparición de la lluvia ácida (WHO, 2003).

**Óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>).**- Los óxidos de nitrógeno son el nítrico (NO), el dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O).

El óxido nítrico (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO) se suelen considerar en conjunto con la denominación de NO<sub>x</sub>. Son contaminantes primarios de mucha trascendencia en los problemas de contaminación.

El emitido en más cantidad es el óxido nítrico, pero sufre una rápida oxidación a dióxido de nitrógeno, siendo este el que predomina en la atmósfera. Los óxidos de nitrógeno tienen una vida corta y se oxidan rápidamente a nitrato (NO<sub>3</sub>) en forma de aerosol o a ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>). Tiene una gran trascendencia en la formación del smog fotoquímico, del nitrato de peroxiacetilo (PAN) e influye en las reacciones de formación y destrucción del ozono, tanto troposférico como estratosférico, así como en el fenómeno de la lluvia ácida. En concentraciones altas produce daños a la salud y a las plantas y corroe tejidos y materiales diversos.

**Ozono (O<sub>3</sub>).**- El ozono es una forma de oxígeno que se encuentra de manera natural en la estratosfera y que actúa como capa protectora de la Tierra frente a los efectos adversos de la radiación ultravioleta sobre la salud y el medioambiente.

En la troposfera, el ozono actúa como oxidante químico y es un componente principal del smog fotoquímico. El ozono puede afectar seriamente al sistema respiratorio humano (WHO, 2003).



**Óxido de carbono (CO)** .- Incluyen el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y el monóxido de carbono (CO). Los dos son contaminantes primarios.

**Dióxido de carbono.-** Es un gas sin color, olor ni sabor que se encuentra presente en la atmósfera de forma natural. No es tóxico. Desempeña un importante papel en el ciclo del carbono en la naturaleza y enormes cantidades, del orden de 1,012 toneladas, pasan por el ciclo natural del carbono, en el proceso de fotosíntesis.

Dada su presencia natural en la atmósfera y su falta de toxicidad, no deberíamos considerarlo una sustancia que contamina, pero se dan dos circunstancias que lo hacen un contaminante de gran importancia en la actualidad:

Es un gas que produce un importante efecto de atrapamiento del calor, el llamado efecto invernadero; y su concentración está aumentando en los últimos decenios por la quema de los combustibles fósiles y de grandes extensiones de bosques

Por estos motivos es uno de los gases que más influye en el importante problema ambiental del calentamiento global del planeta y el consiguiente cambio climático.

**Monóxido de carbono (CO).**- Es un gas sin color, olor ni sabor. Es un contaminante primario. Es tóxico porque envenena la sangre impidiendo el transporte de oxígeno. Se combina fuertemente con la hemoglobina de la sangre y reduce drásticamente la capacidad de la sangre de transportar oxígeno. Es responsable de la muerte de muchas personas en minas de carbón, incendios y lugares cerrados (garajes, habitaciones con braseros, etc.). Alrededor del 90% del que existe en la atmósfera se forma de manera natural, en la oxidación de metano (CH<sub>4</sub>) en reacciones fotoquímicas. Se va eliminando por su oxidación a CO<sub>2</sub>.

La actividad humana lo genera en grandes cantidades siendo, después del CO<sub>2</sub>, el contaminante emitido en mayor cantidad a la atmósfera por causas no naturales. Procede, principalmente, de la combustión incompleta de la gasolina y el gasoil en los motores de los vehículos.

**Partículas suspendidas (PST).**- Forman una mezcla compleja de materiales, forma y composición, dependiendo fundamentalmente de su origen, El tamaño de las partículas suspendidas varía desde 0.005 hasta 100  $\mu\text{m}$  de diámetro aerodinámicos. Las partículas pueden tener un origen natural (ej. la polinización de las plantas, procesos geológicos e incendios forestales), y también antropogénico (ej. quema de combustible hasta la fertilización de campos agrícolas). Las partículas pueden ser directamente emitidas de la fuente, las llamadas partículas primarias, o bien formarse en la atmósfera cuando en ésta reaccionan algunas sustancias (óxidos de nitrógeno óxidos de azufre, amoniaco, compuestos orgánicos, etc) siendo consideradas partículas secundarias.

#### 7.1.2.5 Erosión

La erosión es un proceso geológico de desgaste natural de suelos, rocas y minerales expuestos en la superficie terrestre que requiere cientos o miles de años para transformar el relieve y es un factor que favorece los deslizamientos, los derrumbes, así como hundimientos (Gracia y Domínguez, 1998). Puede ser causada por procesos hídricos, eólicos, cársticos (disolución de calizas), marinos, glaciales o por la influencia humana (erosión antrópica). Las manifestaciones de la erosión natural no son apreciables a corto plazo, sino hasta que se encuentra en la fase final, cuando ya se ha perdido la mayor parte del suelo útil. Aunque siempre existe este tipo de erosión, ocurre a largo plazo. El equilibrio natural se altera y los procesos de erosión se aceleran debido a la influencia humana, como en el caso de apertura de caminos, desmonte de áreas para cultivo, silvicultura, urbanización, etc.

#### **Sensibilidad a la erosión**

La erosión es un proceso que sucede de forma natural y continua, los suelos son modelados superficialmente a través de los procesos de intemperismo natural del material parental y su deposición localmente o mediante su transportación, hacia

otro sitio, donde la atención no debe ser puesta sobre erosión natural, sino la *erosión acelerada*, inducida por el hombre o por fenómenos naturales extraordinarios.

El detonante más importante para la erosión acelerada es la pérdida de la cobertura vegetal, causada por cambios en el uso del suelo, cambios climáticos a largo plazo o como resultado del intenso sobrepastoreo. La pérdida de la cobertura vegetal expone a los horizontes superficiales, ante la acción del viento y agua y reduce la capacidad y aptitud potencial para la producción primaria, de la vegetación natural, agricultura y ganadería.

El resultado final es una disminución en la aptitud del suelo. La erosión se manifiesta de tres formas:

***Erosión laminar:*** Es la forma más común de erosión y se presenta cuando las partículas de suelo desprotegido son desprendidas por el pisoteo del ganado, erosión eólica o impacto de gotas de lluvia y son transportadas por la escorrentía superficial hacia los sistemas hidrológicos cercanos. La erosión laminar se asocia a un descenso general del nivel de la productividad y aptitud del suelo, dejando numerosos pedestales en aquellos sitios protegidos por la masa de raíces de la vegetación remanente.

***Erosión eólica:*** Es un tipo de erosión menos común, pero su ocurrencia se presenta en lugares después de que la vegetación ha sido eliminada y se desprenden las partículas de los horizontes superficiales del suelo. Los signos tempranos de la erosión eólica comprenden la deposición de partículas de arena alrededor de plantas y micro-rugosidades sobre la superficie de las áreas expuestas. La condición extrema son las dunas, en extensos terrenos de arena con o sin estructura.

***Erosión de cárcavas:*** Este tipo de erosión es la más obvia y dramática demostración de erosión hídrica, aunque en la mayoría de las áreas es realmente menos significativa en términos de la degradación total de la tierra,

en función de la superficie que puede ser afectada. La erosión de cárcavas raramente ocurre sin erosión laminar, y por el contrario, la erosión laminar es la inicio de la erosión en cárcavas. El detonante para el proceso, es la pérdida de vegetación, en áreas donde la micro-topografía recibe una escorrentía superficial concentrada durante las lluvias. La erosión en cárcavas puede ser disparada por la presencia de líneas de escorrentía natural, erosión inicial a lo largo de las marcas del "pie de vaca o terracetas de ganado", sitios destinados a bancos de material, huellas de paso de ganado, cortes y bordes de carreteras. El proceso empieza con "rills o canalillos" y termina con cárcavas de decenas de metros de profundidad.

### *Pichucalco*

El extremo noroeste del municipio de Pichucalco (Ejido Playas, Plutarco Elías Calles, río Platanar, San Carlos, Platanar Abajo, 1ra. Sección), El encanto y Francisco Villa), esta compuesta por lomeríos bajos de pendientes pequeñas y en casos nulas. Debido a la topografía la erosión que se presenta en este lugar es laminar baja a media, en algunos casos en donde las localidades están a orillas de río la erosión es concentrada debido a que no lleva mucha fuerza la corriente (Servicio Geológico Mexicano y Secretaría de Seguridad Pública de Chiapas-PEMEX-a, 2012).

En la parte noreste se encuentran las localidades de Nueva Nicapa, Rancho San José, Blanquillo 2da. Sección y San Joaquín. Este lugar al igual que el anterior se encuentra en una zona totalmente plana. Es utilizada para el cultivo de plátano, aquí el tipo de erosión es antropogénica debido al continuo trabajo del suelo. La erosión laminar es baja a media (Servicio Geológico Mexicano y Secretaría de Seguridad Pública de Chiapas-PEMEX-a, 2012).

La parte Oeste muestra una topografía muy variada con lomeríos bajos a muy altos. Las partes bajas tienen la tendencia a tener una erosión laminar media y

concentrada baja como en las orillas del río Platanar en localidades de Platanar Abajo y Santa Martha. En las partes altas del lugar las pendientes son mas pronunciadas, además de que hay más zonas de deforestación para generar el pasto inducido y así convertir el suelo en uso agrícola-ganadera. Esto se puede constatar en las localidades de Platanar Arriba e Ignacio Zaragoza. Donde hay zonas deforestadas con gran extensión, pudiéndose observar principios de surcos o escalones por la erosión concentrada media a alta, presente en el lugar (Servicio Geológico Mexicano y Secretaría de Seguridad Pública de Chiapas-PEMEX-a, 2012).

En la parte central se ubica la cabecera municipal, la topografía es más pronunciada y escarpada, la erosión más significativa es la antrópica, debido al impacto del hombre que es muy alta, a partir de esta derivan los demás tipos erosiones, determinando que la erosión concentrada es alta (Servicio Geológico Mexicano y Secretaría de Seguridad Pública de Chiapas-PEMEX-a, 2012).

En la parte Este tenemos una topografía de baja a altos lomeríos con pendientes moderadas a escarpados, dentro de esta área se encuentran pocos asentamientos humanos, pero grandes rancherías que se dedican a la ganadería y al negocio de los plátanos como es el rancho el Dólar (Diamante Tres, PM062). En las partes bajas presenta una erosión laminar alta a muy alta en lomeríos bajos, en lomeríos altos presenta una alta erosión antrópica a tal grado que se presenta ya una erosión concentrada (PC050), por medio de escalones y escurrimientos como se presentan en el rancho San Francisco (Servicio Geológico Mexicano y Secretaría de Seguridad Pública de Chiapas-PEMEX-a, 2012).

La parte centro sur es donde se encuentra el mayor índice de erosión laminar concentrada, esto es debido que es una zona de precipitación pluvial muy alta alcanzando los 5000 mm de promedio anual, aunado al tipo de roca que se encuentra en la zona, se fractura con gran facilidad y es muy deleznable (lutitas,

areniscas) (Servicio Geológico Mexicano y Secretaría de Seguridad Pública de Chiapas-PEMEX-a, 2012).

### *Sunuapa*

En el municipio de Sunuapa, cuenta con 3 áreas de erosión provocadas por la continua deforestación y sobrepastoreo. La primera se considera de grado alto y puntualmente muy alto por la combinación de dos tipos de erosión que son la antrópica y la hídrica laminar, y representa el 15% de afectación de la superficie municipal. En una segunda área se presenta la erosión hídrica de grado alto afectando una superficie aproximada de un 80% del municipio y una tercera área de erosión hídrica media, que representa el 5% de superficie de esta jurisdicción (Servicio Geológico Mexicano y Secretaría de Seguridad Pública de Chiapas-PEMEX-b, 2012).

La presencia de erosión en estas 3 áreas es principalmente por la gran deforestación y las características morfología del municipio. La primera área (erosión muy alta) tiene una morfología escarpada con pendientes de 20° a 30° parte sur y noroeste del municipio. La segunda área (erosión alta) con una morfología de lomeríos con pendientes de 8° a 20°. La tercer área (erosión media) con una morfología de lomeríos bajos con pendientes de 4° a 8° parte norte y oeste del municipio (Servicio Geológico Mexicano y Secretaría de Seguridad Pública de Chiapas-PEMEX-b, 2012).

### ***Calculo de la erosión en el Área Contractual Malva***

Según el conjunto de datos vectoriales “Perfiles de suelos” del INEGI escala 1:1000000 en el Área Contractual Malva presenta los tipos de suelo/subsuelo: Cambisol vértico y Acrisol húmico.

Debido a que la erosionabilidad del suelo (K) se obtiene mediante valores basados en el tipo de suelo y textura, se determinó su valor en 0.079 para el Cambisol vértico, y en 0.02 para el Acrisol húmico.

Utilizando las curvas de nivel, se estableció el punto con la altura máxima y la altura mínima, así como la distancia entre estos puntos. El resumen de estos datos se muestra en la Tabla 18.

**Tabla 18.** Altura máxima, mínima y distancia entre los puntos de los tipos de suelo/subsuelo encontrados en el Área Contractual Malva.

Malva							
				WGS84 en decimales			
NOM_SUE1	NOM_SUB1	CLA_TEX	Altitud (m)		Long	Lat	Distancia entre puntos (metros)
Cambisol	vértico	Media	Mínima	26	-93.19378292	17.69070759	7,214.729382
			Máxima	104	-93.18365744	17.62535925	
Acrisol	húmico	Media	Mínima	79	-93.2170042	17.5201137	4,498.555272
			Máxima	501	-93.2083602	17.4804007	

Para el cálculo de la Erosividad de la lluvia (R), se consideró que el Área Contractual se encuentra dentro de la Región XII de erosividad, por lo cual, la erosividad de lluvia se calculó con el siguiente modelo:

$$R = 2.4619P + 0.006067P^2$$

Donde:

P = Precipitación media anual de la región.

La precipitación media anual del Área Contractual Malva, de acuerdo a la Estación Meteorológica 07193 Pichucalco (DGE), es de 4,127.1 mm, lo que equivale a 4.1271 m de lluvia anuales.

Sustituyendo el valor de la precipitación media anual, tenemos que la erosividad de la lluvia es para el Área Contractual Malva es:

$$R = 9.903269631$$

Los valores de Erosionabilidad (K) de los suelos/subsuelos presentes en el Área Contractual Malva, se enlistan en la Tabla 19.

**Tabla 19.** Tipos de suelo/subsuelo dominantes en el Campo Malva, su textura y valor de erosionabilidad (K).

Suelo	Subsuelo	Textura	K
Cambisol	vértico	Media	0.079
Acrisol	húmico	Media	0.020

Para calcular la Longitud y Grado de pendiente (LS), en primer lugar, se calculó la *Pendiente media del terreno (S)* en cada uno de los tipos de suelo/subsuelo que se encuentran presentes en el Área Contractual Malva, se considera lo siguiente:

#### **Cambisol vértico**

Altitud máxima (m): 241

Altitud mínima (m): 52

Longitud del terreno (m): 2,247.954924

$$S = 8.407641896$$

#### **Acrisol húmico**

Altitud máxima (m): 501

Altitud mínima (m): 79

Longitud del terreno (m): 4,498.56

$$S = 9.380789486$$



Para calcular la Longitud y Grado de pendiente (LS), se consideran los valores de la Pendiente Media del Terreno (S) obtenidos con anterioridad, y a longitud del terreno ( $\lambda$ ):

El cálculo del Factor Longitud y Grado de pendiente (LS), de cada tipo de suelo presente en el Área Contractual Malva, se muestra a continuación:

### Cambisol vértico

$$S = 8.407641896$$

$$\lambda = 2,247.954924 \text{ m}$$

$$LS = 9.126157739$$

### Acrisol húmico

$$S = 9.380789486$$

$$\lambda = 4,498.56 \text{ m}$$

$$LS = 15.14224672$$

El resumen de los datos obtenidos cuando se realizó la sustitución de los valores obtenidos en la ecuación de erosionabilidad, se muestra en la Tabla 20.

**Tabla 20.** Resumen de la erosión en los distintos tipos de suelo/subsuelo en el Área Malva

Tipo de Suelo/Subsuelo	Erosividad de lluvia (R)	Erosionabilidad del suelo (K)	Longitud y Grado de Pendiente (LS)	Erosión potencial del suelo t/ha año
Cambisol vértico	9.903269631	0.079	9.126157739	7.14
Acrisol húmico	9.903269631	0.020	15.14224672	3.00

El cálculo de la erosión potencial del suelo en el Área Contractual Malva para el suelo Acrisol resulta en un valor medio, lo cual concuerda con la susceptibilidad moderada a la erosión que presenta el suelo Acrisol, mientras que el cálculo de la erosión potencial para el suelo Cambisol resulta en un valor alto, lo cual concuerda con la susceptibilidad a la erosión moderada a alta que presenta el suelo Cambisol.

#### 7.1.2.6 Infiltración

La infiltración es el movimiento del agua de la superficie hacia el interior del suelo. La capacidad de infiltración es la cantidad máxima de agua que un suelo puede absorber por unidad de superficie horizontal y por unidad de tiempo.

La capacidad de infiltración depende: 1) del estado de porosidad en la superficie del suelo; 2) del contenido de humedad del suelo al tiempo de la lluvia o del riego, y 3) de la permeabilidad del perfil. Los dos primeros factores son importantes para la rapidez de filtración del suelo.

El Área Contractual Malva presenta suelo está compuesto por arcillas saturadas, las cuales tienen un grado muy bajo de permeabilidad, lo que impide que fluidos de menor densidad se filtren a mayores profundidades y por lo tanto, son poco propensos a la dispersión y migración de los fluidos por efecto de lluvias e intemperismo.

#### 7.1.2.7 Textura

La textura es la composición mecánica del suelo y es indicador de la relación que existe entre limo, arcilla y arena, es una característica edáfica muy importante. La textura puede modificarse a largo plazo, por la remoción selectiva de las partículas finas durante los procesos erosivos, como resultado de la mezcla del material subsuelo dentro de la capa superficial, o a través de la erosión acumulativa, la cual reduce el grosor de la capa superficial del suelo, como resultado de la depositación

de sedimentos y materiales alóctonos provenientes de otras zonas. La textura tiene implicaciones en la regulación y partición del agua y en la atenuación de residuos depositados en el suelo.

De acuerdo al conjunto de datos vectoriales “Perfiles de suelos” escala 1:1000000 del INEGI, el Área Contractual Malva se encuentra compuesta por suelos de textura media.

### 7.1.3 Medio Biótico

#### **Diversidad del Estado de Chiapas**

Chiapas presenta una amplia variedad de relieves en su territorio, lo cual favorece una gran variedad de paisajes, condiciones ecológicas locales además de una enorme diversidad regional de ecosistemas y especies (Müllerried, 1982). Por lo anteriormente expuesto Chiapas ocupa el segundo lugar en diversidad de vertebrados así como también el segundo lugar en el número de endemismos estables (Flores-Villela y Gerez, 1994).

En Chiapas se han registrado 109 especies de anfibios, correspondientes a tres órdenes, 12 familias y 35 géneros, lo que representa un 29.3% de la anfibiafauna registrada para el país lo cual le atribuye el segundo lugar en especies de anfibios, justo por debajo de Oaxaca (Casas-Andreu, *et al.*, 2004; Parra-Olea, *et al.*, 2014). En el caso de los reptiles en el estado están representadas por tres órdenes, 31 familias, 221 especies que representan un 25.9% de las especies de México. Estas especies se encuentran representadas por En cuanto endemismos 49 especies son endémicas de México, mientras que 19 son endémicas de Chiapas (Luna-Reyes, *et al.*, 2005; Liner, 2007).

Las aves son el grupo de vertebrados terrestres con mayor riqueza de especies (Sibley y Monroe, 1990), además de ser fácilmente detectables y son un excelente

grupo para evaluar la variación temporal y espacial de la diversidad biológica (Sutherland, *et al.*, 2004). En el estado de Chiapas el total de especies de aves registradas es de 694, incluidas en 21 ordenes y 78 familias. Uno de los ordenes con el mayor numero de especies son los Passeriformes con 351 especies (Escalante-Pliego, *et al.*, 1998). Sin embargo el numero se ha ido incrementando con la inclusion de especies hipoteticas y especies recientemente registradas para el estado (Rangel-Salazar, *et al.*, 2013), por lo que Lepage (2016) enlista 755 especies de aves para Chiapas.

Finalmente el grupo de los mamíferos en el estado de Chiapas ocupa el primer lugar nacional de diversidad de mamíferos terrestres (Ceballos, *et al.*, 2002), con sus 206 especies confirmadas, 119 géneros, 29 familias y 11 ordenes, lo que representa a su vez el 42.7% de la riqueza de mamíferos terrestres en México (Ceballos y Oliva, 2005; Naranjo-Piñera, *et al.*, 2013).

El estado de Chiapas cuenta con 69 diferentes tipos de vegetación y zona urbana, dichos tipos de vegetación se enlistan acontinuación;

Desprovisto de vegetación, asentamientos humanos, bosque de oyamel, bosque de cedro, bosque cultivado, bosque mesófilo de montaña, bosque de pino, bosque de pino-encino, bosque de encino, bosque de encino-pino, sin vegetación aparente, cuerpo de agua, pastizal cultivado, pastizal inducido, agricultura de riego anual, agricultura de riego anual y permanente, agricultura de riego anual y semipermanente, agricultura de riego permanente, agricultura de riego semipermanente, agricultura de riego semipermanente y permanente, selva alta perennifolia, selva baja caducifolia, selva baja perennifolia, selva baja espinosa subperennifolia, selva de galería, selva mediana subperennifolia, agricultura de temporal anual, agricultura de temporal anual y permanente, agricultura de temporal anual y semipermanente, agricultura de temporal permanente, agricultura de temporal semipermanente, agricultura de temporal semipermanente y permanente,

popal, vegetación de galería, manglar, palmar inducido, sabana, vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña, vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña, vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino, vegetación secundaria arbórea de bosque de pino, vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino, vegetación secundaria arbórea de bosque de pino-encino, vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino, vegetación secundaria arbórea de bosque de encino, vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino-pino, vegetación secundaria arbórea de bosque de encino-pino, vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia, vegetación secundaria arbórea de selva alta perennifolia, vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia, vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia, vegetación secundaria arbustiva de selva baja espinosa caducifolia, vegetación secundaria arbórea de selva baja espinosa caducifolia, vegetación secundaria arbustiva de selva baja espinosa subperennifoli, vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia, vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia, vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia, vegetación secundaria arbustiva de manglar, vegetación secundaria arbórea de manglar, vegetación secundaria herbácea de bosque mesófilo de montaña, vegetación secundaria herbácea de bosque de pino-encino, vegetación secundaria herbácea de bosque de encino, vegetación secundaria herbácea de selva baja caducifolia, sabanoide, tular, vegetación de dunas costeras, pradera de alta montaña y zona urbana. Según la capa de Uso de Suelo y vegetación serie V del INEGI

#### **7.1.3.1 5.1.1. Campo Malva**

El área contractual 11 “Campo Malva” se encuentra entre los municipios de Pichucalco y Sinuapa al norte del estado de Chiapas que de acuerdo con Müllerried

(1982) se encuentra en la región fisiográfica denominada Montañas del Norte (MN), la cual se caracteriza por ser un terreno montañoso limitado al norte por la Planicie Costera del Golfo y al sur por la Depresión Central de Chiapas. La disposición de las montañas permite que capturen gran parte de la humedad que traen los vientos del Golfo de México. Adicionalmente los suelos son delgados aunque en los valles pequeños logran desarrollarse suelos profundos. La vegetación original era la Selva Alta Perennifolia (Villalobos-Sánchez, 2013).

Acerca de la riqueza de especies de esta región fisiográfica se sabe de la presencia de 60 especies de anfibios (Muñoz-Alonso, *et al.*, 2013), 66 especies de reptiles (Luna-Reyes, *et al.*, 2013), 580 especies de aves, de las cuales 429 son residentes y 151 migratorias (Rangel-Salazar, *et al.*, 2013) y un aproximado de 123 a 130 especies de mamíferos silvestres terrestres (Naranjo-Piñera, *et al.*, 2013)

En la literatura científica no se reportan estudios específicos para los municipios de Pichucalco o Sinuapa, sin embargo, se obtuvo información de la Manifestación de Impacto Ambiental para la construcción de un Oleogasoducto de Malva 201 a Batería Sinuapa en el que se reportan 4 especies de anfibios, 3 especies de reptiles, 12 especies de aves y 7 especies de mamíferos. Adicionalmente se menciona que debido a actividades antropogénicas como la agricultura y la ganadería se ha desarrollado un tipo especial de ecosistema que se ha visto modificado en sus condiciones originales (Pemex: Exploración y Producción; Activo Integral MUSPAC, 2004).

Chiapas es poseedor de enormes recursos naturales como: los productos maderables y por supuesto yacimientos petroleros, por otro lado, cuenta con el mayor potencial hidrológico nacional, una heterogénea topografía y con una diversidad climática única en México (Villegas *et al.*, 2005) Flora y Vegetación

#### 7.1.3.1.1.1 Composición florística

Como resultado del muestreo aplicado a las áreas contempladas para el polígono, se obtuvo un listado de 50 especies florísticas (Tabla 21); cabe señalar que fuera de estos puntos como lo eran a la orilla de la carretera, en cañadas muy sinuosas y formando parte de cercas vivas a un costado de los caminos de terracería; existía vegetación diferente, que no fue contemplada en el muestreo para su análisis estadístico, porque la ubicación de los puntos de muestreo se propusieron lejos de las carreteras o caminos de terracería para evitar un sesgo y por lo accidentado del terreno. Sin embargo, este tipo de vegetación se tomó en cuenta como parte de la flora, aunque no dentro de los muestreos y se presenta como un listado en la Tabla 22.

**Tabla 21.** Listado florístico de las especies registradas en el Área Contractual 11 Campo Malva

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común
Fabales	Fabaceae	<i>Acacia cornigera</i> (L.) Willd	Cornezuelo
Asterales	Asteraceae	<i>Ageratum</i> spL.	
Alismatales	Araceae	<i>Anthurium scandens</i> (Aubl.) Engl.	Maicillo
		<i>Arbol 1</i>	
		<i>Arbol 2</i>	
		<i>Arbol 3</i>	
		<i>Arbol 4</i>	
		<i>Arbusto 1</i>	
		<i>Arbusto 2</i>	
Piperales	Aristolochiaceae	<i>Aristolochia</i> sp (L.)	Bejuco
Arecales	Arecaceae	<i>Acrocomia mexicana</i> Karw. exMart.	
Sapindales	Burceraceae	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Mulato

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común
Brassicales	Caricariaceae	<i>Carica papaya</i> L.	Papaya
Rosales	Moraceae	<i>Castilla elástica</i> Sessé	Hule chriollo
Rosales	Urticaceae	<i>Cecropia sp</i> Loefl.	Hormiguillo
Malvales	Malvaceae	<i>Ceiba petandra</i> (L.) Gaertn.	
Arecales	Arecaceae	<i>Chamaedor eaelatior</i>	Palma
Sapindales	Rutaceae	<i>Citrus latifolia</i> Tanaka ex Q. Jiménez	Limon
Sapindales	Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Naranja
Boraginales	Boraginaceae	<i>Cordia spl.</i>	
Rosales	Moraceae	<i>Ficus glaucescens</i> (Liebm.) Miq.	Amate
Fabales	Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp.	
		<i>Helecho 1</i>	
Zingiberales	Heliconiceae	<i>Heliconia sp</i> L.	
		<i>Hierba 1</i>	
		<i>Hierba 2</i>	
		<i>Hierba 3</i>	
		<i>Hierba 4</i>	
		<i>Hierba 5</i>	
Poales	Poaceae	<i>Hyparrhenia rufa</i> (Nees) Stapf	
Fabales	Fabaceae	<i>Inga sp</i> Mill.	
Solanales	Convolvulaceae	<i>Ipomoea sp</i> L.	
Verbeniales	Lamiceae	<i>Lantana camara</i> L.	



Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común
Myrtales	<i>Melastomataceae</i>		
Fabales	Fabaceae	<i>Mimosa pigra</i> L.	
Fabales	Fabaceae	<i>Mimosa pudica</i> L.	
Zingiberales	Musaceae	<i>Musa paradisiaca</i> L.	Plátano
Poales	Poaceae	<i>Paspalum sp.</i> L.	
Poales	Poaceae	<i>Pennisetum sp.</i> Rich.	
Laurales	Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill.	Aguacate
Laurales	Lauraceae	<i>Persea schiendeana</i>	Chinin
Cornales	Cornaceae	<i>Cornus disciflora</i> DC.	Pimienta
Sapindales	Sapindaceae	<i>Sapindus sp.</i> L.	
Fabales	Fabaceae	<i>Sennasp</i> Mill.	
Lamiales	Bignoniaceae	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC.	Macuili
Polypodiales	Thelypteridaceae	<i>Thelypteris sp.</i> Schmidel	
Malvales	Malvaceae	<i>Theobroma cacao</i> L.	Cacao
Commelinales	Commelinaceae	<i>Tradescantia zebrina</i>	
Vitales	Vitaceae	<i>Vitistiliifolia</i> Humb. & Bonpl. ex Schult	
Alismatales	Araceae	<i>Xanthosoma robustum</i> Schott	Hoja elegante

**Tabla 22.** Listado de vegetación que no entro en los puntos de muestreo

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común
Caryophyllales	Cactaceae	<i>Hylocereus undatus</i> (Haw.) Britton & Rose	Pitahaya

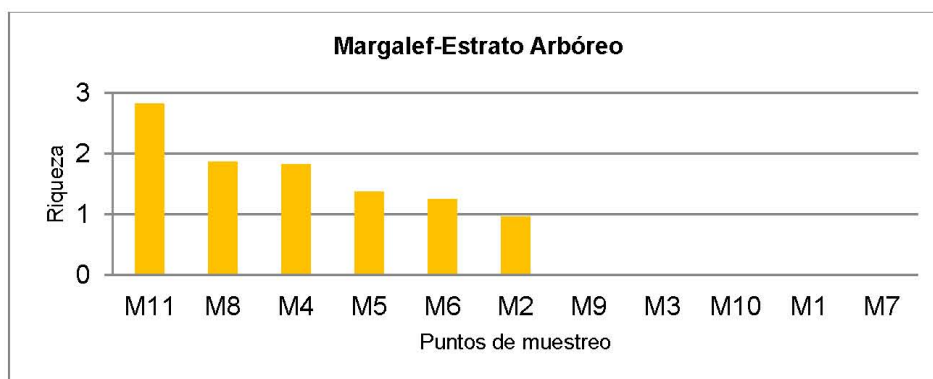
Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común
Sapindales	Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> Blanco	Cedro
Gentianales	Rubiaceae	<i>Genipa americana</i> L.	Jahua
Myrtales	Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i> L.	Almendro
Icacinales	Icacinaceae	<i>Oecopetalum mexicanum</i> Greenman & C. H. Thompson	Cacaté
Sapindales	Sapindaceae	<i>Nephelium lappaceum</i> L.	Rambután
Malvales	Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Guacimo
Cucurbitales	Cucurbitaceae	<i>Momordica charantia</i> L.	Cundeamor
Sapindales	Meliaceae	<i>Trichiliaha vanensis</i> Jacq.	Chincuya
Cyatheales	Ciotiaceae	<i>Cibotium</i> sp. Kaulf., Jahrb. Pharm	
Asparagales	Orchidaceae	<i>Catasetum integerrimum</i> Hook	Orquidea
Asparagales	Orchidaceae	<i>Epidendrum</i> sp L.	Orquidea

#### 7.1.3.1.1.2 Riqueza

A continuación, se muestra una representación de la riqueza por punto del área contractual Campo Malva. A simple vista se puede observar que los puntos de muestreo con mayor riqueza se encuentran en el M11 para estrato arbóreo con un valor de 2.8, M3 para el estrato arbustivo con un valor de 2.4 (Figura 28, Figura 29) y M9 para el estrato herbáceo con un valor de 1.6 (Figura 30).

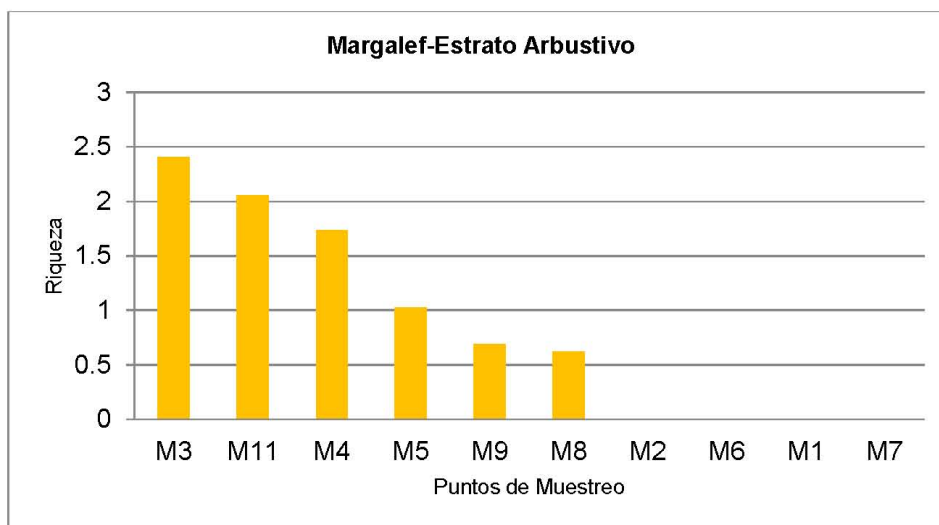
Los valores de riqueza o el índice de Margalef en el estrato arbóreo para cada punto de muestreo se ubicaron en las siguientes categorías; riqueza nula: esta categoría hace inferencia al punto M3, M9 y M10. Otra de las categorías del índice que se representa en la gráfica es la de riqueza media: en esta categoría están incluidos los puntos de muestreo M4 y M8. Dentro de los valores de riqueza encontramos otra categoría que es la de poca o baja riqueza: aquí

podemos encontrar a los muestreos M2, M5 y M6. Por último, esta la categoría de alta o mayor riqueza: en el que encontramos al punto M11 con valor de 2.8 (Figura 28).



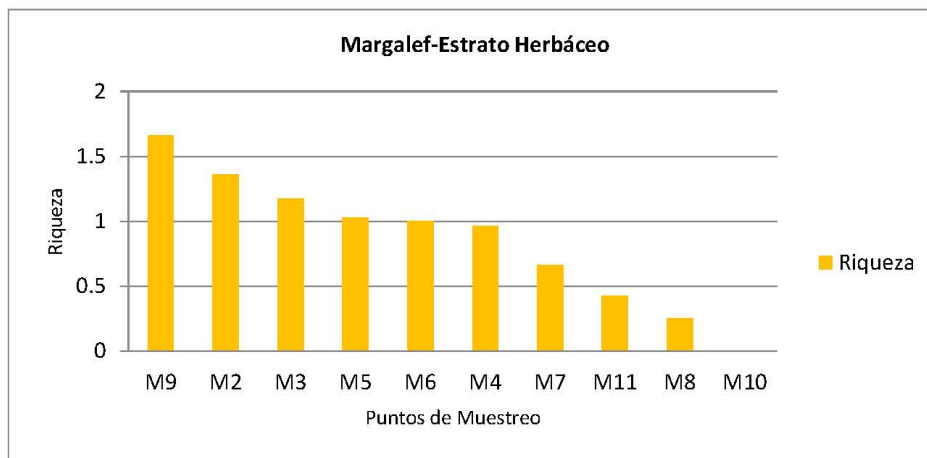
**Figura 28.** Índice de Margalef para el estrato arbóreo.

En esta representación gráfica del estrato arbustivo (Figura 29), se puede observar que la mayor riqueza la presentan los puntos M3 y M11, los puntos de muestreo de poca o baja riqueza están representados por M4, M5, M8 y M9. Por otro lado, los puntos M2 y M6 presentan nula riqueza, es decir, valores de cero.



**Figura 29.** Índice de Margalef para el estrato arbustivo

En la Figura 30 es de notar que los valores con mayor riqueza en el estrato herbáceo se encuentran en los puntos de muestreo M2, M3 y M9; mientras que los muestreos con una riqueza media encontramos a los puntos M4, M5 y M6; los puntos M7 M8 y M11 y en el caso del punto M10 sus valores de riqueza son nulos.



**Figura 30.** Índice de Margalef para estrato herbáceo.

#### 7.1.3.1.1.3 Especies endémicas

No se encontraron especies endémicas de la región

#### 7.1.3.1.1.4 Especies bajo protección

De acuerdo con la consulta realizada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, solo una especie de las registradas se encuentra en la categoría de Amenazada (A), contrastando con la categoría Preocupación menor (LC) de la IUCN (Tabla 23).

**Tabla 23.** Especie que se encuentra en la Norma Oficial Mexicana y en la IUCN

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN
Arecales	Arecaceae	<i>Chamaedor eaelatior</i>	Palma	A	LC

En la Tabla 24 se muestran las tres especies dentro de la IUCN, en las categorías de Preocupación menor (LC) y Vulnerable (VU).

**Tabla 24.** Especies que figuran en la IUCN

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	IUCN
Rosales	Urticaceae	<i>Cecropia sp</i> Loefl.	Hormiguillo	LC
Fabales	Fabaceae	<i>Mimosa pudica</i> L.		LC
Cornales	Cornaceae	<i>Cornus disciflora</i> DC.	Palo canelo	VU

Para el caso del CITES, ninguna de las especies registradas durante el muestreo se encontró en algún apéndice. En la Tabla 25 se muestran las especies reportadas fuera de los puntos de muestreo que se encuentran en la NOM-059, IUCN y CITES; por otro lado, en categoría de, Preocupación menor (LC) tenemos al Rambután y dos géneros de orquídeas en Cites apéndice II (Tabla 26).

**Tabla 25.** Especie registrada fuera de los puntos de muestreo, que figura en la NOM, IUCN y CITES.

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES
Sapindales	Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> <i>Blanco</i>	Cedro	Pr	VU	III

**Tabla 26.** Especies registradas fuera de los puntos de muestreo, en IUCN y CITES

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	IUCN	CITES
Sapindales	Sapindaceae	<i>Nephelium lappaceum</i> L.	Rambután	LC	
Asparagales	Orchidaceae	<i>Catasetum integerrimum</i> Hook	Orquidea		II

Asparagales	Orchidaceae	<i>Epidendrum sp.</i>	Orquidea		II
-------------	-------------	-----------------------	----------	--	----

#### 7.1.3.1.1.5 Especies con algún uso local

En la Tabla 27 se enlistan las especies que se encuentran dentro del área contractual con algún tipo de uso

**Tabla 27.** Especies con algún uso

Nombre científico	Nombre común	Uso
<i>Anthurium scandens</i> (Aubl.) Engl.	Maicillo	Comestible
<i>Acrocomia mexicana</i> Karw. ex Mart.		Los aceites son usados para la fabricación de jabón y su pulpa es comestible
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Mulato	Maderable, para la construcción, artesanal y propiedades medicinales
<i>Carica papaya</i> L.	Papaya	Fruto comestible
<i>Castilla elastica</i> Sessé	Hule chriollo	Sabia para producción de látex y chicles
<i>Cecropia sp.</i> Loefl.	Hormiguillo	Alternativa de uso para la elaboración de celulosa para papel
<i>Ceiba petandra</i> (L.) Gaertn.		Combustible, maderable, comestible y con propiedades medicinales
<i>Citrus × latifolia</i> Tanaka ex Q. Jiménez	Limón	Fruto comestible
<i>Citrus × sinensis</i> (L.) Osbeck	Naranja	Fruto comestible
<i>Ficus glaucescens</i> (Liebm.) Miq.	Amate	Industrial para producción de

Nombre científico	Nombre común	Uso
		papel y propiedades medicinales
<i>Gliricidiasepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp.		Su madera es para uso artesanal y de combustible, algunas partes son comestibles, insecticida, industrial para ceras y con propiedades medicinales
<i>Heliconia</i> sp L.		Ornato
<i>Inga</i> sp Mill.		Consumo del fruto
<i>Ipomoea</i> sp L.		Ornato
<i>Mimosa pigra</i> L.		Ornato
<i>Mimosa pudica</i> L.		Ornato
<i>Musa paradisiaca</i> L.	Plátano	Fruto comestible
<i>Paspalum</i> sp L.		Forraje para ganado
<i>Pennisetum</i> sp Rich.		Forraje para ganado
<i>Persea americana</i> Mill.	Aguacate	Fruto comestible
<i>Persea hiendeana</i>	Chinin	Fruto comestible
<i>Cornus disciflora</i> DC.	Pimienta	Fruto comestible (condimento)
<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC.	Macuili	Maderable y cerca viva
<i>Theobroma cacao</i> L.	Cacao	Fruto comestible (producción de chocolate)
<i>Tradescantia zebrina</i>		Hervida como agua de uso y ornato

Nombre científico	Nombre común	Uso
<i>Xanthosoma robustum</i> Schott	Hoja elegante	Hoja comestible
<i>Hylocereus undatus</i> (Haw.) Britton & Rose	Pitahaya	Fruto comestible
<i>Cedrela odorata</i> Blanco	Cedro	Maderable
<i>Genipa americana</i> L.	Jahua	Como aromatizante, comestible, como colorante insecticida y con propiedades medicinales.
<i>Terminalia catappa</i> L.	Almendra	Fruto comestible
<i>Oecopetalum mexicanum</i> Greenman & C. H. Thompson	Cacaté	Fruto comestible
<i>Nephelium lappaceum</i> L.	Rambután	Fruto comestible
<i>Momordica charantia</i> L.	Cundeamor	Fruto comestible
<i>Catasetum integerrimum</i> Hook	Orquidea	Ornato
<i>Epidendrum</i> sp. L.	Orquidea	Ornato

#### 7.1.3.1.1.6 Especies registradas como malezas

Dentro de la vegetación considerada como maleza podemos encontrar asociadas a la vegetación perturbada y secundaria especies de plantas del tipo enredadera principalmente entre las que destacan diferentes especies de *Ipomoea sp.*, *Vitis tiliifolia*, *Cardiospermum halicacabum*, *Momordica charantia*, algunas otras más por su abundante presencia a lo largo del polígono como es el caso de *Acacia cornígera* y las especies de *Mimosas sp.* reportadas.

#### 7.1.3.1.1.7 Estructura horizontal de la vegetación

La vegetación del Área contractual Campo Malva se conforma horizontalmente por:



- A) Estrato herbáceo: consiste básicamente en pastizales cultivados para forrajeo de ganado y pastizales inducidos que se desarrollaron por el desmonte de la vegetación primaria, sustituyéndose por pastos oportunistas el resto del estrato herbáceo es escaso pues el suelo de cultivos no permite el crecimiento de plantas de baja altura
- B) Estrato arbustivo: está constituido por especies leñosas de pequeña talla o árboles que aún no alcanzan su talla máxima, este estrato es muy variable dentro del campo, pues hay zonas de pastizal en las que no se observa ningún otro estrato, además encontramos arbustos en los cultivos donde las especies alcanzaron su talla máxima
- C) Estrato arbóreo: básicamente está formado por especies de tallas altas que sobresalen del resto de la vegetación.

#### Clases por altitudes del terreno

En el polígono se registraron altitudes desde los 110 hasta los 414m, no variando mucho entre los tipos de vegetación, la mayoría de los potreros se encontraban en zonas de altitudes bajas, mientras que en zonas de altitudes elevadas se encontraban relictos de vegetaciones primarias y secundarias puesto que se encuentran con grado de conservación moderado además se encuentra la presencia de campos de cultivo familiares y algunos más de producción comercial. Campo Malva posee una geografía escarpada con numerosas elevaciones y cañadas de difícil acceso donde se encuentran la mayor parte de la vegetación primaria

#### Clases por orientación

En la parte Norte del polígono correspondiente a Campo Malva podemos encontrar en su mayoría potreros y algunos cultivos familiares de especies comestibles con una pequeña cantidad de vegetación secundaria de selva alta perennifolia. Hacia la zona sur del Campo Malva podemos llegar a encontrar además de potreros y

cultivos de Cacao (*Theobroma cacao*) Selva Alta Perennifolia, Selva Alta o Mediana Subperennifolia y elementos de Bosque Mesófilo de montaña que se encuentran más conservados. Hacia el Este y Oeste del polígono solo se encuentran relictos de selva alta perennifolia y selva mediana subperennifolia pues en su gran mayoría el terreno fue transformado para potreros y áreas de agricultura.

#### 7.1.3.1.1.8 Índice de Valor de Importancia para especies dentro del Área Contractual

Para poder calcular los IVI's primero se obtuvo los datos de Densidad relativa, Frecuencia relativa y Dominancia relativa, para así poder determinar el IVI de cada especie perteneciente y a cada estrato, para el estrato arbóreo en la Tabla 28 se muestran dichos valores

**Tabla 28.** Datos obtenidos para el cálculo del IVI del estrato arbóreo

<b>Especie</b>	<b>Densidad relativa</b>	<b>Frecuencia relativa</b>	<b>Dominancia relativa</b>
Ficus glaucescens	13.46153846	14.28571429	37.09574332
Theobroma cacao	28.84615385	14.28571429	14.95781527
Castilla elástica	5.769230769	10.71428571	26.86621109
Bursera simaruba	5.769230769	7.142857143	5.448017823
Gliricidiasepium	5.769230769	7.142857143	2.246484697
Musa paradisica	9.615384615	3.571428571	0.561859514
Cordia alliodora	5.769230769	3.571428571	0.642065944
Cornus disciflora	1.923076923	3.571428571	4.191625339
Inga jinicul	3.846153846	3.571428571	2.206899612
Arbol 2	1.923076923	3.571428571	3.208754606
Arbol 1	3.846153846	3.571428571	0.968487462
Ceiba petandra	1.923076923	3.571428571	0.374089422

<b>Especie</b>	<b>Densidad relativa</b>	<b>Frecuencia relativa</b>	<b>Dominancia relativa</b>
Arbol 3	1.923076923	3.571428571	0.328328234
Tabebuia rosea	1.923076923	3.571428571	0.258691643
Cecropiasp	1.923076923	3.571428571	0.258691643
Arbol 4	1.923076923	3.571428571	0.203106722
Citrus x sinerensis	1.923076923	3.571428571	0.091563826
Perseaschiedeana	1.923076923	3.571428571	0.091563826

En la Tabla 29 se presentan los datos obtenidos para cada especie del estrato arbustivo que nos permiten hacer los cálculos de los IVI's

**Tabla 29.** Datos obtenidos para el cálculo del IVI del estrato arbustivo

<b>Especie</b>	<b>Densidad relativa</b>	<b>Frecuencia relativa</b>	<b>Dominancia relativa</b>
Chamaedorea elatior	16.949153	15.384615	32.767976
Cecropiasp	33.898305	11.538462	5.2184816
Musa paradisica	3.3898305	7.6923077	22.77679
Heliconia sp	8.4745763	11.538462	7.0063387
Acacia cornigera	6.779661	11.538462	3.4493364
Citrus x latifolia	3.3898305	3.8461538	7.3990483
Tabebuia rosea	5.0847458	3.8461538	4.0089684
Carica papaya	1.6949153	3.8461538	7.1106939
Acrocomia mexicana	1.6949153	3.8461538	7.0938532
Xanthosoma robustum	5.0847458	3.8461538	2.7371299
Perseaschiedeana	5.0847458	3.8461538	0.018568

Anthuriumscandens	1.6949153	3.8461538	0.3045734
Melastomataceae	1.6949153	3.8461538	0.0829084
Arbusto 1	1.6949153	3.8461538	0.0207271
Arbusto 2	1.6949153	3.8461538	0.002303
Persea americana	1.6949153	3.8461538	0.002303

En la Tabla 30 se presentan los datos calculados para cada especie del estrato herbáceo para poder obtener los IVI's.

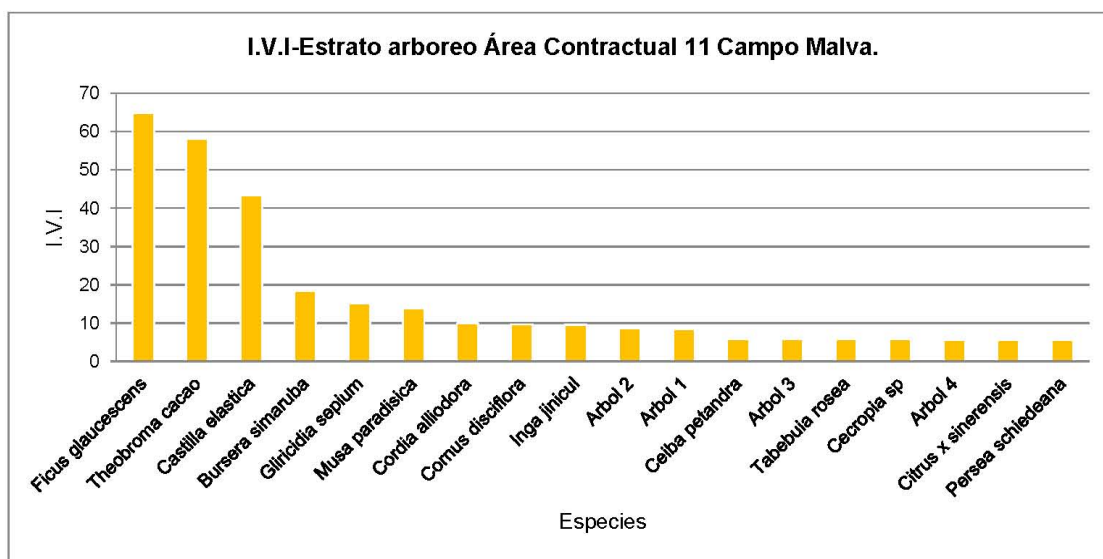
**Tabla 30.** Datos obtenidos para el cálculo del IVI del estrato herbáceo

<b>Especie</b>	<b>Densidad relativa</b>	<b>Frecuencia relativa</b>	<b>Dominancia relativa</b>
Tradescantia zebrina	21.6895	2.564103	10.6082
Xanthosomarobustum	10.27397	15.38462	9.193777
Hyparrhenia rufa	17.12329	2.564103	13.43706
Paspalumsp	10.73059	5.128205	13.43706
Pennisetumsp	11.87215	5.128205	10.6082
Mimosa pudica	6.621005	12.82051	4.101839
Panicummaximum	6.164384	5.128205	12.02263
Ipomoeasp	1.141553	5.128205	5.657709
Theobroma cacao	2.511416	7.692308	0.990099
Mimosa pigra	3.196347	5.128205	2.404526
Aristolochiasp	1.141553	2.564103	4.950495
Vitistilliifolia	0.684932	2.564103	4.243281
Cecropiasp	0.684932	2.564103	4.243281

Especie	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa
Helecho 1	1.141553	5.128205	0.565771
Thelypterissp	0.913242	5.128205	0.565771
Melastomataceae	0.228311	2.564103	2.121641
Hierba 2	1.598174	2.564103	0.141443
Ageratumsp	0.913242	2.564103	0.141443
Hierba 1	0.684932	2.564103	0.141443
Lantana camara	0.456621	2.564103	0.282885
Sennasp	0.228311	2.564103	0.141443

#### A) Estrato arbóreo

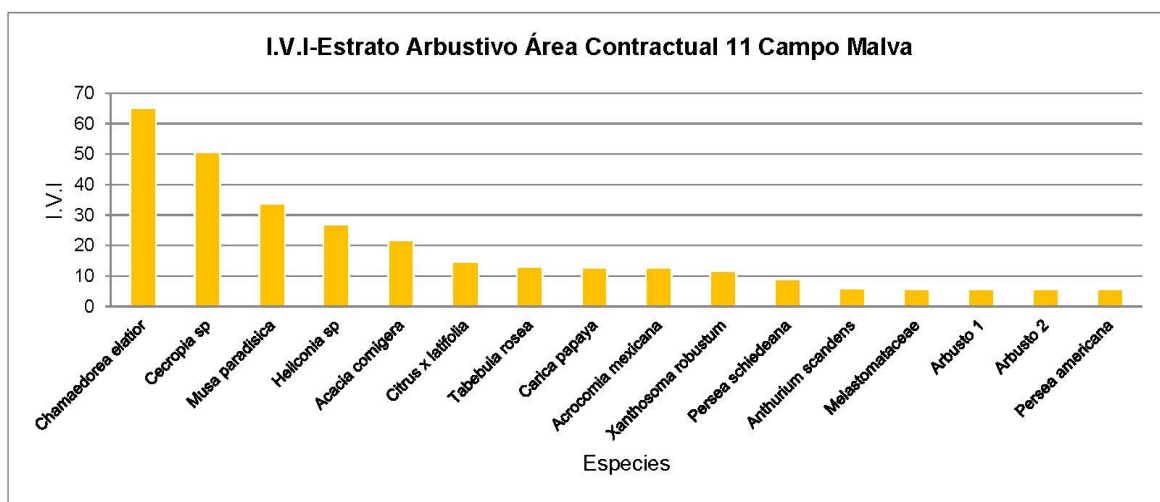
De acuerdo con los valores obtenidos en los índices de valor de importancia calculados a partir de los datos recopilados de los puntos de muestreos dentro del área contractual Campo Malva; *Castilla elástica* aparece con un IVI = 43.35 formando parte de la vegetación primaria como remanente de Selvas Altas Subperennifolia o Perennifolia; entre otras especies que destacan dentro de este tipo de vegetación son *Bursera simaruba* con un IVI = 18.36, *Cordia alliodora* IVI = 9.98, *Inga jinicuil* IVI = 9.62 y *Ceiba petandra* IVI = 5.87; por otro lado también tenemos representantes de Selvas Medianas como es el caso de *Ficus glaucescens* con un IVI = 64.84 y *Gliricidiasepium* con un IVI = 15.16. El resto de las especies pertenecen a la vegetación de temporal permanente (Figura 31)



**Figura 31.** Índices de Valor de Importancia de las especies que componen el estrato Arboreo de los puntos de muestreo de Campo Malva.

## B) Estrato Arbustivo

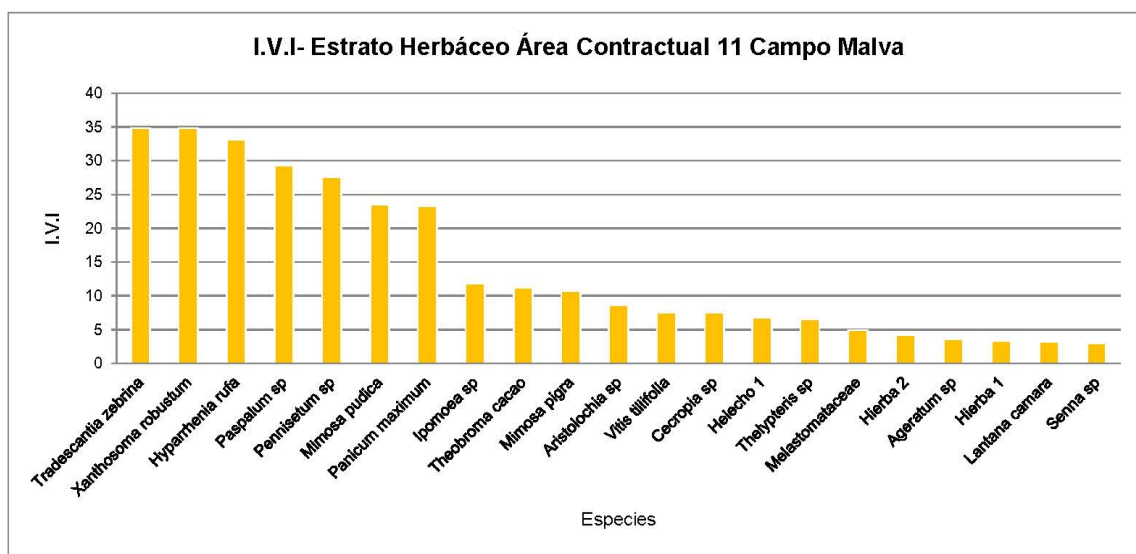
Las especies que adquieren carácter de importancia en las áreas con presencia de vegetación secundaria, selva alta perennifolia son *Chamaedorea elatior* (IVI = 65.10), *Cecropia sp* (IVI = 50.65), el estrato arbustivo se caracteriza por gran presencia de vegetación de agricultura de temporal permanente, ya que la mayoría de las especies aquí encontradas son cultivadas para fines de auto consumo o ventas en pequeña escala, este es el caso de *Musa paradisiaca* (IVI = 33.85) y *Persea schiedeana* con un IVI = 8.94 (Figura 32)



**Figura 32.** Índices de Valor de Importancia de las especies que compone el estrato Arbustivo de los puntos de muestreo de Campo Malva.

### C) Estrato Herbáceo

Por su parte el estrato herbáceo cuenta con una variada vegetación pues encontramos elementos de pastizal inducido, pastizal cultivado, agricultura de temporal permanente y remanentes de vegetación primaria de selva alta y mediana perennifolia, entre las especies con mayor IVI son las encontradas en vegetación de agricultura de temporal permanente (cacaotal), como es el caso de *Tradescantia zebrina* (IVI = 34.86) y *Xanthosoma robustum* (IVI = 34.85), esta última más relacionada con selva alta y mediana perennifolia, mientras que de la vegetación de pastizal inducido se encuentra con mayor importancia *Hyparrhenia rufa* (IVI = 33.12). Otros pastos relevantes, son los localizados en pastizal inducido: *Paspalum* sp (IVI = 29.29) y *Pennisetum* sp (IVI = 27.60) todas ellas representadas en la Figura 33.



**Figura 33.** Índices de valor de importancia de las especies que componen el estrato Herbáceo de los puntos de muestreo de Campo Malva.

Pese a que el Área Contractual 11 Campo Malva presenta una perturbación debido a las actividades antropogénicas desarrolladas (agricultura y ganadería); los IVI's revelan que aún se encuentran elementos de vegetación primaria conservada y coexistiendo con vegetación secundaria y agricultura de temporal permanente, dicha vegetación primaria (Selva Alta o Mediana Subperennifolia o Perennifolia), es significativa en cuanto a representatividad se refiere dentro de Campo Malva; dentro de las especies con mayor índice de valor de importancia, se encuentran para el estrato arbóreo: *Ficus glaucescens*, estrato arbustivo: *Chamaedorea elatior* estrato herbáceo: *Tradescantia zebrina*; siendo las especies menos relevantes para el estrato arbóreo: *Citrus x sinerensis* y *Persea schiendean*, estrato arbustivo: *Persea americana* y estrato herbáceo: *Senna sp*

#### 7.1.3.1.1.9 Diversidad de la vegetación

A continuación, se muestra la Tabla 31 con los resultados de los valores obtenidos para los diferentes índices por estrato.

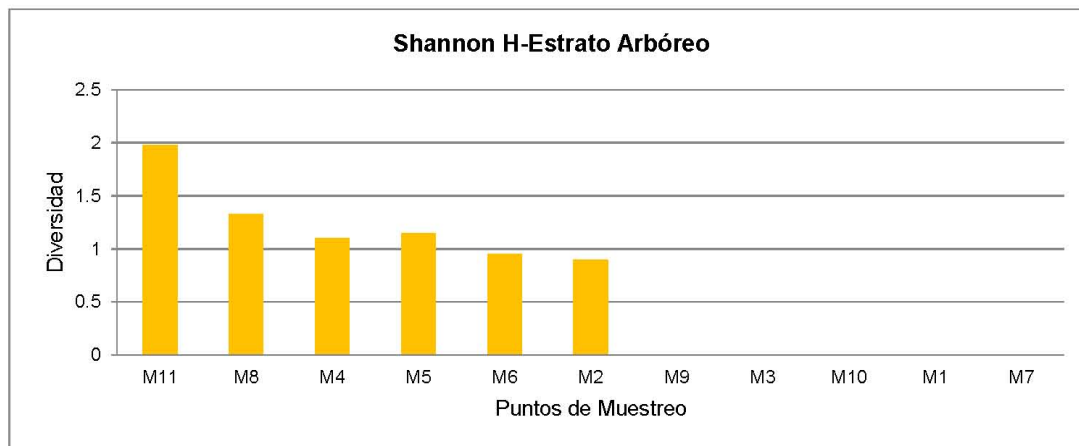


**Tabla 31.** Valores de Dominancia (S) y Diversidad (H) de los estratos Arbóreo, Arbustivo y Herbáceo)

<b>Estrato</b>	<b>Puntos</b>	<b>Dominancia</b>	<b>Diversidad</b>
Arbóreo	M1	0	0
	M2	0.4688	0.9003
	M3	1	0
	M4	0.3333	1.099
	M5	0.3827	1.149
	M6	0.44	0.9503
	M7	0	0
	M8	0.28	1.332
	M9	1	0
Arbustivo	M1	0	0
	M2	1	0
	M3	0.2188	1.667
	M4	0.28	1.418
	M5	0.551	0.7963
	M6	1	0
	M7	0	0
	M8	0.52	0.673
	M9	0.7099	0.5566
	M10	0	0
	M11	0.2653	1.475
Herbáceo	M1	0	0
	M2	0.284	1.311
	M3	0.3733	1.262
	M4	0.373	1.22
	M5	0.3469	1.079
	M6	0.27	1.345
	M7	0.6677	0.6567
	M8	0.8262	0.3165

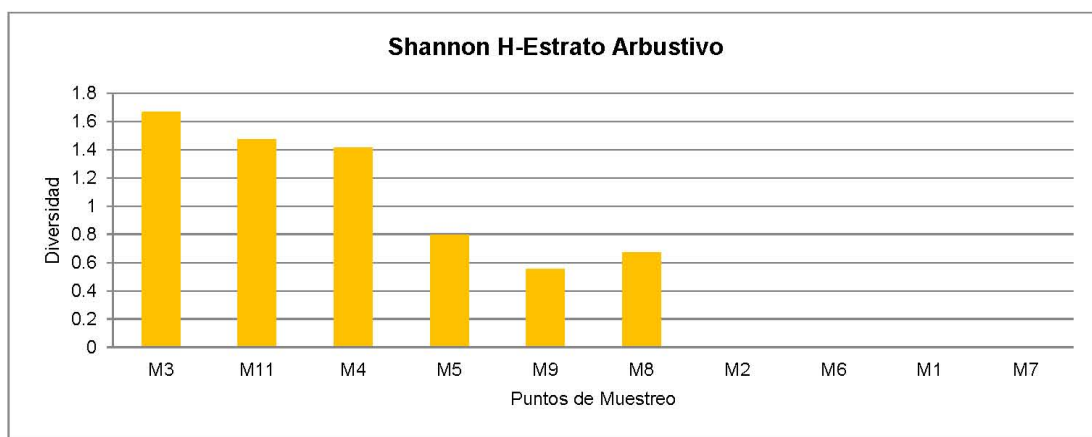
Estrato	Puntos	Dominancia	Diversidad
	M9	0.1907	1.802
	M10	1	0
	M11	0.7862	0.4003

En la Figura 34 se puede observar los valores de menor diversidad; que cuentan prácticamente con una sola especie (valores de cero) dentro del muestreo, son los puntos M3, M9 y M10, por el contrario, el punto M11 lo consideramos como el más diverso dentro del muestreo con un valor de 1.9.



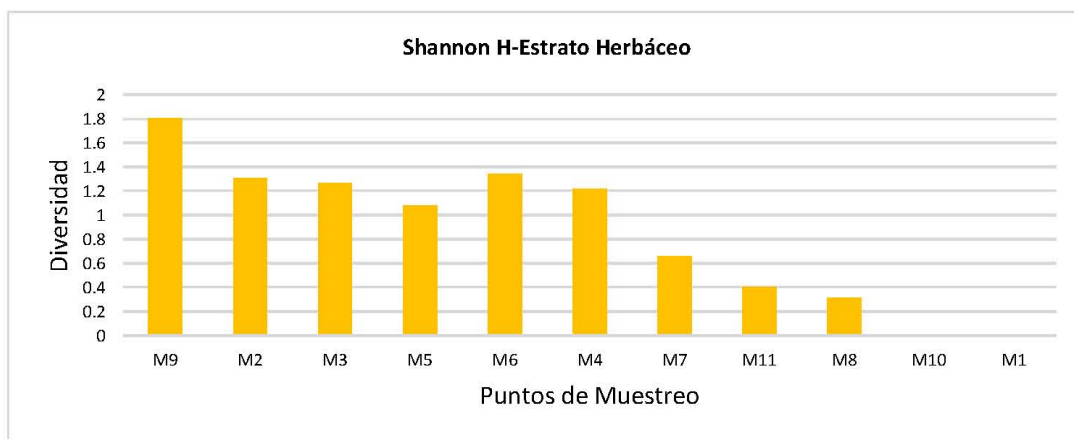
**Figura 34.** Valores de diversidad para el estrato arbóreo

Para el estrato arbustivo la diversidad (Figura 35) con valores de cero o nada diversos, está representada por los puntos M1, M2, M6 y M7, mientras que la diversidad con mayor presencia se encuentra en los puntos de muestreo M3, M4 y M11 con valores por arriba de 1.4, en cuanto a los puntos pocos diversos encontramos a M5, M8 y M9, siendo el punto M13 el único que no registro estrato arbustivo.



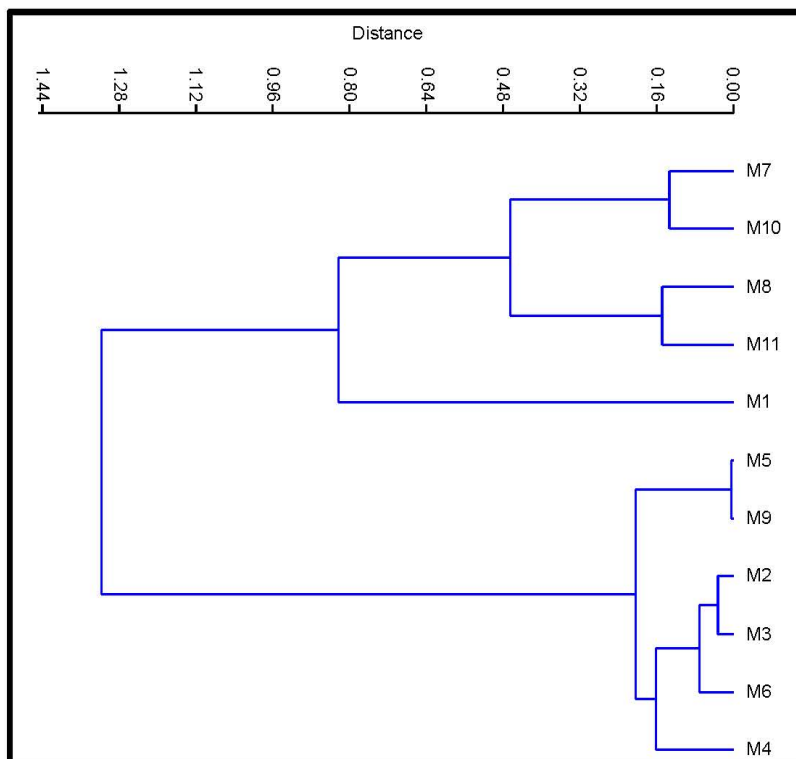
**Figura 35.** Valores de diversidad para el estrato arbustivo.

En la Figura 36 se observa que la mayor diversidad de especies presente en el estrato herbáceo se encuentra localizada en los puntos M9 con un valor de 1.8, M6 con un valor de 1.34 y M2 con un valor de 1.31, mientras que el valor de cero lo posee el punto de muestreo M10, por otro lado, la menor diversidad de es especies esta representa en los puntos M7, M8 y M11; el resto de los puntos se encuentran en un rango de poca diversidad. En este estrato el punto M7, se realizó en el área de los pozos 83 y 85 de PEMEX, este punto solo se encuentra en el estrato herbáceo ya que es el único tipo de vegetación presente en la zona.



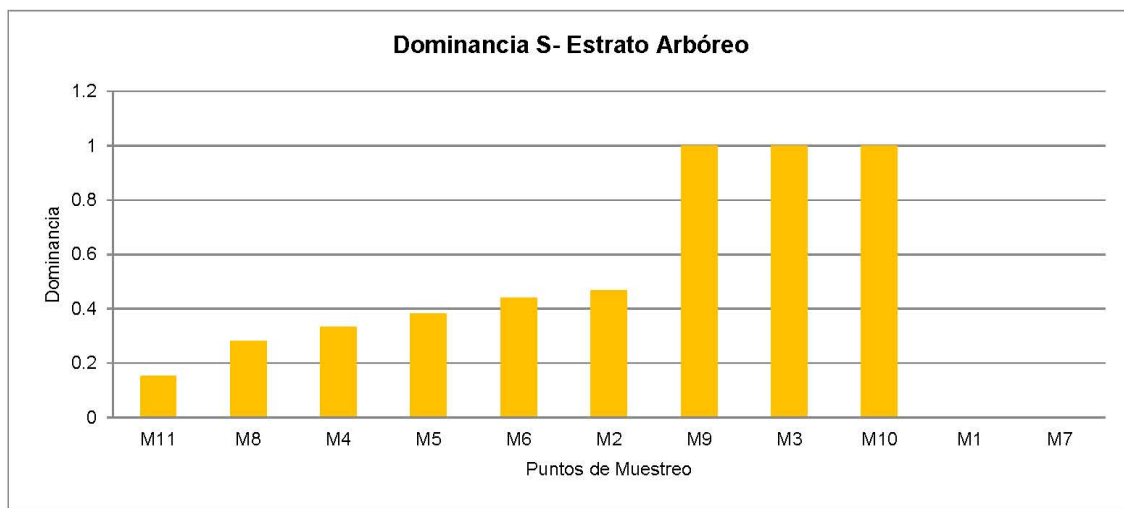
**Figura 36.** Valores de diversidad para el estrato herbáceo

En la Figura 37 se puede observar la relación que tienen los puntos de muestreo realizados con respecto a la diversidad.



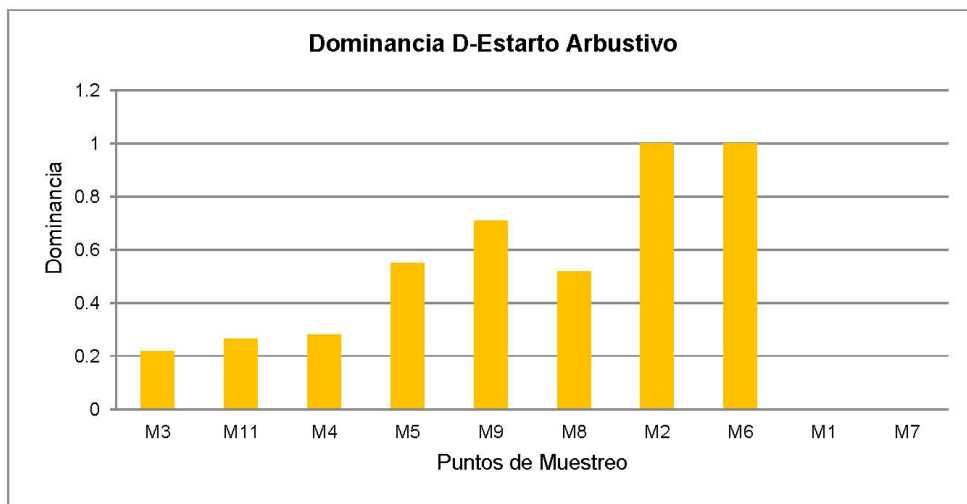
**Figura 37.** Dendrograma de diversidad por puntos

En la Figura 38 podemos observar la dominancia en los puntos M3, M9 y M10 del estrato arbóreo, pues en estos puntos se registró menor diversidad, por otro lado los puntos de menor dominancia son: M4, M8 y M11 con valores por debajo de 0.33 mientras que los valores de cero dominancia se representan en los puntos de muestreo M1 y M7



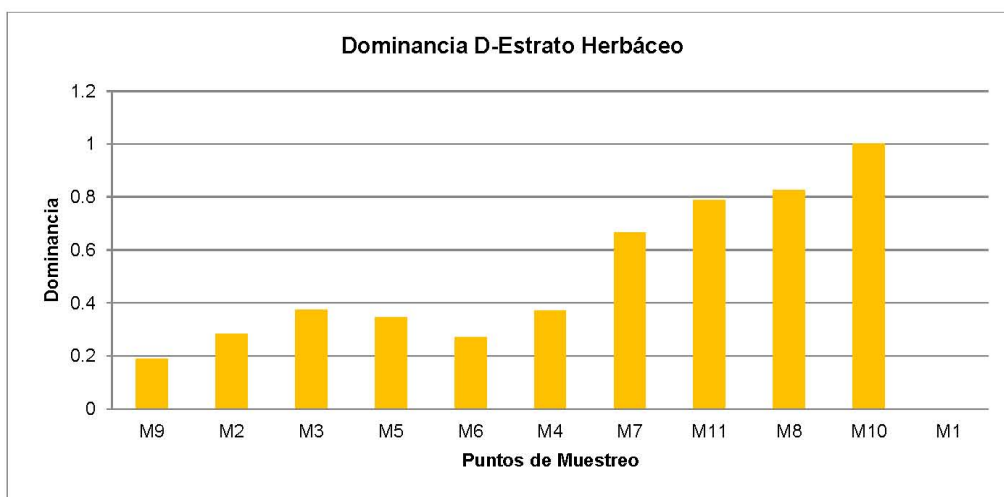
**Figura 38.** Valores de dominancia para el estrato arbóreo

En la Figura 39 podemos observar mayor dominancia en los puntos de muestreo M2 y M6 con valores de 1, por otro lado, los puntos con menor dominancia son M4, M8 y M11, con valores por debajo de 0.52 y los valores de cero dominancia pertenecen a M1 y M7



**Figura 39.** Valores de dominancia para el estrato arbustivo

En la Figura 40 se muestra que en los análisis de dominancia los puntos de muestreo M7, M8, M10 y M11 los valores son  $>0.6$ , al resto de los puntos poseen valores por debajo del 0.37, con excepción del M1 que tiene valor de cero



**Figura 40.** Valores de dominancia para el estrato herbáceo

En la Tabla 32 se muestran los resultados de los valores obtenidos de Riqueza, para los diferentes estratos

**Tabla 32.** Valores de Riqueza de los estratos Arbóreo, Arbustivo y Herbáceo

Estrato	Puntos	Dominancia
Arbóreo	M1	0
	M2	0.4688
	M3	1
	M4	0.3333
	M5	0.3827
	M6	0.44
	M7	0
	M8	0.28
	M9	1
	M10	1
	M11	0.1528

<b>Estrato</b>	<b>Puntos</b>	<b>Dominancia</b>
Arbustivo	M1	0
	M2	1
	M3	0.2188
	M4	0.28
	M5	0.551
	M6	1
	M7	0
	M8	0.52
	M9	0.7099
	M10	0
	M11	0.2653
Herbáceo	M1	0
	M2	0.284
	M3	0.3733
	M4	0.373
	M5	0.3469
	M6	0.27
	M7	0.6677
	M8	0.8262
	M9	0.1907
	M10	1
	M11	0.7862

### 7.1.3.1.2 Fauna

#### 7.1.3.1.2.1 Herpetofauna (Anfibios y Reptiles)

La composición herpetofaunística obtenida a partir del listado bibliográfico de especies con distribución confirmada y potencial en el área del proyecto (Consultar listado completo en el Anexo I), indica que hay 22 especies de anfibios y 61 especies

de reptiles lo que representa un 36.6% y 92.42% respectivamente de las especies que se distribuyen en el estado de Chiapas (Tabla 33).

**Tabla 33.** Relación de la composición taxonómica de la herpetofauna con distribución registrada o potencial en el área del proyecto.

Clases	Ordenes	Familias	Especies	Estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010		
				Protección especial (Pr)	Amenazada (A)	Peligro de extinción (P)
Amphibia	2	9	22	4	0	0
Reptilia	2	16	61	9	6	0
Totales	4	25	83	13	6	0

En el muestreo de campo en el área del proyecto se registraron un total de 8 especies de anfibios y 9 especies de reptiles lo que representa un 36.36% y un 14.74% respectivamente, de las especies que se distribuyen en el Área contractual Malva. En la Tabla 34 se muestra la composición taxonómica de las especies de anfibios y reptiles que se registraron en el área del proyecto, así como el número de registros individuales que se obtuvieron.

**Tabla 34.** Relación de la composición taxonómica de la herpetofauna registrada durante el trabajo de campo en el Área Contractual Malva.

Clase	Ordenes	Familias	Especies	Registros
Amphibia	1	5	8	92
Reptilia	2	7	9	31

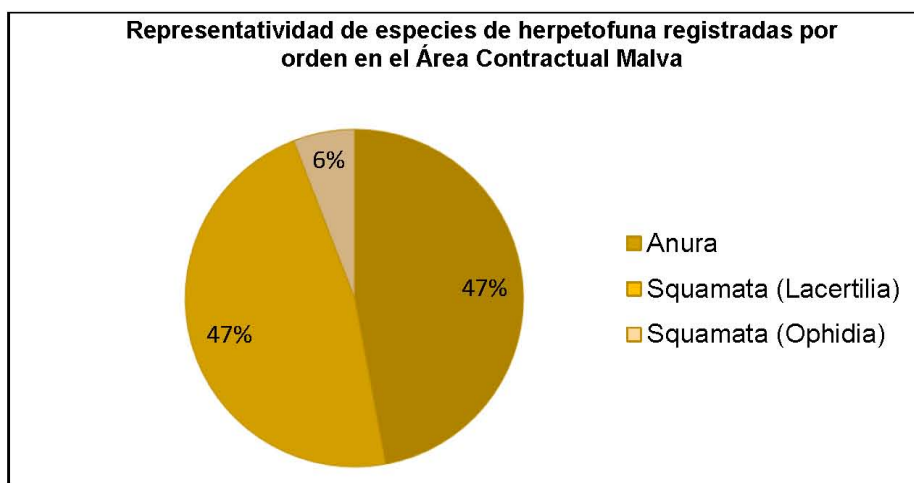
Las especies de la herpetofauna registrada en el muestreo del Área Contractual Malva se enlistan en la Tabla 35.



**Tabla 35.** Especies de la herpetofauna registrada en el muestreo de campo del Área Contractual Malva.

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común
Amphibia	Anura	Bufonidae	<i>Incilius valliceps</i>	Sapo común
			<i>Rhinella horribilis</i>	Sapo de la caña
		Leptodactylidae	<i>Leptodactylus fragilis</i>	Ranita de charco
		Hylidae	<i>Agalychnis callydrias</i>	Rana arborescente
			<i>Smilisca baudinii</i>	Sapito
			<i>Hyalinobatrachium fleischmanni</i>	Ranita cristal
		Craugastoridae	<i>Craugastor loki</i>	Sapito
Ranidae	<i>Lithobates sp.</i>	Rana		
Reptilia	Squamata (Lacertilia)	Xantusidae	<i>Lepidophyma flavimaculatum</i>	Lagartija nocturna
		Scincidae	<i>Marisora unimarginata</i>	Lagartija cristal selvática
		Teiidae	<i>Holcosus undulatus</i>	Lagartija ondulada
		Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i>	Tolok/Basilisco café
		Phrynosomatidae	<i>Sceloporus teapensis</i>	Escamoso de Teapen
			<i>Sceloporus variabilis</i>	Lagartija panza rosa
		Polychrotidae	<i>Anolis sericeus</i>	Abaniquillo punto azul
			<i>Anolis uniformis</i>	Abaniquito rosado
	Squamata (Ophidia)	Colubridae	<i>Sibon nebulatus</i>	Culebra

La representatividad de la herpetofauna (Figura 41) esta principalmente conformada por anuros (ranas) y Lacertilios (lagartijas), con un 47% cada uno, finalmente tan solo el 9% corresponde a una especie de serpiente (Orden Squamata, suborden Ophidia) que se logro registrar para el Área Contractual Malva.

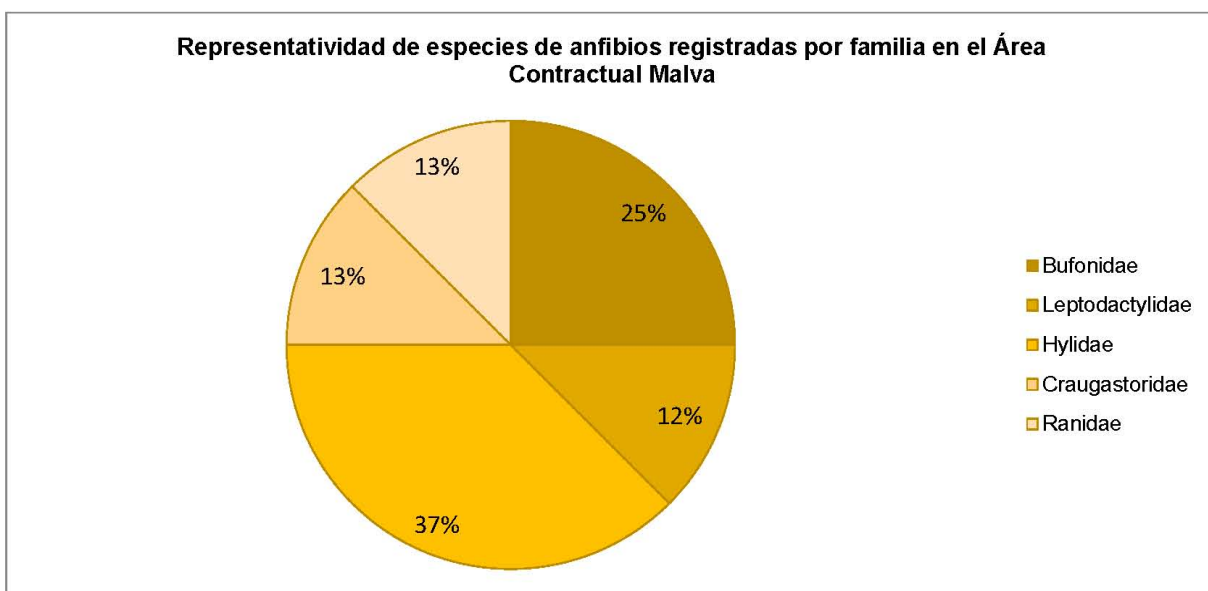


**Figura 41.** Representatividad de especies por orden de la herpetofauna registrada en el Área Contractual Malva

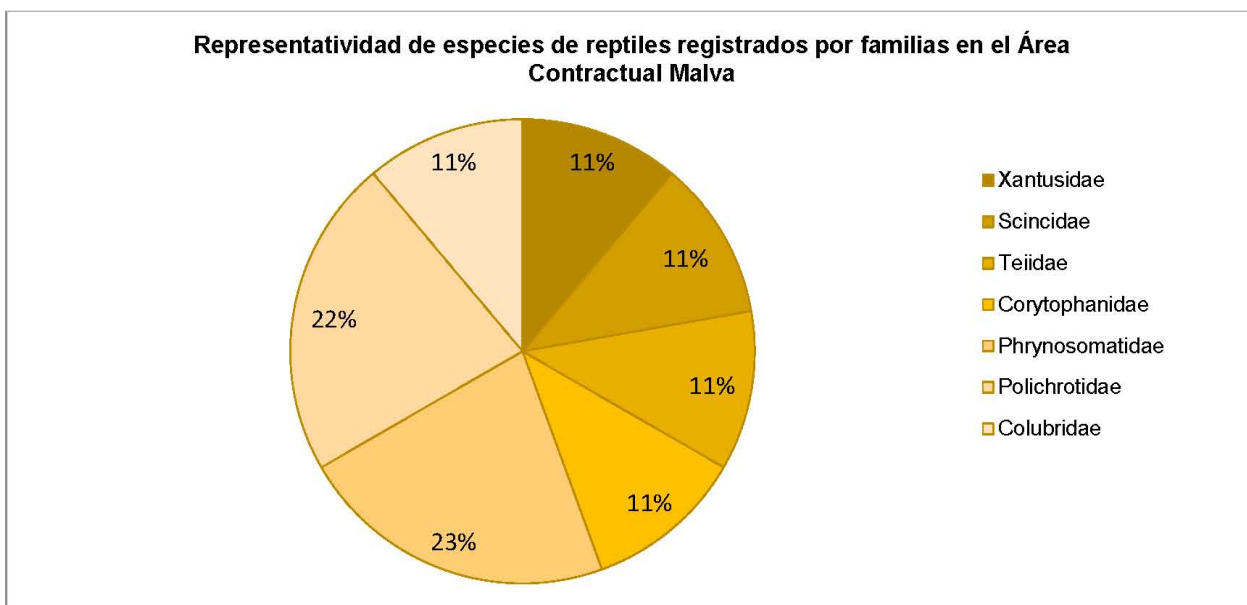
En las Figura 42 y Figura 43 se presenta el porcentaje de especies por familia de anfibios y reptiles, respectivamente, de acuerdo al total de especies de herpetofauna registrados en el área del proyecto.

La familia más representativa de anfibios es Hylidae con un 37% del total, ya que para esta familia se registraron 3 especies diferentes, la siguiente familia es Bufonidae con un 25% de los registros correspondientes a 2 especies, finalmente las familias Leptodactylidae, Craugastoridae y Ranidae tienen 13%, 13%, y 12% respectivamente.

En el caso de los reptiles, la familia más representativa es Phrynosomatidae con un 23%, seguida de Polichrotidae con un 22%, las familias Xantusidae, Sincidae, Teiidae, Corytophanidae y Colubridae con un 11% cada una, ya que estas familias solo fueron representadas por una especie en el Área Contractual Malva.

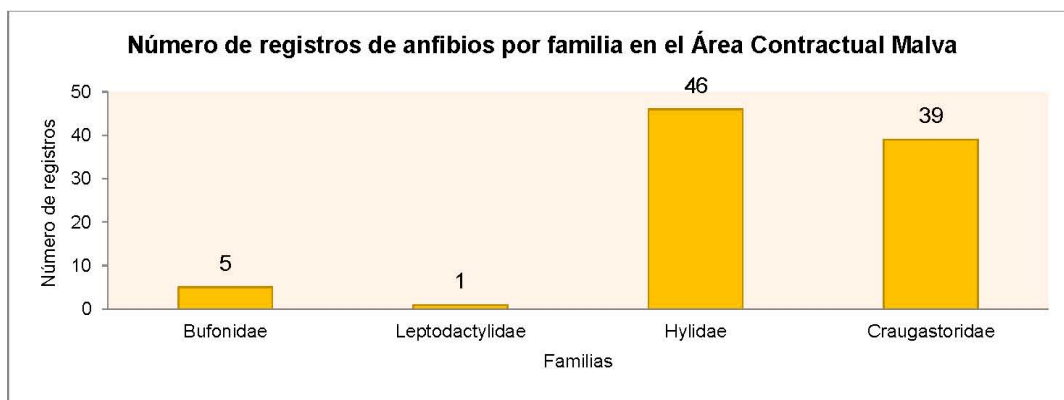


**Figura 42.** Representatividad de especies por familia de los anfibios registrados en el Área Contractual Malva



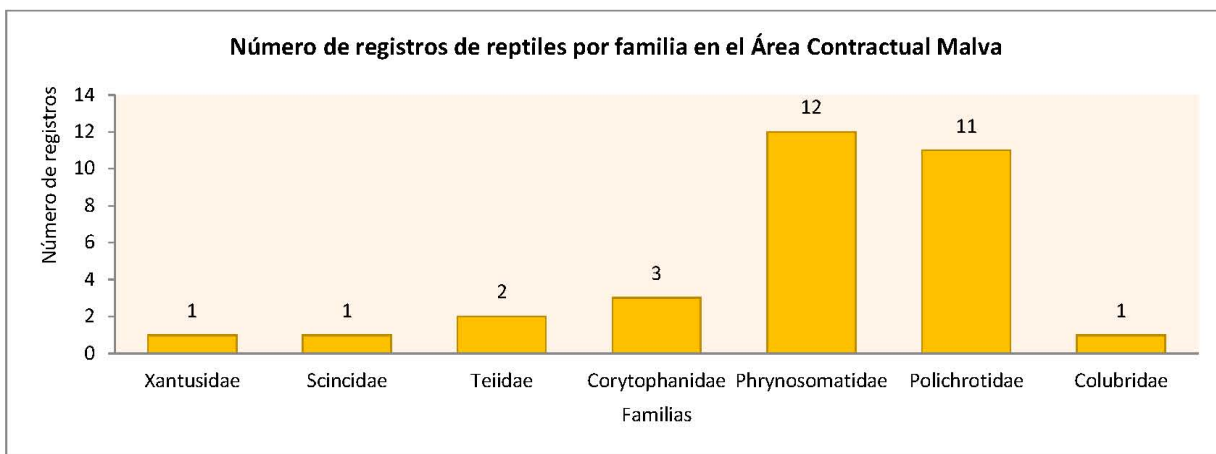
**Figura 43.** Representatividad de especies por familia de los reptiles registrados en el Área Contractual Malva

Para mostrar de forma grafica la abundancia de registros de las familias de anfibios en el Área Contractual Malva, en la Figura 44 podemos observar que la familia Hylidae tiene mayor representatividad con 46 registros. La familia Craugastoridae con 39 registros es la segunda en abundancia, en este caso los registros solo corresponden a una especie *Craugastor loki*. La familia Bufonidae con dos especies, *Incilius valliceps* y *Rhinella horribilis*, representan el tercer lugar con 5 registros mientras que para la familia Leptodactylidae solo se reporto una especie, *Leptodactylus fragilis* con un solo individuo.



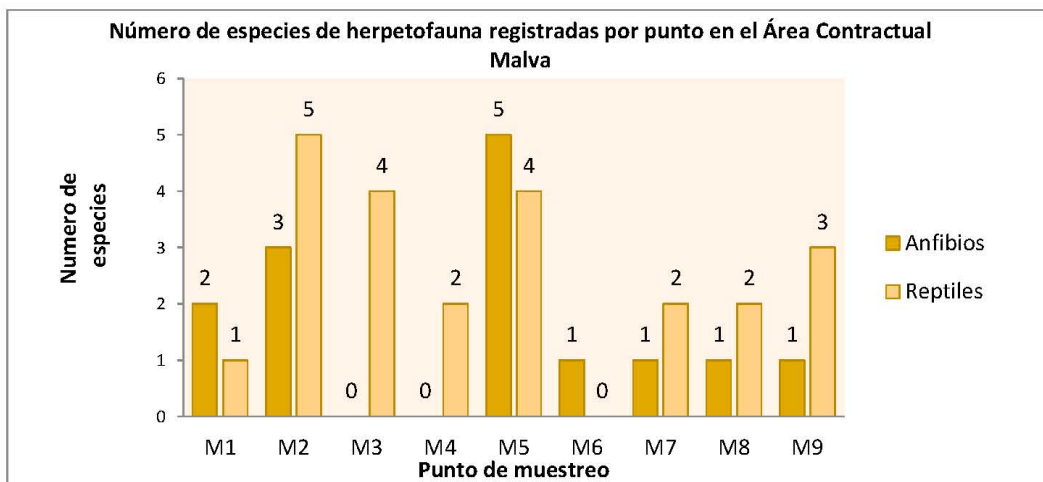
**Figura 44.** Número de registros por familia de anfibios en el Área Contractual Malva

En la Figura 45 se muestra la abundancia de registros por familia de reptiles, misma en la que podemos observar que las familias Phrynosomatidae y Polichrotidae con dos especies registradas cada una, *Sceloporus variabilis* y *Sceloporus teapensis* para Phrynosomatidae y *Anolis sericeus* y *Anolis uniformis* para Polichrotidae tienen la mayoría de registros en cuanto a reptiles registrados en el Área Contractual Malva. La familia Corytophanidae con 3 registros es la tercera en cuanto a abundancia de registros. En el caso de la familia Xantusidae, la especie que la representa con un registro es *Lepidophyma flavimaculatum*. Las familias Scincidae, Colubridae y Teiidae tuvieron también el registro de una sola especie en el Área Contractual Malva.



**Figura 45.** Número de registros por familia de reptiles en el Área Contractual Malva

En la Figura 46 se comparan los diferentes puntos de muestreo. Los puntos M2 y M5 son los que presentaron mayor número de especies tanto para anfibios como para reptiles. El punto M9 es el tercer lugar en cuanto a número de especies registradas. En los puntos M3 y M4 solo se registraron reptiles, mientras que en el M6 solo se registraron anfibios. Finalmente, en los puntos M1, M7 y M8 se registraron de una a dos especies tanto de anfibios como de reptiles.



**Figura 46.** Número de especies registradas tanto de anfibios como de reptiles en el Área Contractual Malva

En la Tabla 36 se enlistan las especies de herpetozoarios registrados en el Área Contractual Malva y sus categorías de riesgo, protección y aprovechamiento según los anexos CITES.

De las 17 especies de herpetozoarios registrados para toda el área, solo una especie, *Lepidophyma flavimaculatum*, se encuentran enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 de especies en riesgo para la nación; bajo la categoría de sujeto a protección especial (Pr). Dentro de la Red List de la IUCN, se encuentran nueve especies bajo la categoría de preocupación menor (LC), y ocho no se encuentran enlistadas (NE); mientras que dentro del convenio internacional CITES, solo *Agalychnis callydrias* esta incluida en su apéndice II (A-II) que permite su comercio internacional restringido a aquellos ejemplares que sean de legal procedencia y cuenten con su respectiva documentación avalada por la misma CITES y para México por la Dirección General de Vida Silvestre (DGVS), de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

Además de las categorías de riesgo antes mencionadas, para la herpetofauna se consideraron los trabajos publicados por Wilson *et.al.* (2013a y 2013 b), sobre el análisis de vulnerabilidad ambiental (EVS); basado en la distribución geográfica, el hábitat o número de comunidades vegetales en las que pueden localizarse las especies y el grado de impacto antropogénico; este último para el caso de los anfibios es remplazado por las modalidades reproductivas que presentan las especies; generando así tres categorías de vulnerabilidad a la degradación ambiental: Baja (3-9); Media (10-13) y Alta (14-19 para anfibios) y (14-20 para reptiles);

En cuanto a los EVS de las especies registradas en el Área Contractual Malva, tenemos 10 en categoría de riesgo baja. En riesgo medio están las especies *Agalychnis callydrias*, *Hyalinobatrachyum fleischmanni*, *Craugastor loki*, *Sceloporus teapensis* y *Anolis uniformis*. No se registraron especies con EVS de

riesgo alto. Solo la especie *Marisora unimarginata* no está evaluada. El registro de *Lithobates sp.* No se puede catalogar en ninguna categoría de riesgo

**Tabla 36.** Especies de herpetofauna bajo alguna categoría de riesgo, incluye: NOM-050-SEMARNAT: No enlistada (NL), Sujeto a protección especial (Pr), Amenazada (A); IUCN Red List: No enlistada (NE), Preocupación menor (LC), Casi amenazada (NT); CITES: No enlistada

Especies	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	EVS	CITES
<i>Incilius valliceps</i>	NL	LC	6	NL
<i>Rhinella horribilis</i>	NL	LC	3	NL
<i>Leptodactylus fragilis</i>	NL	LC	5	NL
<i>Agalychnis callydrias</i>	NL	LC	11	II
<i>Smilisca baudinii</i>	NL	LC	3	NL
<i>Hyalinobatrachyum fleischmanni</i>	NL	LC	10	NL
<i>Craugastor loki</i>	NL	LC	10	NL
<i>Lithobates sp.</i>	NL	NE	N/E	NL
<i>Lepidophyma flavimaculatum</i>	Pr	NE	8	NL
<i>Marisora unimarginata</i>	NL	LC	N/E	NL
<i>Holcosus undulatus</i>	NL	NE	7	NL
<i>Basiliscus vittatus</i>	NL	NE	7	NL
<i>Sceloporus teapensis</i>	NL	LC	13	NL
<i>Sceloporus variabilis</i>	NL	NE	5	NL
<i>Anolis sericeus</i>	NL	NE	8	NL
<i>Anolis uniformis</i>	NL	NE	13	NL
<i>Sibon nebulatus</i>	NL	NE	5	NL

En el área de muestreo no se cuenta con información documentada sobre los usos que le dan a especies de herpetofauna, no obstante en la Tabla 37 se enlistan algunos usos conocidos de dos de las especies de herpetofauna registradas en el Área Contractual Malva.

**Tabla 37.** Especies registradas en el Área Contractual Malva, con algún uso antropogénico reconocido en México, se incluyen: Cultural (Cu), Ornamental (Or), Medicinal (M), Alimenticio (Al), Mercado de mascotas exóticas (Mex), Comercial de partes y derivados (Co), Plaga (P)

Especie	Nombre común	Importancia						
		Cu	Or	M	Al	Mex	Co	P
<i>Rhinella horribilis</i>	Sapo de la caña	*	*					*
<i>Basiliscus vittatus</i>	Tolok	*				*		

#### 7.1.3.1.2.2 Ornitofauna

Para el grupo de las aves se obtuvo un listado potencial de 280 especies de aves lo cual representa un 48.27% del total de aves reportada para el estado de Chiapas. En la Tabla 38 se muestra la composición taxonómica de este grupo faunístico así como su estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

**Tabla 38.** Composición taxonómica de las especies de aves enlistadas potencialmente para el Área Malva.

Ordenes	Familias	Especies	NOM-059-SEMARNAT-2010		
			Pr	A	P
21	53	280	34	10	5

En el trabajo de campo se observó un total de 55 especies incluidas en 14 ordenes y 30 familias (Tabla 39), lo cual representa el 9.48% de las especies de aves de Chiapas, y el 19.64% del total de especies de aves enlistadas en el Anexo IV para el Área Contractual Malva.

**Tabla 39.** Composición taxonómica de las especies de aves registradas en el Área Contractual Malva.

Ordenes	Familias	Especies	Registros
14	30	55	412

En la

Tabla 40 se enlista el total de especies de aves registradas durante el muestreo realizado en el Área Contractual Malva.



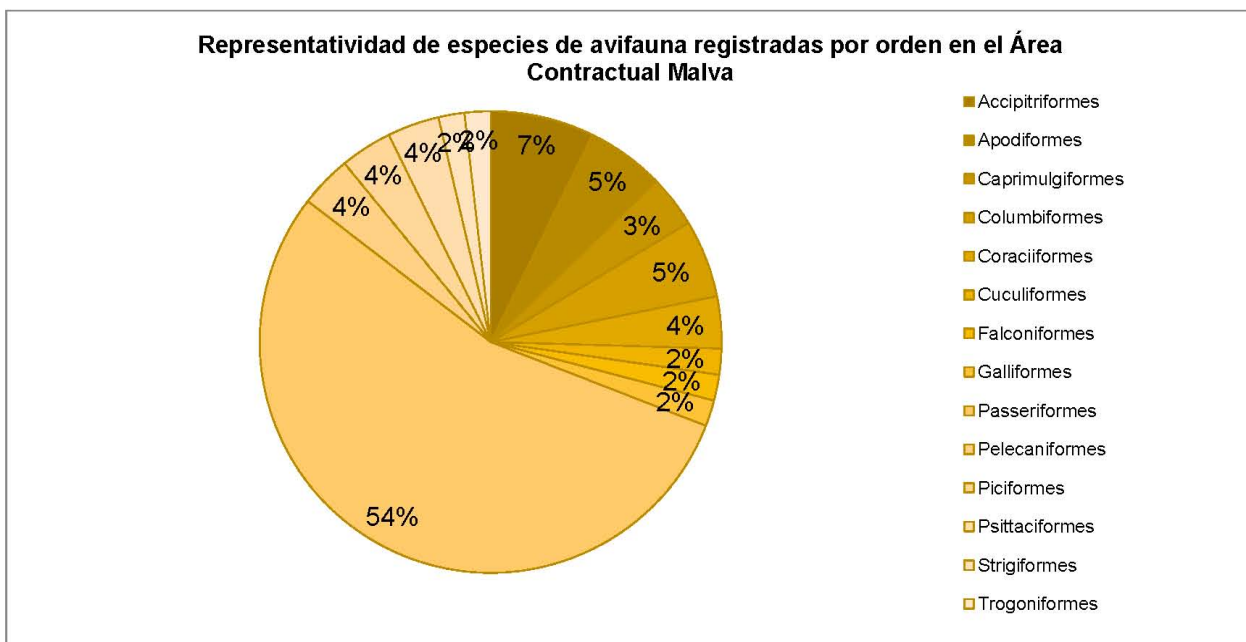
**Tabla 40.** Lista de especies registradas en el muestreo de campo, en el Área Contractual Malva.

<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>Nombre común</b>
Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta caerulea</i>	Garceta azul
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera
Accipitriformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Chombo/Zopilote común
Accipitriformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote cabeza roja/Zopilote aura
Accipitriformes	Accipitriformes	<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguillilla-negra menor
Accipitriformes	Accipitriformes	<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguillilla caminera
Columbiformes	Columbidae	<i>Patagienas flavirostris</i>	Paloma morada
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tortolita/Tortola cola larga
Columbiformes	Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma arroyera
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy
Strigiformes	Strigidae	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolote bajefío
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Nyctidromus albicollis</i>	Chotacabras pauraque
Caprimulgiformes	Nyctibiidae	<i>Nyctibius jamaicensis</i>	Bienparado norteño
Apodiformes	Apodidae	<i>Chaetura vauxi</i>	Vencejo de Vaux
Apodiformes	Trochilidae	<i>Anthracothorax prevostii</i>	Colibri garganta negra
Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia yucatanensis</i>	Colibrí yucateco
Trogoniformes	Trogoniformes	<i>Trogon melanocephalus</i>	Trogón cabeza negra
Coraciiformes	Momotidae	<i>Momotus momota</i>	Momoto corona azul
Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Chloroceryle amazona</i>	Martín-pescador amazónico
Piciformes	Ramphastidae	<i>Ramphastos sulfuratus</i>	Tucán pico canoa
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Chejere/Carpintero cheje

Orden	Familia	Especie	Nombre común
Falconiformes	Falconidae	<i>Micrastur semitorquatus</i>	Halcón selvático de collar
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Eupsittula nana</i>	Perico pecho sucio
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona autumnalis</i>	Loro cachete amarillo
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Thamnophilus doliatus</i>	Batará barrado
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiopagis viridica</i>	Elenia verdosa
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bien-te-veo
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Chatilla común/Luis gregario
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiodynastes luteiventris</i>	Papamoscas atigrado
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Madrugador abejero/Tirano tropical
Passeriformes	Tityridae	<i>Tityra semifasciata</i>	Tityra puerquito
Passeriformes	Tityridae	<i>Pachyramphus aglaiae</i>	Cabezón degollado
Passeriformes	Corvidae	<i>Psilorhinus morio</i>	Papán oscuro/Chara papán
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina ala aserrada
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Chivirín saltapared
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus zonatus</i>	Matraca tropical
Passeriformes	Trogoniformes	<i>Pheugopedius maculipectus</i>	Saltapared/Chivirín moteado
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus grayi</i>	Mirlo pardo
Passeriformes	Parulidae	<i>Geothlypis poliocephala</i>	Mascarita pico grueso
Passeriformes	Parulidae	<i>Basileuterus rufifrons</i>	Chipe gorra rufa
Passeriformes	Thraupidae	<i>Thraupis abbas</i>	Tángara ala amarilla
Passeriformes	Thraupidae	<i>Volatinia jacarina</i>	Marinerito/ Semillero brincador
Passeriformes	Thraupidae	<i>Sporophila torqueola</i>	Collajerito/Semillero de collar
Passeriformes	Thraupidae	<i>Saltator maximus</i>	Picurero bosquero

Orden	Familia	Especie	Nombre común
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Habia fascicauda</i>	Tángara-hormiguera garganta roja
Passeriformes	Icteridae	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor
Passeriformes	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano
Passeriformes	Icteridae	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojo rojo
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus spurius</i>	Bolsero castaño
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus mesomelas</i>	Bolsero cola amarilla
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus gularis</i>	Bolsero de Altamira
Passeriformes	Icteridae	<i>Psarocolius wagleri</i>	Oropéndola cabeza castaño
Passeriformes	Icteridae	<i>Psarocolius montezumae</i>	Oropéndola de Moctezuma
Passeriformes	Fringillidae	<i>Eufonia affinis</i>	Eufonia garganta negra

En cuanto a la representatividad de especies por órdenes de aves, el orden con mas representantes en el Área Contractual Malva fueron los Passeriformes con un 54%. El siguiente orden fue el de los Accipitriformes con un 7%. Los ordenes Apodiformes, y Columbiformes con un 5% cada una del total de especies. Los ordenes caprimulgiformes, Coraciiformes, Pelecaniformes, Piciformes, y Psittaciformes con un 4% cada uno. Finalmente con un 2% cada uno están los órdenes Cuculiformes, Falconiformes, Galliformes, Strigiformes y Trogoniformes Figura 47.

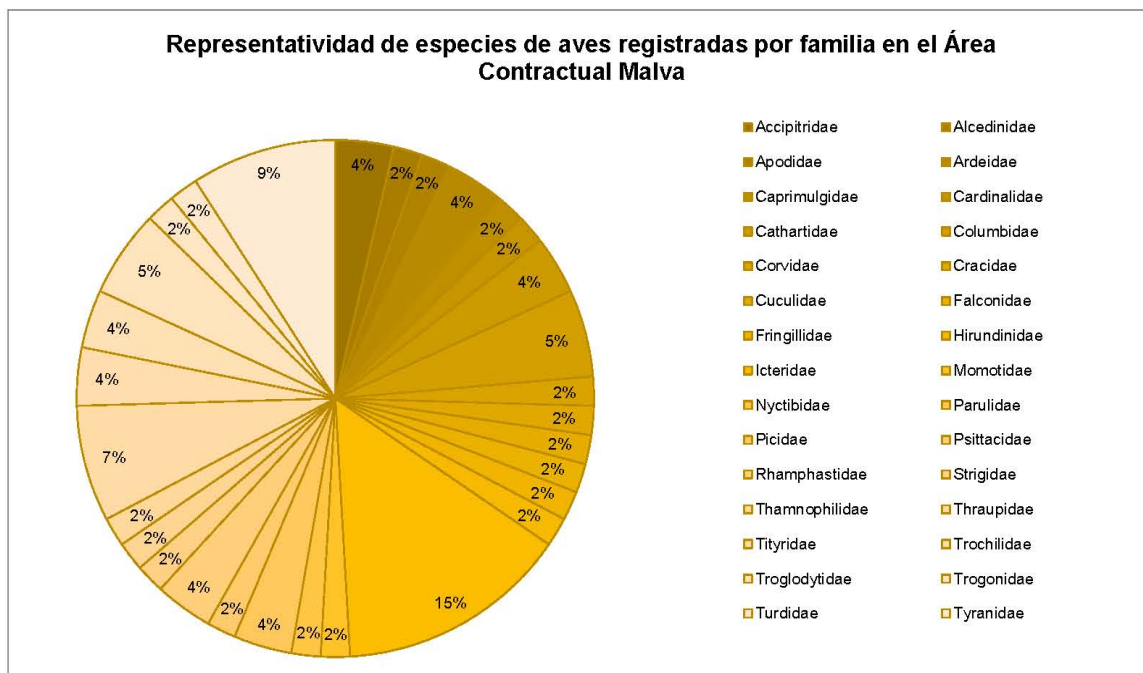


**Figura 47.** Representatividad de especies de aves por orden registradas en el Área Contractual Malva

En la Figura 48 se presenta el porcentaje de especies por familia de aves, de acuerdo al total de especies de ornitofauna registradas en el Área Contractual Malva.

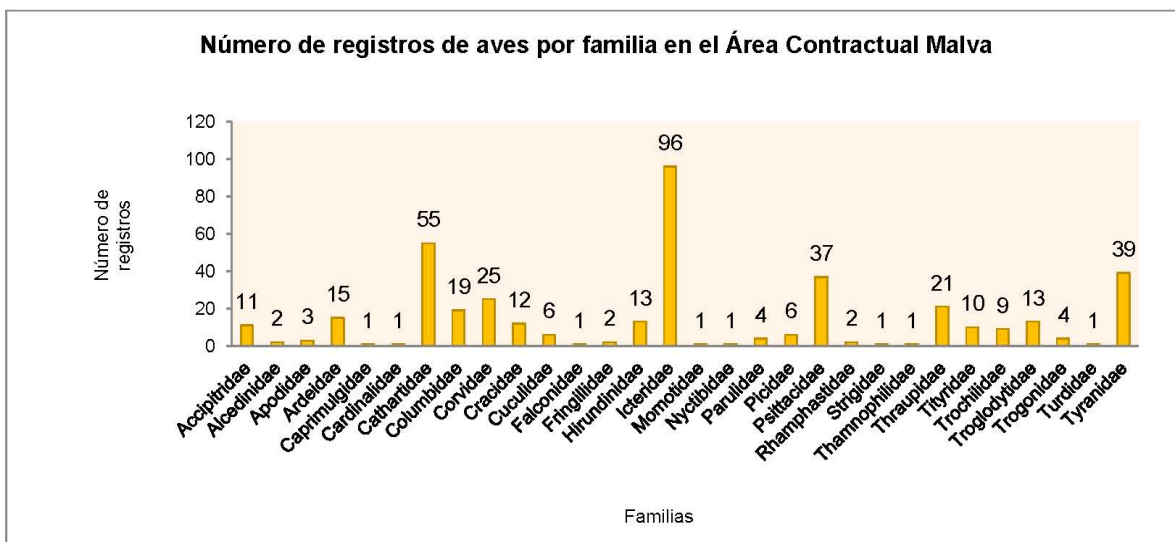
La familia con el porcentaje mayor de representatividad fue Icteridae con un 15% correspondiente a 8 especies. La segunda familia fue Tyrannidae con un 9% correspondiente a 5 especies. Thraupidae con un 7% es la tercera familia mas representada en cuanto especies. Las familias Columbidae y Troglodytidae representan el 5% cada una. Las familias Accipitridae, Ardeidae, Cathartidae, Parulidae, Psittacidae, Tityridae y Trochilidae representaron cada una el 4% del total de especies. Por último con un 2 % correspondiente a una especie para cada una, se encuentran las familias: Alcedinidae, Apodidae, Caprimulgidae, Cardinalidae, Corvidae, Cracidae, Cuculidae, Falconidae, Fringillidae, Hirundinidae, Momotidae,

Nyctibidae, Picidae, Ramphastidae, Strigidae, Thamnophilidae, Trogonidae y Turdidae.



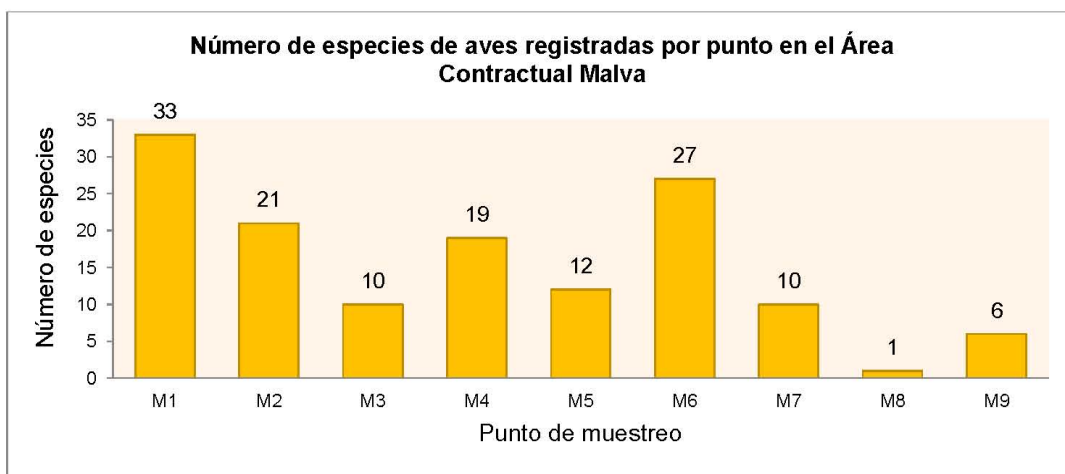
**Figura 48.** Representatividad de especies de aves por familia en el Área Contractual Malva

En la Figura 49 se muestra la abundancia de registros por familia de aves, misma en la que podemos observar que la familia Icteridae no solo es la que más especies tiene sino que además con 96 registros es la que más registros tiene. La familia Cathartidae que es la de los zopilotes tiene 55 registros. Las familias Tyrannidae y Psittacidae tienen 39 y 37 registros respectivamente el resto de las familias oscilan entre un registro y 25 registros.



**Figura 49.** Número de registros por familia de aves en el Área Contractual Malva

En cuanto al número de especies registradas por punto de muestreo, en la Figura 50 se observa que el punto con mayor número de especies registradas es el M1, mientras que el M6 le sigue con 27 especies. El punto con el menor número de especies de aves observadas es el M8. El resto de los puntos oscilan entre los 6 y 21 registros.



**Figura 50.** Número de especies de aves registradas por punto de muestreo en el Área Contractual Malva

En la Tabla 41 se enlistan las especies de aves que se encuentran bajo alguna categoría de riesgo. En la NOM-059-Semarnat-2010 se enlistan en la categoría de sujeto a protección especial (Pr) las especies: *Buteogallus anthracinus*, *Micrastur semitorquatus*, *Eupsittula nana*, *Psarocolius wagleri* y *Psarocolius montezumae*. En la categoría de amenazada (A) se enlista la especie *Ramphastos sulfuratus*. En cuanto a la IUCN solo la especie *Eupsittula nana* se enlista en la categoría casi amenazada (NT), el resto de las especies se enlistan en categoría de preocupación menor (LC). En cuanto a CITES, solo en su anexo II se encuentran enlistadas las especies: *Buteogallus anthracinus*, *Rupornis magnirostris*, *Glaucidium brasilianum*, *Anthracothorax prevostii*, *Amazilia yucatanensis*, *Ramphastos sulfuratus*, *Micrastur semitorquatus*, *Eupsittula nana* y *Amazona autumnalis*.

**Tabla 41.** Especies de aves bajo alguna categoría de riesgo, incluye: NOM-050-SEMRANAT: No enlistada (NL), Sujeto a protección especial (Pr), Amenazada (A); IUCN Red List: No enlistada (NE), Preocupación menor (LC), Casi amenazada (NT); CITES: No enlistada (NL), Apéndice II (A-II). Área Contractual Malva.

Especie	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES
<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguililla-negra menor	Pr	LC	II
<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguililla caminera	NL	LC	II
<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolote bajefío	NL	LC	II
<i>Anthracothorax prevostii</i>	Colibri garganta negra	NL	LC	II
<i>Amazilia yucatanensis</i>	Colibrí yucateco	NL	LC	II
<i>Ramphastos sulfuratus</i>	Tucán pico canoa	A	LC	II
<i>Micrastur semitorquatus</i>	Halcón selvático de collar	Pr	LC	II
<i>Eupsittula nana</i>	Perico pecho sucio	Pr	NT	II
<i>Amazona autumnalis</i>	Loro cachete amarillo	NL	LC	II

Especie	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES
<i>Psarocolius wagleri</i>	Oropéndola cabeza castaña	Pr	LC	NL
<i>Psarocolius montezumae</i>	Oropéndola de Moctezuma	Pr	LC	NL

#### 7.1.3.1.2.3 Mastofauna (Mamíferos)

En el listado bibliográfico de especies de fauna potenciales para el Área Contractual Malva (Anexo IV) se enlistan 115 especies, las que representan un 61.17%, del total de especies reportadas para el estado de Chiapas. De estas especies destaca el elevado número de especies de roedores y murciélagos (Tabla 42).

**Tabla 42.** Composición taxonómica de la mastofauna potencial y número de especies con estatus en NOM-059-SEMARNAT-2010 para el Área Contractual Malva

Ordenes	Familias	Especies	NOM-059-SEMARNAT-2010		
			Pr	A	P
9	25	115	14	16	13

En el muestreo de fauna realizado en el Área Contractual Malva se registraron un total de 5 especies que corresponden a el 2.65% de las especies reportadas para el estado de Chiapas, y a el 4.34% del total de especies consideradas como potenciales para el Área Contractual Malva. En la Tabla 43 se presenta la composición taxonómica de las especies de Mastofauna así como el número de registros totales para el Área Contractual Malva.

**Tabla 43.** Composición taxonómica de las especies y número de registros de mastofauna durante el muestreo en el Área Contractual Malva.

Orden	Familia	Especies	Registros
4	4	5	8

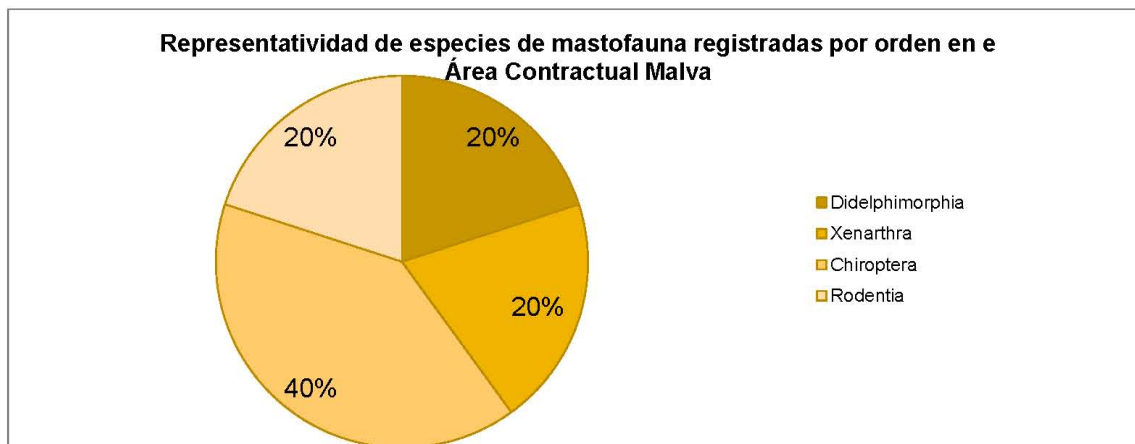


En la Tabla 44 se enlistan las especies de Mastofauna registradas en el Área Contractual Malva.

**Tabla 44.** Lista de especies de mastofauna registradas en el Área Contractual Malva

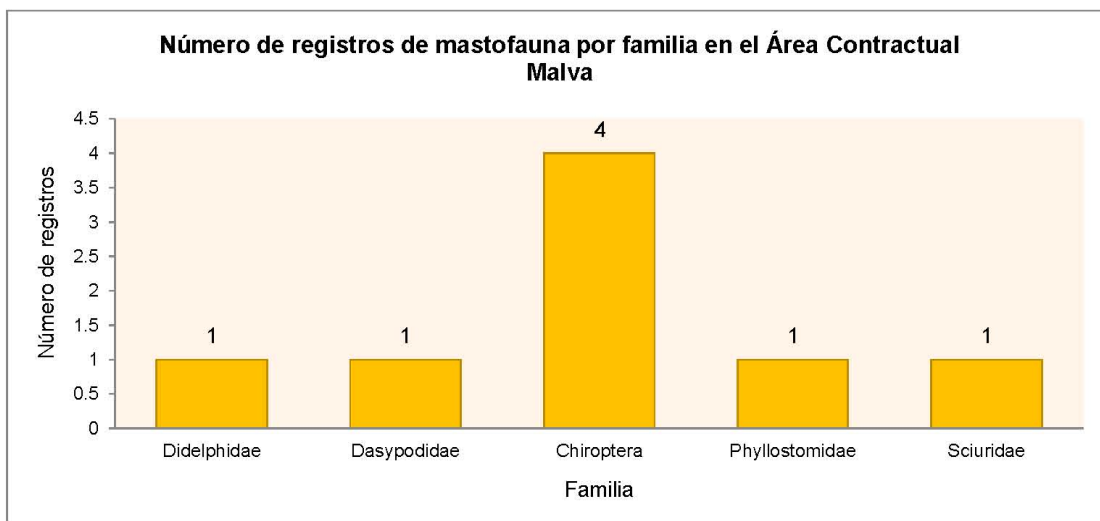
Orden	Familia	Especie	Nombre común
Didelphimorphia	Didelphidea	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuahe
Xenarthra	Dasypodidae	<i>Dasyus novemcinctus</i>	Armadillo
Chiroptera	-	<i>Chiroptera sp.</i>	Murciélago
Chiroptera	Phyllostomatidae	<i>Uroderma bilobatum</i>	Murciélago
Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus aureogaster</i>	Ardilla gris

En cuanto a la representatividad de especies por orden (Figura 51), tenemos a los quirópteros con un 40% del total de especies registradas en el área del proyecto. El resto de los ordenes está representado por el 20% cada uno.



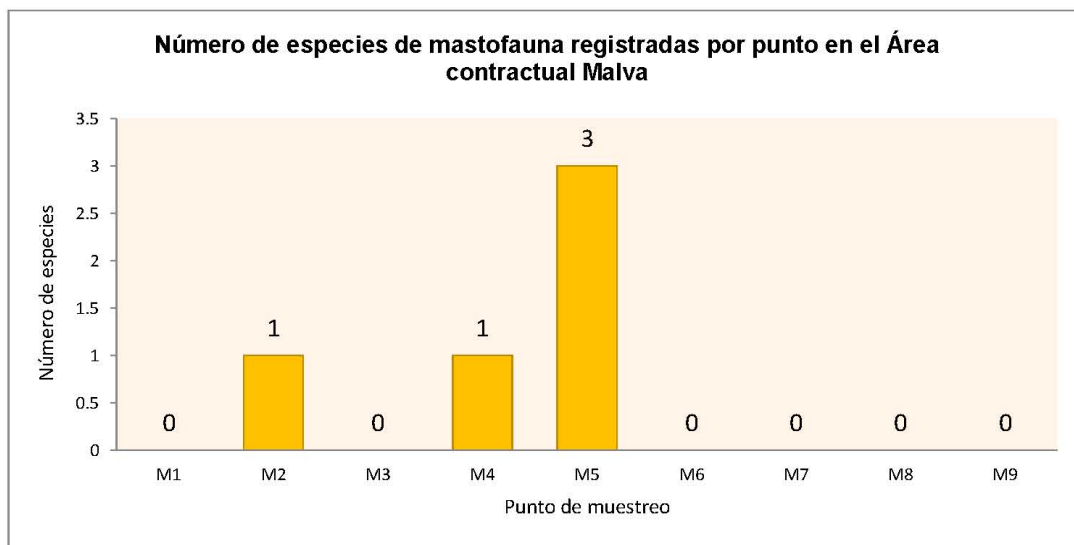
**Figura 51.** Representatividad de especies por orden de mamíferos en el Área Contractual Malva

En cuanto al número de registros de especies de mamíferos en la Figura 52 podemos observar que de las cinco familias, el grupo etiquetado como Chiroptera, tiene 4 registros mientras que el resto de las familias tienen un solo registro.



**Figura 52.** Número de registros por familia de mamíferos en el Área Contractual Malva

En la Figura 53 podemos observar que de los nueve puntos de muestreo realizados, solo en tres de ellos se registraron mamíferos, siendo en el punto M5 en donde se registro el mayor número de especies, siendo estas: *Uroderma bilobatum*, *Didelphis virginiana* y una morfoespecie de murciélago denominada *Chiroptera sp.*



**Figura 53.** Número de especies de Mamíferos registrados por punto en el Área Contractual Malva

En los muestreos del Área Contractual Malva no se registraron especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, en cuanto a las categorías de la UICN todas se enlistan en la categoría de preocupación menor, y ninguna especie se incluye dentro de los apéndices de CITES. Sin embargo, no se descarta la presencia de especies que, aunque no fueron observadas durante el muestreo en el Área Contractual Malva, se distribuyen histórica o potencialmente en dicha área (Anexo IV).

#### 7.1.3.1.2.4 Análisis de biodiversidad integrado

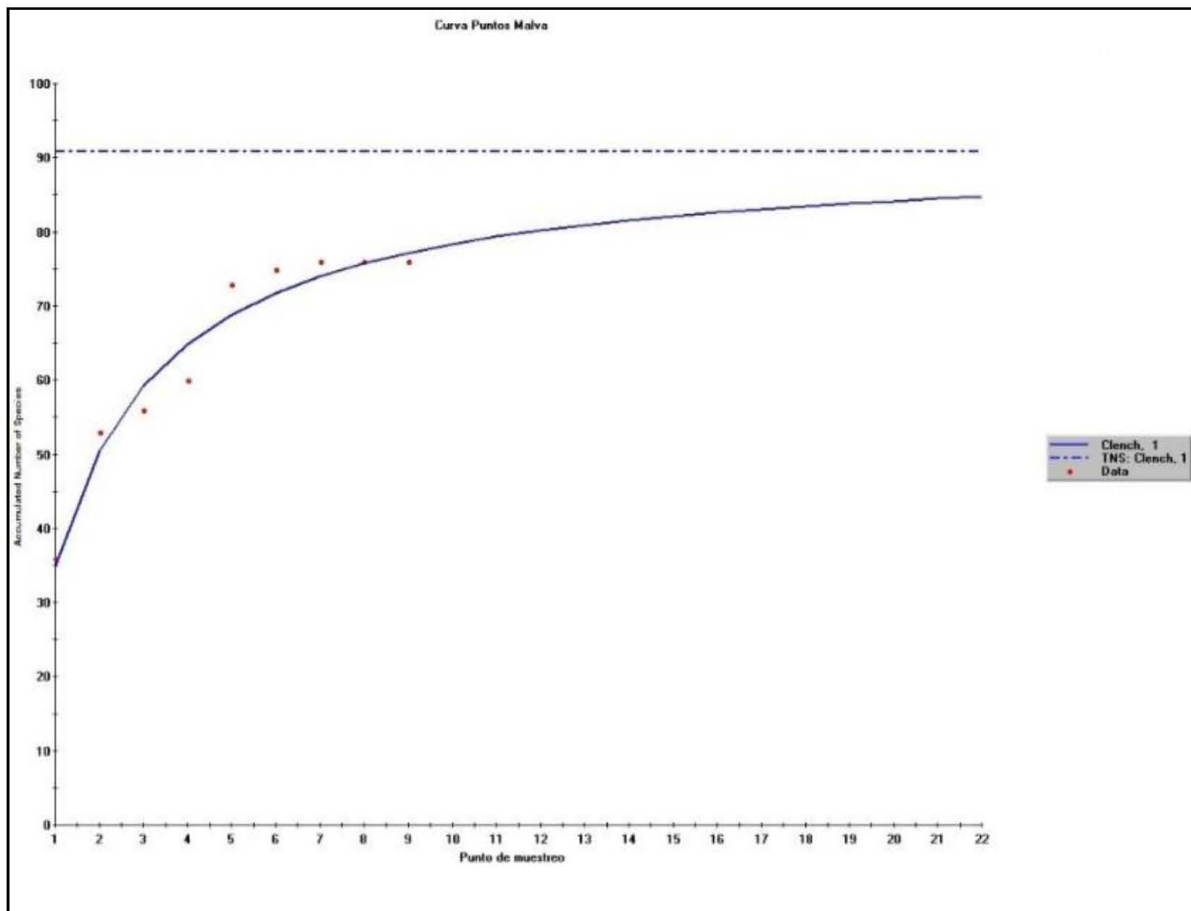
Tal como se describió en la metodología, para el análisis de la estructura de las comunidades faunísticas del Área Contractual Malva se tomaron todos los datos combinados de los tres grupos de vertebrados terrestres.

En cuanto al nivel de completitud del muestreo para el Área Contractual Malva, se alcanzó un porcentaje del 84% aproximadamente (Figura 54). En la avanza el número de muestreos.

Tabla 45 se muestra el grado de acumulación de las especies registradas para el área del proyecto, nótese que el registro de especies nuevas tiende a cero conforme avanza el número de muestreos.

Tabla 45. Grado de acumulación de especies

Dinamismo de la curva (Acumulación de especies)	Unidad o esfuerzo de muestreo, puntos de muestreo (M1-M9) curva suavizada con 100 aleatorizaciones								
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
Spp. nuevas x día	36	17	3	4	13	2	1	0	0
Acumulación de spp.	36	53	56	60	73	75	76	76	76



**Figura 54.** Curva de acumulación de especies registradas en el Área Contractual Malva

La abundancia relativa de especies presentes en el Área Contractual Malva se calculó, primeramente sumando la abundancia individual de cada una de las especies en todos los puntos de muestreo, para obtener por medio de la suma total de las abundancia individuales la abundancia total de individuos del área, y así al dividir la abundancia individual de cada especie entre la abundancia total se obtiene la abundancia relativa; estos valores de abundancia se categorizaron en cuatro clases a partir de los valores máximos y mínimos de abundancia para cada área, de tal modo que las especies pudieran clasificarse de acuerdo a las siguientes categorías (Tabla 46)

**Tabla 46.** Clasificación de abundancia relativa y sus intervalos mínimos y máximos calculados para el Área Contractual Malva.

Clasificación de Abundancia Relativa	Intervalo mínimo de categoría	Intervalo máximo de categoría
MR = (Muy poco abundante)	0.0000	0.0192
R = (Poco abundante)	0.0192	0.0384
C = (Moderadamente abundante)	0.0384	0.0576
A = (Muy abundante)	0.0576	0.1152

A su vez se obtuvo también la frecuencia relativa, que expresa el número de veces o muestras en las que se encuentra una especie, referida a la frecuencia de ocurrencia de todas las especies; se obtiene al sumar la frecuencia de ocurrencia de cada especie dividida entre la sumatoria total de las frecuencias individuales; tanto los valores de abundancia relativa, como de frecuencia relativa por especie se muestran en la tabla 16 para el área del proyecto, nótese que las especies más abundantes son *Psarocolius montezumae* y *Psilorhinus morio* (Tabla 47).

**Tabla 47.** Lista de especies registradas y su abundancia relativa (AR), Categoría de abundancia relativa y frecuencia relativa (FR) calculada para el Área Contractual Malva

Clase	Especie	AR	Categoría AR	FR
Amphibia	<i>Incilius valliceps</i>	0.00552486	MR	0.01666667
	<i>Rhinella horribilis</i>	0.00368324	MR	0.00555556
	<i>Leptodactylus fragilis</i>	0.00184162	MR	0.00555556
	<i>Agalychnis callydrias</i>	0.02209945	MR	0.00555556
	<i>Smilisca baudinii</i>	0.00368324	MR	0.00555556
	<i>Hyalinobatrachyum fleischmanni</i>	0.05893186	C	0.00555556
	<i>Craugastor loki</i>	0.0718232	C	0.02222222
	<i>Lithobates sp.</i>	0.00184162	MR	0.00555556
Reptilia	<i>Lepidophyma flavimaculatum</i>	0.00184162	MR	0.00555556
	<i>Marisora unimarginata</i>	0.00184162	MR	0.00555556

Clase	Especie	AR	Categoría AR	FR
	<i>Holcosus undulatus</i>	0.00368324	MR	0.00555556
	<i>Basiliscus vittatus</i>	0.00552486	MR	0.01666667
	<i>Sceloporus teapensis</i>	0.00184162	MR	0.00555556
	<i>Sceloporus variabilis</i>	0.02025783	MR	0.04444444
	<i>Anolis sericeus</i>	0.01104972	MR	0.02222222
	<i>Anolis uniformis</i>	0.0092081	MR	0.01666667
	<i>Sibon nebulatus</i>	0.00184162	MR	0.00555556
Aves	<i>Ortalis vetula</i>	0.02209945	MR	0.01666667
	<i>Egretta caerulea</i>	0.00184162	MR	0.00555556
	<i>Bubulcus ibis</i>	0.02578269	R	0.01666667
	<i>Coragyps atratus</i>	0.02394107	MR	0.02777778
	<i>Cathartes aura</i>	0.07734807	A	0.03888889
	<i>Buteogallus anthracinus</i>	0.00184162	MR	0.00555556
	<i>Rupornis magnirostris</i>	0.01841621	MR	0.03888889
	<i>Patagienas flavirostris</i>	0.01104972	MR	0.01666667
	<i>Columbina inca</i>	0.01657459	MR	0.01666667
	<i>Leptotila verreauxi</i>	0.00736648	MR	0.01111111
	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	0.01104972	MR	0.02222222
	<i>Glaucidium brasilianum</i>	0.00184162	MR	0.00555556
	<i>Nyctidromus albicollis</i>	0.00184162	MR	0.00555556
	<i>Nyctibius jamaicensis</i>	0.00184162	MR	0.00555556
	<i>Chaetura vauxi</i>	0.00552486	MR	0.00555556
	<i>Anthracothorax prevostii</i>	0.00184162	MR	0.00555556
	<i>Amazilia yucatanensis</i>	0.01473297	MR	0.02777778
	<i>Trogon melanocephalus</i>	0.00184162	MR	0.00555556
<i>Momotus momota</i>	0.00184162	MR	0.00555556	

Clase	Especie	AR	Categoría AR	FR
	<i>Chloroceryle amazona</i>	0.00368324	MR	0.00555556
	<i>Ramphastos sulfuratus</i>	0.00368324	MR	0.01111111
	<i>Melanerpes aurifrons</i>	0.01104972	MR	0.02222222
	<i>Micrastur semitorquatus</i>	0.00184162	MR	0.00555556
	<i>Eupsittula nana</i>	0.05156538	C	0.02777778
	<i>Amazona autumnalis</i>	0.01657459	MR	0.01111111
	<i>Thamnophilus doliatus</i>	0.00184162	MR	0.00555556
	<i>Myiopagis viridica</i>	0.00368324	MR	0.00555556
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	0.01657459	MR	0.01111111
	<i>Myiozetetes similis</i>	0.02762431	R	0.02777778
	<i>Myiodynastes luteiventris</i>	0.01104972	MR	0.01666667
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	0.01289134	MR	0.02222222
	<i>Tityra semifasciata</i>	0.01473297	MR	0.02222222
	<i>Pachyramphus aglaiae</i>	0.00368324	MR	0.00555556
	<i>Psilorhinus morio</i>	0.04604052	C	0.02222222
	<i>Stelgidopterix serripennis</i>	0.02394107	MR	0.01111111
	<i>Troglodytes aedon</i>	0.01841621	MR	0.02222222
	<i>Campylorhynchus zonatus</i>	0.00552486	MR	0.01111111
	<i>Pheugopedius maculipectus</i>	0.00552486	MR	0.01666667
	<i>Turdus grayi</i>	0.00184162	MR	0.00555556
	<i>Geothlypis poliocephala</i>	0.00368324	MR	0.00555556
	<i>Basileuterus rufifrons</i>	0.00368324	MR	0.01111111
	<i>Thraupis abbas</i>	0.00184162	MR	0.00555556
	<i>Volatinia jacarina</i>	0.01104972	MR	0.01666667

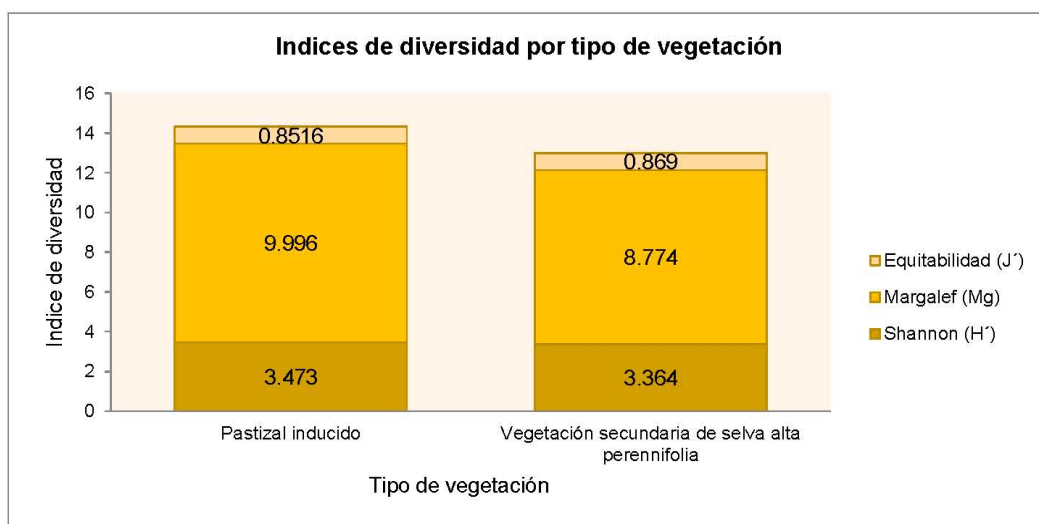
Clase	Especie	AR	Categoría AR	FR
	<i>Sporophila torqueola</i>	0.02025783	MR	0.02222222
	<i>Saltator maximus</i>	0.00552486	MR	0.01111111
	<i>Habia fasciata</i>	0.00184162	MR	0.00555556
	<i>Dives dives</i>	0.01841621	MR	0.01111111
	<i>Quiscalus mexicanus</i>	0.03130755	R	0.01666667
	<i>Molothrus aeneus</i>	0.00368324	MR	0.00555556
	<i>Icterus spurius</i>	0.00552486	MR	0.00555556
	<i>Icterus mesomelas</i>	0.00368324	MR	0.00555556
	<i>Icterus gularis</i>	0.00184162	MR	0.00555556
	<i>Psarocolius wagleri</i>	0.01289134	MR	0.02222222
	<i>Psarocolius montezumae</i>	0.09944751	A	0.03888889
	<i>Eufonia affinis</i>	0.00368324	MR	0.01111111
Mammalia	<i>Didelphis virginiana</i>	0.00184162	MR	0.00555556
	<i>Dasyus novemcinctus</i>	0.00184162	MR	0.00555556
	<i>Chiroptera sp.</i>	0.00736648	MR	0.00555556
	<i>Uroderma bilobatum</i>	0.00184162	MR	0.00555556
	<i>Sciurus aureogaster</i>	0.00184162	MR	0.00555556

Para conocer la riqueza, diversidad y equidad de las comunidades faunísticas del Área Contractual Malva, se procedió a agrupar a los puntos de muestreo según el tipo de vegetación que presentaban, de acuerdo con la carta de uso de suelo y vegetación, serie V, del INEGI (INEGI, 2010).

En la Figura 55 podemos observar que la mayor riqueza de especies, contrario a lo que se espera y de acuerdo con el índice de Margalef (Mg), está dada en el pastizal cultivado (Mg =9.996), sobre la vegetación secundaria arbórea y arbustiva de selva alta perennifolia (Mg=8.774). En cuanto a la diversidad calculada por el índice de Shannon-Wiener (H'), la mayor diversidad para el área del proyecto se presenta igualmente en el pastizal inducido (H' = 3.473), mientras que la vegetación

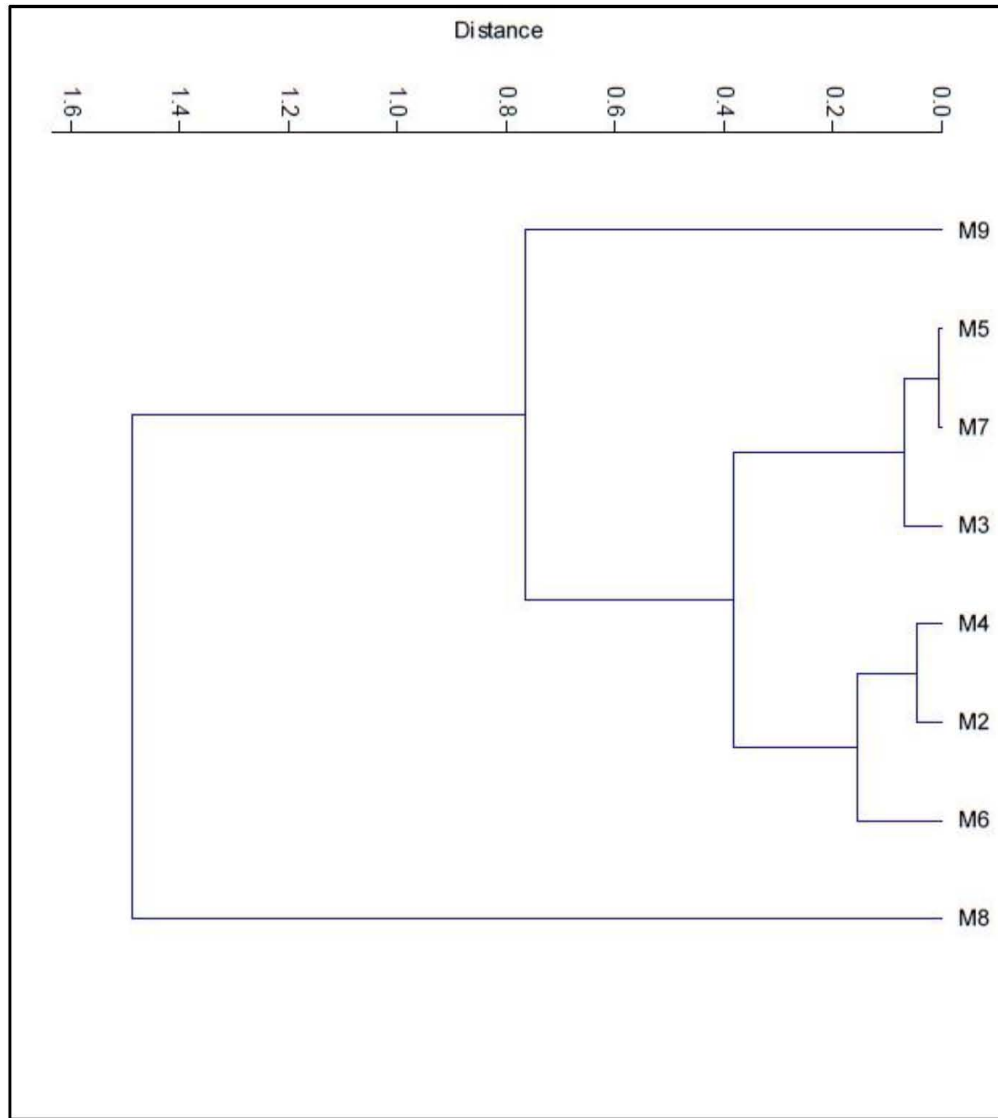


secundaria arbustiva y arbórea de selva alta perennifolia tiene un índice menor ( $H'3.364$ ). Finalmente en los índices de equidad ( $J'$ ) se observa que tanto el pastizal inducido como la vegetación secundaria arbórea y arbustiva de selva alta perennifolia presentan valores muy similares ( $J'=0.8516$  y  $J'869$ , respectivamente). Estos valores cercanos a la unidad indican que las especies registradas en el muestreo completo están repartidas de una manera más o menos homogénea.



**Figura 55.** Índices de diversidad de las comunidades de fauna correspondientes a los dos de los tipos de vegetación presentes en el Área Contractual Malva, de acuerdo con INEGI (2010)

Para conocer el grado de similitud entre los diferentes puntos de muestreo, se realizó un dendrograma de similitud en base al índice de Shanon-Wiener en el programa PAST. (Paleontological Statistics versión 3.06). En la Figura 56 se pueden distinguir 4 grupos principales uno de ellos conformado por el punto M8 el más distante del resto. Otro más por el M9. Un tercer grupo está conformado por los puntos M4, M2 y M6. Finalmente, los puntos M5, M7 y M3, los más cercanos entre si y distantes del resto de los puntos conforman el cuarto grupo.



**Figura 56.** Dendrograma de similitud entre los puntos de muestreo realizados en el Área Contractual Áreas sensibles

#### 7.1.4 Áreas Sensibles

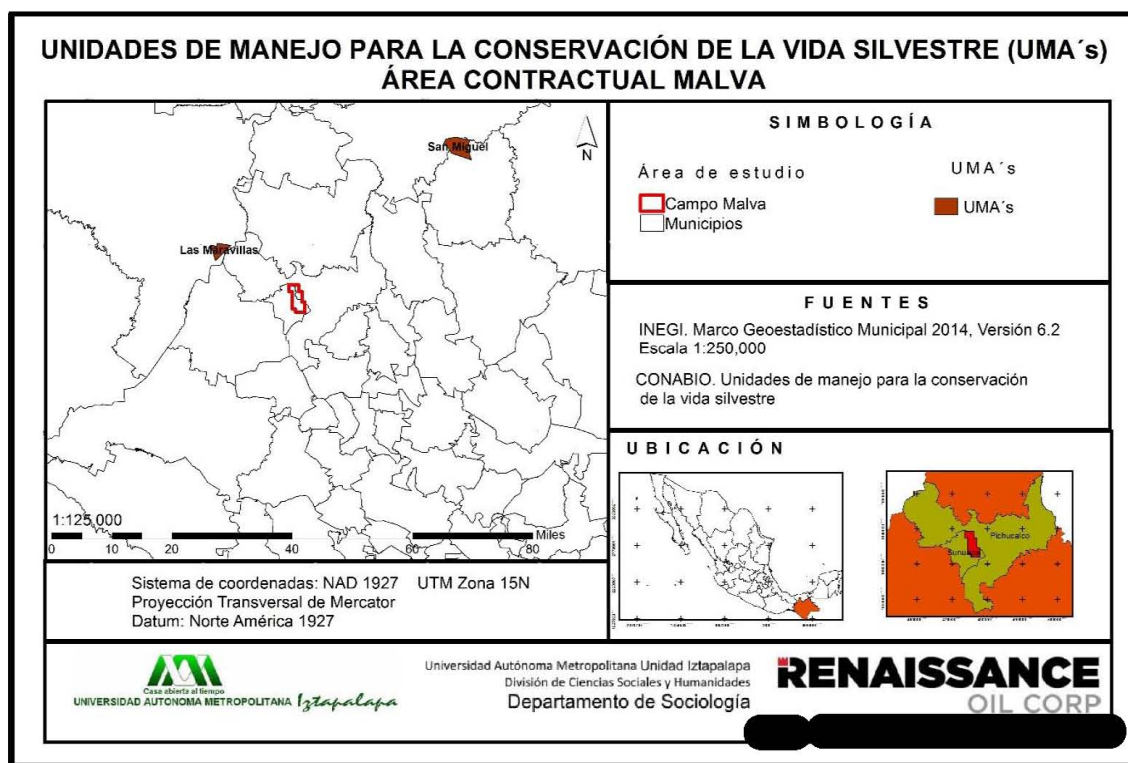
##### 7.1.4.1 Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA)

No se encuentran Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre dentro del área contractual Malva, las UMA's más cercanas al campo Malva son la

UMA DGVS-CR-EX 2407-TAB de nombre San Miguel y la UMA DGVS-CR-EX2408-TAB llamada Las Maravillas (Tabla 48, Figura 57).

**Tabla 48.** Distancia de las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA's) al área contractual Malva.

Nombre del UMA	Distancia al Área Contractual (km)
San Miguel	57.25
Las Maravillas	22.2



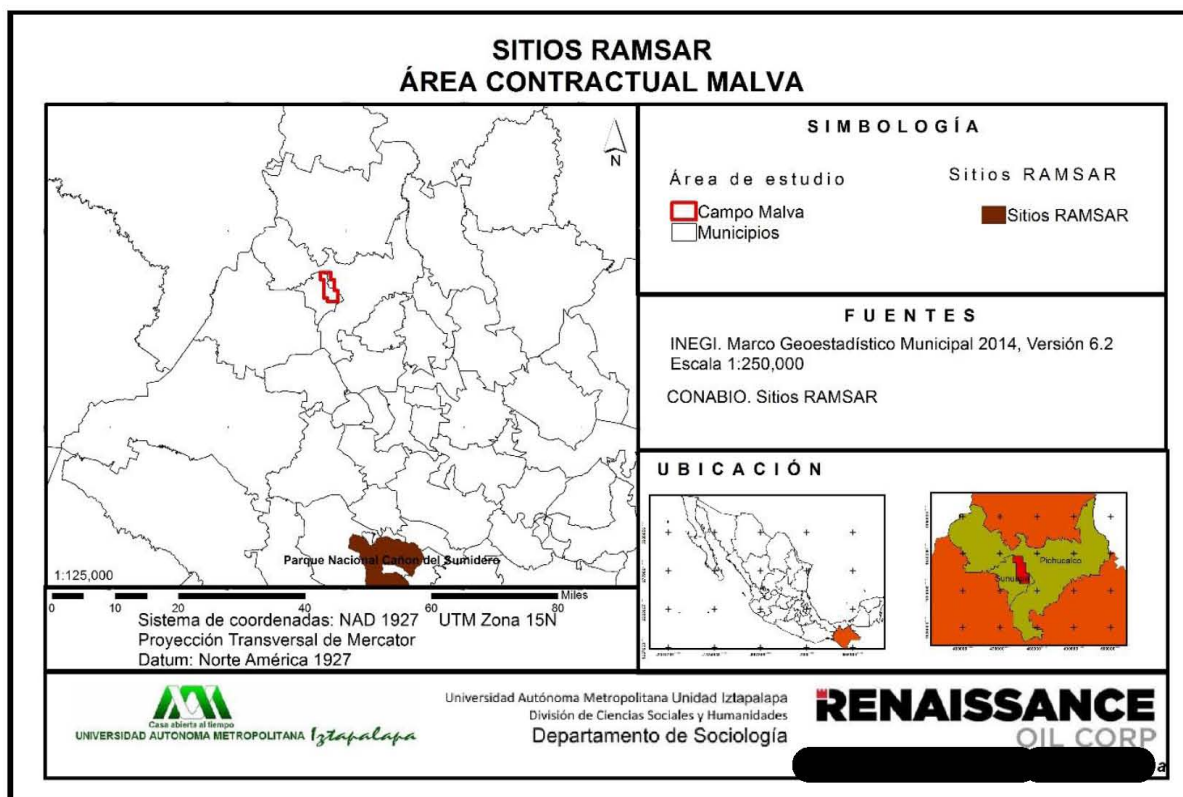
**Figura 57.** Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA's) cercanas al Área Contractual Malva. Sitios RAMSAR

### 7.1.4.2 Sitios RAMSAR

En el Área Contractual Malva no se ubica algún sitio RAMSAR, siendo el Área de Protección de Flora y Fauna Parque Nacional el Cañón del Sumidero el más cercano (Tabla 49, Figura 58).

**Tabla 49.** Distancia de sitios RAMSAR al área contractual Malva.

RAMSAR	Distancia al Área Contractual (km)
Área de Protección de Flora y Fauna Parque Nacional el Cañón del Sumidero	66.55



**Figura 58.** Sitios RAMSAR cercanas al Área Contractual Malva.

### 7.1.4.3 Regiones terrestres prioritarias

Dentro del Área Contractual Malva no se encuentran regiones terrestres prioritarias, la más cercana es El Manzanilla, Bosques mesófilos de los Altos de Chiapas, seguido de La Chacona-Cañón dek Sumidero y por último, la última RTP llamada Selva Zoque-La Sepultura (Tabla 50, Figura 59).

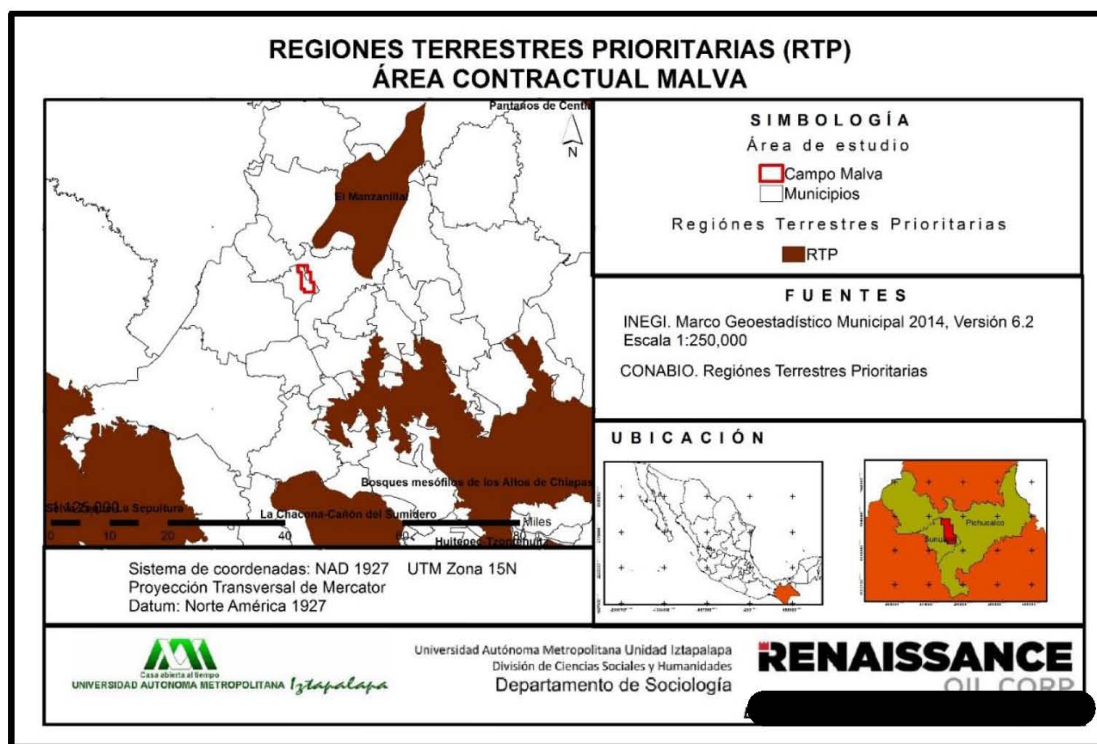


Figura 59. Regiones Terrestres Prioritarias proximas al Área Contractual Malva

Tabla 50. Distancia del Área Contractual Malva a las Regiones Terrestres Prioritarias cercanas al área.

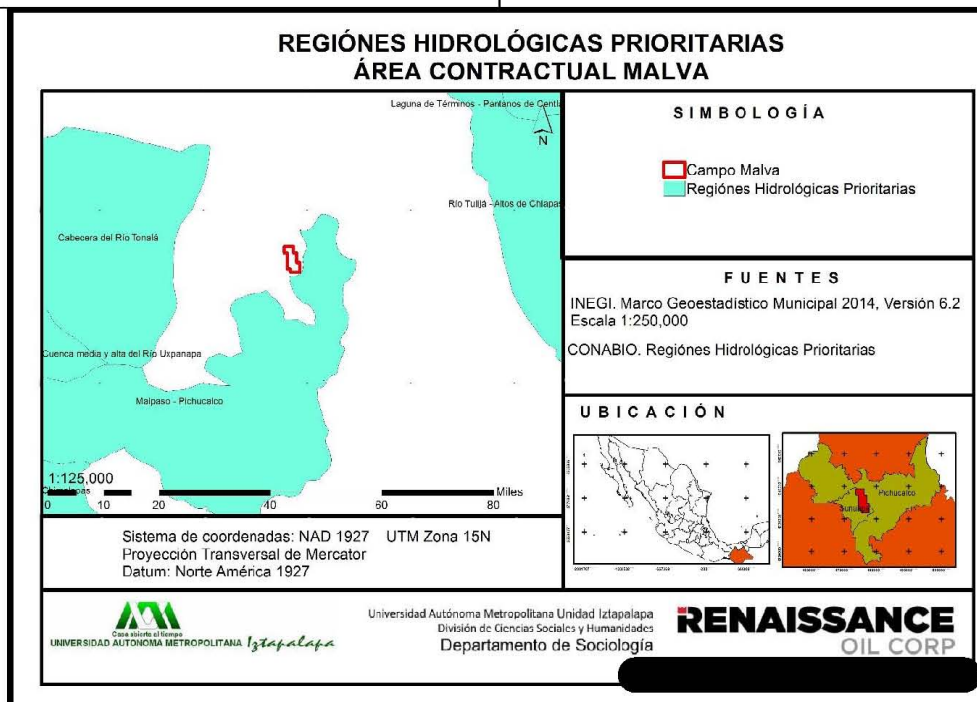
RTP	Distancia al Área Contractual (km)
El Manzanilla	3.56
Bosques mesófilos de los Altos de Chiapas	20.47
La Chacona-Cañón dek Sumidero	49.26
Selva Zoque-La Sepultura	56.86

### 7.1.4.4 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

El campo Malva se encuentra colindando con la Región Hidrológica Prioritaria Malpaso-Pichucalco, la siguiente RHP más cercana es Cabecera del Río Tonalá, seguido de Cuenca media y alta del Río Uxpanapa y por último la RHP Río Tulijá-Altos de Chiapas (Tabla 51, Figura 60)

**Tabla 51.** Distancia del Área Contractual Malva a las Regiones Hidrológicas Prioritarias cercanas al área.

RHP	Distancia al Área Contractual (km)
Malpaso-Pichucalco	0 km
Cabecera del Río Tonalá	27.32
Cuenca media y alta del Río Uxpanapa	59.68
Río Tulijá-Altos de Chiapas	55.69



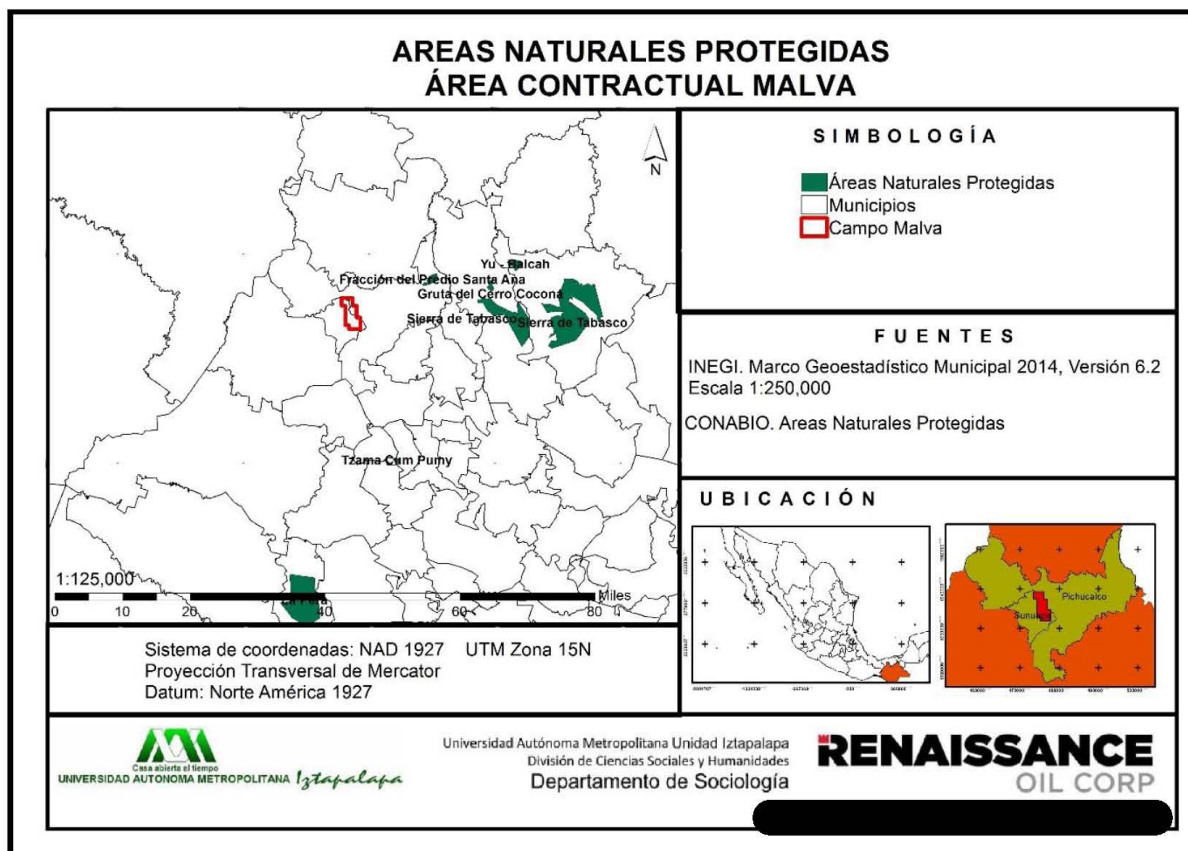
**Figura 60.** Regiones Hidrológicas Prioritarias cercanas al Área Contractual Malva.

### 7.1.4.5 Áreas Naturales Protegidas (ANP)

En el Área Contractual Malva no se encuentran Áreas Naturales Protegidas (ANP's). Las ANP's más cercanas al Área Contractual son: ANP Fracción del Predio Santa Ana, según de Sierra de Tabasco y Tzama Cum Pumy (Tabla 52, Figura 61)

**Tabla 52.** Distancia del Área Contractual Malva a las Áreas Naturales Protegidas cercanas al área.

ANP	Distancia al Área Contractual (km)
Fracción del Predio Santa Ana	17.72
Sierra de Tabasco	28.08
Tzama Cum Pumy	33.05



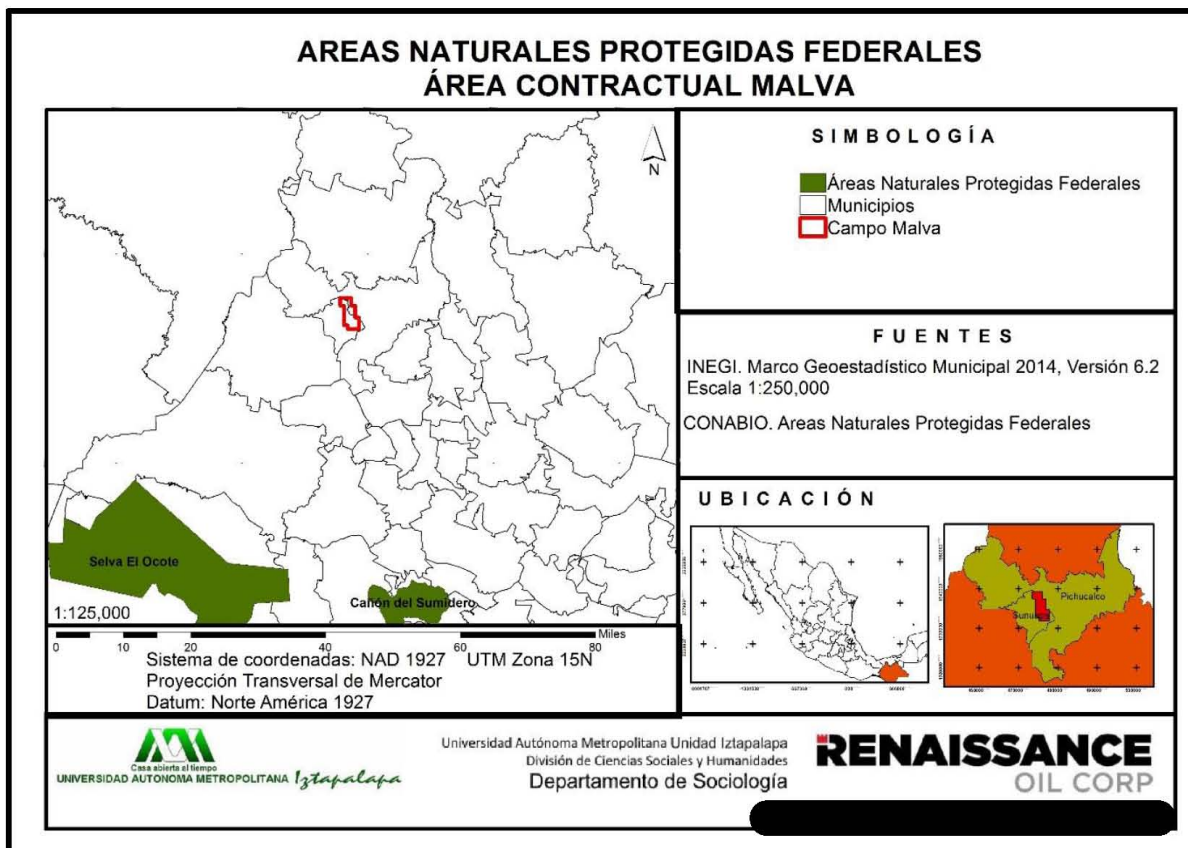
**Figura 61.** Áreas Naturales Protegidas cercanas al Área Contractual Malva.

**7.1.4.6 Áreas Naturales Protegidas Federales (ANPF)**

En el Área Contractual Malva no se encuentran Áreas Naturales Protegidas Federales, pero las ANPF más cercanas al campo son Selva el Ocote y Cañon del Sumidero (Tabla 53, Figura 62).

**Tabla 53.** Distancia del Área Contractual Malva a las Áreas Naturales Protegidas Federales cercanas

ANPF	Distancia al Área Contractual (km)
Selva el Ocote	60.74
Cañon del Sumidero	60.85



**Figura 62.** Áreas Naturales Protegidas Federales cercanas al Área Contractual Malva.

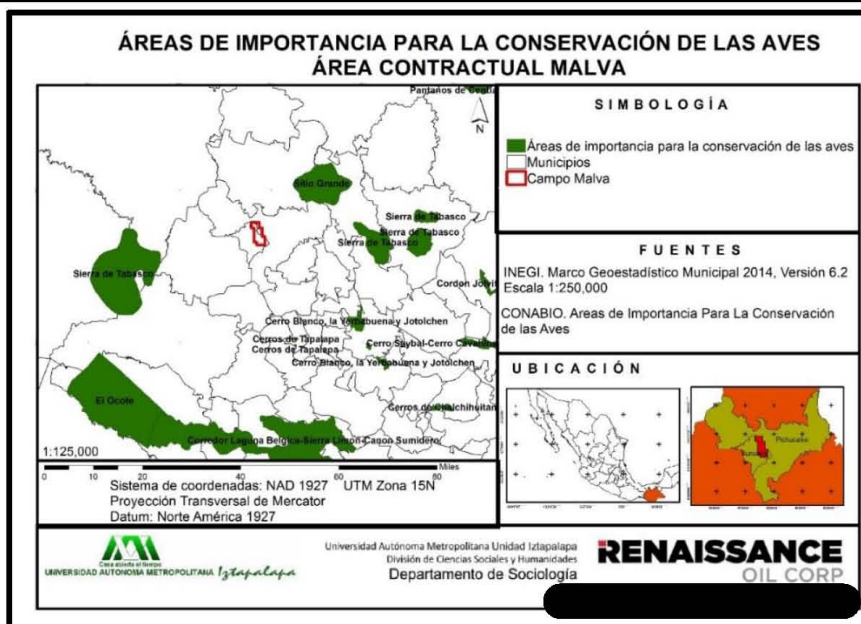


**7.1.4.7 Áreas de Importancia Para La Conservación de las Aves (AICAS)**

Dentro del ÁREA Contractual Malvano hay áreas de Importancia para la Conservación de las Aves, sinembargo existen varias AICAS cercanas al área de estudio, lás AICAS más cercanas son: Sitio Grande, dos áreas llamadas Sierras de Tabasco, Cerro Blanco-Yerbabuena y Jotoloche y por último Corredor Laguna Belgica-Diarrea Limon-Cañon del Sumidero (Tabla 54, Figura 63)

**Tabla 54.** Distancia del Área Contractual Malva a las AICAS más cercanas

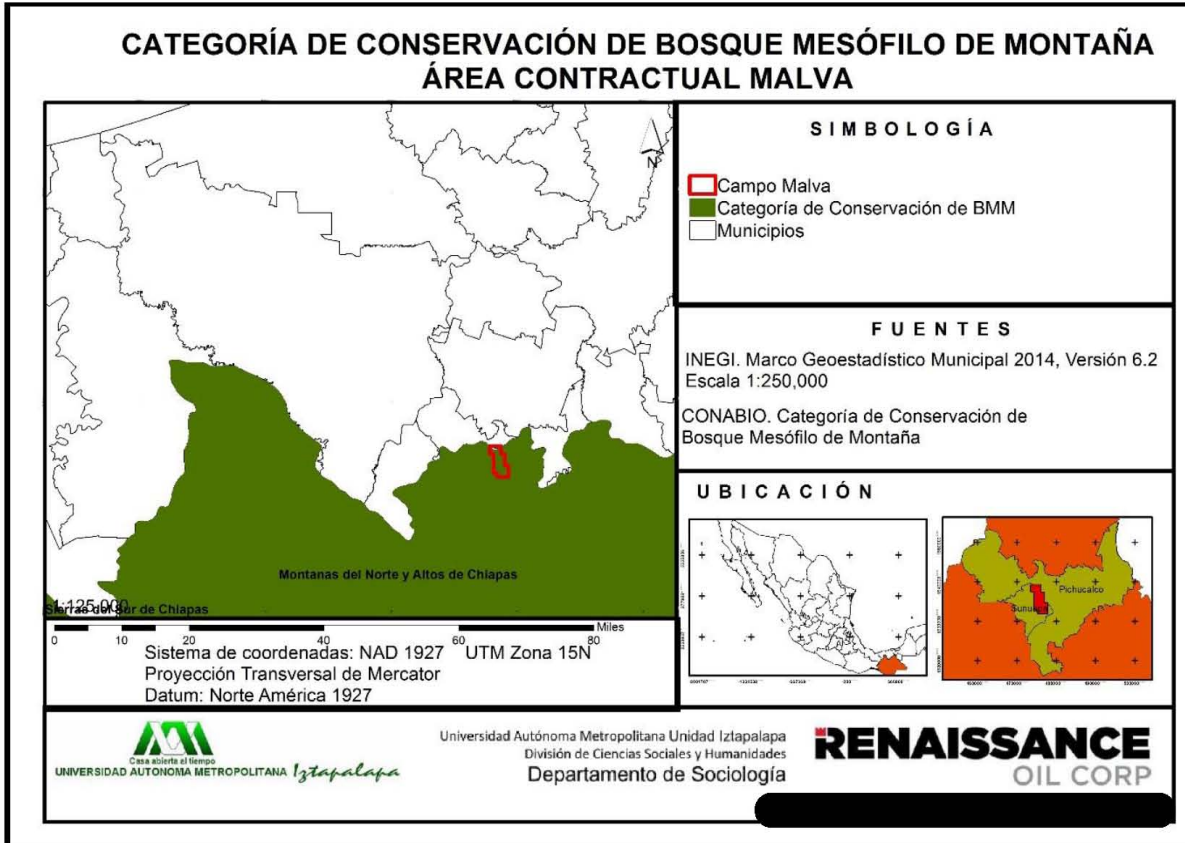
AICAS	Distancia al Área Contractual (km)
Sitio Grande	14.12
Sierra de Tabasco	29.72
Cerro Blanco, La Yerbabuena y Jotoloche	35.84
Sierra de Tabasco	29.50
Corredor Laguna Belgica-Dierra Limon-Cañon del Sumidero	55.18



**Figura 63.** AICAS cercanas al Área Contractual Malva.

**7.1.4.8 Categoría de Conservación de Bosque Mesófilo de Montaña**

El campo Malva se encuentra inmerso dentro de un área en categoría de Conservación de Bosque Mesófilo de Montaña llamada Montañas del Norte y Altos de Chiapas (Figura 64)



**Figura 64.** Áreas con Categoría de Conservación de Bosque Mesófilo de Montaña cercanas al Área Contractual Malva.

### 7.1.4.9 Sitios Prioritarios para la Conservación del Primate

El área contractual Malva se encuentra rodeada de un alto número de Sitios Prioritarios para la Conservación del Primate (Figura 65).

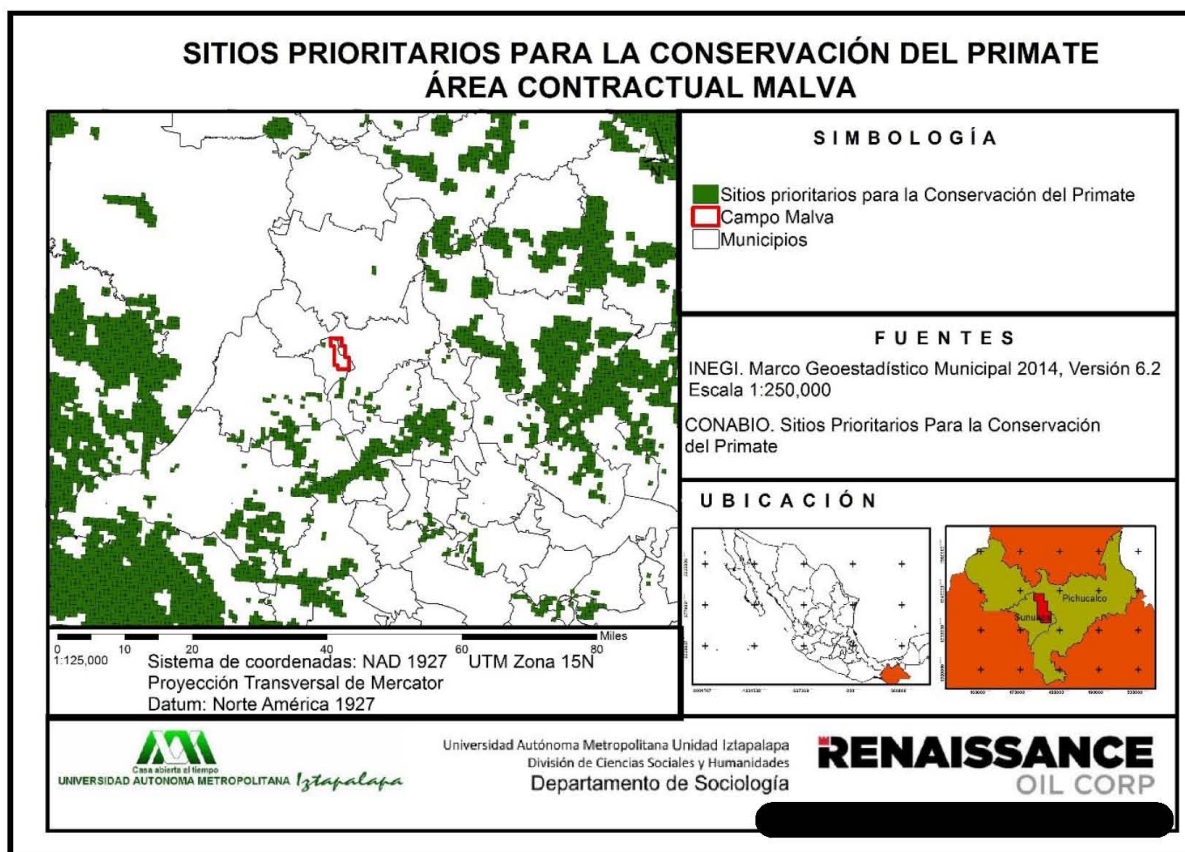


Figura 65. Sitios Prioritarios para la Conservación del Primate cercanas al Área Contractual Malva.

### 7.1.5 Análisis de Paisaje

El análisis del paisaje se realiza de una forma integral, tomando en cuenta cuestiones ambientales, territoriales, sociales y el valor estético, para ello la primera etapa es la búsqueda de bibliografía y de metodologías usadas para el estudio del paisaje; además de realizar la búsqueda de información de programas sectoriales y/o trabajos que tengan información relacionada con las características paisajísticas

de las regiones y zonas donde se localizan los diferentes bloques petroleros, y que incluyan cuestiones bióticas, abióticas y antrópicas.

Dentro de la primera etapa del estudio de paisaje, se llevó a cabo la delimitación del área de estudio o ámbito de estudio; para este trabajo, el ámbito ya está definido, es el Área Contractual ya asignada.

La delimitación de dichas áreas, se hace conforme a la existencia de campos de explotación de hidrocarburos que establece la industria petrolera, acorde a las características geológicas y de la posibilidad de explotar ese espacio ya delimitado de acuerdo a cierto tiempo y capital financiero disponible. Por tal motivo se habla de una delimitación político administrativa el Campo ahora denominado: bloque o área contractual, que es la más pequeña dimensión territorial que genera la industria petrolera (Checa-Artasu, 2017 *en prensa*).

La delimitación de las zonas de estudio (áreas contractuales), no es necesario que la establezcamos, debido a que ya están preestablecidas, éstas tienen una extensión determinada de varios kilómetros cuadrados, retomando a Checa-Artasu (2017 *en prensa*) “la delimitación se hace de acuerdo al potencial geológico del territorio, en ocasiones estas superan y se superponen a la delimitación administrativa de los municipios, así como el régimen de propiedad o la distribución agraria”.

A través del análisis del paisaje del área contractuale, se pueden conocer detalladamente las particularidades del espacio geográfico del área, el conocimiento de las características internas es de utilidad para determinar como la explotación del petróleo que se realiza puede incidir en el territorio donde se efectua la actividad extractiva y a la población que reside en el lugar.

Después de hacer la delimitación del ámbito de estudio, en la etapa siguiente se realizó un análisis de la organización del paisaje existente, en este caso, en el área contractuale; para ello se toman en cuenta los factores naturales y humanos.

El análisis se hace tomando en cuenta la estructura formal y la cobertura de suelo; dentro de la estructura formal, entran los rasgos y características significativos del relieve, hidrografía, geomorfología, que condicionan la organización y estructura del paisaje y ayudan a definir las relaciones visuales y funcionales del territorio (Muñoz, 2012; Checa-Artasu, 2017 *en prensa*). La cobertura vegetal, está integrada por sistemas de vegetación, la presencia de fauna, la implantación humana y láminas de agua, dichos elementos definen parte de la apariencia externa del paisaje.

Los sistemas vegetales, se toman en cuenta, por ser elementos clave para poder realizar un análisis del paisaje, asimismo su distribución en el territorio responde a fenómenos naturales o derivados de la gestión antrópica del paisaje. A través de la organización de la cubierta vegetal se puede realizar una caracterización del paisaje (Muñoz, 2012).

La implantación humana, es decir el componente antrópico, debe de tomar en cuenta características básicas de demografía, uso de suelo, actividad económica, ya “que en ocasiones son determinantes en el carácter del paisaje” (Muñoz, 2012).

Los elementos ya mencionados dentro de la estructura formal y la cobertura de suelo, se describen para el Área Contractual, primero con la búsqueda de información y se complementa con el trabajo de campo.

La etapa consecutiva a la organización del paisaje es determinar las unidades del paisaje, que son definidas como: “un área geográfica con una configuración estructural, funcional o perceptiblemente diferenciada, única y singular que ha ido adquiriendo las características que la definen tras un largo periodo de tiempo” (Muñoz, 2012); mediante estas se puede resumir la caracterización del paisaje y conocer la diversidad paisajística del territorio.

Las unidades de paisaje permiten analizar cómo ha sido la evolución del territorio por fenómenos naturales y la acción antrópica; es importante mencionar que tienen una extensión, delimitación y nomenclatura diferenciada, formando así áreas que

tienen un mismo carácter paisajístico, es decir cierta uniformidad; también para cada unidad se deben identificar los patrones existentes y los límites que separan a cada patrón.

Dentro del análisis paisajístico para un área contractual, el uso de unidades ayuda a identificar y señalar la existencia de variedad paisajística y permite describir los diferentes procesos de transformación presentes y a futuro que pueden incidir en las unidades de paisaje previamente determinadas.

Es importante mencionar que dentro del Área Contractual se establecen puntos estratégicos, para la toma de panorámicas y realizar el análisis visual del paisaje, por ello se hace uso de la cuenca visual, que son definidas como “el entorno visual de un punto” (Fernández-Castañedas, 1977 en Teva, 1996), se incluye el análisis visual debido a que es una variable que se toma en cuenta para realizar la valoración paisajística.

Para el trabajo de campo se han determinado los principales puntos de observación desde los que se puede contemplar el paisaje, estos puntos “son los lugares del territorio desde donde se percibe con mayor probabilidad el paisaje” (Muñoz, 2012), a partir de ellos se estiman las cuencas visuales. En los sitios que se eligen como puntos de observación se realiza la captura de fotografías panorámicas, los sitios son elegidos de acuerdo a las características del relieve que presenta el área contractual (zonas con alta exposición visual y por ende con cotas altitudinales altas).

Las etapas propuestas en la metodología son las que se aplican para el análisis del paisaje: se hace la revisión de la bibliográfica, se describe y justifica la delimitación del ámbito de estudio -el área contractual-, se describe parte de la estructura formal y la cobertura de suelo, que se complementan con los hallazgos del trabajo de campo; de igual manera se determinan las diferentes unidades del paisaje existentes dentro del área contractual, se seleccionan los puntos de observación

para realizar el análisis visual del paisaje, mediante la determinación de cuencas visuales; las unidades de paisaje y los puntos de observación son susceptibles a modificaciones de acuerdo a los hallazgos y resultados de trabajo de campo.

### **7.1.5.1 Análisis del Paisaje Área Contractual Campo Malva**

#### **7.1.5.1.1 Organización del Paisaje**

Al hablar de organización del paisaje, se hace alusión a los factores naturales y humanos, para conocer los elementos que forman parte de la organización del paisaje, se han revisado las principales características que tiene la estructura formal y la cobertura de suelo del área contractual.

En esta parte del diagnóstico de paisaje se dan las principales características de la estructura formal, donde se describen las características físicas del lugar, dicha información se ha extraído de organismos oficiales como INEGI; CONABIO y algunos programas sectoriales, planes de desarrollo municipales y estatales.

Posteriormente se dan características de la cobertura de suelo se describen las características bióticas y antrópicas, que definen parte de la estructura externa del paisaje.

##### **7.1.5.1.1.1 Estructura Formal**

La estructura formal del paisaje se ha dividido en varias secciones, para poder mencionar los rasgos y características significativas del ámbito de estudio que está integrado por: geomorfología, orografía, hidrología, se da una breve descripción de dichos aspectos que se complementa con información recabada en campo.

#### 7.1.5.1.1.2 Relieve (Orografía)

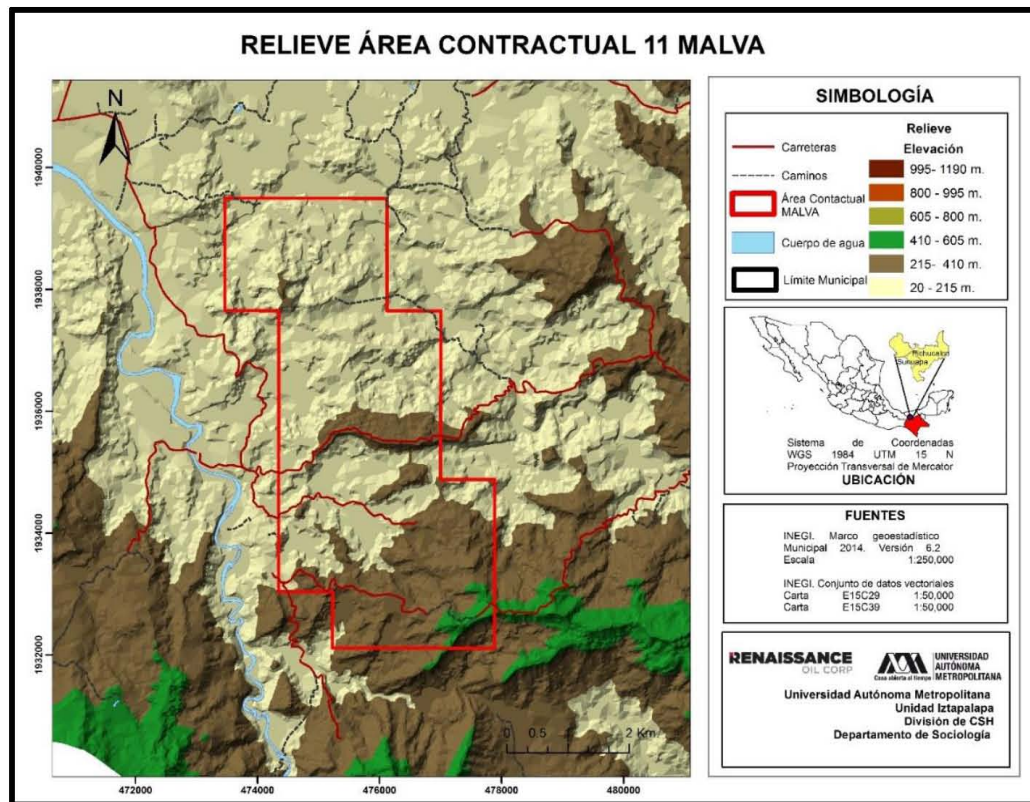
El territorio que comprende el estado de Chiapas es muy diverso en formas de relieve las cotas altitudinales más altas del estado son de 4,100m sobre el nivel del mar y la mínima de 1m, hay un desnivel de 4099m (CONABIO,2013).

La denominada región norte del estado de Chiapas presenta terrenos con formas suaves y cotas altitudinales desde 20m. sobre el nivel del mar. Los municipios de Sunuapa y Pichucalco presentan terrenos escarpados en la parte sur, dentro de éstos dos municipios se localiza el área contractual Malva.

El campo Malva presenta cotas altitudinales de 60 m. sobre el nivel del mar hasta los 500 m. aproximadamente, la parte norte del campo está integrado por lomeríos, el terreno aumenta de altitud y se torna más escarpado de la parte centro hacia el Sur (Figura 66).

El relieve del área contractual presenta tales características que de acuerdo a la geología y topografía la parte del campo donde se observa mayor presencia de cotas altitudinales es en la parte Sur.





**Figura 66.** Mapa de Relieve de Área Contractual Malva. Elaboración propia a partir de INEGI.

Las provincias fisiográficas que atraviesan la zona norte del estado son dos: Llanuras Costeras del Golfo Sur y Sierras de Chiapas y Guatemala. El área contractual Malva se ubica dentro de las dos provincias fisiográficas y dentro de las subprovincias Llanuras y pantanos tabasqueños y Sierras del Norte de Chiapas

El 85% del área contractual se encuentra dentro de la subprovincia Sierras del Norte de Chiapas, el terreno que se encuentra dentro de la subprovincia es “montañoso lo limita la Planicie costera del Golfo al norte y a Depresión Central de Chiapas al sur; el terreno que predomina son suelos delgados y en algunos valles logran desarrollarse suelos profundos”. (CONABIO, 2013), El 15% de terreno restante del campo Malva pertenece a la subprovincia Llanuras y pantanos tabasqueños,

El terreno del área contractual en su mayoría presenta rasgos escarpados en la zona sur, las formas que presenta el terreno (topoformas) son Lomerío y Sierra con patrones de Lomerío típico y Sierra escarpada compleja (Figura 67).

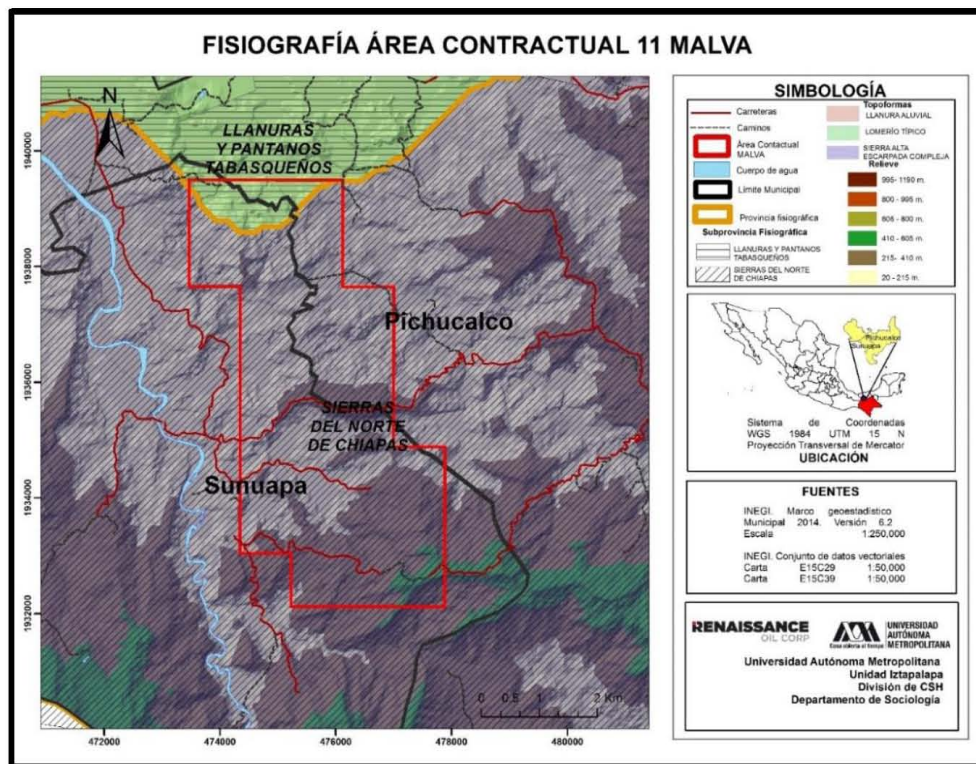


Figura 67. Mapa Fisiográfico del área contractual. Elaboración propia a partir de INEGI, 2010

A través de la fisiografía podemos conocer los rasgos característicos del territorio (da una visión general del relieve), las provincias y subprovincias son establecidas de acuerdo a la homogeneidad del territorio (unidades homogéneas) y a partir de características físicas (geología, topografía, hidrología etc.).

Para realizar un estudio/diagnóstico de paisaje es importante conocer la fisiografía, se toma en cuenta para establecer las unidades paisajísticas, junto con las características físicas del ámbito de estudio.

#### 7.1.5.1.1.3 Hidrología

El estado de Chiapas es atravesado por las regiones hidrográficas la RH30 Grijalva Usumacinta, RH23 Costa de Chiapas y RH29 Coatzacoalcos, la región hidrológica RH30 Grijalva gran parte del estado, incluyendo la región norte.

Dentro de la región hidrológica RH30 Grijalva-Usumacinta se encuentra la cuenca hidrográfica que atraviesa el norte del estado: la Cuenca RH30D-R Grijalva-Villahermosa, ésta a su vez aloja 29 subcuencas hidrográficas.

Las subcuencas hidrográficas que irrigan el terreno del área contractual Malva son: RH30Dg Río Paredón y RH30Dh Río Platanar, la subcuenca RH30Db Río Pichucalco se encuentra cercana a la parte SE del área contractual sin embargo no alcanza a irrigar el terreno del polígono.

La subcuenca RH30Dh Río Platanar cubre la mitad del área contractual Malva, irriga la parte centro-oeste y la parte sur; la subcuenca RH30Dh Río Paredón cubre cerca la mitad restante del terreno del campo, específicamente la parte norte y la parte centro-este ()

Los arroyos que irrigan el terreno del campo Malva son: Arroyo Guayma del lado Oeste perteneciente a la RH30Dh Río Platanar, el Arroyo Chichinal del lado Este y de la parte centro-este el Arroyo Camoapa de la subcuenca RH30Dh Río Paredón, En las cercanías del polígono se encuentra un gran cuerpo de agua de tipo perenne el Río Platanar de este río y de los arroyos mencionados se desprenden pequeños meandros de tipo perenne e intermitente, también hay presencia de pequeños cuerpos de agua que son alimentados por la escorrentía de la zona montañosas y de los afluentes (Figura 68).

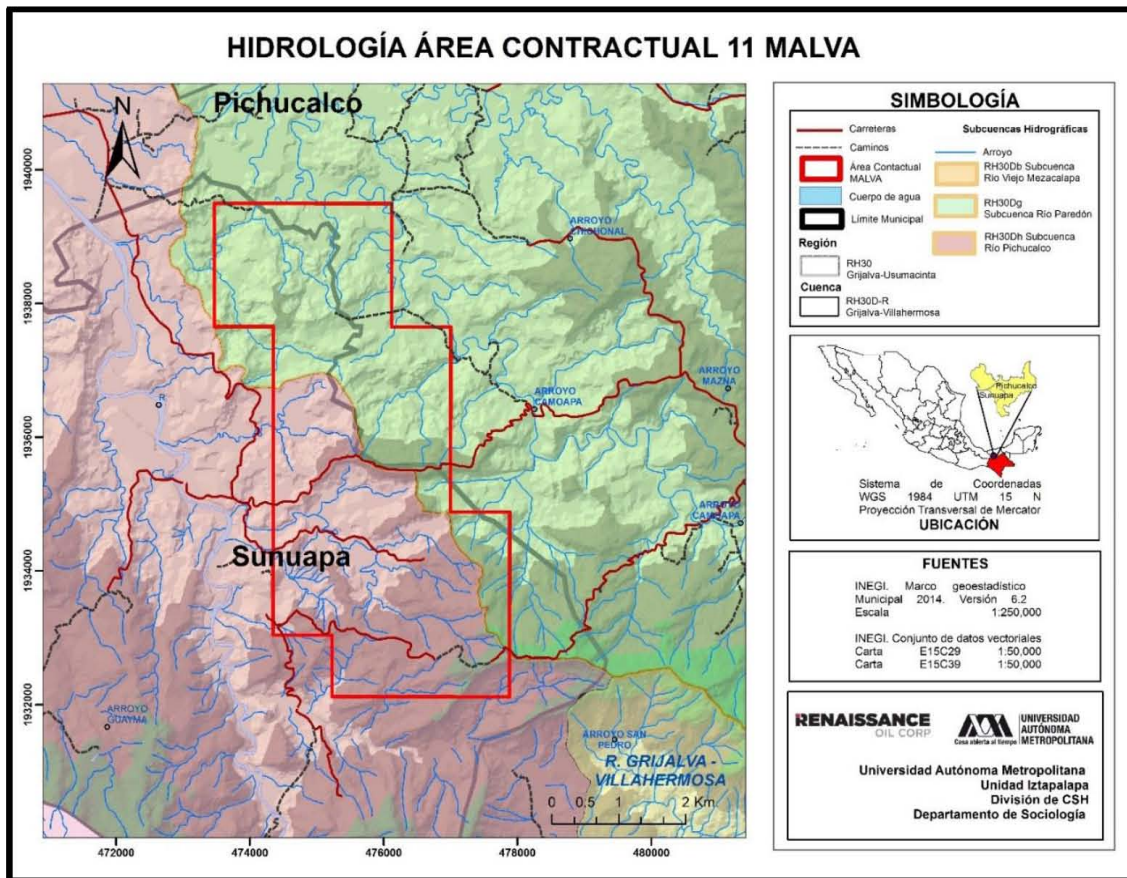


Figura 68. Mapa Hidrología del área contractual Malva. Elaboración propia a partir de INEGI 2010, 2015.

#### 7.1.5.1.1.4 Cobertura del Suelo

La cobertura del suelo está integrada por sistemas de vegetación, cuerpos de agua y la implantación humana, todos los elementos mencionados forman parte de la estructura externa del paisaje y son claves para entender el paisaje de un entorno.

A través de los sistemas de vegetación es posible entender los cambios que se han producido en el lugar y la distribución de ésta determina los patrones y tipos de paisaje; los cambios que se generan en los sistemas de vegetación, pueden ser generados por la acción antrópica y por los fenómenos naturales.

Los factores ambientales de un entorno como: la temperatura, altitud, latitud, humedad y las características del suelo inciden en la cobertura vegetal, a esto se asocia la acción antrópica. El tipo de clima presente dentro del área contractual es el Cálido húmedo con lluvias todo el año Am(f) con precipitaciones anuales de 2500 y 4500 mm y temperaturas de 20-28°C (INEGI, 2005).

El clima y los factores ambientales crean diferentes entornos que permiten que se constituya vegetación de selva perennifolia (vegetación original) en el territorio que ocupa el área contractual Malva, sin embargo, debido a la acción antrópica la vegetación original se ha visto mermada, actualmente predominan áreas con pastizal y cultivos que han sustituido la cubierta original del lugar.

Según INEGI (2013) los tipos de vegetación que predominan en el Campo Malva son: Agricultura de temporal permanente, Pastizal cultivado, Vegetación secundaria arbórea de selva alta perennifolia y vegetación secundaria arbustiva de selva perennifolia.

El tipo de vegetación que ocupa gran parte de la cobertura del suelo del polígono es el Pastizal cultivado 60% aproximadamente, un 10% lo ocupa la agricultura de temporal permanente, 15% Vegetación secundaria arbórea de selva alta perennifolia y el 15% restante vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia. (Figura 69).

El tipo de vegetación que predomina en el área contractual ha sido implantado por la acción antrópica; en la zona se desarrollan actividades ganaderas y de agricultura, por tal motivo prevalece el pastizal cultivado, dichas actividades han modificado la cubierta de suelo original y por ende el paisaje natural se ha visto transformado.

En la zona donde se localiza el área contractual Malva, hay implantación humana, se localizan tres localidades dentro del área contractual y tres más en las cercanías,

las localidades son de tipo rural y las actividades económicas predominantes son la agricultura y la ganadería. (Tabla 55).

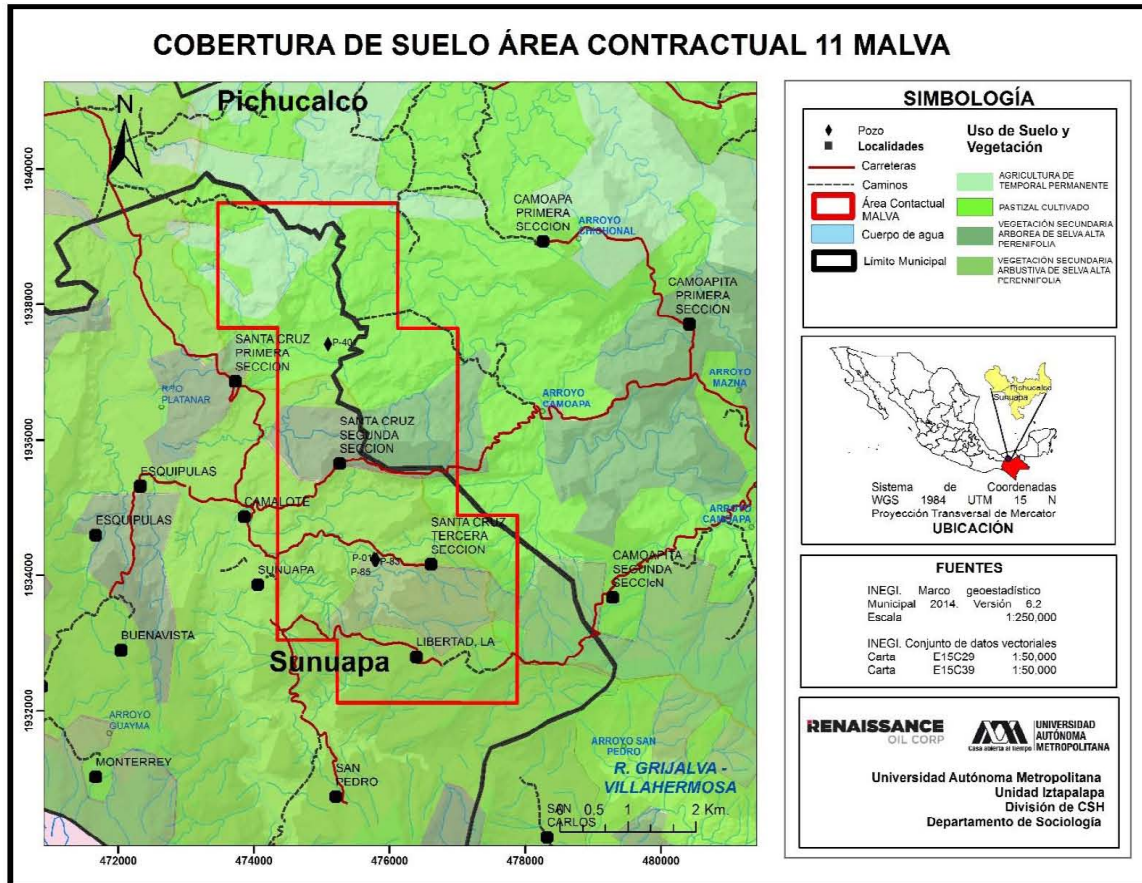


Figura 69. Mapa de Uso de suelo y vegetación área contractual Malva. Elaboración propia a partir de INEGI 2010, 2013

**Tabla 55.** Localidades dentro y cerca del área contractual

<b>Nombre de localidad</b>	<b>Población</b>	<b>Tipo</b>
Camalote	11	Rural
La libertad	238	Rural
Santa cruz primera seccion	145	Rural
Santa cruz segunda seccion	110	Rural
Santa cruz tercera sección	243	Rural
Sunuapa	561	Rural

Fuente: Elaboración propia a partir e INEGI,2010.

La acción antrópica dentro en la zona es totalmente visible, una de las actividades productivas que se llevan a cabo en la región es la explotación petrolera, por ello en la zona existe estructura de dicha industria, en este caso, se hace referencia a los pozos petroleros existentes dentro del campo, de los cuales algunos están en operación, otros se encuentran taponados.

En el área contractual se localizan cuatro pozos petroleros, lo que refleja que en décadas pasadas se realizaron trabajos de exploración, prospección, perforación y hasta la fecha se realizan actividades de explotación, por ello en la zona hay indicios de una primera etapa de transformación del territorio y por ende del paisaje.

Se sabe que, durante la etapa de exploración, prospección se realiza un proceso invasivo, tanto por los efectos que genera en el territorio como por el despliegue técnico y de personas que usa. Se usan diversos instrumentos como mapas geológicos, gravímetros, magnetómetros y sísmica de reflexión (Checa, 2017), en esta primera etapa aún no hay presencia de elementos antrópicos de la industria petrolera en el paisaje.

En la etapa de perforación es cuando se da una serie de alteraciones en el paisaje debido a que se instalan una serie de torres de perforación, estructura visible de un sistema mecánico o electromecánico de perforación que para su operación tiene motores, generadores, piscinas para la preparación de lodos, etc; en esta etapa se consumen grandes cantidades de recursos hídricos (Checa, 2017), a partir de esta etapa, se hacen presentes diferentes estructuras de la industria petrolera como lo son: torres de perforación, generadores y motores, Estanques de lodos, Casas portátiles por mencionar algunos, empero, algunas de dichos elementos son temporales.

Los elementos de la industria petrolera presentes dentro del paisaje son las estructuras resultantes de la etapa de explotación: los pozos petroleros, éstos adquieren carácter protagónico y se convierte en el nodo de una red que busca la distribución del crudo, así como la separación de los elementos que lo acompañan en su extracción; gas y agua, otro tipo de elementos que pueden estar presentes en el paisaje, además de los pozos, pueden ser las: tuberías de conexión, macroperas (Checa, 2017); estos elementos se encuentran presentes dentro del área contractual.

#### 7.1.5.1.2 Unidades del Paisaje

Las unidades de paisaje son áreas geográficas que presentan un carácter paisajístico homogéneo y con algunos patrones, las unidades de paisaje tienen una extensión y delimitación que forma unidades únicas, son delimitadas de acuerdo a las características de la estructura formal, cobertura de suelo y los patrones que presentan, pueden pertenecer a un mismo tipo de paisaje, se establecen de acuerdo a rasgos comunes del territorio, lo que permite clasificarlas en diferentes tipos de unidades (Muñoz,2012).

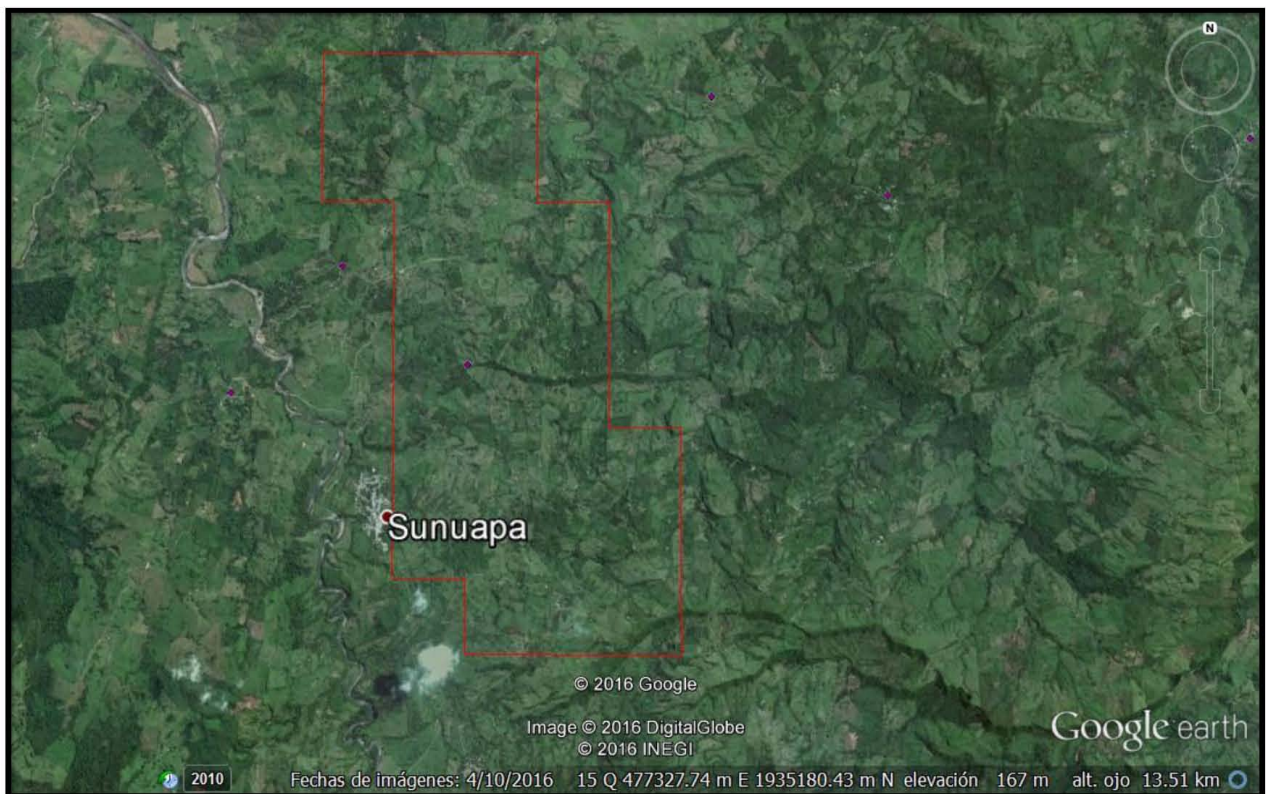


A partir de la delimitación de unidades de paisaje se puede conocer la diversidad paisajística dentro de un área contractual. Las unidades de paisaje se pueden delimitar antes y después de realizar el trabajo de campo, de acuerdo a las características que presente el entono.

Para el ámbito de estudio se intentó hacer una delimitación previa a campo, donde se ubicaron dos posibles unidades de paisaje, cada una se encuentra dentro de una provincia y subprovincia fisiográfica, y dentro de un sistema de topoformas, que ayudan a delimitar las unidades de paisaje, sin embargo, también en cuenta los resultados obtenidos en el trabajo de campo, puesto que es importante conocer la cobertura del suelo que predomina.

En la delimitación se toman en cuenta los patrones existentes en el territorio de tipo: forestales, agroforestales, agrícolas, urbanos y ligados al agua: costas, causes, ríos y humedales.

Para el área contractual Malva se observaron los patrones existentes dentro del campo y así poder establecer las unidades paisajísticas, esto se hizo previo a campo usando imágenes satelitales (Figura 70). Se identificaron dos patrones existentes en el polígono: de tipo agrario y área con mayor cobertura vegetal que puede ser vegetación secundaria de selva



**Figura 70.** Imagen Satelital de área contractual Malva. Fuente: Google Earth, 2016.

Las unidades de paisaje no se delimitaron previo al trabajo de campo, puesto que a través del trabajo de campo se obtiene mayor información y se realiza un reconocimiento del terreno.

Para delimitar las unidades de paisaje se optó por hacer el reconocimiento in situ y a partir de inspeccionar el área establecer las unidades de paisaje, tomando en cuenta los elementos externos e internos del entorno. En trabajo de campo se visitaron algunos de los puntos previamente establecidos, que corresponden sitios donde se realizó el muestro de flora y fauna, de acuerdo a los resultados del trabajo de campo y con la información previamente recabada, se definieron las unidades de paisaje, también se realizó la toma de panorámicas y se establecieron algunos

puntos de observación para realizar el análisis visual y proceder a realizar la valoración del paisaje.

Se realizó el muestro en diferentes sitios del área contractual, los puntos visitados se observan en tabla (Tabla 56), en cada uno de los puntos existen diferentes tipos de vegetación, se tomó en cuenta los resultados de trabajo de campo para ayudar a delimitar las unidades de paisaje.

**Tabla 56.** Sitios de muestreo área contractual Malva

Sitio de muestreo	Coordenadas		Altitud	Tipo de vegetación
	E	N		
M-3	475849.00	1937800.00	110	Selva alta (vegetación cultivada presente)
M-4	475476.00	1936930.00	210	Remanente de selva alta
M-5	475722.00	1936155.00	198	Cacaotal
M-6	476681.00	1935870.00	237	Selva media remanente de selva alta
M-8	476488.00	1935623.00	272	Cacaotal-remanente de selva alta
M-11	476852.00	1934154.00	280	Pastizal cultivado

Elaboración propia a partir de trabajo de campo realizado en el área contractual.

Se delimitaron tres unidades de paisaje, las unidades se delimitaron tomando en cuenta los elementos de la estructura formal y la cobertura de suelo, complementando con información que fueron observados en el trabajo de campo.

La unidad de paisaje UP-01 Lomerío típico, se delimitó de acuerdo a la cuenca fisiográfica que atraviesa la parte norte, la subprovincias fisiográficas, la morfología del terreno y la cobertura de suelo existente en la zona, que según INEGI (2013) es pastizal con agricultura de temporal, cerca de la zona no se realizaron muestreos, no había accesos cercanos a la zona.

La unidad de paisaje UP-02 Sierra alta escarpada se delimitó de acuerdo a la fisiográfica, la orografía, que presenta el terreno y la cobertura de suelo; la unidad atraviesa la parte centro del área contractual, dentro de dicha unidad se localizan los puntos de muestreo M3, M4, M5, M9 y M12; el terreno presenta cotas altitudinales de los 110m a los 272m sobre el nivel del mar, el terreno se muestra escarpado y con remanentes de selva alta perennifolia, selva mediana y asociaciones de cacaotal, hay mayor presencia de vegetación en las cercanías de los arroyos.

La unidad de paisaje UP-03 Sierra alta escarpada compleja, se ubica dentro de la subprovincia fisiográfica Sierras del norte de Chiapas, de acuerdo a las características ambientales y a las características internas de la zona, la vegetación original es de Selva alta perennifolia (arbórea y arbustiva), empero debido a la acción antrópica la cobertura del suelo original ha sido sustituida y en ésta unidad predomina el pastizal cultivado, asociado con la presencia de ganadería. A pesar de que es la unidad más grande hay pequeños remanentes de la vegetación original, mezclado con otros cultivos como el cacao, naranja, plátano, mango entre otros (Figura 71).

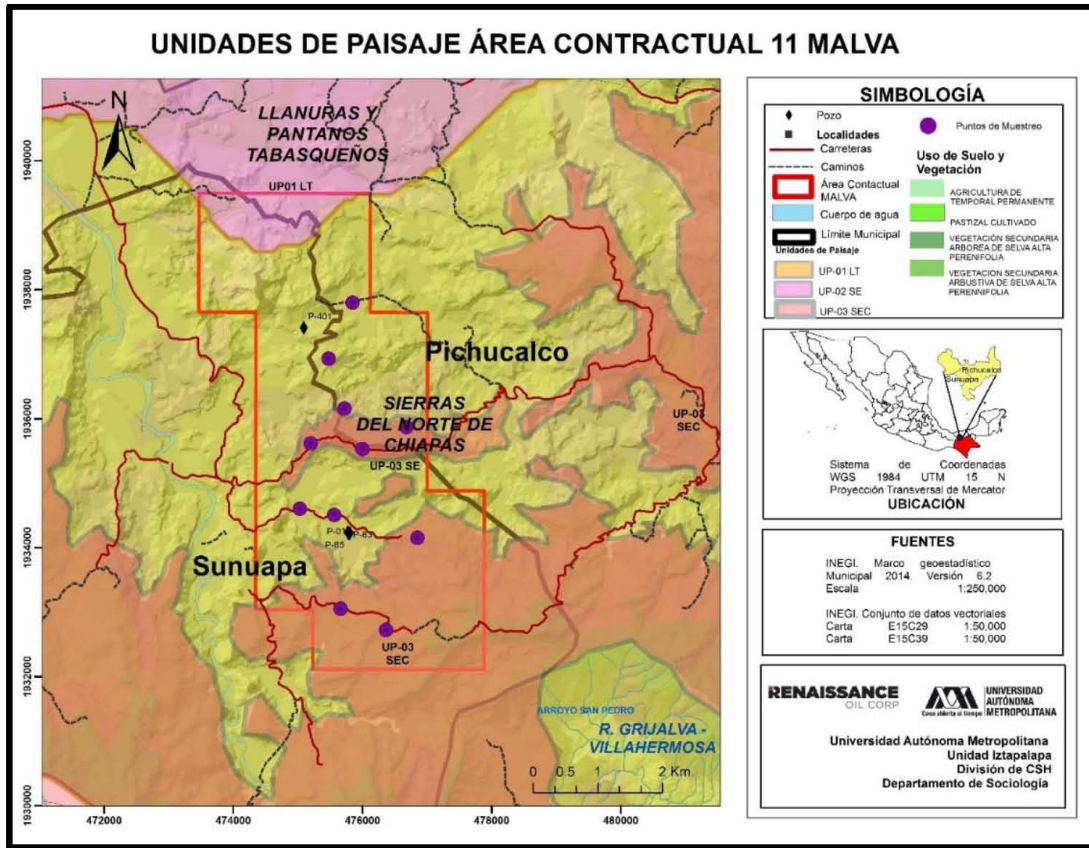


Figura 71. Mapa con unidades de paisaje del área contractual Malva

El tipo de paisaje presente dentro del área contractual es de tres tipos: Lomerío típico y, Sierra alta escarpada y Sierra alta escarpada compleja, en la mayor parte del terreno del polígono hay presencia de pastizal cultivado ligado al tipo de actividad productiva que predomina en la zona: agrícola y ganadera.

La delimitación de dichas unidades se hizo de acuerdo a la organización del paisaje, que incluye la estructura formal, la cobertura de suelo y el patrón existente del territorio agrícola, se observa que las unidades se superponen a la delimitación del área contractual, estas tienen una extensión y son homogéneas y responden a las características y similitud del territorio.

#### 7.1.5.1.3 Análisis Visual

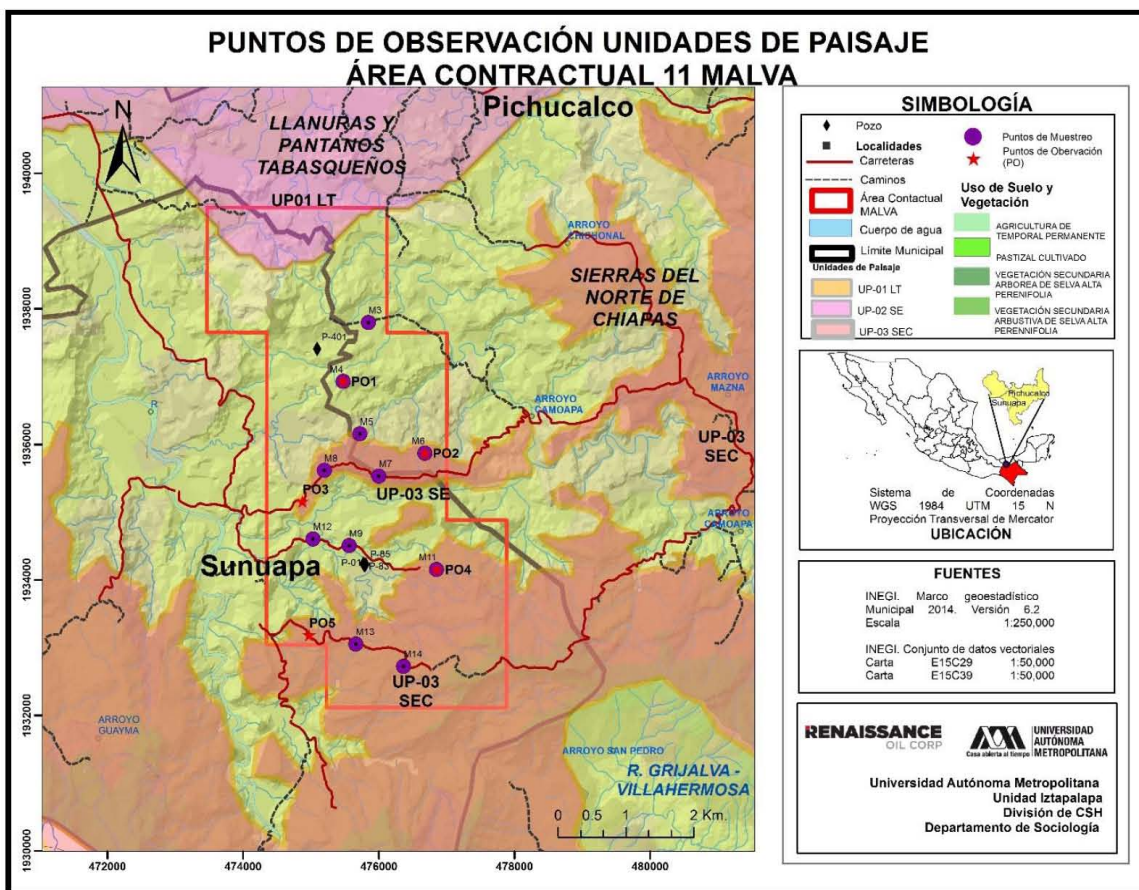
El análisis visual se realizó usando la herramienta de cuencas visuales, a partir de las cuencas se establece el alcance visual desde un punto de observación. Los puntos de observación fueron elegidos en el trabajo de campo de acuerdo a las características visual del entorno del área contractual. Se define cuenca visual como el conjunto de puntos del paisaje que son visibles desde un lugar determinado. Por extensión se entiende como la sección visible del territorio desde un conjunto de puntos que constituyen una unidad, o lo que es lo mismo, desde dónde es visible ese elemento. A veces se emplea la voz “territorio visual” con el mismo significado (Geodem, 2007: 252)

En los puntos de observación establecidos se realizaron panorámicas, empero para realizar la estimación de la cuenca visual se seleccionaron los puntos de observación con las cotas altitudinales mayores que permiten tener mayor visibilidad del terreno.

Los puntos de observación se tomaron en los trayectos que conectaban con los sitios de muestreo (flora y fauna) y en las cercanías de los sitios muestreados

Los puntos de observación establecidos fueron cinco, uno se localizan dentro UP-02 Sierra alta escarpada y los cuatro restantes se ubican dentro de la UP-03 Sierra alta escarpada compleja (Figura 72).

En el Anexo IX se aprecian las fotografías de la Inspección superficial en el Área Contractual Mlava.



**Figura 72.** Mapa con las Unidades de Paisaje (U.P.) y con los Puntos de Observación (P.O.) del área contractual Malva

#### 7.1.5.1.4 Cuenca Visual

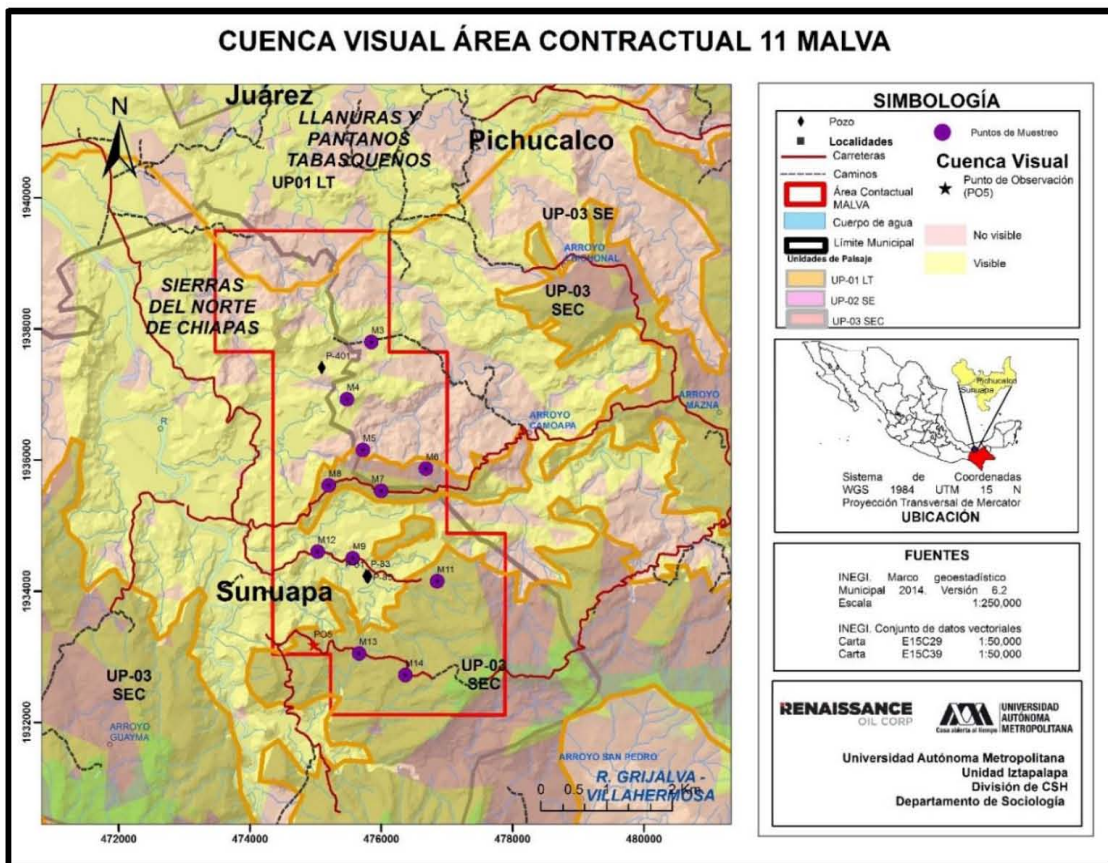
Para realizar el análisis visual, el punto seleccionado es el PO5, se eligieron por presentar la altitud más elevada del terreno de los sitios visitados, además cada uno representa un tipo de paisaje existente dentro de las unidades paisajísticas delimitadas y del área contractual.

*Cuenca Visual PO5 ubicada dentro de la UP-02 Lomerío típico con selva alta perennifolia (remanentes).*

El punto de observación PO5 es el que presenta la mayor altitud 280 msn aproximadamente, desde ese punto es posible visualizar gran parte del área

contractual. La visibilidad del punto se orienta hacia la parte E. y a la parte SE. El alcance visual aproximado es de 2 km lineales hasta 10 km (Figura 73).

Desde ese punto es posible observar gran exposición visual del paisaje y del área contractual, es posible tener un mayor alcance visual, debido a la altitud del punto de observación, además en la parte sur es donde van en aumento la elevación del terreno.<sup>2</sup>



**Figura 73.** Mapa de la cuenca visual del Punto de observación P5. Elaboración propia a partir de un MDT e información de INEGI,2010, 2013.

### 7.1.5.1.5 Valoración del Paisaje

Para asignar la valoración del paisaje de cada una de las unidades paisajísticas existentes dentro del área contractual se tomó en cuenta el método para determinar la valoración del paisaje de Muñoz (2012).



Para asignar el valor del paisaje es necesario analizar y revisar la información obtenida con todos los elementos que integran el paisaje (Tabla 57).

**Tabla 57.** Criterios que justifican el valor del paisaje propuesta por Muñoz (2012)

VALOR MUY ALTO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estructura del paisaje nítida; sustrato con una organización apropiada de usos en el territorio.</li> <li>• Recursos paisajísticos/rasgos distintivos, merecedores de protección</li> <li>• Una muy alta valoración social del paisaje. Enclave identitario para la población del lugar.</li> <li>• Paisaje que conforma un referente visual en el territorio o que está muy expuesto visualmente.</li> <li>• Paisaje muy singular o representativo del territorio, o con presencia de escenarios de alta calidad visual.</li> <li>• Tiene una importancia clave en el mosaico territorial.</li> </ul>
VALOR ALTO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estructura de paisaje reconocible; el patrón característico todavía es evidente. Cierta aspecto de integridad y coherencia en la organización de los componentes principales.</li> <li>• Algunos recursos paisajísticos son merecedores de protección</li> <li>• Paisaje que presenta zonas de alta exposición visual</li> <li>• Paisaje de cierta singularidad o representatividad</li> <li>• Tiene importancia dentro del mosaico territorial</li> </ul>
MEDIO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estructuras del paisaje distinguible, el sustrato paisajístico está con frecuencia enmascarado por los usos que se desarrollan.</li> <li>• Pueden aparecer recursos paisajísticos merecedores de protección</li> <li>• No tiene una valoración social destacada.</li> </ul>
BAJO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estructura del paisaje degradada, el paisaje muestra una organización del paisaje confusa y poco legible.</li> <li>• Raramente existen recursos paisajísticos de interés especial.</li> <li>• En la valoración social las personas implicadas muestran una apreciación baja.</li> </ul>

VALOR MUY BAJO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estructura del paisaje dañada; el sustrato paisajístico esta distorsionada por los usos que se desarrollan en él.</li> <li>• No existen aspectos que representan interés de conservación</li> <li>• En las preferencias de la población se manifiesta una fuerte preocupación sobre la evolución del paisaje-</li> </ul>
----------------	---

Se revisó la tabla de criterios de Muñoz, para asignar la valoración del paisaje a cada unidad delimitada, para realizar la valoración se realizó una matriz, con 20 criterios que se agrupan en los cinco tipos de valores.

De acuerdo al número de criterios que presente se verifica que tipo de valor tiene cada unidad de paisaje, para ello se creó una escala (tabla 4) donde viene el rango de valores que se ha establecido.

El resultado obtenido para cada una de las unidades paisajísticas fue el siguiente (Tabla 58 y Tabla 59).

Las unidades Paisajísticas *UP-01 Lomerío típico* presentó dos valores del total, tiene presentes los criterios de:

- Estructuras del paisaje distinguible, el sustrato paisajístico está con frecuencia enmascarado por los usos que se desarrollan.
- Raramente existen recursos paisajísticos de interés especial.

La *UP-02 Sierra alta escarpada* presenta los siguientes criterios:

- Estructura de paisaje reconocible; el patrón característico todavía es evidente. Cierta aspecto de integridad y coherencia en la organización de los componentes principales
- Paisaje que presenta zonas de alta exposición visual
- Pueden aparecer recursos paisajísticos merecedores de protección

El valor paisajístico de esta unidad de paisaje podría considerarse como **valor alto-medio**, aun es distinguible el paisaje original del lugar que presenta cierta homogeneidad, es posible identificar recurso paisajístico a conservar y la unidad se encuentra en un lugar con una calidad visual media.

**Tabla 58.** Matriz para asignar el valor paisajístico por Unidad de Paisaje

Valor Paisajístico	Criterios Paisajísticos	UP-1	UP-2	UP-3
<b>VALOR MUY ALTO</b>	Estructura del paisaje nítida; sustrato con una organización apropiada de usos en el territorio.			
	Recursos paisajísticos/rasgos distintivos, merecedores de protección			
	Una muy alta valoración social del paisaje. Enclave identitario para la población del lugar.			
	Paisaje que conforma un referente visual en el territorio o que está muy expuesto visualmente.			
	Paisaje muy singular o representativo del territorio, o con presencia de escenarios de alta calidad visual.			
	Tiene una importancia clave en el mosaico territorial.			
<b>VALOR ALTO</b>	Estructura de paisaje reconocible; el patrón característico todavía es evidente. Cierta aspecto de integridad y coherencia en la organización de los componentes principales.		x	
	Algunos recursos paisajísticos son merecedores de protección			
	Paisaje que presenta zonas de alta exposición visual		x	x
	Paisaje de cierta singularidad o representatividad			
	Tiene importancia dentro del mosaico territorial			
<b>MEDIO</b>	Estructuras del paisaje distinguible, el sustrato paisajístico está con frecuencia enmascarado por los usos que se desarrollan.			x

	Pueden aparecer recursos paisajísticos merecedores de protección		x	
	No tiene una valoración social destacada.			
<b>BAJO</b>	Estructura del paisaje degradada, el paisaje muestra una organización del paisaje confusa y poco legible.			
	Raramente existen recursos paisajísticos de interés especial.	x		x
	En la valoración social las personas implicadas muestran una apreciación baja.			
<b>VALOR MUY BAJO</b>	Estructura del paisaje dañada; el sustrato paisajístico esta distorsionada por los usos que se desarrollan en él.	x		
	No existen aspectos que representan interés de conservación			
	En las preferencias de la población se manifiesta una fuerte preocupación sobre la evolución del paisaje.			
	<b>Total</b>	2		
Fuente: Elaboración propia a partir de Muñoz, 2012				
*Para este caso, no se toman en cuenta la participación social, debido a que no hay localidades formales dentro del área contractual,				

La UP-03 Sierra alta escarpada, presentó tres criterios, uno por tipo de valor alto, medio y bajo, los parámetros fueron:

- Paisaje que presenta zonas de alta exposición visual
- Estructuras del paisaje distinguible, el sustrato paisajístico está con frecuencia enmascarado por los usos que se desarrollan.
- Raramente existen recursos paisajísticos de interés especial.

La unidad de paisaje por presentar tres parámetros de diferentes tipos de valores paisajísticos, se puede clasificar con un **valor medio**, siendo que el lugar presenta una estructura de paisaje que se distingue de los patrones agrícolas, sin embargo,

no hay presencia de recurso paisajístico que sea de interés, el patrón original ha sido distorsionado por la acción antrópica.

De acuerdo a los criterios obtenidos y clasificando según la escala, las tres unidades de paisaje presentan un **Valor muy bajo-bajo**, no existen recursos de paisaje que sobresalgan y representen interés especial; el tipo de paisaje en las unidades se alcanza a distinguir entre los patrones agrícolas que predominan en la zona.

**Tabla 59. Valor Paisajístico para cada unidad de Paisaje**

Escala	Valores	UP-1	UP-2	UP-3
Valor Muy alto	6			
Valor Alto	5		2	1
Valor Medio	3		1	1
Valor Bajo	3	1		1
Valor Muy bajo	3	1		

Fuente: Elaboración propia a partir de Muñoz, 2012.

### 7.1.6 Patrimonio Arqueológico

En México, diversas culturas prevalecieron a lo largo y ancho del territorio nacional, de esto dan cuenta los diversos vestigios que hoy conocemos y que han generado una importancia histórica y turística al mismo tiempo. Los vestigios y materiales encontrados, que hasta la actualidad se conservan, han sido pieza fundamental para conocer, reconstruir y develar información valiosa acerca de las grandes civilizaciones asentadas en actual territorio mexicano.

Al mismo tiempo se han buscado formas de resguardar dichos espacios; creando instituciones y un marco jurídico, como la Ley federal sobre monumentos y zonas arqueológicas, artísticas e históricos, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de mayo de 1972; reformada en el año 2015 y vigente hasta la actualidad.

Podemos observar que en diferentes etapas históricas se han planteado leyes para la protección de dichos espacios como poseedores de un valor e importancia

histórico y cultural. Con respecto a la ley antes mencionada, es necesario citar algunos artículos, donde se hace mención de la importancia de la conservación y recuperación del patrimonio, así como lo que es clasificado como patrimonio:

*“ARTÍCULO 2o.- Es de utilidad pública, la investigación, protección, conservación, restauración y recuperación de los monumentos arqueológicos, artísticos e históricos y de las zonas de monumentos.”*

*“ARTICULO 5o.- Son monumentos arqueológicos, artísticos, históricos y zonas de monumentos los determinados expresamente en esta Ley y los que sean declarados como tales, de oficio o a petición de parte”.*

Siguiendo con la revisión de la Ley, el artículo 52 del capítulo VI, expresa las sanciones que puede haber en caso de daño a monumentos, estructuras:

*“ARTICULO 52.- Al que por cualquier medio dañe, altere o destruya un monumento arqueológico, artístico o histórico, se le impondrá prisión de tres a diez años y multa hasta por el valor del daño causado. Cuando el daño no sea intencional, se estará a lo dispuesto en el capítulo de aplicación de sanciones a los delitos culposos del Código Penal Federal.”*

Por lo anterior es de suma importancia verificar la existencia de monumentos arqueológicos, artísticos e históricos<sup>1</sup> en la zona que corresponde al área contractual.

Para identificar la posible existencia de monumentos arqueológicos en el área contractual, se siguió la metodología propuesta para realizar el diagnóstico de Línea de Base Ambiental; para ello fue necesario la revisión bibliográfica, la cual aportó información relevante acerca de los posibles grupos asentados en la región.

---

<sup>1</sup> Para el caso de monumentos artísticos e históricos no se incluyen dentro del informe, puesto que, mediante la revisión realizada en los registros de Secretaría de Cultura, CONACULTA no hay monumentos de este tipo dentro del área contractual o en las cercanías.

Al mismo tiempo, se consultaron páginas oficiales de los órganos facultativos encargados de la preservación y conservación de los recursos patrimoniales, como la recién creada Secretaría de Cultura (SC), el Consejo Nacional para la Cultura y las Artes (CONACULTA), el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) y el Instituto Nacional de Bellas Artes (INBA).

#### **7.1.6.1 Inspección superficial (Fase 2. Trabajo de Campo)**

El método usado para realizar el trabajo de campo consistió en realizar una inspección visual en el área contractual. La propuesta fue realizar un recorrido para inspeccionar toda la superficie del polígono, para registrar o descartar la presencia de elementos de carácter patrimonial y evidencias en superficie de hallazgos aislados o sitios arqueológicos. La propuesta inicial consistió en realizar una inspección superficial desde un vehículo mediante un circuito previamente diseñado para cubrir visualmente el polígono que abarca el área contractual. Sin embargo, debido a que los caminos y carreteras existentes en el Área contractual no cruzan por toda la superficie del polígono, se decidió inspeccionar el área tomando como referencia los puntos donde se realizó el muestreo de flora y fauna (Figura 74).

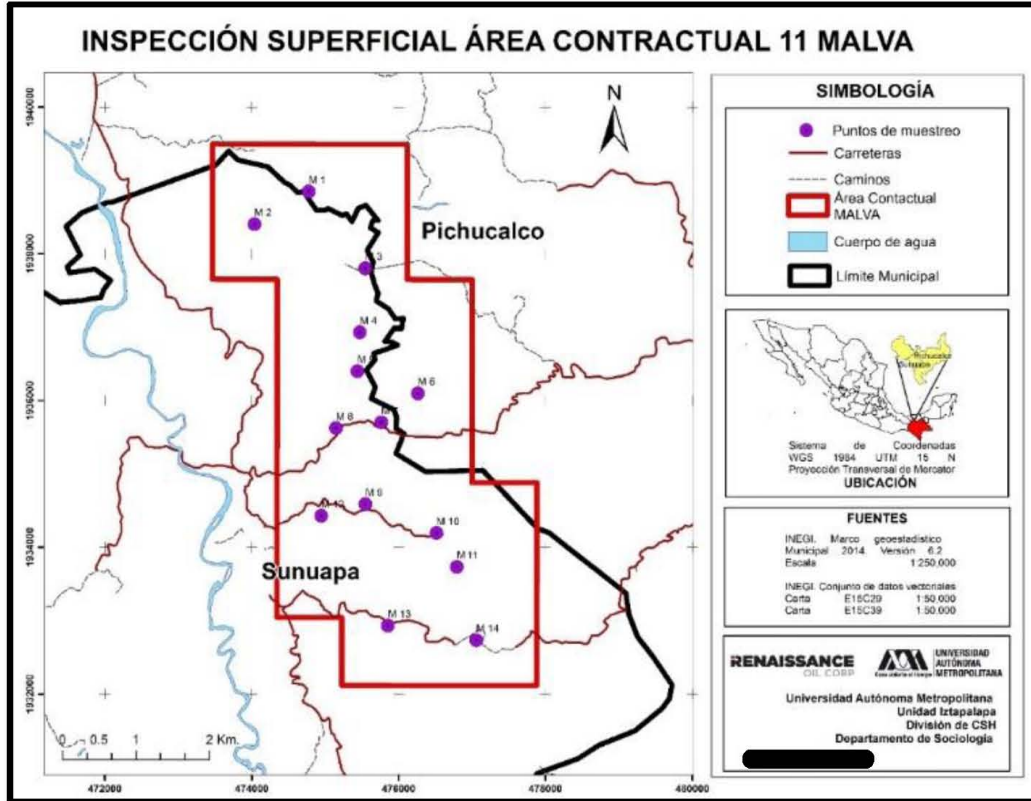
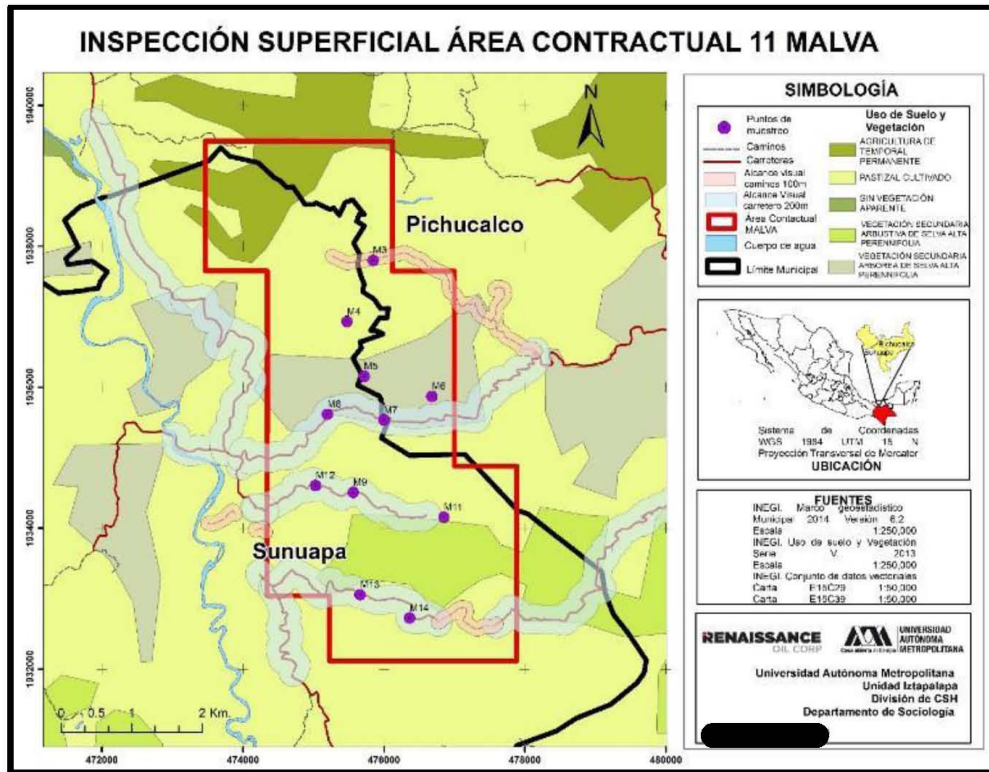


Figura 74. Puntos de muestreo de flora y fauna preestablecidos.

Los puntos que aparecen en el mapa, son los planeados a inspeccionar, pero, debido a las características geográficas del terreno, no se lograron visitar todos los puntos, se tomaron algunos cercanos (Figura 75).

En algunos puntos la visibilidad no fue muy buena, debido a la presencia de vegetación densa, sin embargo, en la inspección superficial de éstos, no se detectó presencia de algún elemento, montículo de tipo arqueológico.





**Figura 75.** Puntos donde se realizó una inspección superficial. Elaboración propia a partir de datos de INEGI y del Trabajo de Campo Realizado en Área Contractual

El trabajo de inspección superficial en campo se realizó del 24 de julio de 2016 al 29 de julio de 2016, de manera conjunta con el equipo que realizó los muestreos de flora y fauna.

Se inspeccionaron dos puntos por día, en la intervención que se realizó no se encontró algún indicio de la presencia de algún montículo o material/elemento arqueológico.

La zona donde se ubica el polígono Malva tiene mayor cobertura de vegetación primaria, el terreno es muy accidentado, no fue posible visitar algunos de los puntos previamente establecidos; debido a la presencia de mayor estrato arbóreo la visibilidad en la inspección superficial no fue la óptima.

En las primeras inspecciones superficiales de los sitios de muestreo realizadas del 24 de julio al 27 de julio, no se encontraron hallazgos de carácter arqueológico de estructuras y elementos; decidimos utilizar otra herramienta contemplada en la metodología, la entrevista, la cual se realizó el día 28 de julio de 2016.

La entrevista la proporcionó el [REDACTED] municipal y regional; quien nos proporcionó información de dos zonas arqueológicas existentes en el municipio de Juárez, sin embargo, no proporcionó información referente a los municipios de Pichucalco y Sunuapa.

En la entrevista se consiguió información importante de la región, sin embargo, no se obtuvo información específica de la existencia de sitios arqueológicos en los municipios donde se ubica el área contractual.

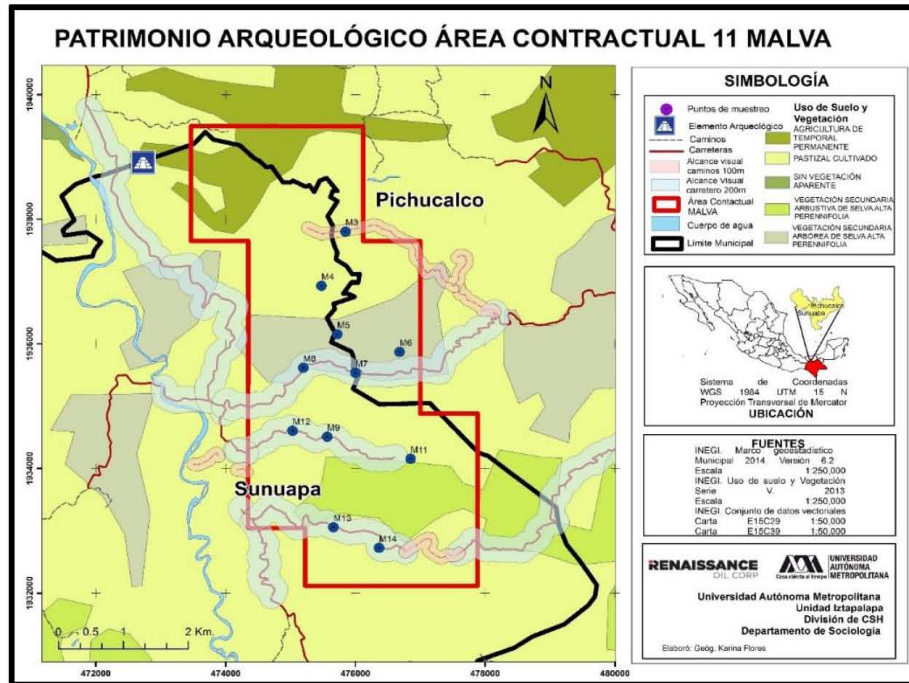
El día 29 de Julio mientras se realizaba el trabajo de campo en el polígono Malva se hizo un hallazgo de una estructura arqueológica ubicada en la propiedad de un poblador de la zona correspondiente al municipio de Sunuapa (Tabla 60)

**Tabla 60.** Elementos patrimoniales identificados cerca del polígono Malva

Nombre	Tipo de elemento	Coordenadas		Características
		Este	Norte	
Elemento de Piedra	Arqueológico	472310	1939416	Estructura/elemento de tipo prehispánico con grabados antropomorfos.

De acuerdo a las coordenadas, el elemento encontrado no se localiza dentro del área contractual Malva, ni en las cercanías del área contractual a 1 km. El punto del hallazgo está a escasos 157 m. lineales<sup>2</sup> del primer km cercano al área contractual (Figura 76).

<sup>2</sup> La distancia fue calculada mediante un software usado para realizar trabajos de Sistemas de Información Geográfica



**Figura 76.** Ubicación de elemento arqueológico hallado. Elaboración propia a partir de datos vectoriales de INEGI y datos recabados en trabajo de campo.

En el Anexo X se aprecia el registro fotográfico del patrimonio arqueológico del campo Malva, mientras que en el Anexo XI se aprecian las fotografías de la inspección superficial.

### 7.1.6.2 Resultados. (Fase 3. Categorización)

De acuerdo a los resultados obtenidos en el trabajo de campo, se debe hacer una clasificación y registro de los sitios, tomando en cuenta los parámetros que se establecen en las normas vigentes dictadas por las instituciones correspondientes, como el INAH y la UNESCO.

Dentro del terreno que ocupa el Área Contractual Malva, no se observó indicio de algún sitio o elemento de carácter patrimonial, en las cercanías del polígono Malva

y del primer kilómetro cercano al área contractual es donde se realizó el hallazgo del elemento arqueológico.

El elemento no se encuentra registrado ante alguna instancia, el hallazgo puede ser clasificado según el Registro público de Monumento y Zonas Arqueológicas como concentración, de tipo figura o elemento, elaborado de materia prima de piedra mediante una técnica de tallado.

Posiblemente el elemento pertenezca al periodo preclásico mesoamericano y muy probablemente fue elaborado por escultores de la cultura zoque, ya que dicho grupo se asentó en lo que hoy es el estado de Chiapas.

Es importante tomar en cuenta que existe probabilidad que en la zona donde se ubica el área contractual existan elementos y vestigios arqueológicos pertenecientes a la cultura zoque, empero, la vegetación presente en la zona hace que los elementos permanezcan ocultos y el terreno es de difícil acceso.

## **7.2 Análisis e interpretación de los estudios realizados**

### **7.2.1 Registro de daños preexistentes**

Dentro del área contractual Malva, no se tienen registros de Fugas en Líneas de Descarga y ductos que van a los pozos a alguna de las estaciones existentes en el área

### **7.2.2 Investigación histórica**

El área contractual Malva geológicamente se encuentra en la cuenca Terciaria del Sureste, en la provincia Pilar Reforma-Akal frente a la Sierra de Chiapas, en el área de Chiapas-Tabasco. El campo comprende un área de 7.4km<sup>2</sup>, con facies productoras para el Cretácico Superior de borde de plataforma, constituida por

wackestone a packstone de buena porosidadm wakestone dolomitizado de peloides, bioclastos con foraminíferos bentónicos. Para el Cretácico Medio sus facies productoras son de borde de plataforma constituidas por packstone-wackestone dolomitizados de peloides, bioclastos con foramiiferos bentónicos.

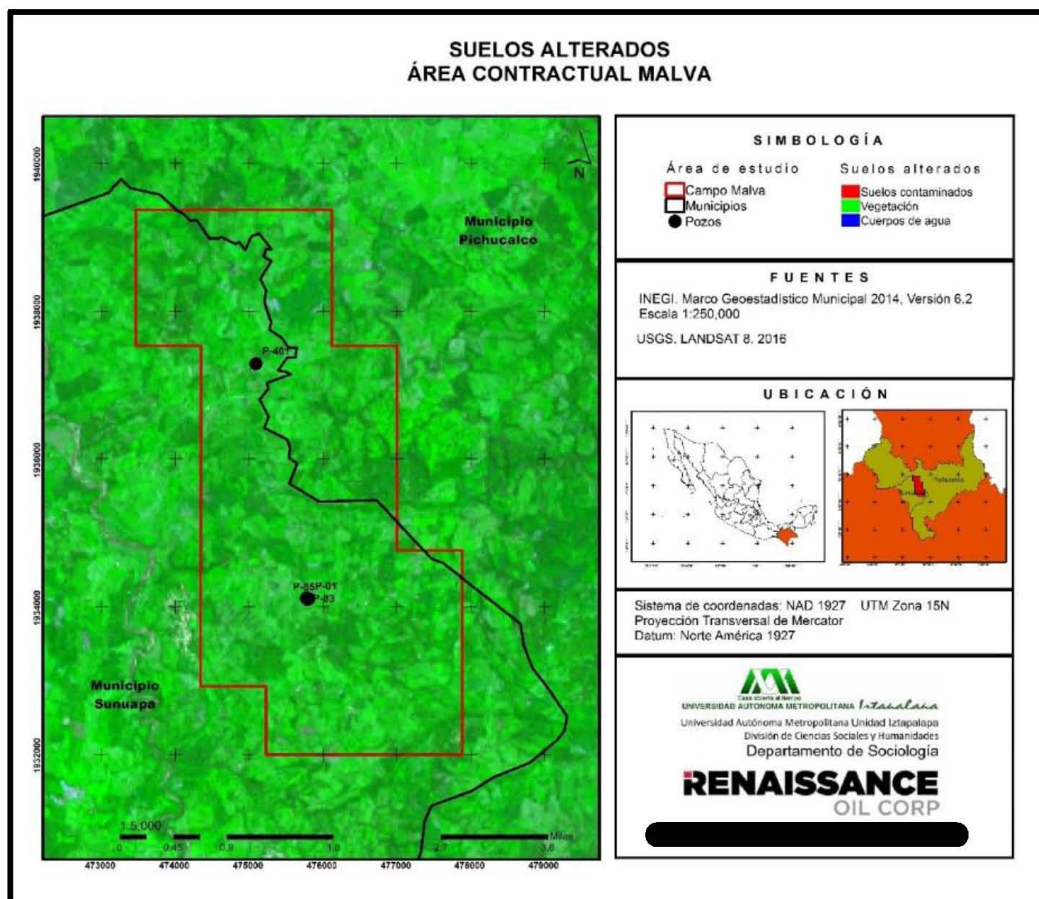
El campo Malva corresponde estructuralmente a un anticlinal asimétrico, orientado NO-SE que tiene como límite principal al Este una falla de tipo inversa con rumbo NO-Seque buza en general al Oeste y una normal al Sur que buza en igual dirección. Internamente presenta un sistema de fallas menores normales e inversas de rumbos variados que no llegan a complemetalizar el yacimiento. Este anticlinal está asociado a la deformación tectónica salina que inicio durante la primera etapa de la Orogenia Laramide y fue transformdo durante la compresión en el Terciario Medio por el evento Chiapaneco.

El campo fue descubirto en el año 2003, mientras que la fecha de inico de exploración es el año 2005, con una profundidad de 2700m, el campo cuenta con un total de 7 pozos verticales, el estado actual de dichos pozos es que uno es productor, uno se encuentra cerrado con posibilidades, uno esta cerrado sin posibilidades y cuatro están taponados. Este campo cuenta con una a con un volumen de 13 millones de barriles de aceite de 86 millones de pies cubico de gas, hasta el 2015 contaba con una producción acumulada de 3 millones de barriles de aceite y 26 mil millones de pies cúbicos de gas.

### **7.2.3 Método indirecto:**

El método indirecto utilizado para identificar remanentes de hidrocarburos en el suelo fue llevado acabo mediante la aplicación de tectonogía satelital donde se busco la acumulación de arcillas, carbonatos, hierro férrico, carbono orgánico y manganeso.

El resultado se muestra en la Figura 77, donde según el método desarrollado por Marrufo (2007) en su tesis para obtención del grado de Maestra en Ingeniería ambiental no hay indicios de contaminación por derrames de hidrocarburos en el área contractual Malva, particularmente no hay evidencia de contaminación por crudo alrededor de los pozos que contiene este polígono, dicho resultado se refuerza con los estudios realizados por la empresa GeoEstratos Soluciones, la cual hizo una inspección detallada de los ductos presentes en el campo Malva y no encontraron fugas en los mismos.



**Figura 77.** Resultado del método indirecto para la búsqueda de derrames de hidrocarburos

## 7.2.4 Análisis e Interpretación de los resultados de las pruebas analíticas realizadas

### 7.2.4.1 Análisis de Suelo

#### 7.2.4.1.1 Resultados de las determinaciones analíticas de los contaminantes y

##### Comparación de la Normatividad Ambiental Vigente Aplicable

Los sitios donde se llevaron a cabo los muestreos de suelo fueron las zonas circundantes a los pozos ya que al no contar con registros históricos de fugas en el área, se procedió a muestrear los puntos con mayor probabilidad de contaminación por hidrocarburos. En total se muestrearon cuatro puntos, a dos profundidades (0.3 y 1m) y una réplica de cada profundidad, sumando un total de nueve muestras (Figura 78). Las pruebas analíticas fueron tomadas por el laboratorio Intertek Testing Services de México, S.A. DE C.V.

De los nueve puntos muestreados, ninguno presentó valores por encima de los límites máximos permisibles de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012. En la Tabla 61 se muestran los valores máximos registrados para cada análisis.

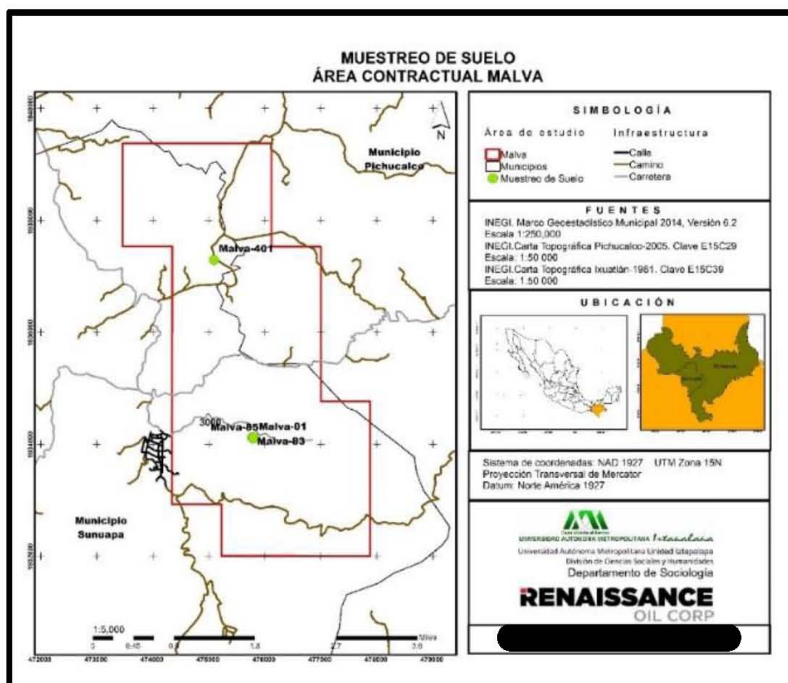


Figura 78. Puntos de muestreo para suelo en el Área Contractual Malva

**Tabla 61.** Valores máximos obtenidos de contaminantes de suelo comparados con los límites máximos permisibles de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.

Contaminante		Limite máximo permisible (Agrícola, forestal, pecuario y de conservación (mg/kg))	Resultados con mayor indice (mg/kg)	
Hidrocarburos de Fracción Ligera		200	< 18,750	
Hidrocarburos de Fracción Media		1200,0	< 66.86	
Hidrocarburos de Fracción Pesada		3000,0	< 266,00	
BTEX	Benceno	6,0	< 625.0	
	Tolueno	40	< 625.0	
	Etilbenceno	10	< 625.0	
	Xilenos	m,p-Xileno	40	1,250
		o-Xileno		0,625
PAH's	Benzo (a) antraceno	2,0	< 0,133	
	Benzo (a) pireno	2,0	314	
	Benzo (b) Fluoranteno	2,0	< 0,133	
	Benzo (k) Fluoranteno	8,0	< 0,133	
	Dibenzo (a,h) antraceno	2,0	< 0,133	
	Indeno (1,2,3-cd) pireno	2,0	< 0,133	
Arsénico Total		22	< 10.0	
Selenio Total		390	< 10.0	
Bario Total		5400	470,40	
Berilio Total		150	< 2.0	
Cadmio Total		37,0	< 2.0	
Plata Total		390	< 2	



<b>Contaminante</b>	<b>Limite máximo permisible (Agrícola, forestal, pecuario y de conservación (mg/kg))</b>	<b>Resultados con mayor indice (mg/kg)</b>
Plomo Total	400	9,20
Talio Total	5,2	< 5,0
Vanadio Total	78,0	38,20
Niquel Total	1600,0	42.7
Mercurio Total	23,0	< 0.0909
Cromo Hexavalente	280	< 2,0

## 7.2.4.2 Análisis de Agua

### 7.2.4.2.1 Resultados de las determinaciones analíticas de los contaminantes

De las nueve muestras tomadas de agua en el campo Malva todas pasaron los valores máximos permisibles de Conductividad eléctrica y coliformes fecales (Figura 79, Tabla 62 y Tabla 63).

Conductividad eléctrica.

#### *Conductividad eléctrica*

La conductividad eléctrica es la capacidad del agua para conducir la corriente eléctrica, las medidas de conductividad del agua se dividen en seis parámetros

Agua Pura: 0.055  $\mu\text{S}/\text{cm}$

Agua destilada: 0.05  $\mu\text{S}/\text{cm}$

Agua de montaña: 1.0  $\mu\text{S}/\text{cm}$

Agua para uso doméstico: 500 a 800  $\mu\text{S}/\text{cm}$

Máx para agua potable: 1055  $\mu\text{S}/\text{cm}$

Agua de mar: 52000  $\mu\text{S}/\text{cm}$

Agua salobre 100000  $\mu\text{S}/\text{cm}$

En todos los casos la conductividad eléctrica se encuentra entre el agua para montaña y el agua para uso doméstico o aguas con tratamientos químicos, lo cual para estos casos no es adecuado ya que es agua confinada en cuerpos de aguas perenes son para uso pecuario y agrícola.

#### *Sólidos suspendidos Totales.*

Los sólidos suspendidos se definen como aquéllos que son retenidos en un filtro de 0,45  $\mu\text{m}$  y en a grandes rasgos corresponden a los sólidos insolubles de la muestra, aunque no necesariamente tengan una tendencia a sedimentar. En general, los sólidos suspendidos se utilizan para evaluar la calidad general del agua después de un proceso de tratamiento. Cuando están presentes, los sólidos suspendidos contienen una cantidad significativa de los contaminantes presentes en el agua.

Los puntos H<sub>2</sub>O 1, H<sub>2</sub>O 2 y H<sub>2</sub>O 3 sobrepasan los límites máximos permisibles de Sólidos Suspendidos Disueltos, lo que indica alta concentración de diferentes tipos de contaminantes, como puede ser materia fecal u otros. En estos casos es recomendable ampliar el espectro de búsqueda de contaminantes para determinar la fuente del mismo.

#### *Coliformes Fecales*

Los coliformes fecales se definen como el grupo de organismos coliformes que pueden fermentar la lactosa a 44-45 °C. Incluyen bacterias del género Escherichia y también especies de Klebsiella, Enterobacter y Citrobacter, las cuales son patógenas y frecuentemente su origen es fecal.

En este caso las nueve muestras exceden los límites máximos permisibles de coliformes fecales para aguas con usos agrícolas y pecuarios, este excedente de coliformes fecales se debe a que los animales domésticos y de granja como vacas y caballos, acostubran defecar en estos cuerpos de agua, los cuales fueron creados para suministrar líquidos a los mismos (Tabla 62 y Tabla 63).

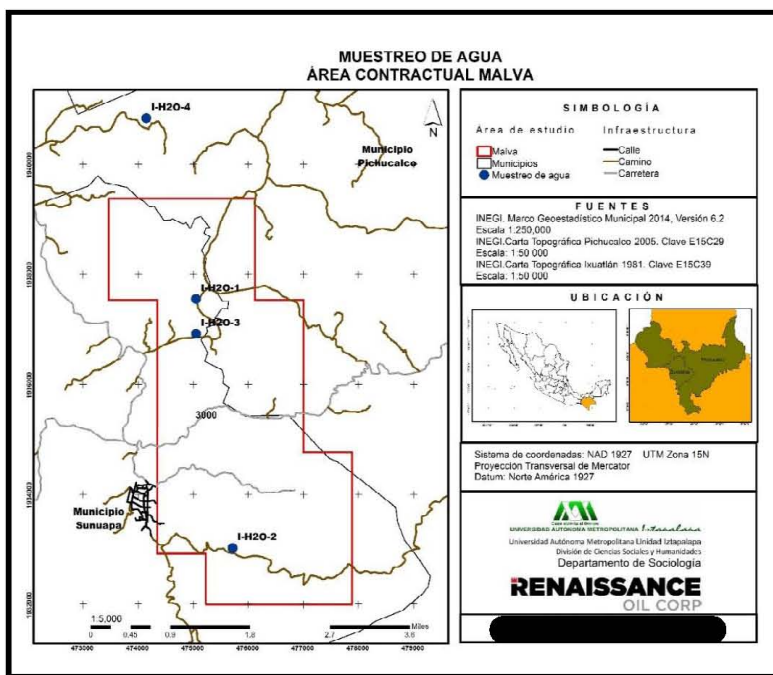


Figura 79. Puntos de muestreo para suelo en el Área Contractual Malva

Tabla 62. Valores obtenidos de contaminantes de agua superficial comparados con los límites máximos permisibles. En rojo se resaltan los parámetros analizados que se encuentran por encima del límite permisible.

Parámetro	Resultado Superficial				Ley	Límite máximo permisible de Riego Agrícola	Límite máximo permisible para uso pecuario
	H <sub>2</sub> O 1	H <sub>2</sub> O 2	H <sub>2</sub> O 3	H <sub>2</sub> O 4			
Cloruros Totales (mg/l)	ND	N.D.	N.D	7,77	CE-CCA-001/89	147.5	N.N.
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/l)	6,4	3,50	7,30	17,90	NOM-001-ECOL-1996	75	N.N.
Dureza Total (mg/l Ca CO <sub>3</sub> )	303,76	25,84	N.D	13,81	N.N.	N.N.	N.N.

Parámetro	Resultado Superficial				Ley	Límite máximo permisible de Riego Agrícola	Límite máximo permisible para uso pecuario
	H <sub>2</sub> O 1	H <sub>2</sub> O 2	H <sub>2</sub> O 3	H <sub>2</sub> O 4			
Color UPI/Co	45	25,00	50,00	125,00	N.N.	N.N.	N.N.
SAAM (mg/l)	N.D.	0,08	0,11	0,40	N.N.	N.N.	N.N.
Fosfatos (mg/l)	0,322	0,240	1,786	1,631	N.N.	N.N.	N.N.
Grasas y Aceites (mg/l)	N.D.	N.D.	N.D	4,04	NOM- 001- ECOL- 1996	15	N.N.
Nitrógeno de Nitratos (mg/l)	0,12	0,280	0,299	0,110	CE-CCA- 001/89	N.N.	90
Nitrógeno de Nitritos (mg/l)	N.D.	N.D.	N.D	N.D	CE-CCA- 001/89	N.N.	10
Sólidos Disueltos Totales (mg/l)	90	62,00	66,00	148,00	CE-CCA- 001/89	500	1000
Sólidos Suspendidos Totales (mg/l)	10,00	14,00	34,00	56,00	NOM- 001- ECOL- 1996	75	N.N.
Oxígeno Disuelto (mg/l)	6,97	6,59	3,83	9,40	N.N.	N.N.	N.N.
Turbidez (UNT)	12,06	29,16	18,83	58,73	N.N.	N.N.	N.N.

Parámetro	Resultado Superficial				Ley	Límite máximo permisible de Riego Agrícola	Límite máximo permisible para uso pecuario
	H <sub>2</sub> O 1	H <sub>2</sub> O 2	H <sub>2</sub> O 3	H <sub>2</sub> O 4			
ph (U de Ph)	8,69	8,51	8,50	8,97	CE-CCA-001/89	4.5 - 9.0	N.N.
Conductividad Eléctrica	247,00	221,00	197,00	204,00	CE-CCA-001/89	1.0	N.N.
Coliformes Fecales (NMP/100ml)	920,00	>=1800.0	>=1800	>=1800	CE-CCA-001/89	1000	N.N.
Coliformes Totales (NMP/100ml)	>=1800,0	>=1800.0	>=1800	>=1800	N.N.	N.N.	N.N.

**Tabla 63.** Valores obtenidos de contaminantes de agua de fondo comparados con los límites máximos permisibles. En rojo se resaltan los parámetros analizados que se encuentran por encima del límite permisible.

Parámetro	Resultado Fondo				Ley	Límite máximo permisible de Riego Agrícola	Límite máximo permisible para uso pecuario
	H <sub>2</sub> O 1	H <sub>2</sub> O 2	H <sub>2</sub> O 3	H <sub>2</sub> O 4			
Cloruros Totales (mg/l)	ND	ND	N.D	7,87	CE-CCA-001/89	147.5	N.N.
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/l)	6,6	5,50	8,00	14,00	NOM-001-ECOL-1996	75	N.N.

Parámetro	Resultado Fondo				Ley	Límite máximo permisible de Riego Agrícola	Límite máximo permisible para uso pecuario
	H <sub>2</sub> O 1	H <sub>2</sub> O 2	H <sub>2</sub> O 3	H <sub>2</sub> O 4			
Dureza Total (mg/l Ca CO <sub>3</sub> )	13,63	20,75	N.D	N.D	N.N.	N.N.	N.N.
Color UPI/Co	45,00	30,00	50,00	150,00	N.N.	N.N.	N.N.
SAAM (mg/l)	0,11	ND	0,09	0,28	N.N.	N.N.	N.N.
Fosfatos (mg/l)	0,591	0,350	1,33	1,585	N.N.	N.N.	N.N.
Grasas y Aceites (mg/l)	ND	3,38	N.D	N.D	NOM-001-ECOL-1996	15	N.N.
Nitrógeno de Nitratos (mg/l)	0,190	0,320	0,16	1,105	CE-CCA-001/89	N.N.	90
Nitrógeno de Nitritos (mg/l)	ND	ND	N.D	N.D	CE-CCA-001/89	N.N.	10
Sólidos Disueltos Totales (mg/l)	82,00	72,00	90,00	134,00	CE-CCA-001/89	500	1000
Sólidos Suspendidos Totales (mg/l)	76,00	166,00	280,00	68,00	NOM-001-ECOL-1996	75	N.N.
Oxígeno Disuelto (mg/l)	5,59	5,740	2,11	6,62	N.N.	N.N.	N.N.

Parámetro	Resultado Fondo				Ley	Límite máximo permisible de Riego Agrícola	Límite máximo permisible para uso pecuario
	H <sub>2</sub> O 1	H <sub>2</sub> O 2	H <sub>2</sub> O 3	H <sub>2</sub> O 4			
Turbidez (UNT)	22,96	121,956	156,929	54,46	N.N.	N.N.	N.N.
ph (U de Ph)	8,48	8,59	7,84	8,64	CE-CCA-001/89	4.5 - 9.0	N.N.
Conductividad Eléctrica	236,00	202,00	180,0	145,00	CE-CCA-001/89	1.0	N.N.
Coliformes Fecales (NMP/100ml)	<-1800,0	<=1800,0	>=1800	>=1800	CE-CCA-001/89	1000	N.N.
Coliformes Totales (NMP/100ml)	<-1800,0	<=1800,0	>=1800	>=1800	N.N.	N.N.	N.N.

### 7.2.4.3 Análisis de Aire

#### 7.2.4.3.1 Resultados de las determinaciones analíticas de los contaminantes y

##### Comparación de la Normatividad Ambiental Vigente Aplicable

Los sitios donde se llevaron acabo los muesteros de aire se determinaron por la dirección del viento en la zona durante el mes de septiembre, en algunos casos se modificaron los puntos de muestreo por falta de acceso, ya que aun que había caminos, estos no eran adecuados para la muestra de aire o era imposible el acceso del equipo de muestreo (Figura 80).

De los seis puntos de muestero, ningún parámetro se encuentra por encima de las Normas Oficiales Mexicanas (Tabla 64).

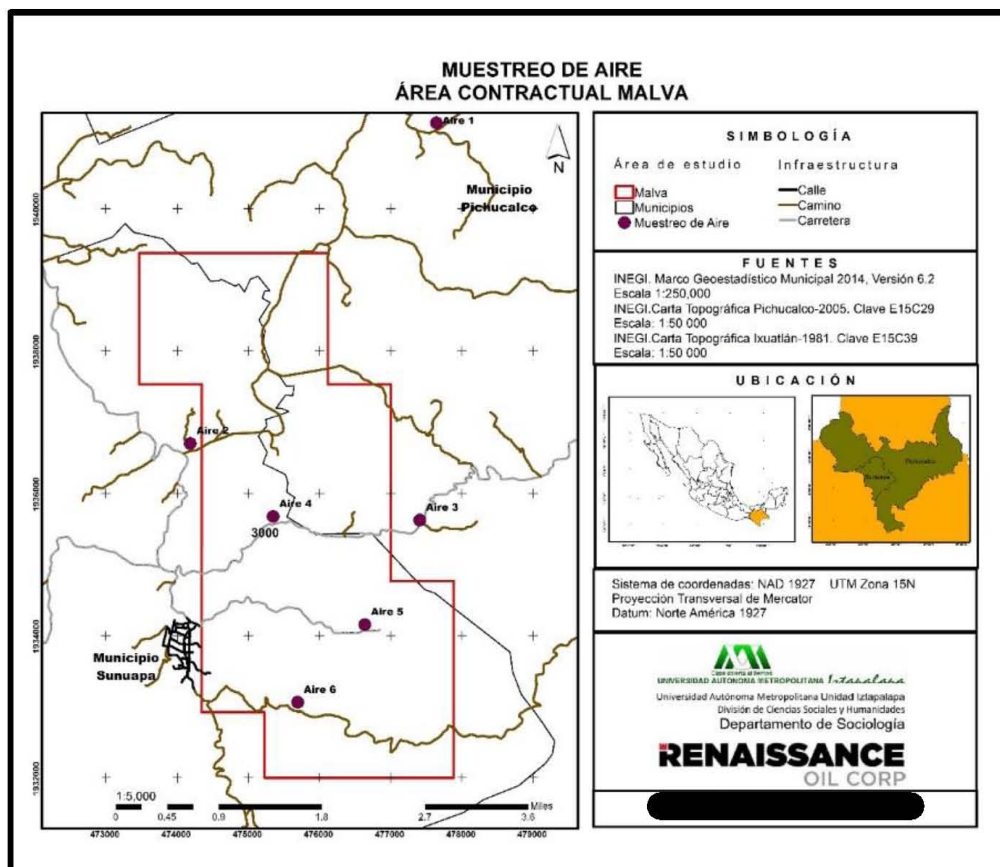


Figura 80. Puntos de muestreo para aire en el Área Contractual Malva

Tabla 64. Valores máximos obtenidos de contaminantes de aire comparados con los límites máximos permisibles de las NOM.

Compuesto	NOM	Resultados de Puntos de muestreo						Límite Máximo Permissible
		Aire-1	Aire-2	Aire-3	Aire-4	Aire-5	Aire-6	
Ácido Sulfhídrico (H <sub>2</sub> S) ppm	No Normatividad	0,003	0,000	0,000	0,003	0,000	0,001	N.N
Hidrocarburos Totales (HT)	No Normatividad	0,119	0,056	0,052	0,042	0,124	0,017	N.N.
Partículas Totales (PSST) pps	No Normatividad	14	13	18	16	16	14	N.N



Bióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> ) ppm	NOM-022-SSA1-2010	0,005	0,002	0,004	0,002	0,001	0,001	0,11
Ozono (O <sub>3</sub> ) ppm	NOM-020-SSA1-2014	0.051	0.054	0.033	0.034	0.033	0.04	0,095
Óxidos de Nitrógeno (NO <sub>x</sub> ) ppm	NOM-023-SSA1-1993	0,002	0,004	0,005	0,002	0,003	0,003	0,210
Partículas Menores a 2,5 Micras (PM-2.5)	NOM-025-SSA1-2014	5	9	8	8	5	5	45
Monóxido de Carbono (CO) ppm	NOM-021-SSA1-1933	1,180	1,117	1,465	0,933	0,594	18,333	11
Partículas Menores a 10 Micras (PM-10)	NOM-025-SSA1-2014	8	10	10	10	7	7	75

Durante el muestreo realizado dentro del polígono, en los puntos Aire 6, y Aire 5, se presentaron lluvias por la noche de moderadas a intensas lo que pudo afectar los resultados del muestreo en esos puntos

### **7.2.5 Condiciones climáticas y físicas que afectan el comportamiento de los contaminantes**

En los municipios de Sunuapa y Pichucalco hay fuertes precipitaciones durante la temporada de lluvias, la alta precipitación de la zona puede afectar directamente al arrastre y dilución de los contaminantes en suelo y agua, aunado a esto, los fuertes vientos que se llegan a presentar arrastran la contaminación generada por quemadores cercanos a el área de estudio

### **7.2.6 Distribución y el comportamiento de los contaminantes en el suelo, subsuelo y acuíferos: Rutas de migración**

El suelo del Área Contractual Malva al estar compuesto por arcillas saturadas con un grado muy bajo de permeabilidad, dichos suelos no favorecen la permanencia de contaminantes ya que pueden llegar a impedir que fluidos de menor densidad se filtren a mayores profundidades y estén propensos a dispersión y migración por efecto de lluvias e intemperismo lo que dificulta rastrear las zonas con mayor concentración de contaminantes.

### **7.2.7 Ubicación, descripción y uso actual de los puntos potencialmente contaminados**

#### **Agua**

Los sitios que sobrepasan los límites máximos permisibles en Conductividad, Coliformes Fecales y Sólidos Suspendidos Totales son los puntos H<sub>2</sub>O 1, H<sub>2</sub>O 2, H<sub>2</sub>O 3 y H<sub>2</sub>O 4 (Tabla 65). Uno de los mayores factores por los cuales los cuerpos de agua están contaminados es la alta cantidad de materia fecal, ya que estos cuerpos de agua son utilizados en su mayoría como fuente de líquidos para los animales de uso doméstico y pecuario como perros, gallinas, vacas, cerdos, caballos etc. Los animales al tener acceso libre al cuerpo de agua, defecan en las inmediaciones del mismo, lo que provoca que en temporada de lluvias la materia fecal sea arrastrada al cuerpo de agua y en temporada seca, exista mayor concentración de la misma.

La alta conductividad eléctrica, está directamente relacionada con la alta cantidad de sólidos totales disueltos, ya que al haber mayor cantidad de sólidos disueltos la interacción entre ellos es mayor, lo que facilita la conductividad de los electrones.

**Tabla 65.** Ubicación y uso actual de los puntos que rebasan los límites máximos permisibles de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.

Sitios contaminados	Latitud N	Longitud W	Contaminante	Uso de suelo CONABIO, 2008
H <sub>2</sub> O 1	475713.252	1933024.87	conductividad eléctrica, coliformes fecales, Sólidos suspendidos disueltos	Pastizal Cultivado
H <sub>2</sub> O 2	475047.857	1937550.51	conductividad eléctrica, coliformes fecales, Sólidos suspendidos disueltos	Pastizal Cultivado
H <sub>2</sub> O 3	475050.264	1936921.01	conductividad eléctrica, coliformes fecales, Sólidos suspendidos disueltos	Pastizal Cultivado
H <sub>2</sub> O 4	474145.6	1940837.41	conductividad eléctrica, coliformes fecales, Sólidos suspendidos disueltos	Pastizal Cultivado

### 7.2.8 Tipo de contaminante, cantidad aproximada de liberación al ambiente

Este apartado no aplica, ya que, al realizar las actividades en campo, no estaban ocurriendo fugas o derrames de hidrocarburos en ese momento

### 7.2.9 Área y volumen del suelo contaminado

Este apartado no aplica, ya que, no se encontró suelo contaminante

## 8. Registro y descripción de daños ambientales

### 8.1 Identificación del daño ambiental

Componente	Factores	Conclusión del diagnóstico Daño Ambiental
Edafología	Cantidad de suelos	La erosión potencial del suelo del campo Malva se divide en dos tipos de suelo. Para el suelo Acrisol es de 3.0, lo que indica un valor medio. Mientras que el suelo de tipo Cambisol tiene un valor alto de 7014 lo cual concuerda con el tipo de erosión de estos suelos.
	Calidad de suelos	De las nueve muestras de suelo tomadas en campo, ninguna revasa más del valor medio de saturación del contaminante que establece la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.
Geomorfología	Geoformas	La alteración de las geoformas en Área Contractual ha sido mínima, esto al alterarse únicamente algunos puntos al existir cuerpos de agua artificiales como haweyes y las dos áreas donde se encuadran los pozos, las cuales fueron alpanadas.
	Estabilidad del relieve	La estabilidad del relieve no se ha afectado significativamente debido a que en este campo hay grandes pendientes que permiten conservar remanentes de vegetación natural que evitan una pérdida de estabilidad del relieve, así como cultivos de árboles frutales y gramíneas.
Hidrología Superficial	Calidad	El agua superficial se encuentra contaminada principalmente por materia fecal de ganado (haweyes).
	Escorrentías superficiales	En el área contractual existe una alta cantidad de ríos de temporal, los cuales no fueron muestreados ya que la probabilidad de encontrar contaminación por hidrocarburos es baja.
Hidrología Subterránea	Infiltración de agua	La infiltración de contaminantes al acuífero reforma tiene baja probabilidad ya que el tipo de suelo de la zona no permite que la infiltración sea rápida o fácil, por otro lado la CONAGUA menciona que el acuífero se recarga por medio de infiltración por corrientes, flujos subterráneos y riego, mientras que sus pérdidas son por consumo humano principalmente.
Vegetación	Cobertura vegetal	<p>El Área Contractual Malva de acuerdo con INEGI se presentan los siguientes tipos de vegetación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Agricultura de temporal y permanente</li> <li>• Pastizal cultivado</li> <li>• Vegetación secundaria arbustiva de selva alta perenifolia</li> <li>• Vegetación secundaria arbórea de selva alta perenifolia</li> </ul> <p>De acuerdo a las observaciones y resultados obtenidos durante el trabajo de campo para la caracterización de la vegetación de</p>

Componente	Factores	Conclusión del diagnóstico Daño Ambiental
		<p>la zona de interés, se puede observar que a casusa de las actividades antropogénicas como son la agricultura, ganadería e instalaciones de pozos de extracción, gran parte de la vegetación originaria del Área Contractual ha sido removida</p> <p>Por lo anterior la comunidad vegetal es dominantes en el área es:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pastizal cultivado</li> </ul> <p>Las comunidades originales se han mantenido en la parte sur y centro del área contractual.</p>
	<p><b>Individuos de especies vegetales</b></p>	<p>Como se mencionó en el apartado anterior el campo Malva en su mayoría es pastizal cultivado y refleja en su dominancia Pastizal Cultivado, po limón, naranja y pasot de engorda para ganado en su mayoría.</p> <p>Las especies vegetales con mayor abundancia son:</p> <p><i>Ficus glaucescens, Theobroma cacao, Castilla elástica, Bursera simaruba, Gliricidia sepium, Cecropia sp, Musa paradisica, Heliconia sp, Tradescantia zebrina, Xanthosom arobustum, Hyparrhenia rufa y Paspalum sp.</i></p> <p>En Campo Malva podemos encontrar conviviendo elementos de vegetación primaria y secundaria, aunque como ya se emnciono, en su mayoría son áreas transformadas para el aprovechameinto de ganado.</p>
	<p><b>Individuos de especies en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010</b></p>	<p>Hay un total de 25 especies registradas las NOM-059, la IUCN, EVS o CITES.</p>
	<p><b>Biodiversidad</b></p>	<p><b>Ornitofauna:</b> Hay una alta cantidad de aves registradas para el campo, lo que indica que aún existen corredores biológicos en el área que ayudan a las aves a poblar la zona, por lo que es sumamente importante conservar estos sitios.</p> <p><b>Herpetfauna:</b> a pesar de que hay relativamente pocos registros de anfibios y reptiles en el área, muchos de ellos son especies crípticas que tienen un alto valor cultural y biológico, como la rana cristal, la cual se encuentra en abundancia dentro de este campo.</p> <p><b>Mastofauna:</b> A pesar de los pocos individuos registrados, se puede inferir que en el área existe una alta cantidad de murciélagos, los cuales son vitales para la salud del ecosistema,</p>

Componente	Factores	Conclusión del diagnóstico Daño Ambiental
		<p>ya que son excelentes polinizadores y propagadores de semillas, así como el armadillo tiene un alto grado de valor cultura.</p> <p><b>Vegetación:</b> A pesar del poco tiempo de muestreo se logró hacer un registro amplio de especies, lo que sugiere una alta riqueza de especies, a pesar de que muchas de las zonas ya han sido modificadas para ganadería.</p>
<b>Fauna</b>	<b>Individuos de especies animales</b>	<p>En cuanto a este apartado, si bien se considera que la cantidad de especies observadas en el sitio es menor al 30% de las especies potenciales consideradas previo a los trabajos de campo, es importante mencionar que la fauna del Área Contractual aún tiene disponibilidad de alimento, es decir, si se realizan esfuerzos para mejorar la zona, la probabilidad de que la biodiversidad aumente es significativa.</p> <p>En cuanto a las aves del sitio se observa que la comunidad de vegetación secundaria de selva alta representa una zona que beneficia en la distribución de estos, lo cual, aunado a la presencia de algunos cuerpos de agua artificiales, hacen en general al Área Contractual un ambiente idóneo para un buen desarrollo.</p> <p>La presencia de herpetofauna se considera intermedia, ya que el pico de actividad de los reptiles y las aves es el mismo, lo que cesga el muestreo.</p>
	<b>Individuos de especies dentro de la NOM-059-2010</b>	<p>El número de ejemplares que se encuentran en el área y están en alguna categoría de amenaza muestrás qué para el tamaño del campo Malva, este cuenta con una significativa cifra de especies en riesgo, por lo que es muy importante mantener o mejorar las condiciones ambientales de la zona.</p>
	<b>Hábitats</b>	<p>Los relictos de selva alta que se encuentran en el área tienen una gran importancia biológica, ya que sirven como corredores biológicos de especies y plantas, por lo que en este caso prescindir de ellos no es una opción.</p>
	<b>Biodiversidad</b>	<p>De acuerdo con lo observado en campo, el Área Contractual presenta una comunidad de fauna con estratos tróficos bien asentados, es decir las especies encuentran los elementos necesarios para establecer una residencia permanente en la zona.</p>
	<b>Corredores biológicos</b>	<p>Aunque en la zona existen pocos remanentes de selva y estos sirven como corredores biológicos, si sigue la alta deforestación</p>

Componente	Factores	Conclusión del diagnóstico Daño Ambiental
		de la zona, llevara al deterioro de las comunidades que aún se encuentran en el área. Por lo que es de gran importancia mantener estas islas y en medida de lo posible crear más y así asegurar la supervivencia y proliferación de poblaciones y comunidades, lo que beneficia directamente al ecosistema y a la población.

## 8.2 Valoración del daño ambiental: Índice de Incidencia

Componente	Factores	Conclusión Diagnóstico Daño ambiental	Signo del efecto											INDICE DE INCIDENCIA	
			Inmediatez	Acumulación	Sinergia	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Recuperabilidad	Continuidad	Periodicidad	INCIDENCIA			
Edafología	Cantidad de suelos	Erosión en suelos	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	0
	Calidad de suelos	Pasivos identificados de suelos contaminados (con delimitación de superficie, volumen y contaminante (s) por sitio).	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	0
Geomorfología	Geoformas	Alteración de geoformas	-	1	1	1	1	2	2	2	1	1	12	0.16666667	
	Estabilidad del relieve	Pérdida de la estabilidad del relieve	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	0	
Hidrología	Calidad	Contaminación los cuerpos de agua	-	3	3	3	3	3	3	3	3	3	27	1	
	Escorrentías superficiales	Alteración en flujo del patrón hidrológico	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	0	
Hidrología Subterránea	Infiltración de agua	Acuíferos sobreexplotados	-	3	3	3	3	3	3	3	3	3	27	1	

Componente	Factores	Conclusión Diagnóstico Daño ambiental	Signo del efecto											INDICE DE INCIDENCIA		
			Inmediatez	Acumulación	Sinergia	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Recuperabilidad	Continuidad	Periodicidad	INCIDENCIA				
		y/o Contaminados														
Vegetacion	Cobertura vegetal	Pérdida de cobertura vegetal originaria	-	3	3	2	2	3	2	2	1	1	19	0.555555556		
	Individuos de especies	Evidencia de la pérdida de individuos de especies vegetales	-	3	3	3	3	3	3	3	3	3	27	1		
	Individuos de especies en NOM-059-SEMARNAT-2010	Especies Vegetales dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010	-	3	3	2	2	3	3	3	3	3	25	0.888888889		
	Biodiversidad	Evidencia de la pérdida de la biodiversidad	-	3	3	3	3	3	3	3	3	3	27	1		
Fauna	Individuos de especies animales	Evidencia de la pérdida de individuos de especies animales	-	3	3	3	3	3	3	3	3	3	27	1		
	Individuos de especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010	especies animales dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010	-	3	3	3	3	3	3	3	3	3	27	1		
	Hábitats	Reducción de hábitats	-	3	3	3	3	3	2	2	3	3	25	0.888888889		
	Biodiversidad	Pérdida de la biodiversidad	-	3	3	3	3	3	3	3	3	3	27	1		



Componente	Factores	Conclusión Diagnóstico Daño ambiental	Signo del efecto	Inmediatez	Acumulación	Sinergia	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Recuperabilidad	Continuidad	Periodicidad	INCIDENCIA	INDICE DE INCIDENCIA
			-	1	3	2	2	2	3	2	1	1	17	
	Corredores biológicos	Pérdida de corredores biológicos	-	1	3	2	2	2	3	2	1	1	17	0.44444444 4

### 8.3 Descripción de los daños ambientales

#### 8.3.1 Medio Abiótico

##### 8.3.1.1 Daños ambientales al medio abiótico

De manera general los daños ambientales del medio abiótico en el Área Contractual Malva presentan daños moderadamente relevantes como es el caso de las geoformas que se encuentran dentro del Área Contractual, las cuales no han sido mínimamente alteradas, sólo para algunos puntos han sido alterados para la realización de cuerpos de agua artificiales e infraestructura de los pozos. En cuanto a la estabilidad del relieve este de igual forma no ha sido alterado de manera drástica debido a que el Área Contractual presenta suficiente vegetación como para darle sostén a las pendientes y evitar esorión.

Por otra parte, la hidrología superficial del Área Contractual en su factor de escorrentías superficiales no se encuentran cuerpos de agua permanentes, solo de temporal. Cabe destacar que dentro del Área Contractual existen zonas de abrevaderos que a su vez sirven como áreas de florecimiento de flora y fauna, ya que les facilitan el recurso a la mayoría de las especies que se distribuyen dentro del Área Contractual.

En lo que se refiera a la calidad del agua en el Área Malva, de los cuatro sitios seleccionados para muestrear agua, todos rebasaron los límites máximos

permisibles en los siguientes parámetros: coliformes fecales, sólidos totales disueltos y conductividad eléctrica. De los parámetros mencionados anteriormente ninguno de los parámetros se encuentra asociado a la actividad de extracción de hidrocarburos dentro del Área Contractual.

En cuanto la hidrología subterránea no se ha visto afectada por las actividades que realizadas en el Área Contractual, ya que de acuerdo a CONAGUA el Acuífero Juárez tiene uso doméstico.

Finalmente, en cuanto a la edafología del Área Contractual la cantidad de suelo la erosión potencial del suelo es baja con un valor de entre 0.07 a 0.3 t/ha año, debido al tipo de suelos que presenta el Área Contractual Xerosol y Acrisol.

Para la calidad de suelos, no se encontró contaminación alrededor de los posos, sin embargo, se recomienda realizar un estudio más detallado para cuantificar el grado de contaminación horizontal y vertical mediante un estudio de caracterización Fase II para delimitar con mayor exactitud la zona contaminada.

### **8.3.2 Medio Biótico**

#### **8.3.2.1 Flora y Vegetación**

El Área Contractual Malva es un área netamente agropecuaria, enfocándose en la venta y compra de ganado y de algunos productos vegetales como el cacao, el limón, la naranja, la pitahaya entre otros. Los trabajos de urbanización consisten básicamente en caminos de terracería y la carretera que conecta las diferentes localidades con la cabecera municipal de Sunuapa. En Campo Malva, en cuestión de vegetación se ha transformado gran parte del área para introducir cultivos de Cacao (*Theobroma cacao*), Platanos (*Musa sp*), Aguacate silvestre “chinin” (*Persea schiedeana*), Aguacate comercial (*Persea americana*) etc. Anteriormente según lo que comentan pobladores en esta zona se extraía látex del árbol que ellos denominan Hule criollo (*Castilla elástica*) que también fue desplazado por otros

cultivos como el de Cacao (*Theobroma cacao*), Mango (*Mangifera indica*), Limón (*Citrus latifolia*), Naranja (*Citrus sinerensis*), Almendro (*Terminalia catappa*), entre otras; así mismo cuenta con áreas abiertas cubiertas en su mayoría de pasto (*Paspalum sp* y *Pennisetum sp*) como uso de forraje para ganado, asociadas a este tipo de vegetación se fueron adaptando plantas “maleza” que se desarrollaron adecuadamente, por las condiciones del terreno, generalmente son enredaderas las que sustituyen o incluso desplazan a las especies nativas, entre estas malezas encontramos diferentes especies de *Ipomoea sp*, *Vitis tiliifolia*, *Cardiospermum halicacabum*, *Momordica charantia*, entre otras.

En Campo Malva podemos encontrar conviviendo elementos de vegetación primaria y secundaria como el Macuili (*Tabebuia rosea*) que es utilizada como cerca viva y en los que generalmente crecen plantas epifitas como la Pitahaya (*Hylocereus undatus*), algunas bromelias y orquídeas de género indeterminado; otros más son Mulato (*Bursera simaruba*), Cachimbo (*Platimiscium sp*), Cedro (*Cedrela odorata*), Cuajinicuil (*Inga jinicuil*), Jahua (*Genipa americana*), Bojon (*Cordia alliodora*) y algunos más han sido sembrado por los pobladores para auto consumo como el Almendro (*Terminalia catappa*), Chinin (*Persea schiedeana*), Aguacate (*Persea americana*), Cacaté (*Oecopetalum mexicanum*), Rambutan (*Nephelium lappaceum*) etc., algo de hacer notar sobre este campo, es que en cañadas cercanas a los márgenes de la carretera se presentan Helechos arborescentes sobrevivientes de la vegetación primaria (Selva Alta Perennifolia).

La riqueza para Campo Malva está es regular para el estrato arbóreo que se encuentra al sur del polígono, localizándose más cerca de las zonas centrales del estado, donde los terrenos están un poco más conservados, además la geografía y la altitud del terreno permite el desarrollo de diferentes elementos florísticos como el Mesófilo de Montaña, para los puntos de riqueza nula se debe a que solo fue visual, mientras que en otros casos los valores son cero por ser áreas de cultivo o no presenta estrato arbóreo. Para el estrato arbustivo la riqueza se representa en el

punto en el centro del polígono donde hay remanentes de vegetación primaria de selva alta perennifolia, para la parte norte y sur del polígono están sujetos a las mismas condiciones del estrato arbóreo en el caso de las zonas de pastizal ya que los valores son de cero por ser zonas de cultivo de Cacao. Por último, la mayor riqueza del estrato herbáceo de Campo Malva se encuentra representada en la zona de remanentes de selva, donde podemos encontrar mayor diversidad de especies, siendo la parte norte la representante de la menor riqueza ya que es zona de cultivo.

En cuanto a la diversidad del Área Contractual Malva, los puntos de muestreo que presentan una diversidad nula para el estrato arbóreo son: M1 que presenta valores de cero de diversidad, debido a que en este punto solo se tomó registro visual de las especies presentes, pues se negó el acceso al área; M3 es un área con remanentes de vegetación primaria, la zona alrededor del punto fue modificada para uso de forrajeo, por lo cual solo se cuenta con poca variedad de especies; M7 es un punto en el cual no se registró estrato arbóreo ya que se encontraba en el área de los pozos de PEMEX la cual fue modificada para su operación, por lo cual sus valores de diversidad eran de cero; M9 presenta estos valores dado que es una zona de cultivo de limón y naranja que se encuentran en una etapa de crecimiento es decir que no han alcanzado su talla máxima; por último el punto M10 su diversidad es cero debido a que el área muestreada era zona de cultivo de Cacao.

Para el estrato arbustivo la diversidad con valores de cero son los puntos: M1 el cual fue solo visual por lo que no se pudo someter datos al correspondiente análisis; M2 y M6 poseen nula diversidad pues el sitio de muestreo era un área de cultivo de Cacao; mientras que para M7 no se registró estrato arbustivo. Por otra parte, la diversidad en el estrato herbáceo con valores de cero se encuentran representados por los puntos: M1 que fue solo visual y M10 en donde el estrato herbáceo estaba ausente por ser un área de cultivo de Cacao y pese a que el punto M9 es un área de cultivo, presentaba un área más abierta permitiendo la presencia de una gran diversidad de especies herbáceas.

En cuanto a la dominancia en los puntos de muestreo de Campo Malva, los valores más altos para el estrato arbóreo los encontramos en los puntos: M3 donde la dominancia está representada por la especie *Ficus glaucescens*, M9 representada por la especie *Busera simaruba* y M10 representada por la especie *Theobroma cacao*, dentro del mismo estrato encontramos a los puntos de menor dominancia: M4 este punto tiene menor dominancia porque posee más especies de árboles en el muestreo ya que la zona es un relicto de vegetación primaria, M8 presenta dominancia baja pues cuenta con más especies, ya que los pobladores han sembrado diferentes tipos de árboles a lo largo de sus terrenos y M11 presenta valores bajos debido a que el área se encuentra un poco más conservada pues cuenta con remanentes de selva mediana subperennifolia; mientras que los valores de cero dominancia pertenecen a los puntos M1 que fue un punto visual y M7 porque no tenía representado el estrato arbóreo. En cuanto al estrato arbustivo la mayor dominancia se encuentra en los puntos de muestreo M2 y M6 ya que estos dos muestreos son cultivos de Cacao, con unas pocas especies que proporcionan sombra al cultivo, por otro lado, los puntos con menor dominancia son M4 ya que es relicto de vegetación primaria, M8 que posee las mismas características que el estrato arbóreo y en el caso de M11 posee siete especies diferentes aumentando su diversidad y proporcionalmente bajando sus valores de dominancia. Para el estrato herbáceo los valores más altos son el punto M7 pues es un área perturbada con presencia de dos especies de herbáceas siendo *Hyparrhenia rufa* la más abundante; el punto M8 presenta valores altos pues es un área que se modificó para el pastoreo de ganado; el punto M10 presenta únicamente una especie en el estrato (*Xanthoso marobustum*) por último el punto M11 tiene mayor presencia de la especie *Tradescantia zebrina*

### 8.3.2.2 Fauna

#### 8.3.2.2.1 Herpetofauna

En general el esfuerzo de muestreo de anfibios y reptiles efectuado en el Área Contractual Malva permitió el registro de una cantidad bastante aceptable de especies a pesar de haberse realizado en tiempos bastante justos.

El grupo de lacertilios tiene un porcentaje de representatividad de especies similar al de los anfibios. En este sentido se puede determinar que tanto lacertilios como anuros tienen facilidad de detección en el campo, por lo tanto los ophidios (serpientes) por sus características secretivas y cripticas son más difíciles de detectar con el mismo esfuerzo de muestreo (Vitt & Calwell, 2009).

El alto porcentaje de representatividad de los Hylidos se puede argumentar que debido a la presencia de cuerpos de agua loticos, y abundante cobertura vegetal en el bosque de galería que sigue la rivera de los arroyos, la presencia de especies de la familia Hylidae se ve beneficiada, sobretodo en esta temporada (Lluvias) en que tienen un pico reproductivo (Köhler, 2011).

Las familias que solo presentaron una especie registrada, es porque para esta área geográfica hay pocos representantes de la familia, por lo que no extrañaría obtener dichos resultados. En el caso de la familia Phrynosomatidae, se presentaron dos especies al igual que en el caso de la familia Polichrotidae. Estas dos familias se ven beneficiadas por la variedad de microambientes presentes (Flores-Villela & García-Vazquez, 2014) en el Área Contractual Malva.

Los registros de anfibios por familia en el área de muestreo en su mayoría son de los Hylidos los que de nuevo tienen el mayor numero de registros, esto principalmente a la presencia de *Hyalinobatrachyum fleischmanni*, *Agalychnis callydrias* denominadas comúnmente rana cristal y rana arborícola respectivamente, las cuales estaba en etapa reproductiva lo que permitió observar la abundancia que se reporta. En el caso de la familia Craugastoridae, la especie Craugastor loki es

una especie común en el suelo forestal de los parches de selva alta perennifolia en su condición primaria y secundaria, así como en los cultivos de Cacao (Köhler, 2011), este aspecto permitió observarla en la abundancia reportada. El último caso en particular, a pesar de que *Leptodactylus fragilis* es una especie bastante gregaria, suelen preferir cuerpos de agua anegada, condición que no se presentaba en el Área Contractual Malva, ya que como se menciono anteriormente los cuerpos de agua eran en su mayoría arroyos (Köhler, 2011).

En el caso del número de registros de reptiles se puede destacar la presencia de la familia Phrynosomatidae en especial en la especie *Sceloporus variabilis* la cual es una especie común y bastante resistente a la perturbación del hábitat. En el caso de la familia Corytophanidae se registro la especie *Basiliscus vitattus* que en particular se encontraba prioritariamente cerca de los cuerpos de agua y observarla durante el día, dada la cobertura vegetal que estaba cerca de estos cuerpos de agua, se complicaba pues estos organismos son muy sensibles a los sonidos bruscos y tienden a huir del sitio antes de ser detectados (Fontanillas, *et al.*, 1999). Para la familia Xantusidae solo se registro a la especie *Lepidophyma flavimaculatum* la cual es de hábitos nocturnos lo que la hace difícil de observar durante los muestreos diurnos y vespertinos. Las familias Scincidae y Colubridae tienen representantes para el Área Contractual Malva que son de hábitos crípticos y secretivos, por lo que es relativamente difícil detectarles (Köhler, 2003). En el caso de la familia Teiidae la especie *Holcosus undulatus* que se registro en el Área Contractual Malva, es relativamente común y conspicua, sin embargo, esta especie para esta área en particular parece estar solamente en las cercanías de los asentamientos humanos, ya que el registro de estos dos organismos fue cerca de un chiquero en el patio de una casa.

El número de especies reportadas por muestreo se muestra en la Figura 9. La riqueza de especies en la zona centro fue la mayor del resto de los puntos de muestreo, ya que es en este punto que las condiciones de vegetación ribereña con

elementos de condición secundaria de selva alta perennifolia, permitió el registro de especies de las especies *Hyalinobatrachyum fleischmanii*, y *Agalychnis callydrias* que de acuerdo con Köhler (2011) se encuentran de manera preferencial en dicho hábitat. Sin embargo, en el caso de los reptiles el sitio con mayor número de especies fue en la parte norte que fue característico por la presencia de las especies *Anolis uniformis*, *Anolis sericeus*, *Basiliscus vittatus*, *Sceloporus teapensis*, *Sceloporus variabilis*, siendo este último una especie constante en los puntos de muestreo, a excepción en uno de los puntos, en el que no se registró la presencia de reptiles, debido principalmente a que este punto solo se pudo visitar en un tiempo limitado. El resto de los puntos de muestreo tuvieron un mismo esfuerzo de muestreo además de presentar características de hábitat similares, en base a observaciones directas en campo.

#### 8.3.2.2.2 Ornitofauna

El grupo de aves como se ha mencionado anteriormente, es bastante conspicuo (Sibley & Monroe, 1990) por lo que el número de especies y registros para el “Campo Malva” es el más alto en comparación con el resto de grupos faunísticos.

Se observó que la representatividad de especies mayor la tiene el grupo de los passeriformes ya que este grupo en particular es el que más representantes tiene de acuerdo al arreglo sistemático de la American Ornithologist Union (2006). Dentro del grupo de los Passeriformes, destacó la familia Icteridae sobre el resto de las familias dentro del grupo de las aves, lo anterior debido principalmente a que estas especies son de distribución neotropical (Olmo-Linares, 2009). Las familias que tuvieron el menor número de especies son especies especialistas como los representantes de la familia Alcenidae (Martines pescadores), de hábitos secretivos y baja detectabilidad: Nyctibidae, Strigidae, Thamnophilidae. o especies poco comunes como los representantes de la familia Ramphastidae (Howell y Webb, 1995).



La mayor cantidad de registros por familia la obtuvo la familia Icteridae, este grupo tiene representantes que son de hábitos gregarios (*Quiscalus mexicanus*, *Aegelaius phoeniceus* y *Molothus aeneus*) (Olmo-Linares, 2009), lo cual provocó que el número de registros se disparara de manera positiva, por lo tanto no solo es el grupo con más especies en el predio sino que al menos tres especies de este grupo son abundantes.

En cuanto al número de registros por punto de muestreo podemos argumentar que el punto de muestreo uno tiene la característica de presentar manchones de vegetación de condición secundaria de Selva Alta Perennifolia y presencia de cuerpos de agua alrededor de campos de pastizal cultivado, lo cual provoca una serie de microhábitat que son aprovechados por las distintas especies que en el predio se distribuyen. A este aspecto se le puede agregar que la presencia de potreros provoca efecto de borde que es aprovechado por varias especies además de que el campo abierto permite una mejor visibilidad de las especies (Krebs, 1985).

#### 8.3.2.2.3 Mastofauna

El grupo de los mamíferos es bastante diverso, sin embargo en los ambientes tropicales la abundancia y la detectabilidad de estos ejemplares se reduce bastante, siendo más fácil detectarles durante las horas crepusculares o nocturnas (Gaviño-de la Torre, *et al.*, 1979). De acuerdo con lo anterior se logró detectar un total de cinco especies de mamíferos silvestres. La familia Chiroptera es la que más especies y registros de abundancia obtuvo, principalmente debido a la diversidad y abundancia que intrínsecamente tiene este grupo de organismos (Medellín, *et al.*, 2008).

Finalmente, en cuanto al número de especies registradas por punto de muestreo, se puede argumentar en algunos sitios donde hay presencia de cacaotal y árboles frutales, atraen animales como los representantes de la familia Didelphidae

(Tlacuaches) y representantes del grupo de los Chiropteros (Murcielagos). Adicionalmente tiene arroyos y caminos humanos que algunos animales utilizan como senderos, para desplazarse de un sitio a otro (Ceballos y Oliva, 2005).

#### 8.3.2.2.4 Análisis de biodiversidad integrado

En la curva de acumulación de especies se observa que conforme el muestreo avanzaba, los registros de las especies comenzaban a ser los mismos hasta llegar al cero, lo cual genera una curva casi asintótica que refleja un esfuerzo de muestreo bastante aceptable, considerando la topografía del terreno y la dificultad de acceso por falta de permiso de los dueños. Sin embargo, de acuerdo con el modelo de Clench, la asíntota (100% de completitud teórico) se puede alcanzar bajo las mismas condiciones de muestreo, hasta acumular un aproximado de 91 especies; a pesar de que la curva comienza a tomar una tendencia asintótica, es probable que las especies que no fueron registradas sean especies de poca abundancia, especies de paso o crípticas (Pineda-López y Verdú-Faraco, 2013).

Los resultados de los índices de diversidad, más elevado en el pastizal cultivado que en la vegetación secundaria arbustiva y arbórea de selva alta perennifolia, se pueden explicar porque el pastizal cultivado permite una detectabilidad de especies superior a la vegetación secundaria arbórea y arbustiva de selva alta perennifolia, sobre todo en el grupo de las aves ya que como menciona Sibley y Monroe (1990), es el grupo de vertebrados más conspicuo. Es menester recordar que tanto el índice de Margalef como el índice de Shannon-Wiener no discriminan entre especies raras o comunes, pues solo considera abundancias de las especies, por esto mismo no sería extraño que los resultados reflejen lo contrario a lo esperado.

En cuanto a los resultados obtenidos en el dendrograma de similitud entre los puntos de muestreo, el cual muestra que el punto más diferente a los demás en cuanto a diversidad es el M8, esto debido principalmente a que es el punto con

menos registros tanto de especies como de individuos, al igual que el M9. El grupo conformado por los puntos M4, M2 y M6 tienen alto nivel de diversidad, sin embargo, no todos los puntos tienen el mismo tipo de vegetación ya que M6 y M2 tienen tipo de vegetación de pastizal cultivado, mientras que el M4 pertenece al tipo de vegetación secundaria arbórea de selva alta perennifolia. No obstante, tanto M4 como M2 tienen un índice de diversidad similar, lo cual no refleja que sean las mismas especies en la misma proporción, pero sí refleja que la comunidad, aunque diferente en composición tiene una relación especies-abundancias similar. En los puntos M5, M7 y M3 podemos observar un grupo que tiene el mayor nivel de diversidad, todos ellos corresponden al tipo de vegetación secundaria arbórea y arbustiva de selva alta perennifolia, esto tal vez contradice a lo analizado en los índices de diversidad, sin embargo, tiene una explicación. Si notamos en la Figura 19 el punto M1 que corresponde al tipo de vegetación de pastizal cultivado no está incluido, esto es porque el algoritmo para elaborar dendrogramas el software PAST (Hammer, *et al.*, 2001), excluye aquellos resultados que no son congruentes, en este caso el punto M1 no tendría similitud con ningún otro punto pues de acuerdo a los registros presento el mayor número de especies y de registros ya que se le dedicó un poco más de tiempo al muestreo de aves. Este grupo taxonómico, como se comentó anteriormente, es el más conspicuo y abundante, por lo que al aumentar ligeramente el esfuerzo de muestreo en el punto M1 sobre el grupo, disparó los índices de diversidad para el pastizal cultivado en general y en el caso del dendrograma al ser excluido el punto M1 permitió observar que los índices de diversidad más altos se presentaron mayoritariamente en el tipo de vegetación secundaria de selva alta perennifolia.

## 9. Estado de conservación de los ecosistemas en el área de estudio y del proyecto

El área de estudio como se menciona anteriormente se encuentra en la zona fisiográfica de las montañas del norte de Chiapas, en donde históricamente se encontraba vegetación de selva alta perennifolia (Müllerried, 1982)

En cuanto al tipo de vegetación y la conservación del hábitat se observó la presencia de potreros y zonas agrícolas, las zonas agrícolas en tierras bajas eran plantaciones de maíz y en tierras altas el cultivo de cacao. La vegetación original difícilmente se puede observar en el área de estudio ya que se encuentra fragmentada y en asociaciones de crecimiento secundario. Lo anterior ha sido descrito en concordancia con lo que menciona González-Espinoza y Ramírez Marcial (2013) “La mayor proporción del Bosque lluvioso de montaña ha sido convertido en potreros y terrenos agrícolas en las partes bajas y cafetales en las partes más altas, lo que ha ocasionado en los paisajes montañosos un mosaico bastante complejo de comunidades de diferentes edades de sucesión ecológica.

En la Tabla 66 se enlistan las fotografías del Anexo V por punto de muestreo que presentan de forma gráfica el estado de conservación del Área Contractual Malva.

**Tabla 66.** Relación de fotografías en donde se observa el estado de conservación del hábitat y la presencia de especies en riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010

Punto de Muestreo	Numero de foto del Anexo VIII	Descripción
M1	Foto 1	Presencia de ganado
	Foto 12	<i>Eupsittula nana</i> , especie en categoría Pr de la NOM- 059-SEMARNAT-2010
	Foto 33	<i>Psarocolius montezumae</i> , especie en categoría Pr de la NOM- 059-SEMARNAT-2010
M2	Foto 56	Panorámica, se observa pastizal cultivado y cerca viva

Punto de Muestreo	Numero de foto del Anexo VIII	Descripción
	Foto 57	Arroyo con presencia de bosque de galería, compuesto principalmente por especies de sucesión secundaria de Selva Alta Perennifolia
	Foto 86	Nido de Oropendola ( <i>Psarocolius montezumae</i> ) especie en categoría Pr de la NOM- 059-SEMARNAT-2010
M3	Foto 98	Deforestación en el área
	Foto 99	Pastizal inducido
	Foto 104	<i>Ramphastos sulfuratus</i> , especie en categoría A de la NOM- 059-SEMARNAT-2010
M4	Foto 113	Vegetación secundaria de Selva Alta Perennifolia
M5	Foto 124	Panorámica y método de observación de aves en pastizal inducido con algunos elementos arbóreos nativos.
	Foto 137	<i>Lepidophyma flavimaculatum</i> . especie en categoría Pr de la NOM- 059-SEMARNAT-2010
	Foto 138	Cacaotal, y vegetación secundaria de Selva Alta Perennifolia
M6	Foto 149	Pozo Malva 83, se observa vegetación secundaria y pastizal cultivado
	Foto 150 y 151	Panorámicas de los pozos
	Foto 152	Detalle del arroyo cercano al pozo, se observa presencia de bosque de galería, compuesto principalmente por especies de sucesión secundaria de Selva Alta Perennifolia
	Foto 158	Presencia de renacuajos dentro del pozo Malva 201

Punto de Muestreo	Numero de foto del Anexo VIII	Descripción
M7	Foto 162	Panorámica del punto 7, se observa pastizal cultivado, presencia de ganado y una vista general de la fragmentación del hábitat
M8	Foto 166	Panorámica del punto 8, se observa pastizal cultivado, presencia de ganado y una vista general de la fragmentación del hábitat
M8	Foto 170	Panorámica, se observa pastizal cultivado y uso de cerca viva

Finalmente es menester destacar la importancia que tienen los estudios y caracterizaciones faunísticas, ya que nos brindan información sobre la presencia de especies que pueden ser utilizadas en proyectos de conservación que pueden ir en conjunto con el desarrollo de proyectos de índole industrial-energético que brindaría un beneficio a nivel económico, social y ambiental de la región.

## 9.1 Daños ambientales al medio biótico

Como se ve reflejado en los resultados obtenidos para la caracterización de la flora y fauna de Área Contractual Malva, existe una moderada afectación a las comunidades vegetales, así como en las poblaciones de las diferentes especies de fauna que habitan esta área.

De acuerdo con lo anterior y relacionado a la identificación de daños ambientales, se considera que en general los daños son resultados de las actividades ganaderas de la zona, las cuales se caracterizan por la remoción de la vegetación original para dar paso a extensiones de pastizal cultivado con especies propias para la alimentación del ganado.

Por lo anterior, se puede concluir que si bien la vegetación ha sido afectada por las actividades de desmonte para la instalación de los pozos de extracción y ductos junto con sus respectivos Derechos de Vía (DDV), esta afectación en comparación con el desmonte realizado por las actividades ganaderas es considerablemente menor. También es importante resaltar que en la actualidad podemos observar zonas en las que se encuentran remanentes de la vegetación original.

En cuanto a la fauna se puede resaltar que al ser mínimas o nulas las actividades durante las tardes y noches en el Área Contractual, así como en zonas puntuales como en las estaciones de compresión, esto ha permitido a las especies desarrollarse sin alteraciones importantes en la zona de interés y establecer redes tróficas exitosas.

## 9.2 Registro y descripción de pasivos ambientales (daños preexistentes)

Hasta el momento no se registraron pasivos ambientales

## 10. Referencias

- (IMTA) Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. 2001. Estaciones climatológicas. Recuperado 12 julio, 2016 de [http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/estclimgw.xml?\\_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc\\_html\\_xsl&\\_indent=no](http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/estclimgw.xml?_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html_xsl&_indent=no)
- Acevedo, A. A., Lampo, M. & Cipriani, R., 2016. "The cane or marine toad, *Rhinella marina* (Anura, Bufonidae): two genetically and morphologically distinct species". *Zootaxa*, 4103(6), pp. 574-586.
- Aguiló, A. (Ed). 1993. Guía para la elaboración de estudios del medio físico, Cáp. XI. Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT). Madrid, España. 841 p.
- Aguiló, A. (Ed). 1993. Guía para la elaboración de estudios del medio físico, Cáp. XI. Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT). Madrid, España. 841 p. BLM. 1980
- Alvarez-Castañeda, S. T., Álvarez-Castañeda, S. T., Álvarez, T. y González-Ruiz, N., 2015. "Guía para la Identificación de los Mamíferos de México en Campo y Laboratorio". México: Pandora Impresores, S.A. de C.V..
- American Ornithologists' Union, 2006. "The AOU Check-list of North American Birds". 7a ed. USA: Edita.
- Arvol Lee Whiting, T; Santiago Lastra, G d l Á; (2013). La arquitectura como aproximación a la etnicidad grupal: los Zoques de Chiapas. *Temas Antropológicos*, 35() 171-194. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=455845082007>
- Available at: <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. [Último acceso: 2016 Agosto 30].
- Bibby, C. J., Burgess, N. D., Hill, D. A. y Mustoe, S., 2000. "Bird Census Techniques". 2° ed. London U.K.: Bird Life International-Academic Press.

- Bibby, C. J., Jones, M. y Marsden, S., 1998. "Expedition Field Techniques. Bird Surveys". London: Whith BirdLife International and the Expedition Advisory Centre. EAC, Royal Geographical Society (with Institute of British Geographers).
- Breedlove, D. E. 1981. Flora of Chiapas. Part I: Introduction to the Flora of Chiapas. California Academy of Sciences, San Francisco. 33 pp.
- Bureau of Land Management (U.S.D.I.). Visual simulation techniques. Government Printing Office. Washington D.C., USA. En: MOPT 1992. Aguiló, A. (Ed). 1993. Guía para la elaboración de estudios del medio físico, Cáp. XI. Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT). Madrid, España. 841 p. BLM. 1980. Bureau of Land Management (U.S.D.I.). Visual simulation techniques. Government Printing Office. Washington D.C., USA. En: MOPT 1992.
- C., B. A., 2009. "Mamíferos de la Península de Yucatán". 2ª ed. Mérida, Yucatán: Dante S.A. de C.V..
- Canul-Dzul, R.F., Razo-Montiel, A. y V. Rocha-López. 1983. Geología e Historia Volcanológica del Volcán Chichonal, Estado de Chiapas. Instituto de Geología, UNAM.
- Canul-Dzul, R.F., Razo-Montiel, A. y V. Rocha-López. 1983. Geología e Historia Volcanológica del Volcán Chichonal, Estado de Chiapas. Instituto de Geología, UNAM.
- Casas-Andreu, G., Méndez-De la Cruz, F. R. y Aguilar, X., 2004. "Anfibios y Reptiles". En: "Biodiversidad de Oaxaca". México, D.F.: Instituto de Biología. UNAM, pp. 375-390.
- Ceballos, G. y Navarro, D., 1991. Diversity and conservation of mexican mammals. En: M. A. Mares y D. J. Schmidly, edits. Latin American Mammalogy: history, biodiversity and conservation. USA: University of Oklahoma Press, Norman, pp. 167-198.
- Ceballos, G. y Oliva, G., 2005. Los mamíferos silvestres de México. México, D. F.: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-Fondo de Cultura Económica.
- Ceballos, G., Arrollo Cabrales, J. y Medellín, R. A., 2002. Los mamíferos de México. En: G. Ceballos y J. A. Simonetti, edits. Diversidad y conservación de los mamíferos del neotropico. México, D. F.: CONABIO-UNAM, pp. 377-414.
- CEIEG. 2015. Recuperado 12- agosto-2016. De <http://www.ceieg.chiapas.gob.mx/perfiles/Inicio>
- Chamé-Vázquez, E.R. 2013. Las efímeras o moscas de mayo: estudio y conservación. En: La biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado. CONABIO/Gobierno del Estado de Chiapas, México, pp. 241-244.
- Checa-Artasu M. 2017. El paisaje, concepto útil para el análisis territorial de los campos de petróleo en México en Checa-Artasu, M.; Hernández Franyuti. (Coord.) El petróleo en México y sus efectos en el territorio. México DF: Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora (en prensa).
- CITES, 2015. "Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora: Appendices I, II and III". Geneva, Switzerland: International Environment House.
- CITES. 2015. "Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora: Appendices I, II and III". Geneva, Switzerland: International Environment House.
- Colwell, R. K. y Coddington, J. A. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. Philosophical Transactions of the Royal Society, (Series B), 345: 101- 118
- Colwell, R.K. 2013. Estimates: statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9. Recuperado el 12 agosto, 2016 de: <http://purl.oclc.org/estimates>.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2013. La biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/Gobierno del Estado de Chiapas. México.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (conabio). 2013. La biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/Gobierno del Estado de Chiapas. México.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2013. Estrategia para la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad del estado de Chiapas. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (conabio). 2013. La biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/Gobierno del Estado de Chiapas. México.
- CONABIO-a. Pichucalco. Recuperado 12 Julio, 2016 de [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp\\_085.html](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp_085.html).



- CONACULTA, 2003, Atlas de Infraestructura Cultural de México, CONACULTA, México Df.
- CONACULTA, 2010. Atlas de infraestructura y patrimonio cultural de México, CONACULTA, México, D. F
- CONAFOR (Comisión Nacional Forestal). 2015. Inventario Nacional Forestal y de Suelos, procedimientos de muestreo. Guadalajara, Jalisco, México. Recuperado el 1 septiembre, 2016 de: [www.cnf.gob.mx](http://www.cnf.gob.mx)
- CONAFOR (Comisión Nacional Forestal). 2015. Inventario Nacional Forestal y de Suelos, procedimientos de muestreo. Guadalajara, Jalisco, México. Disponible en: [www.cnf.gob.mx](http://www.cnf.gob.mx) (consultado en junio de 2016).
- CONAGUA. 2015. Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Reforma (07020), Estado de Chiapas. Diario oficial de la federación.
- CONAGUA-a. Información climatológica, Recuperado 12 Julio, 2016 de <http://smn.cna.gob.mx/es/component/content/article?id=42>
- Damon, A. 2013. Plantas epífitas. En: La biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado. CONABIO/Gobierno del Estado de Chiapas, México, pp. 143-150.
- DeCarli, G. 2006. Un Museo Sostenible: Museo y comunidad en la preservación activa de su patrimonio, San José, Costa Rica, Oficina de la UNESCO para América Central, 2006, 1era Ed.
- Díaz-Frances, E. y Soberón, J., 2006. "Statistical estimation and model selection of species-accumulation functions". Conservation Biology, Volumen 19, pp. 569-573.
- Eladio Terreros Espinosa. 2006. Arqueología zoque de la región serrana tabasqueña, Estudios Mesoamericanos Núm. 7, 30-43.
- Ellenberg, D. y Mueller-Dombois, D., 1974. Aims and methods of vegetation ecology. New York, NY: Wiley.
- Escalante, P., Sada, A. M. y Robles Gil, J., 2014. "Listado de Nombres Comunes de las Aves de México". 2° ed. Mexico: UNAM-CIPAMEX.
- Escalante-Pliego, P., Navarro-Sigüenza, A. G. y Peterson, A. T., 1998. "Un análisis geográfico, ecológico e histórico de la diversidad de aves terrestres de México". En: T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot & J. Fa., edits. "Diversidad Biológica de México: Orígenes y Distribución". México, D. F.: Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 279-304.
- Escribano, M., E. De Frutos, C. Iglesias, Mataix y I. Torrecilla. 1991. El Paisaje. Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Secretaría General Técnica, Centro de Publicaciones. Madrid, España. 117 p.
- Farrera-Sarmiento, O., F. Hernández-Najarro y M. G. Díaz-Montesinos. 2013. Las plantas con flores. En: La biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado. CONABIO/Gobierno del Estado de Chiapas, México, pp 121-125.
- Flores-Villela, O. y Canseco-Márquez, L., 2004. "Nuevas especies y cambios taxonómicos para la herpetofauna de México". Acta Zoologica de Mexicana (n.s.), 20(2), pp. 115-144.
- Flores-Villela, Ó. y García-Vazquez, U. O., 2014. "Biodiversidad de reptiles en México". Revista Mexicana de Biodiversidad, Volumen Supl. 85, pp. 467-475.
- Flores-Villela, O. y Gerez, P., 1994. "Biodiversidad y Conservación en México: Vertebrados, Vegetación y Uso de Suelo". 2ª ed. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Universidad Nacional Autónoma de México.
- Fontanillas, J. C., García, C. y De Gaspar, I., 1999. "Los reptiles: Biología, Comportamiento y Patología". España: Mundi-Prensa.
- Franco, J. 1989. Manual de Ecología. Editorial Trillas. México, D. F. México. 266 p.
- Frost, D. R. y otros, 2006. "The amphibian tree of life". Bulletin American Museum Natural History, Volumen 297, pp. 1-370.
- Frost, D. R., 2016. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.0. American Museum of Natural History. New York, USA.. [En línea]
- Gaviño-de la Torre, G., Juárez, C. y Figueroa, H. H., 1979. "Técnicas Biológicas Selectas de Laboratorio y Campo". 4° ed. México: Limusa.
- GBIF, 2015. Global Biodiversity Information Facility. [En línea] Available at: <http://www.gbif.org/> [Último acceso: 11 junio 2016].
- GBIF.(Global Biodiversity Information Facility). 2015. Free and Open Access to Biodiversity Data. GBIF OccurrenceDownload. Recuperado el 9 junio, 2016 de:<<http://www.gbif.org/>> GBIF.org
- GEODEM, 2007. Manual para la integración de los elementos del paisaje en proyectos, planes y programas. 593p.

- Gómez y Gómez, B. 2013. Los escarabajos (Coleoptera: Scarabaeoidea). En: La biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado. CONABIO/Gobierno del Estado de Chiapas, México, pp. 207-212.
- González-Espinoza, M. y Ramírez-Marcial, N., 2013. "Comunidades vegetales terrestres". En: CONABIO, ed. "La Biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado" Vol II. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/Gobierno del Estado de Chiapas, pp. 21-42.
- González-Espinosa, M. y N. Ramírez-Marcial. 2013. Comunidades vegetales terrestres. En: La biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado. CONABIO/Gobierno del Estado de Chiapas, México, pp. 21-42.
- González-Espinosa, M., N. Ramírez-Marcial y L. Ruiz-Montoya (Eds.). 2005a. Diversidad biológica en Chiapas. Plaza y Valdés, México. 484 pp.
- Hall, E. R., 1981. The mammals of North America. Vol II. 2nd ed. New York: Jhon Wiley and Sons.
- Hammer, O., Harper, D. A. T. y Ryan, P. D., 2001. "PAST: Paleontological statistic software package for education and data analysis". Paleontología Electrónica, 4(1), p. 9.
- Howell, S. N. G. y Webb, S., 1995. "A Guide to the Birds of Mexico and Northern Central America". New York: Oxford University Press.
- Ibáñez-Bernal, S. 2013. Moscas y mosquitos (dípteros). En: La biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado. CONABIO/Gobierno del Estado de Chiapas, México, pp. 253-257.
- Ibarra-Núñez, G. 2013. Diversidad de las Arañas (Arachnida: Araneae). En: La biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado. CONABIO/Gobierno del Estado de Chiapas, México, pp. 191-196.
- IFRI. 2013. International Forestry Resources and Institutions (IFRI) network: research methods. Recuperado el 1 septiembre, 2016 de: [www.ifriresearch.net](http://www.ifriresearch.net)
- INAH, 2014, Catálogo Nacional de Monumentos Inmuebles, en línea. Recuperado el 06 de junio, 2016 de: <http://www.catalogonacionalmhi.inah.gob.mx/monumentos/index.jsp#>
- INEGI, 2005. Prontuario estadístico municipio Pichucalco, Chiapas
- INEGI, 2005. Prontuario estadístico municipio Sunuapa, Chiapas
- INEGI, 2010. "Conjunto Nacional de Uso de Suelo y Vegetación a escala 1:250,000, Serie V". México: DGG-INEGI.
- INEGI, 2010. Carta Fisiográfica. Datos Vectoriales.
- INEGI, 2010. Cuencas Hidrológicas. Datos Vectoriales.
- INEGI, 2010-2015- Cartas Topográficas. Datos Vectoriales.
- INEGI. 2001. Continuo nacional del conjunto de datos geográficos de la carta fisiográfica. Escala 1:1 000 000, serie I. Recuperado 8 julio, 2016 de: [http://buscador.inegi.org.mx/search?q=&requiredfields=cve\\_titgen:3610&client=ProductosR&proxystylesheet=ProductosR&num=10&getfields=\\*&sort=meta:edicion:D:E::D&entsp=a\\_\\_inegi\\_politica\\_p72&lr=lang\\_es%7Clang\\_en&oe=UTF-8&ie=UTF-8&entqr=3&filter=0&site=ProductosBuscador&tlen=260](http://buscador.inegi.org.mx/search?q=&requiredfields=cve_titgen:3610&client=ProductosR&proxystylesheet=ProductosR&num=10&getfields=*&sort=meta:edicion:D:E::D&entsp=a__inegi_politica_p72&lr=lang_es%7Clang_en&oe=UTF-8&ie=UTF-8&entqr=3&filter=0&site=ProductosBuscador&tlen=260)
- INEGI. 2005. Marco geoestadístico municipal, versión 3.1. Recuperado 8 julio, 2016 de: [http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/aspectosmetodologicos/clasificadoresycatalogos/catalogo\\_entidades.aspx](http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/aspectosmetodologicos/clasificadoresycatalogos/catalogo_entidades.aspx)
- INEGI. 2011. Inventario nacional de fenómenos geológicos. Escala 1:250 000. Recuperado 8 julio, 2016 de: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/biblioteca/ficha.aspx?upc=702825004662>
- INEGI. 2013. Uso de Suelo y Vegetación. Datos Vectoriales.
- INEGI. 2016. Continuo de elevación de México, versión 3.0. Recuperado 8 julio, 2016 de: <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/datosrelieve/continental/continuoelevaciones.aspx>
- INEGI-a. Geología. Rocas. Recuperado 8 julio, 2016 de: <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reconat/geologia/infoescala.aspx>
- INEGI-b. Geología. Fallas y fracturas. Recuperado 8 julio, 2016 de: <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reconat/geologia/infoescala.aspx>
- INEGI-c. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Pichucalco, Chiapas, clave geoestadística 07068. Recuperado 12 Julio, 2016 de <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/07/07068.pdf>

- INEGI-CONAGUA. 2007. Mapa de la red hidrográfica digital de México. Escala 1: 250 000. Recuperado 8 julio, 2016 de: [http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reclnat/hidrologia/regiones\\_hidrograficas.aspx](http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reclnat/hidrologia/regiones_hidrograficas.aspx)
- INEGO-d. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Sunuapa, Chiapas, clave geoestadística 07088. Recuperado 12 Julio, 2016 de <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/07/07088.pdf>
- IUCN, 2015. "The IUCN Red List of Threatened Species". [En línea] Available at: [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org). Recuperado el 12 agosto, 2016 de: [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org).
- IUCN, 2015. "The IUCN Red List of Threatened Species". [En línea] Available at: [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org) [Último acceso: 12 May 2016].
- Jiménez-Velázquez G., J.A. Sandoval-Quintero y N. Trigo-Box. 2012. Guía Teórica y Metodológica para el Conocimiento y Manejo de la Herpetofauna. CBS Manual No. 35. Universidad Autónoma Metropolitana. México D.F. 103 pp.
- Jiménez-Velázquez, G., Sandoval-Quintero, J. A. y Trigo-Box, N., 2012. "Guía teórica y Metodológica para el Conocimiento y Manejo de la Herpetofauna". CBS Manual No. 35. México, D. F.: Universidad Autónoma Metropolitana.
- Köhler, G., 2003. "Reptiles of Central America". Offenbach: Herpeton Verlag.
- Köhler, G., 2011. "Amphibians of Central America". Offenbach: Herpeton Verlag.
- Köhler, G., 2011. Amphibians of Central America. Germany: Herpeton.
- Krebs, C. J., 1985. "Ecología: Estudio de la Distribución y la Abundancia". 2ª ed. México: Harla S. A. de C. V..
- Krebs, C. J., 1999. "Ecological Methodology". 2nd ed. Menlo Park California: Addison-Wesley Longman.
- León-Cortés, J.L., A. Luis-Martínez, M. Blas et al. 2013. Mariposas. En: La biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado. CONABIO/Gobierno del Estado de Chiapas, México pp. 213-218.
- Lepage, D., 2016. "Checklist of the Birds of Chiapas", s.l.: Avibase, The world bird database. Retrieved from: <http://avibase.bsc-eoc.org/checklist.jsp?lang=EN&region=mxcs&list=clements&format=1> on 11/05/2016.
- Liner, E. A., 1994. "Scientific and Common Names for the Amphibians and Reptiles of México in English and Spanish". Houma, Louisiana: Society for the Study of Amphibians and Reptiles.
- Liner, E. A., 2007. "A checklist of the amphibian of reptiles of México". Louisiana State University Occasional Papers of the Museum of Natural Science, Volumen 80, pp. 1-60.
- Litton R. B. 1973. Landscape control points. USDA Forest Service. Research Papers PWS-91.
- Loredo-Osti C., S. Beltrán-López, F. Moreno-Sánchez, M. Casidiano- Domínguez. 2007. Predicción de riesgo a la erosión hídrica a nivel microcuenca. Folleto Técnico No. 29. INIFAP-CIRNE-Campo Experimental San Luis. San Luis Potosí, S.L.P. México. 66p.
- Luna-Reyes, R., Canseco-Márquez, L. y Hernández-García, E., 2013. "Los reptiles". En: C. N. p. e. C. y. U. d. I. B. (CONABIO), ed. "La Biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado". México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/Gobierno del Estado de Chiapas, pp. 319-328.
- Luna-Reyes, R., Hernández-García, E. y Nuñez-Orantes, H., 2005. "Anfibios y reptiles del Parque educativo "Laguna Bélgica", Chiapas". Boletín de la Sociedad Herpetológica Mexicana, 13(1), pp. 23-35.
- Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey, 179 pp
- Magúrran, A. E. 1988. Ecological Diversity and Its Measurements. Princeton Univ. Press, Princeton, (New Jersey), 1 -179.
- Magurran, E. A., 2004. "Measuring Biological Diversity". London: Blackwell Publishing.
- Marrufo Vázquez, L. 2007. Determinación de la Extensión de la Contaminación de Suelos por Derrames y Fugas de Hidrocarburos. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Martínez, E. y C. H. Ramos-A. 2013. Lacandonia schismatica una línea evolutiva nueva. En: La biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado. CONABIO/Gobierno del Estado de Chiapas, México, pp. 130-131.
- Medellín, R. A., Arita, H. T. y Sánchez, Ó., 2008. "Identificación de los Murcielagos de México, Clave de Campo". 2ª ed. México: Instituto de Ecología, UNAM.
- Miranda, F. y Hernández, E. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Boletín de la Sociedad Botánica de México. Núm. 28 pp 29-72.

- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol.1. Zaragoza, 84 pp.
- Moreno, C. E., 2001. "Manual de Metodos para Medir la Biodiversidad". México: Universidad Veracruzana.
- Moreno, C. E., 2001. "Manual de Metodos para Medir la Biodiversidad". México: Universidad Veracruzana.
- Mostacedo, B., yFredericksen, T. (2000). Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible BOLFOR. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- Müllerried, F. K. G., 1957. La Geología de Chiapas. Gobierno Constitucional del Estado de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez. 180 pp.
- Müllerried, F. K. G., 1982. "La Geología de Chiapas". 2ª ed. México: Colección de Libros de Chiapas. Publicaciones del Gobierno del Estado de Chiapas.
- Muñoz Criado, A. (Dir.) 2012 Guía metodológica. Estudios de paisaje. Valencia: Conselleria de Infraestructuras, Territorio y Medio Ambiente, 172 p.
- Muñoz-Alonso, L. A., López-León, N., Hórvath, A. y Luna-Reyes, R., 2013. "Los Anfibios". En: CONABIO, ed. "La Biodiversidad de Chiapas: Estudio de Estado". México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/Gobierno del Estado de Chiapas, pp. 305-318.
- Naranjo-García, E., A.G. Smith y M.J. Avendaño-Gil. 2013. Moluscos terrestres: caracoles y babosas. En: La biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado. CONABIO/Gobierno del Estado de Chiapas, México, pp. 163-168.
- Naranjo-Piñera, E. y otros, 2013. "Diversidad y conservación de los mamíferos". En: CONABIO, ed. "La Biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado". México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/Gobierno del Estado de Chiapas, pp. 351-361.
- Navarrete, Carlos; Jr. Thomas A. Lee; y Carlos Silva Rhoads 1993, Un catálogo de frontera: esculturas, petroglifos y pinturas de la región media del Grijalva, Chiapas, Ciudad de México: UNAM
- Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, 93 pp.
- Olmo-Linares, G., 2009. "Las Calandrias y su Parentela: Ictéridos de México". México: Bruja de Monte, Instituto de Biología, UNAM, Sociedad para el Estudio y Conservación de las Aves en México, CIPAMEX, Defenders of Wildlife.
- Parra-Olea, G., Flores-Villela, O. y Mendoza-Almeralla, C., 2014. "Biodiversidad de anfibios en México". Revista Mexicana de Biodiversidad, pp. 460-466.
- Pemex: Exploración y Producción; Activo Integral MUSPAC, 2004. "Manifestación de Impacto Ambiental: "Construcción de Oleogasduto de 8" de Diam. X 17.2 Km de Cabezal Malva 201 a Bateria Sinuapa"". Chiapas, México: Pemex: Exploración y Producción.
- Pennington, T. D. y Sarukhan J. 2005. Árboles tropicales de México. Manual para la identificación de las principales especies. 3ª ed. UNAM y Fondo de Cultura Económica. México. 511pp.
- Pérez-Farrera, M.A., A.P. Vovides y N. Martínez-Meléndez. 2013b. Las gimnospermas. En: La biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado. CONABIO/Gobierno del Estado de Chiapas, México, pp. 111-120.
- Pérez-Farrera, M.A., M.E. López-Molina y A. López-Cruz. 2013a. Los helechos (Pteridophytas). En: La biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado. CONABIO/Gobierno del Estado de Chiapas, México, pp. 103-109.
- Pineda-López, R. y Verdú-Faraco, J. R., 2013. "Cuaderno de Prácticas. Medición de la Biodiversidad: Diversidades alfa, beta y gamma". México: Universidad Autónoma de Queretaro México y Universidad de Alicante España.
- Ralph, C. J. y otros, 1996. "Manual de Metodos de Campo Para el Monitoreo de Aves Terrestres". Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-159. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U. S. Departament of Agriculture.
- Rangel-Salazar, J. L. y otros, 2013. "Diversidad de aves: un analisis espacial". En: C. N. P. e. U. y. C. d. I. B. (CONABIO), ed. "La Biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado". México: Comisión Nacional Para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad/Gobierno del Estado de Chiapas, pp. 329-337.
- Retana, O. y Lorenzo, C., 2002. "Lista de mamíferos terrestres de Chiapas: endemismo y estado de conservación". Acta Zoologica Mexicana, Volumen 85, pp. 25-49.

- Romero-Balderas, K. G., Naranjo, E. J., Morales, H. H. y Nigh, R. B., 2006. Daños ocasionados por vertebrados silvestres al cultivo de maíz en la Selva Lacandona, Chiapas. México: Asociación Interciencia.
- Rouwet, D. 2000. Geoquímica y Actividad del Volcán Chichón: La Dinámica del sistema Vulcano-hidrotermal y su lago cratérico entre 1983 y 2002. Instituto de Geofísica, UNAM.
- Ruan-Soto, F., M.E. Hernández-Maza y E.C. Pérez-Ovando. 2013. Estado actual del conocimiento de la diversidad fúngica. En: La biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado. CONABIO/Gobierno del Estado de Chiapas, México, pp. 75-82.
- Rzedowski, J., 2006. Vegetación de México. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 504 pp.
- Sánchez, J. y Barba, E., 2005. Biodiversidad de Tabasco. En: J. Bueno, F. Álvarez & S. Santiago, edits. Biodiversidad del Estado de Tabasco. México: Instituto de Biología UNAM-CONABIO, pp. 1-16.
- Scolamacchia y Macias J. L. Distribution and stratigraphy of deposits produced by diluted pyroclastic density currents of the 1982 eruption of El Chichón volcano, Chiapas, México. 2005. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas. (22):2, 159-180.
- Secretaría de Comunicación Social, 2016. Monografías de Juárez.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2010. "Norma Oficial Mexicana NOM-059-Semarnat-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo". Mexico: Diario Oficial de la Federación, Jueves 30 de diciembre de 2010.
- Servicio Geológico Mexicano y Secretaría de Seguridad Pública de Chiapas-PEMEX (SGM-SSyPC-PEMEX). 2012a. Atlas de peligros del municipio de Sunuapa, Chiapas.
- Servicio Geológico Mexicano y Secretaría de Seguridad Pública de Chiapas-PEMEX (SGM-SSyPC-PEMEX). 2012b. Atlas de peligros del municipio de Pichucalco, Chiapas.
- Servicio Sismológico Nacional, S.S.N., 1990-2003. Boletín del servicio sismológico Nacional (SSN)
- Sibley, C. G. y Monroe, B. L., 1990. "Distribution and Taxonomy of Birds of the World". New Heaven, Conn.: Yale University Press.
- Sibley, D. A., 2014. "The Sibley Guide to the Birds". 2th ed. New York: Ifred A. Knopf.
- Silva Mora, L. 1983. La Erupción del Volcán Chichonal, Chiapas; una particularidad del volcanismo de México. Instituto de Geología, UNAM.
- Solís-Marín, F.A. y A. Laguarda-Figueroa. 2013. Equinodermos (Echinodermata). En: La biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado. CONABIO/Gobierno del Estado de Chiapas, México, pp. 181-185.
- Sutherland, W. J., Newton, I. y Green, R. E., 2004. "Bird Ecology and Conservation: a Handbook of Techniques". Great Britain: Oxford University Press.
- Tévar Sanz, G., 1996. La cuenca visual en el análisis del paisaje.
- Tevar, G. 1993. La cuenca Visual en el análisis del paisaje. Serie Geográfica, 1996, vol. 6, pp. 99-113.
- Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. Recuperado el 16 agosto, 2016de: <http://www.tropicos.org>
- Uetz, P., Hosek, H. y Hallerman, J., 2016. "The TIGR Reptile Database". [En línea] Available at: [www.reptile-database.org](http://www.reptile-database.org)
- Van Perlo, B., 2006. "Birds of Mexico and Central America". USA: Princenton Illustrated Checklists, Princenton University Press.
- Velasco Toro, José, 1991. Territorialidad e identidad histórica en los zoques de Chiapas, en La Palabra y el Hombre, revista de la Universidad Veracruzana, núm. 80, pp. 231-257, Xalapa, México.
- Villalobos-Sánchez, G., 2013. "El contexto Físico y su importancia para la preservación de la biodiversidad". En: CONABIO, ed. "La Biodiversidad de Chiapas: Estudio de Estado". México: Comisión Nacional de Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/Gobierno del Estado de Chiapas, pp. 27-40.
- Villegas-Durán, G., Bolaños-Medina, A., Miranda-Sánchez, J.A. y Zenón Abarca, A.J. 2000. Flora Nectarífera y Polínifera en el Estado de Chiapas. COTECOCA-SAGAR. México, D.F.
- Vitt, L. J. y Calwell, J. P., 2009. "Herpetology". 3° ed. USA: El Sevier.
- Wertime, M.B., Ostrom, E., C. Gibson y F. Leboucq. 2007. International Forestry Resources and Institutions (IFRI). Field manual, version 14 (Revisada en diciembre de 2011) Universidad de Michigan, E.U.

- Wilson, D. E. y Reeder, D. M., 1993. Mammals species of the world, a taxonomic and geographic reference. 2nd ed. Washington D. C.: Smithsonian Institution Press.
- Wilson, L. D., Johnson, J. D. y Mata-Silva, V., 2013b. "A conservation reassessment of the amphibians of Mexico based on the EVS measure". *Amphibian and Reptile Conservation*, 7(1), pp. 97-127.
- Wilson, L. D., Mata-Silva, V. y Johnson, J. D., 2013a. "A conservation reassessment of the reptiles of Mexico based on the EVS measure". *Amphibian and Reptile Conservation*, 7(1), pp. 1-47.

## 11. Índice de tablas

Tabla 1. Lista del personal que participo en la metodología del Área Contractual Malva.....	11 7
Tabla 2. Coordenadas geográficas del Área Contractual Malva. ....	10
Tabla 3. Ecuaciones para estimar la Erosividad de la lluvia “R” en la República Mexicana (Becerra, 1997). ....	16
Tabla 4. Valores de erosionabilidad de los suelos (K) estimado en función de la unidad de suelo y textura superficial. ....	17
Tabla 5. Coordenadas de los puntos de muestreo de flora y tipo de vegetación, en el que se desarrollaron los muestreros (con base en INEGI, 2013). ....	26
Tabla 6. Coordenadas de los transectos de muestreo de fauna y tipo de vegetación, en el que se desarrollaron los muestreros (con base en INEGI, 2013). ....	39
Tabla 7. Características de las imágenes satelitales.....	57
Tabla 8. Principales sectores de actividad del estado de Chiapas y su porcentaje del PIB.....	87
Tabla 9. Pozos del Área Contractual Malva.....	92
Tabla 10. Ductos del Área Contractual Malva.....	92
Tabla 11. Temperatura (°C) promedio mensual registrada para la región del Área Contractual Malva. ....	101
Tabla 12. Precipitación (mm) promedio mensual registrada para la zonz del Área Contractual Malva. ....	102
Tabla 13. Promedio de días con lluvia para la región donde se encuentra el Área Contractual Malva. ....	103
Tabla 14. Porcentaje de días con niebla para la región donde se encuentra el Área Contractual Malva. ....	103
Tabla 15. Porcentaje de días con granizo para la región donde se encuentra el Área Contractual Malva.....	103
Tabla 16. Porcentaje de Tormentas Eléctricas para la región donde se encuentra el Área Contractual Malva.....	104
Tabla 17. Balance de acuífero Reforma.....	108
Tabla 18. Altura máxima, mínima y distancia entre los puntos de los tipos de suelo/subsuelo encontrados en el Área Contractual Malva.....	118
Tabla 19. Tipos de suelo/subsuelo dominantes en el Campo Malva, su textura y valor de erosionabilidad (K). ....	119
Tabla 20. Resumen de la erosión en los distintos tipos de suelo/subsuelo en el Área Malva.....	120

Tabla 21. Listado florístico de las especies registradas en el Área Contractual 11 Campo Malva .....	126
Tabla 22. Listado de vegetación que no entro en los puntos de muestreo .....	128
Tabla 23. Especie que se encuentra en la Norma Oficial Mexicana y en la IUCN .....	131
Tabla 24. Especies que figuran en la IUCN .....	132
Tabla 25. Especie registrada fuera de los puntos de muestreo, que figura en la NOM, IUCN y CITES.....	132
Tabla 26. Especies registradas fuera de los puntos de muestreo, en IUCN y CITES .....	132
Tabla 27. Especies con algún uso.....	133
Tabla 28. Datos obtenidos para el cálculo del IVI del estrato arbóreo .....	137
Tabla 29. Datos obtenidos para el cálculo del IVI del estrato arbustivo .....	138
Tabla 30. Datos obtenidos para el cálculo del IVI del estrato herbáceo .....	139
Tabla 31. Valores de Dominancia (S) y Diversidad (H) de los estratos Arbóreo, Arbustivo y Herbáceo).....	144
Tabla 32. Valores de Riqueza de los estratos Arbóreo, Arbustivo y Herbáceo ...	149
Tabla 33. Relación de la composición taxonómica de la herpetofauna con distribución registrada o potencial en el área del proyecto.....	151
Tabla 34. Relación de la composición taxonómica de la herpetofauna registrada durante el trabajo de campo en el Área Contractual Malva.....	151
Tabla 35. Especies de la herpetofauna registrada en el muestreo de campo del Área Contractual Malva.....	152
Tabla 36. Especies de herpetofauna bajo alguna categoría de riesgo, incluye: NOM-050-SEMRANAT: No enlistada (NL), Sujeto a protección especial (Pr), Amenazada (A); IUCN Red List: No enlistada (NE), Preocupación menor (LC), Casi amenazada (NT); CITES: No enlistada .....	158
Tabla 37. Especies registradas en el Área Contractual Malva, con algún uso antropogénico reconocido en México, se incluyen: Cultural (Cu), Ornamental (Or), Medicinal (M), Alimenticio (Al), Mercado de mascotas exóticas (Mex), Comercial de partes y derivados (Co), Plaga (P) .....	159
Tabla 38. Composición taxonómica de las especies de aves enlistadas potencialmente para el Área Malva.....	159
Tabla 39. Composición taxonómica de las especies de aves registradas en el Área Contractual Malva.....	159
Tabla 40. Lista de especies registradas en el muestreo de campo, en el Área Contractual Malva.....	160
Tabla 41. Especies de aves bajo alguna categoría de riesgo, incluye: NOM-050- SEMRANAT: No enlistada (NL), Sujeto a protección especial (Pr), Amenazada (A);	



IUCN Red List: No enlistada (NE), Preocupación menor (LC), Casi amenazada (NT); CITES: No enlistada (NL), Apéndice II (A-II). Área Contractual Malva.....	166
Tabla 42. Composición taxonómica de la mastofauna potencial y numero de especies con estatus en NOM-059-SEMARNAT-2010 para el Área Contractual Malva.....	167
Tabla 43. Composición taxonómica de las especies y número de registros de mastofauna durante el muestreo en el Área Contractual Malva.....	167
Tabla 44. Lista de especies de mastofauna registradas en el Área Contractual Malva.....	168
Tabla 45. Grado de acumulación de especies .....	170
Tabla 46. Clasificación de abundancia relativa y sus intervalos mínimos y máximos calculados para el Área Contractual Malva .....	172
Tabla 47. Lista de especies registradas y su abundancia relativa (AR), Categoría de abundancia relativa y frecuencia relativa (FR) calculada para el Área Contractual Malva .....	172
Tabla 48. Distancia de las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA´s) al área contractual Malva .....	178
Tabla 49. Distancia de sitios RAMSAR al área contractual Malva .....	179
Tabla 50. Distancia del Área Contractual Malva a las Regiones Terrestres Prioritarias cercanas al área.....	180
Tabla 51. Distancia del Área Contractual Malva a las Regiones Hidrológicas Prioritarias cercanas al área.....	181
Tabla 52. Distancia del Área Contractual Malva a las Áreas Naturales Protegidas cercanas al área.....	182
Tabla 53. Distancia del Área Contractual Malva a las Áreas Naturales Protegidas Federales cercanas.....	183
Tabla 54. Distancia del Área Contractual Malva a las AICAS más cercanas .....	184
Tabla 55. Localidades dentro y cerca del área contractual .....	198
Tabla 56. Sitios de muestreo área contractual Malva.....	202
Tabla 57. Criterios que justifican el valor del paisaje propuesta por Muñoz (2012) .....	208
<b>Tabla 58.</b> Matriz para asignar el valor paisajístico por Unidad de Paisaje .....	210
Tabla 59. Valor Paisajístico para cada unidad de Paisaje.....	212
Tabla 60. Elementos patrimoniales identificados cerca del polígono Malva.....	217
Tabla 61. Valores máximos obtenidos de contaminantes de suelo comparados con los límites máximos permisibles de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.....	223
Tabla 62. Valores obtenidos de contaminantes de agua superficial comparados con los límites máximos permisibles. En rojo se resaltan los parámetros analizados que se encuentran por encima del límite permisible. ....	226

Tabla 63. Valores obtenidos de contaminantes de agua de fondo comparados con los límites máximos permisibles. En rojo se resaltan los parámetros analizados que se encuentran por encima del límite permisible. ....	228
Tabla 64. Valores máximos obtenidos de contaminantes de aire comparados con los límites máximos permisibles de las NOM. ....	231
Tabla 65. Ubicación y uso actual de los puntos que rebasan los límites máximos permisibles de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.....	234
Tabla 66. Relación de fotografías en donde se observa el estado de conservación del hábitat y la presencia de especies en riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 .....	251

## 12. Índice de Figuras

Figura 1. Mapa del Área Contractual Malva. ....	10
Figura 2. Mapa de regiones con igual erosividad en la República Mexicana (Loredo-Osti <i>et al.</i> 2007). ....	17
Figura 3. Puntos de muestreo de flora en el Área Contractual Malva. ....	26
Figura 4. Metodología de círculos concéntricos ....	27
Figura 5. Puntos de muestreo de fauna en el Área Contractual Malva. ....	41
Figura 6. Espectro del hidrocarburo. Tomado de Kúhn et al. 1996. En Marrufo Vázquez 2007. ....	56
Figura 7. Delimitación del Área Contractual Malva. ....	72
Figura 8. Hidrología y principales presas del Estado de Chiapas ....	74
Figura 9. Climas presentes en el Estado de Chiapas. ....	75
Figura 10. Tipos de suelo presentes en el Estado de Chiapas ....	77
<b>Figura 11.</b> Tipos de vegetación presentes en el Estado de Chiapas. ....	78
Figura 12. Porcentaje de las principales actividades económicas del estado de Chiapas. Fuente: Secretaría de Economía, 2014. ....	87
Figura 13. Municipios de Pichucalco y Sunuapa ....	88
Figura 14. Provincias fisiográficas a los que pertenecen los municipios de Pichucalco y Sunuapa. ....	89
<b>Figura 15.</b> Provincias fisiográficas a la que pertenece Campo Malva ....	90
Figura 16. Altitud de los municipios de Sunuapa y Pichucalco. ....	90
Figura 17. Relieve en el Área Contractual Malva. ....	91
Figura 18. Clase de roca de los Municipios Sunuapa y Pichucalco ....	94
Figura 19. Tipo de roca de los Municipios Sunuapa y Pichucalco. ....	94
Figura 20. Clase, tipo de roca y era del campo Malva ....	95
Figura 21. Sisimicidad de los municipios Sunuapa y Pichucalco ....	97
Figura 22. Sisimicidad del campo Malva ....	97
Figura 23. Volcanismo de los municipios Sunuapa y Pichucalco ....	99
Figura 24. Volcanismo campo Malva ....	99
Figura 25. Clima de los municipios Sunuapa y Pichucalco. ....	100
Figura 26. Clima del campo Malva. ....	101
Figura 27. Hidrología de los municipios de Sunuapa y Pichucalco. En particular en el campo Malva cuenta con corrientes de agua temporales ....	105
Figura 28. Índice de Margalef para el estrato arbóreo. ....	130
Figura 29. Índice de Margalef para el estrato arbustivo ....	130
Figura 30. Índice de Margalef para estrato herbáceo. ....	131
Figura 31. Índices de Valor de Importancia de las especies que componen el estrato Arbóreo de los puntos de muestreo de Campo Malva. ....	141

Figura 32. Índices de Valor de Importancia de las especies que compone el estrato Arbustivo de los puntos de muestreo de Campo Malva .....	142
Figura 33. Índices de valor de importancia de las especies que componen el estrato Herbáceo de los puntos de muestreo de Campo Malva.....	143
Figura 34. Valores de diversidad para el estrato arbóreo.....	145
Figura 35. Valores de diversidad para el estrato arbustivo.....	146
<b>Figura 36.</b> Valores de diversidad para el estrato herbáceo .....	146
Figura 37. Dendrograma de diversidad por puntos .....	147
Figura 38. Valores de dominancia para el estrato arbóreo.....	148
Figura 39. Valores de dominancia para el estrato arbustivo .....	148
Figura 40. Valores de dominancia para el estrato herbáceo .....	149
Figura 41. Representatividad de especies por orden de la herpetofauna registrada en el Área Contractual Malva .....	153
Figura 42. Representatividad de especies por familia de los anfibios registrados en el Área Contractual Malva .....	154
Figura 43. Representatividad de especies por familia de los reptiles registrados en el Área Contractual Malva .....	154
Figura 44. Número de registros por familia de anfibios en el Área Contractual Malva.....	155
Figura 45. Número de registros por familia de reptiles en el Área Contractual Malva.....	156
Figura 46. Número de especies registradas tanto de anfibios como de reptiles en el Área Contractual Malva .....	156
Figura 47. Representatividad de especies de aves por orden registradas en el Área Contractual Malva.....	163
Figura 48. Representatividad de especies de aves por familia en el Área Contractual Malva .....	164
Figura 49. Número de registros por familia de aves en el Área Contractual Malva .....	165
Figura 50. Número de especies de aves registradas por punto de muestreo en el Área Contractual Malva.....	165
Figura 51. Representatividad de especies por orden de mamíferos en el Área Contractual Malva .....	168
Figura 52. Número de registros por familia de mamíferos en el Área Contractual Malva.....	169
Figura 53. Número de especies de Mamíferos registrados por punto en el Área Contractual Malva .....	169
<b>Figura 54.</b> Curva de acumulación de especies registradas en el Área Contractual Malva .....	171

Figura 55. Índices de diversidad de las comunidades de fauna correspondientes a los dos de los tipos de vegetación presentes en el Área Contractual Malva, de acuerdo con INEGI (2010) .....	176
Figura 56. Dendrográma de similitud entre los puntos de muestreo realizados en el Área Contractual Áreas sensibles .....	177
Figura 57. Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA's) cercanas al Área Contractual Malva. Sitios RAMSAR.....	178
Figura 58. Sitios RAMSAR cercanas al Área Contractual Malva.....	179
Figura 59. Regiones Terrestres Prioritarias proximas al Área Contractual Malva .....	180
Figura 60. Regiones Hidrológicas Prioritarias cercanas al Área Contractual Malva. ....	181
Figura 61. Áreas Naturales Protegidas cercanas al Área Contractual Malva. ....	182
Figura 62. Áreas Naturales Protegidas Federales cercanas al Área Contractual Malva.....	183
Figura 63. AICAS cercanas al Área Contractual Malva.....	184
Figura 64. Áreas con Categoría de Conservación de Bosque Mesófilo de Montaña cercanas al Área Contractual Malva .....	185
Figura 65. Sitios Prioritarios para la Conservación del Primate cercanas al Área Contractual Malva. ....	186
Figura 66. Mapa de Relieve de Área Contractual Malva. Elaboración propia a partir de INEGI. ....	192
Figura 67. Mapa Fisiográfico del área contractual. Elaboración propia a partir de INEGI, 2010.....	193
Figura 68. Mapa Hidrología del área contractual Malva. Elaboración propia a partir de INEGI 2010, 2015.....	195
Figura 69. Mapa de Uso de suelo y vegetación área contractual Malva. Elaboración propia a partir de INEGI 2010, 2013.....	197
Figura 70. Imagen Satelital de área contractual Malva. Fuente: Google Earth, 2016. ....	201
Figura 71. Mapa con unidades de paisaje del área contractual Malva .....	204
Figura 72. Mapa con las Unidades de Paisaje (U.P.) y con los Puntos de Observación (P.O.) del área contractual Malva .....	206
Figura 73. Mapa de la cuenca visual del Punto de observación P5. Elaboración propia a partir de un MDT e información de INEGI, 2010, 2013.....	207
Figura 74. Puntos de muestreo de flora y fauna preestablecidos.....	215
Figura 75. Puntos donde se realizó una inspección superficial. Elaboración propia a partir de datos de INEGI y del Trabajo de Campo Realizado en Área Contractual .....	216

Figura 76. Ubicación de elemento arqueológico hallado. Elaboración propia a partir de datos vectoriales de INEGI y datos recabados en trabajo de campo....	218
Figura 77. Resultado del método indirecto para la búsqueda de derrames de hidrocarburos .....	221
Figura 78. Puntos de muestreo para suelo en el Área Contractual Malva .....	222
Figura 79. Puntos de muestreo para suelo en el Área Contractual Malva .....	226
Figura 80. Puntos de muestreo para aire en el Área Contractual Malva .....	231

## **13. Anexos**

- 13.1 ANEXO I. Listado bibliográfico de las especies de flora y vegetación con distribución potencial dentro del Área Contractual Malva.**
- 13.2 ANEXO II. Formato utilizado para la toma de datos de flora en el Área Contractual Malva.**
- 13.3 ANEXO III. Bitácoras del levantamiento de flora en el Área Contractual Malva.**
- 13.4 ANEXO IV. Vistas panorámicas de los puntos de muestreo de flora en el Área Contractual Malva.**
- 13.5 ANEXO V. Listado bibliográfico de las especies de fauna con distribución potencial dentro del Área Contractual Malva.**
- 13.6 ANEXO VI. Formato utilizado para la toma de datos de fauna en el Área Contractual Malva.**
- 13.7 ANEXO VII. Bitácoras del levantamiento de fauna en el Área Contractual Malva.**
- 13.8 ANEXO VIII. Fotografías de los organismos observados durante los muestreos de fauna en el Área Contractual Malva.**
- 13.9 ANEXO IX. Fotografías de los Puntos de Observación de Paisaje dentro del Área Contractual Malva.**
- 13.10 ANEXO X. Patrimonio Arqueológico: Fotografías de la Inspección superficial en el Área Contractual Malva.**
- 13.11 ANEXO XI. Fotografías de la Inspección Superficial para el análisis de Patrimonio dentro del Área Contractual Malva**

