

# SEMARNAT

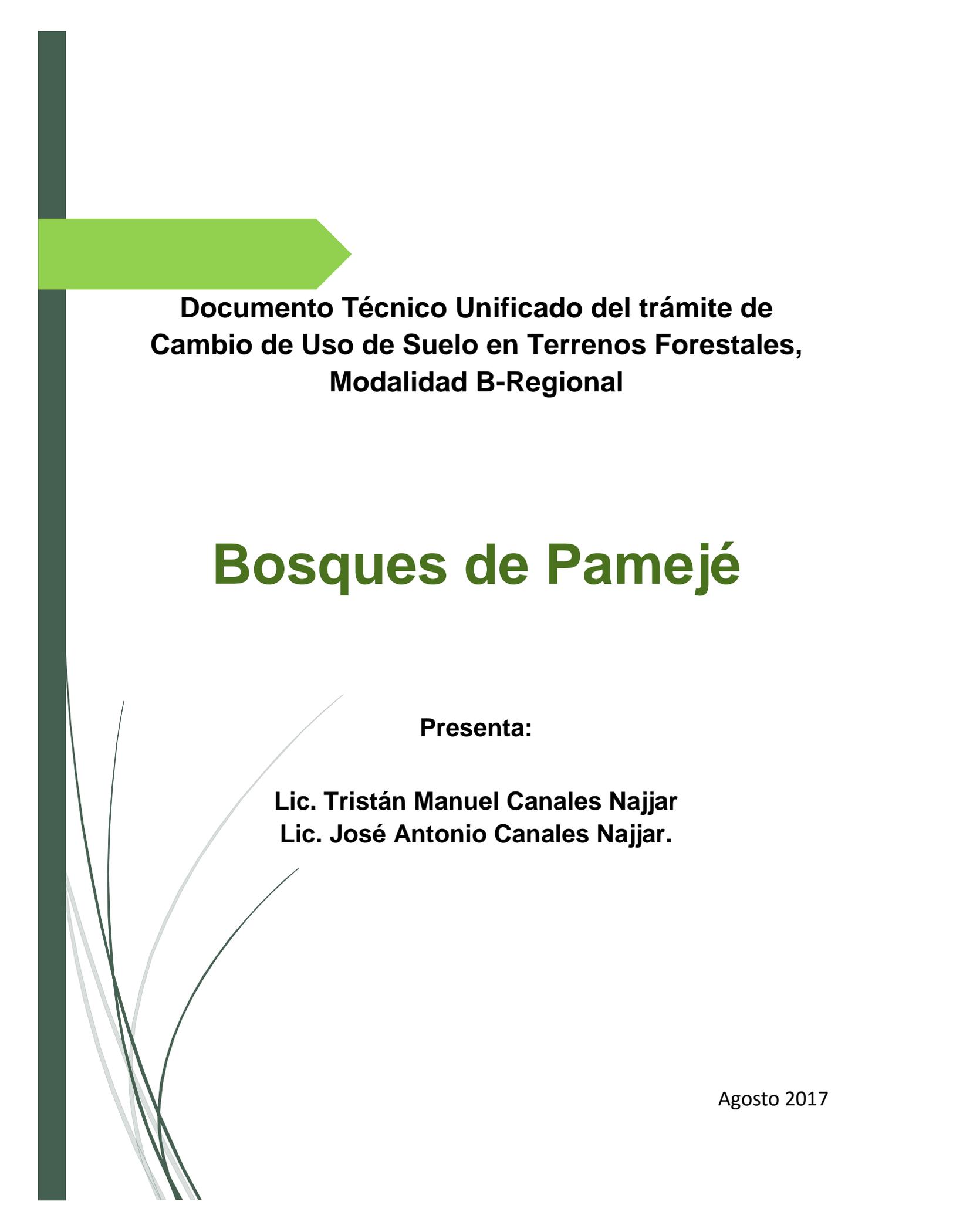
SECRETARÍA DE  
MEDIO AMBIENTE  
Y RECURSOS NATURALES



## AL PÚBLICO EN GENERAL

EL CONTENIDO DE ESTE ARCHIVO NO PODRÁ SER ALTERADO O MODIFICADO TOTAL O PARCIALMENTE, TODA VEZ QUE PUEDE CONSTITUIR EL DELITO DE FALSIFICACIÓN DE DOCUMENTOS DE CONFORMIDAD CON EL ARTÍCULO 244, FRACCIÓN III DEL CÓDIGO PENAL FEDERAL, QUE PUEDE DAR LUGAR A UNA SANCIÓN DE **PENA PRIVATIVA DE LA LIBERTAD** DE SEIS MESES A CINCO AÑOS Y DE CIENTO OCHENTA A TRESCIENTOS SESENTA DÍAS MULTA.

DIRECCIÓN GENERAL DE  
**IMPACTO Y RIESGO**  
A M B I E N T A L



**Documento Técnico Unificado del trámite de  
Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales,  
Modalidad B-Regional**

# **Bosques de Pamejé**

**Presenta:**

**Lic. Tristán Manuel Canales Najjar  
Lic. José Antonio Canales Najjar.**

Agosto 2017

# CAPÍTULO I

## **DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO**

CONTENIDO

<b>I. .... DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO .....</b>	<b>3</b>
<b>I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO .....</b>	<b>3</b>
I.1.1 Nombre del proyecto .....	3
I.1.2 Ubicación del proyecto.....	3
I.1.3 Duración del proyecto .....	5
<b>I.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE.....</b>	<b>5</b>
I.2.1 Nombre o Razón Social .....	5
I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes .....	5
I.2.3 Datos del representante legal. ....	5
I.2.4 Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones .....	6
<b>I.3 RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO.....</b>	<b>6</b>
I.3.1 Nombre del responsable técnico del documento técnico unificado en materia de impacto ambiental .....	6
I.3.2 Registro federal de contribuyentes (RFC) o CURP .....	6
I.3.3 Dirección del responsable técnico del documento .....	6
I.3.4 Datos de inscripción en el registro de la persona que haya formulado el documento en materia forestal y, en su caso, del responsable de dirigir la ejecución del cambio de uso de suelo.....	6

## **I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO**

### **I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO**

#### **I.1.1 Nombre del proyecto**

El Proyecto se denomina "Bosques de Pamejé" en lo sucesivo para efectos del presente documento técnico unificado se referirá como el "Proyecto".

#### **I.1.2 Ubicación del proyecto**

El proyecto se situará en la porción sur del área urbana del municipio de Valle de Bravo, Estado de México, en una superficie de propiedad privada de 73.770 ha. El polígono del proyecto limita al Norte con El Fraccionamiento Avándaro, al Sur con el camino San Mateo Acatitlán-Casas Viejas y Circuito Avándaro; al lado derecho del circuito Avándaro. La Figura I.1 ilustra la ubicación del predio del proyecto.

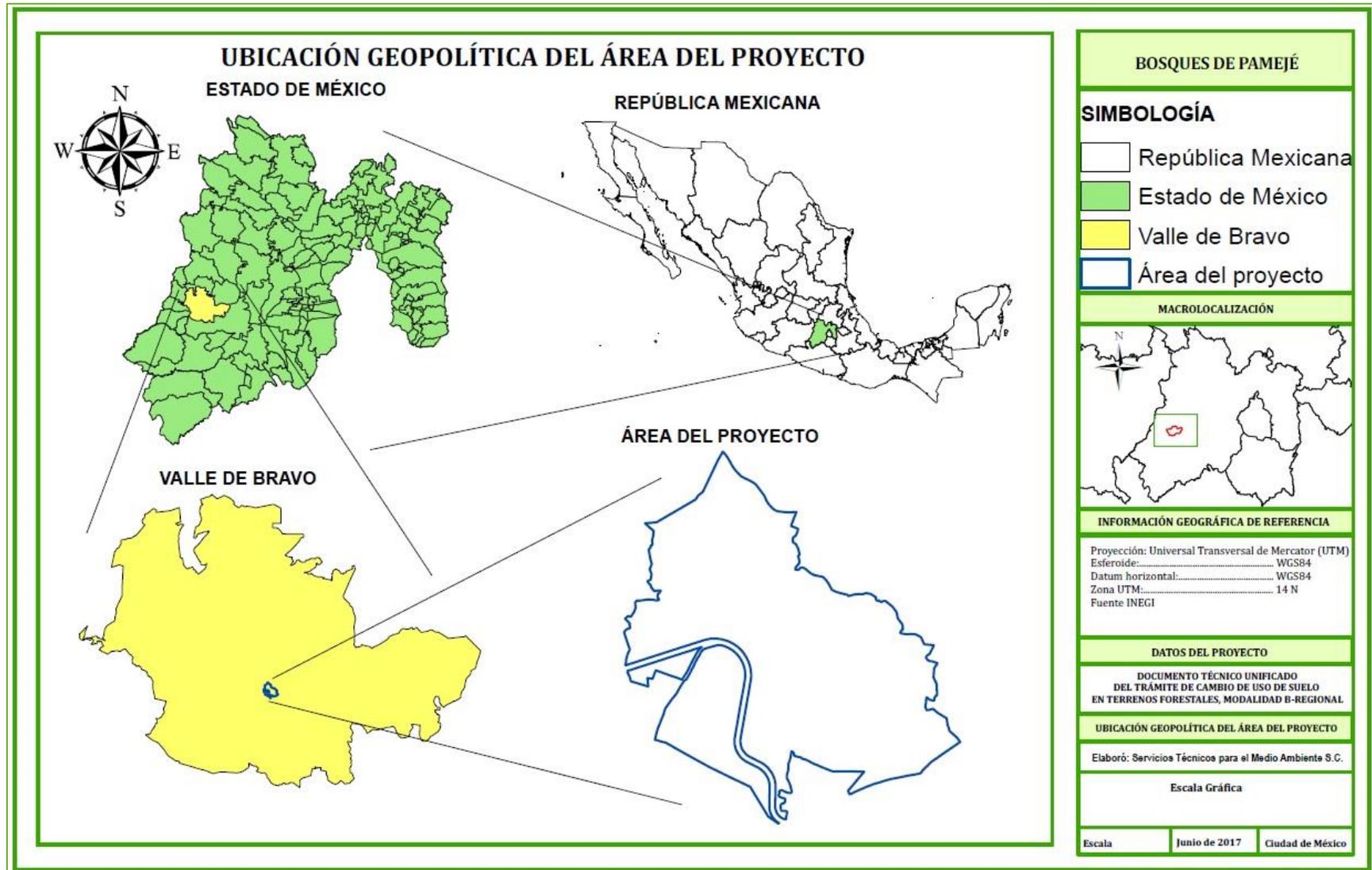


Figura I. 1. Ubicación del área del Proyecto.

Para una mejor ubicación del área de interés se presenta el cuadro de construcción en coordenadas UTM, (Ver Anexo 1).

En la Tabla I.1 se exhiben las coordenadas extremas del área del proyecto en formato UTM, cabe mencionar que estas coordenadas corresponden al sistema de referencia, Datum WG84 Zona 14Q

**Tabla I. 1 Coordenadas extremas del área del Proyecto.**

Punto cardinal	Coordenadas UTM, Zona 14 Q	
	X	Y
NORTE	382059	2118355
SUR	382248	2117088
ESTE	382869	2117366
OESTE	381722	2117740

### **I.1.3 Duración del proyecto**

"Bosques de Pamejé" es un proyecto de lotificación, dotación de infraestructura y servicios (urbanización) para un ulterior desarrollo inmobiliario residencial de primer nivel, el desarrollo del proyecto de urbanización se ha planificado en cinco etapas cuya duración será de 5 años.

## **I.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE**

### **I.2.1 Nombre o Razón Social**

Los promoventes son el Lic. Tristán Manuel Canales Najjar y el Lic. José Antonio Canales Najjar.

### **1.2 Registro Federal de Contribuyentes**

En la Tabla I.2. se muestran los datos fiscales de los promoventes.

**Tabla I. 2. Registro Federal de Contribuyentes de los promoventes.**

Promoventes	RFC
Lic. Tristán Manuel Canales Najjar	██████████
Lic. José Antonio Canales Najjar.	██████████

### **I.2.3 Datos del representante legal.**

El domicilio de los promoventes para oír y recibir notificaciones es:

#### I.2.4 Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones

Montecito No 38, Piso 2, Oficina 4, Delegación Benito Juárez, C.P- 03810 Ciudad de México, Teléfono: 9000 3484, Email: oscar@siva.com.mx y karen@siva.com.mx

### I.3 RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

#### I.3.1 Nombre del responsable técnico del documento técnico unificado en materia de impacto ambiental

El responsable de la elaboración del Documento Técnico Unificado es el Ing. David Molina González, cuya Cédula Profesional No **2672336**, fue expedida por la Dirección General de Profesiones de la Secretaría de Educación Pública, el 9 de junio de 1998, para ejercer la profesión de Ingeniero Forestal; donde participó el equipo técnico de la empresa consultora Servicios Técnicos para el Medio Ambiente, S.C.

#### I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes (RFC) o CURP

Los datos correspondientes al Registro Federal de Contribuyentes del responsable de la elaboración del estudio y la empresa consultora se muestran en la Tabla I.3.

Tabla I. 3. Registro Federal de Contribuyentes (RFC) o CURP del responsable.

Responsable	RFC y CURP
Ing. David Molina González	[REDACTED]
Servicios Técnicos para el Medio Ambiente, S. C.,	STM080818CE3

#### I.3.3 Dirección del responsable técnico del documento

[REDACTED]

Correo electrónico: [REDACTED]

#### I.3.4 Datos de inscripción en el registro de la persona que haya formulado el documento en materia forestal y, en su caso, del responsable de dirigir la ejecución del cambio de uso de suelo

La persona responsable de la formulación del presente Documento Técnico Unificado Modalidad B regional, para el trámite de cambio de uso de suelo forestal es el Ing. David Molina González, gerente general de Servicios Técnicos para el Medio Ambiente S. C., con inscripción al Registro

Forestal Nacional en el libro MICH, Tipo VI, Volumen 2, Número 14, Año 15 con fecha 7 de octubre de 2015, emitida por Dirección General de Gestión Forestal y Suelos de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, con una vigencia **PERMANENTE**. Anexo 1.

- Copia de Identificación Oficial. Anexo 2.

# CAPÍTULO II

## DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

CONTENIDO

<b>II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....</b>	<b>3</b>
II.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO .....	3
II.1.2. Objetivo del Proyecto.....	4
II.1.4. Inversión requerida .....	11
II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO .....	12
II.2.1. Programa de trabajo .....	14
II.2.2. Representación geográfica regional .....	18
II.2.3. Representación geográfica local .....	18
II.2.4. Preparación del sitio y construcción. ....	18
II.2.5. Estimación del volumen por especie de las materias primas forestales derivadas del cambio de uso del suelo.....	26
II.2.5.1. Metodología empleada para el cálculo de volumen.....	26
II.2.5.2. Inventario de la vegetación. ....	26
II.2.5.3. Delimitación del área muestreada.....	27
II.2.5.4. Diseño de muestreo. ....	27
II.2.5.5. Intensidad de muestreo.....	28
II.2.6. Diseño y forma de los sitios de muestreo. ....	28
II.7. Obtención de datos en campo.....	30
II.8. Procesamiento de datos y cálculo de volumen total a remover. ....	31
II.8.1. Densidad de individuos por hectárea y cobertura de copa. ....	31
II.8.2. Estimación de volumen .....	31
II.8.3. Volúmenes totales por polígono que requerirán autorización de CUSTF.....	37
II.2.6. Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso del suelo.....	37
II.2.6.1. Justificación económica.....	38
II.2.6.2. Monto total.....	48
II.2.7. Operación y mantenimiento.....	49
II.2.8. Desmantelamiento y abandono de las instalaciones.....	49
II.2.9. Residuos.....	49

## II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### II.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

“Bosques de Pamejé” es un proyecto de lotificación, dotación de infraestructura y servicios para posterior desarrollo inmobiliario residencial de primer nivel. El predio del proyecto es una propiedad privada con una superficie de 84.307 ha, de las cuales 1.770 ha son propiedad privada fuera de autorización y 82.53 corresponden al resto del polígono. De esta superficie, el proyecto se desarrollará en 73.770 ha. El predio presenta una superficie forestal de 73.770 ha.

Este estudio tiene por objetivo brindar la información técnica para solicitar el cambio de uso de suelo de terreno forestal en 53.352 ha, sin embargo, de ese total solicitado en 8.330 ha no se realizará cambio de uso de suelo, debido a que se mantendrán como áreas verdes.

Del área total del proyecto, 28.748 ha será de uso de suelo forestal, considerando la superficie de 8.330 ha que se le restarán al área solicitada para CUSTF; resultado de esta manera, un área total real de desmonte (CUSTF) de 45.052 ha (menos área de la solicitada).

El desarrollo del proyecto se ha planificado en cinco etapas con una duración total de cinco años.

En el predio del proyecto aplica el Plan Parcial de Incorporación Territorial “Bosques de Pamejé” publicado en la Gaceta de Gobierno del Estado de México, número 104 con fecha 26 de noviembre de 2015, cuya finalidad es normar el desarrollo urbano del predio.

El área del proyecto se encuentra incluida en distintos ordenamientos ecológicos y áreas naturales protegidas de orden federal y estatal. La superficie del proyecto involucrada dentro de dichos instrumentos se presenta en la Tabla II.1.

**Tabla II. 1. Instrumentos reguladores de los usos del suelo desde el punto de vista de los recursos naturales, que tienen incidencia en el predio del proyecto “Bosques de Pamejé”**

Instrumento regulador del uso del suelo	Unidad de Gestión Ambiental(UGA) o Aplicable	Superficie involucrada del proyecto (ha)
Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.	---	73.7
Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México.	UGA 620	1.5
	UGA 229	71.2
	UGA 298	1.0
Programa de Ordenamiento Ecológico Regional Valle de Bravo-Almanalco, Estado de México.	UGA 97	11.2
	UGA 88	0.2
	UGA105	62.3

Instrumento regulador del uso del suelo	Unidad de Gestión Ambiental(UGA) o Aplicable	Superficie involucrada del proyecto (ha)
Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Mariposa Monarca, en el Territorio del Estado de México.	Asentamiento humano	1.9
	U 73	37.5
	U 76	34.3
Área de protección de Recursos Naturales “Zona Protectora Forestal de los Terrenos Constitutivos de las Cuencas de los Ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec”.	---	73.7
Parque Estatal Santuario del Agua, Valle de Bravo.	---	73.5
Parque Estatal Cerro Colorado	---	13.4

La vinculación del proyecto con los ordenamientos mencionados se presenta en el Capítulo III del presente Documento Técnico Unificado.

### II.1.2. Objetivo del Proyecto

El Proyecto “Bosques de Pamejé” ha sido cuidadosamente planificado para lograr una relación de equilibrio armónico entre el proyecto y los recursos naturales presentes en el predio que se pretende intervenir; su objetivo principal es lograr la congruencia del proyecto con los ordenamientos ecológicos y Áreas Naturales Protegidas que se encuentran en la zona de influencia (tema que se aborda con mayor profundidad en el Capítulo III del presente estudio). En este contexto, los objetivos específicos de “Bosques de Pamejé” son los siguientes:

- Contar con una densidad de 249 viviendas/73.7 ha; cantidad equivalente a 3.38 viviendas/ha, y por ende significa una muy baja densidad habitacional;
- Ser un desarrollo turístico/habitacional sostenible, altamente integrado al entorno natural;
- Generar bajo impacto del desarrollo en el sitio y su entorno y representar alto grado de conservación de áreas con valor ecológico y paisajístico;
- Llegar a ser considerado con el carácter de “Reserva Natural Privada”;
- Lograr la certificación bajo normas internacionales de certificación ambiental y ecológica como son: LEED, Living Community Challenge y EDGE con la asistencia de la Empresa Bioe (Alejandro Lirruso);
- Ofrecer los siguientes productos inmobiliarios: Lotes para construcción de casas habitación y villas con alto grado de diseño y visión de respeto a la naturaleza y al entorno;
- Contar con una administración y operación autosustentable de las unidades para la energía y los servicios creando tendencia en el área;
- Ofrecer opciones recreativas y servicios diversos, como: Casa club, ciclovía y senderos peatonales para reducir el uso del automóvil;
- Crear una comunidad de alto estándar ecológico, que sirva como referencia en la zona y el país;

- Formar una comunidad responsable y pro-activa que coadyuve con la mejora ambiental de la zona;
- Evitar invasiones al predio por habitantes que ya se han establecido sin regulación en los predios aledaños;
- Apoyar a la administración y regulación del conjunto urbano cumpliendo las normas de los planes parciales más allá de sus requerimientos base;
- Asistir a construir comunidades involucradas con el medio ambiente, el entorno y las comunidades locales para generar sinergias positivas ambientales y urbanísticas;
- Crear vialidades internas y externas tratando de mantenerlas lo más natural posible;
- Lograr el posicionamiento y reconocimiento de la zona y del Estado a niveles internacionales por las certificaciones internacionales ambientales a obtenerse;
- Lograr el máximo respeto del bosque para la urbanización interna y lotificación planeada;
- Conservación de la masa arbolada existente y gran parte del sotobosque.

El Proyecto cuenta con la asesoría y coordinación de consultores de reconocimiento de talla internacional por su compromiso social, ambiental y ecologista. El Proyecto al momento, fue suscrito para valoración al programa Living Community Challenge, que representa la más alta certificación a nivel internacional que garantiza que se preserve y cumpla con los más altos lineamientos de carácter: ecologista, compromiso social y ambiental, así como ahorro de energías y sustentabilidad. El Proyecto pretende sentar un nuevo nivel de requerimiento a nivel municipal, estatal e incluso federal, para el desarrollo de futuros sitios habitacionales de vanguardia ecologista y con beneficio ambiental.

De no desarrollar el Proyecto, el predio podría sufrir cambio de uso de suelo por invasiones no reguladas y peligrosas para el ambiente y la seguridad de la zona.

El Proyecto permitirá la inclusión de la sociedad aledaña a través de la generación de empleos; condición que puede ser evidencia de que la ejecución de un desarrollo habitacional puede ser respetuoso del bosque y del ambiente *in situ*. Actualmente el Programa de Proyecto pretende únicamente dotar la infraestructura para desplantar el número permitido de viviendas dejando un 26% como áreas verdes en el proyecto, más el área privativa de cada lote donde no se puede desplantar. Esta superficie será de 40 % de cada lote.

La lotificación general del desarrollo se encuentra en el plano BPJ-PM-RS-06D (ANEXO 20), donde es posible apreciar las restricciones de los lotes. En la Figura II.1 se muestran los diferentes usos que se le dará al área del proyecto.

Como se puede observar, habrá una franja perimetral que estará libre de construcciones cuyo ancho promedio es de 30 metros.

También en el Anexo 20 se incluye el plano BPJ-PM-LP-07E, que contiene la lotificación pretendida y los usos de suelo que integran el proyecto, además de cantidades y otros datos de interés.

Es importante mencionar que, dentro del área del Proyecto, hay dos polígonos que han sido restringidos por el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) debido que en dichas áreas se encontraron algunos fragmentos de barro. Las superficies de ambos polígonos son de 86.954 m<sup>2</sup> y 37.128 m<sup>2</sup>, respectivamente. Dichas superficies se excluyeron del área solicitada para cambio de uso de suelo. En la Figura II.2. se puede apreciar su ubicación de estas áreas en el predio del proyecto.

Documento Técnico Unificado del trámite de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad B-Regional  
 “Bosques de Pamejé”



Figura II. 1. Usos que se le pretenden dar al área del Proyecto.

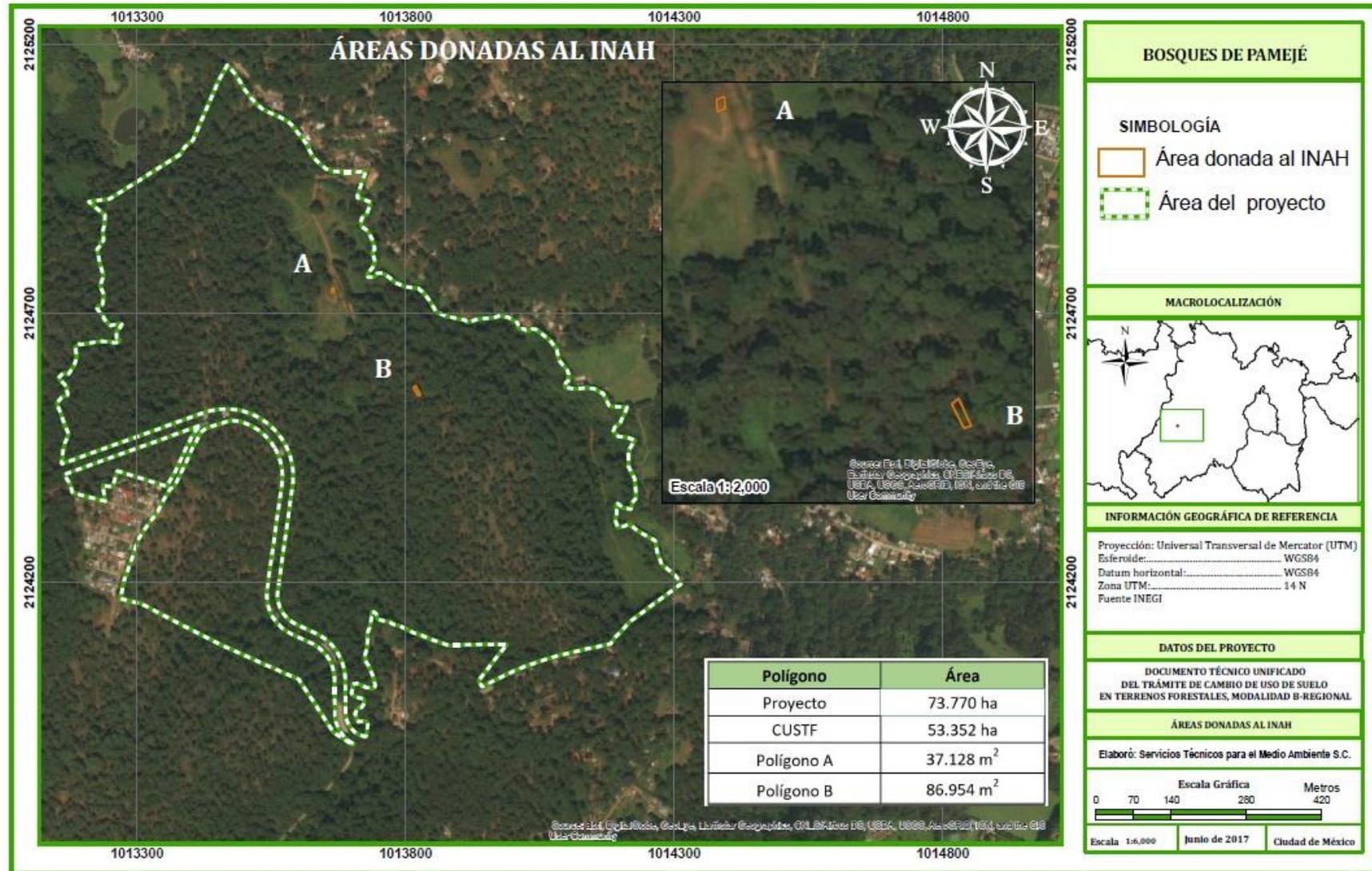


Figura II. 2. Ubicación de los polígonos donados a la INAH.

### **II.1.3 Ubicación física**

El proyecto denominado Bosques de Pamejé se localiza en el municipio de Valle de Bravo, Estado de México. Sus coordenadas extremas (UTM Datum WGS 84 Zona 14) se presentan en el ANEXO 2. En dicho anexo también se integra el plano CV\_PAMEJÉ\_1.13 el cual ilustra a la poligonal del predio del proyecto.

En la Figura II.3. se muestra la ubicación geopolítica del Proyecto "Bosques de Pamejé" con respecto a la geografía estatal.

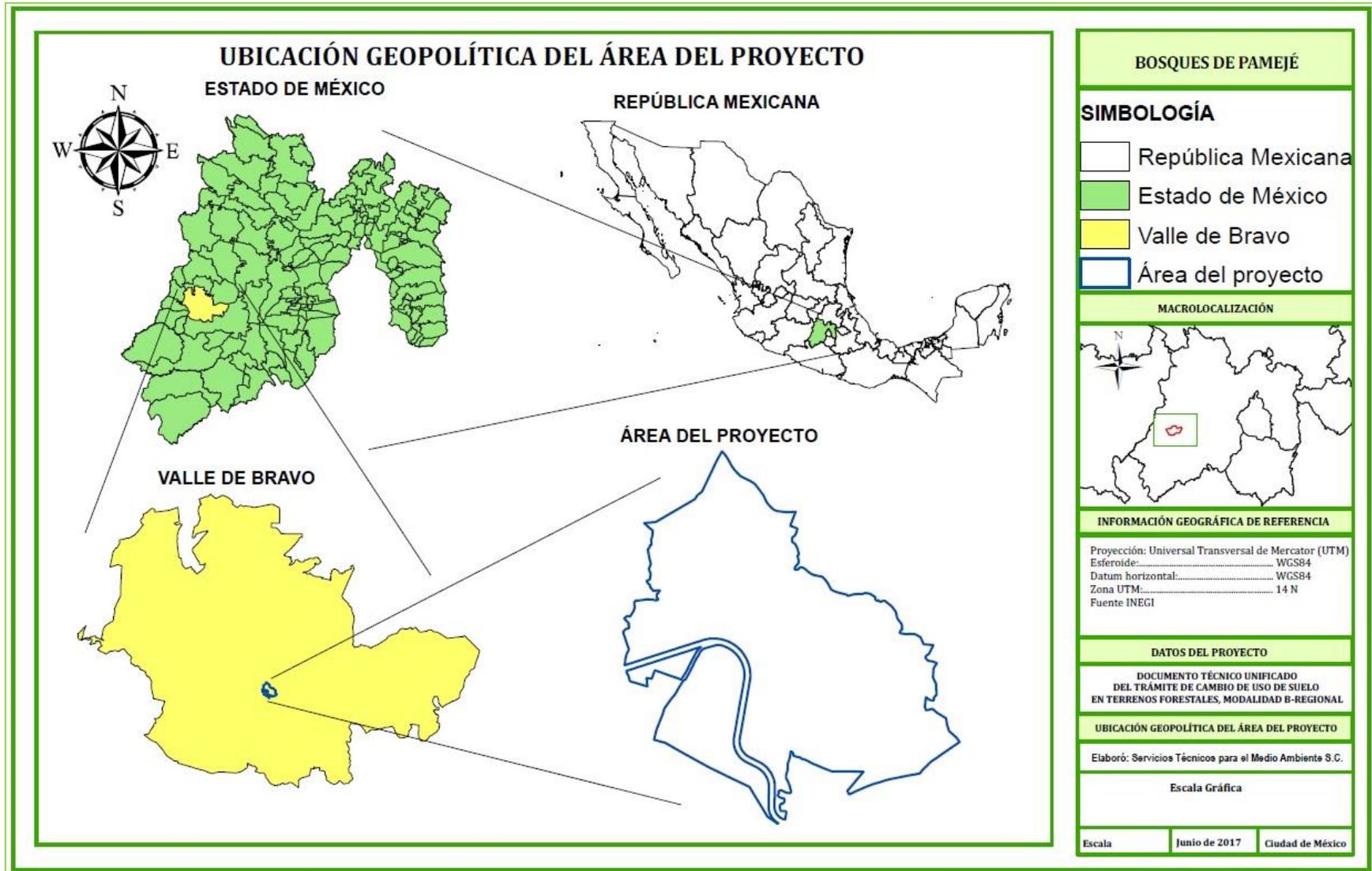


Figura II. 3. Ubicación del Proyecto Bosques de Pamejé.

El predio colinda al poniente y oriente con cauces de arroyos; al suroriente con el Circuito Avándaro y el Fraccionamiento Bosque Verde; y al sur-poniente con la Colonia Valle Escondido y el Rancho Los Espinos.

La localización del polígono con relación a las vialidades carreteras y urbanas colindantes permite el acceso por el sur desde la autopista Toluca-Valle de Bravo, a través del camino San Mateo Acatitlán-Casas Viejas y el Circuito Avándaro. El proyecto contempla tres accesos: dos en el Circuito Avándaro y uno en el extremo norte. Los accesos serán controlados.

#### II.1.4. Inversión requerida

El proyecto de urbanización “Bosques de Pamejé” requiere una inversión de 387.2 millones de pesos (\$ M.N.) para la construcción de la infraestructura. A lo largo de las cinco etapas de desarrollo del proyecto se planea realizar la venta planificada de los lotes correspondientes a cada etapa durante el proceso de construcción. La recuperación de la inversión inicial considerando los gastos administrativos como son gerencias, proyectos, licencias, gestores, etc., y la parte proporcional de la obra, se proyecta durante el segundo año del desarrollo del proyecto.

Los montos a ejercer que se han programado se presentan en la Tabla II.2

**Tabla II. 2. Montos de inversión por concepto.**

<b>Obra</b>	<b>Montos Parciales (\$ M.N.)</b>	<b>Monto (\$M.N.)</b>
Terracerías		100,083,891
Pavimentos		37,719,662
Guarniciones y Banquetas		67,815,094
Red de distribución	14,300,352	
Tomas domiciliarias	1,290,466	
Agua Potable (subtotal)		15,590,818
Red de atarjeas	25,818,870	
Descargas domiciliarias	2,983,989	
Obra Civil de Cárcamos	2,939,333	
Planta de tratamiento	3,155,480	
Alcantarillado Sanitario (subtotal)		34,897,672
Red de drenaje pluvial		11,985,404
Red de media tensión subterránea	29,604,256	
Red de baja tensión subterránea	8,214,296	
Obra civil integral	29,166,218	
Electrificación (subtotal)		66,984,770
Alumbrado Público		10,366,047
Canalización Telefónica		21,672,823
Arreglo de áreas verdes y naturales		20,155,890
<b>Total de Inversión</b>		<b>387,272,071 (\$M.N.)</b>

### Derrama económica.

Durante este año, eventos como la salida del Reino Unido de la Unión Europea (Brexit), el primer año de ejercicio de gobierno del presidente de los Estados Unidos, caídas en los precios del petróleo y los movimientos en las tasas de interés de la Reserva Federal y del Banco de México hicieron que los mercados financieros presentaran desplomes, y que la incertidumbre se apoderará de las personas.

Es un hecho que los mercados financieros viven cierta incertidumbre al estar envueltos en proyecciones que auguran que se alcanzarán máximos históricos para el tipo de cambio. En este escenario, destinar capital a bienes raíces es una excelente manera de protegerse ante los cambios drásticos económicos.

Los proyectos residenciales y de usos mixtos en nuestro país generan una derrama económica importante para la economía nacional: se considera que generan cerca de 450 mil millones de pesos para este año (<http://www.oronoticias.com.mx/nota/194121/Venta-de-viviendas-generara-derrama-economica-por-450-mil-mdp>) y esta cifra es solo para el sector de vivienda.

Considerando que Valle de Bravo represente un 1% del total del mercado de vivienda la generación por la zona sería cercana a 4,500 millones. El Proyecto de "Bosques de Pamejé", bajo el supuesto de que el próximo año genere la misma derrama económica en la zona, participaría con un valor cercano al 30% de la derrama económica de la zona.

## II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

Las superficies de las obras a realizar se muestran la Tabla II.3.

**Tabla II. 3. Superficies de las obras a realizarse.**

Uso	Área (ha)
Áreas en interiores de lotes	34.44
Vialidades y Plazas de Acceso	7.33
Área forestal en interiores de lotes	8.32
Subtotal	50.09
áreas comunes de desarrollo	20.93
áreas de conservación	0.25
Subtotal	21.18
<b>Total</b>	<b>71.27</b>

Documento Técnico Unificado del trámite de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad B-Regional  
 “Bosques de Pamejé”



Figura II. 4. Distribución de las obras del Proyecto Bosques de Pamejé.

### II.2.1. Programa de trabajo

El Proyecto de Bosque de Pamejé busca darle el mejor uso y aprovechamiento a un terreno en breña actualmente en desocupado potencialmente por ser atacado por habitantes informales que se han establecido en los alrededores del predio sin regulación alguna.

El Proyecto Bosques de Pamejé consiste en desarrollar un plan maestro en etapas de construcción y venta. El planteamiento original consta de 5 etapas de desarrollo. La justificación de las etapas se da para tener una absorción de ventas y de construcción equitativas para el desarrollo y considerando operaciones de obra y de ventas muy conservadoras en cuanto a absorciones y avances de obra.

Como se ha comentado anteriormente, el plan maestro del proyecto al momento, contempla el desarrollo y construcción total de:

- las vialidades internas
- infraestructura de servicios (agua, luz y drenaje) subterránea a pie de cada lote
- caseta de acceso y seguridad
- barda de seguridad para el fraccionamiento completo

Cabe aclarar que el Proyecto buscará obtener la certificación del Living Community Challenge para la cual se deben de cumplir varios lineamientos de sentido ambientalistas, ecologista, de apoyo a la comunidad y de carácter humano durante su concepción, desarrollo, construcción y operación.

Se plantea iniciar con la construcción de la barda delimitando el proyecto y la caseta de acceso y continuar con la habilitación de servicios y vialidades para todos los lotes planteados en el proyecto del plan maestro dividiéndolos en etapas de desarrollo.

El siguiente cuadro nos muestra las etapas y su duración (en meses). La programación a continuación presentada puede tener variaciones y desviaciones según se vayan dando las actividades y logística de las construcciones necesarias. Esto nos arroja un tiempo total de desarrollo de Proyecto a partir de contar con todas las autorizaciones de licencias y permisos necesarios y suficientes es de 5 años (Tabla II.4).

**Tabla II. 4. Fases del desarrollo del Proyecto.**

Fases	Meses de Duración	% de Desarrollo
1	18	27
2	12	22
3	10	17
4	10	17
5	10	17

Cada etapa consiste en desarrollar lo siguiente:

Etapa 1.

- Se desarrollará la barda perimetral del desarrollo,
- el acceso principal,
- vialidades principales para acceder con las instalaciones de servicios subterráneas y siguiendo las vialidades principales, un par de manzanas de lotificación dejando sus servicios a pie de lote y marcando los límites de los predios con mojoneras,
- planta de tratamiento

La duración de esta etapa es de 18 meses de duración una vez iniciada la construcción para la cual se deben de haber obtenido todas las licencias, permisos y autorizaciones necesarias y suficientes para iniciar las construcciones.

Durante este tiempo se promocionará la venta de las unidades de la etapa, logrando obtener un pago de anticipo de los potenciales compradores y mensualidades durante la etapa para escriturar y recibir los pagos totales a la escrituración que se dará al término de la etapa.

Etapa 2

La etapa 2 consiste en

- desarrollar un aproximado de 101,000 metros cuadrados vendibles en 12 meses.
- Consistirá en construir las vialidades y
- servicios principales dejándolos a pie de lote.

Así como la etapa anterior se irá promocionando y vendiendo los correspondientes lotes para ser entregados y escriturados al final de la etapa. Esta etapa pudiera considerar la terminación de los acabados de la casa club, los accesos y la barda perimetral.

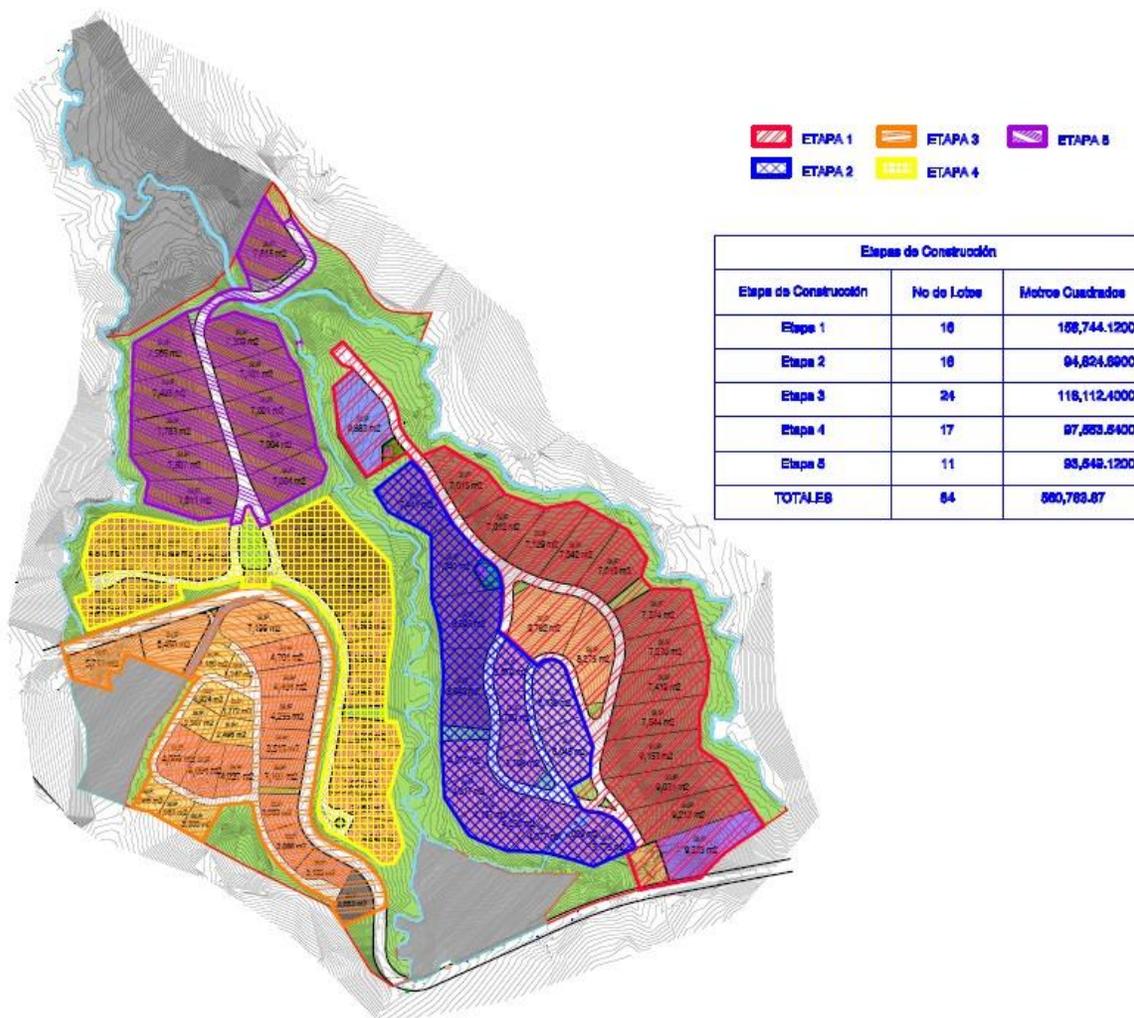
Las siguientes etapas.

Consisten en ir desarrollando aproximadamente 80,000 m<sup>2</sup> vendibles como se ha mencionado en las etapas anteriores. A continuación, se plantea el cuadro de etapas de construcción y ventas (Tabla II.5).

**Tabla II. 5. Etapas de construcción y ventas.**

Fases de ventas y Construcción	No. de lotes	No. de viviendas	Área (m <sup>2</sup> )
Fase I	16	48	127,965.00
Fase II	18	64	101,279.00
Fase III	23	53	79.,101.00
Fase IV	17	40	78,211.00
Fase V	11	44	81,202.00
Total	85	249	467,758.00

Al momento se considera iniciar las etapas al término de la anterior más se pudieran traslapar si así lo permite el desarrollo de las construcciones y el suministro de capitales.



**Figura II. 5. Plano de las etapas de construcción del Proyecto.**

Tabla II.6. Programa general de trabajo de las obras del proyecto "Bosques de Pamejé"

Programa General de Trabajo																																																												
Programa General de Trabajo	Año 1												Año 2												Año 3												Año 4												Año 5											
	Mes 1 al 12												Mes 13 al 24												Mes 25 al 36												Mes 37 al 48												Mes 49 al 60											
Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
<b>Etapa 1</b>																																																												
<b>Preparacion del Sitio</b>																																																												
Despalme y Nivelacion	■																																																											
Excavaciones	■																																																											
<b>Construccion</b>																																																												
Urbanizacion (Drenaje)					■																																																							
Urbanizacion (Agua Potable)					■																																																							
Urbanizacion (Red Electrica)					■																																																							
Urbanizacion (Rasantes)											■		■																																															
Instalación Planta de Tratamiento											■		■																																															
Pruebas Planta de Tratamiento	■																																																											
Cosntrucción Barda Perimetral	■																																																											
<b>Etapa 2</b>																																																												
<b>Preparacion del Sitio</b>																																																												
Despalme y Nivelacion																			■																																									
Excavaciones																			■																																									
<b>Construccion</b>																																																												
Urbanizacion (Drenaje)																									■																																			
Urbanizacion (Agua Potable)																									■																																			
Urbanizacion (Red Electrica)																									■																																			
Urbanizacion (Rasantes)																									■																																			
Construcción de Barda Perimetral y Acceso Principal																			■																																									
<b>Etapa 3</b>																																																												
<b>Preparacion del Sitio</b>																																																												
Despalme y Nivelación																															■																													
Excavaciones																															■																													
<b>Construccion</b>																																																												
Urbanizacion (Drenaje)																															■																													
Urbanizacion (Agua Potable)																															■																													
Urbanizacion (Red Electrica)																															■																													
Urbanizacion (Rasantes)																															■																													
<b>Etapa 4</b>																																																												
<b>Preparacion del Sitio</b>																																																												
Despalme y Nivelación																																											■																	
Excavaciones																																											■																	
<b>Construccion</b>																																																												
Urbanizacion (Drenaje)																																											■																	
Urbanizacion (Agua Potable)																																											■																	
Urbanizacion (Red Electrica)																																											■																	
Urbanizacion (Rasantes)																																											■																	
<b>Etapa 5</b>																																																												
<b>Preparacion del Sitio</b>																																																												
Despalme y Nivelación																																																							■					
Excavaciones																																																							■					
<b>Construccion</b>																																																												
Urbanizacion (Drenaje)																																																							■					
Urbanizacion (Agua Potable)																																																							■					
Urbanizacion (Red Electrica)																																																							■					

### **II.2.2. Representación geográfica regional**

El área del proyecto se encuentra dentro de la Región Hidrográfica 18 Balsas, Cuenca G correspondiente al Río Cutzamala, subcuenca Río Tilostoc (RH18Gg). Se define como una cuenca de tipo abierta. La localización respecto a la Región Hidrológica Balsas de presenta en la Figura II.4.

### **II.2.3. Representación geográfica local**

El predio presenta una superficie forestal de 73.770 hectáreas de la cual se solicita el cambio de uso de suelo de terreno forestal para 53.352 ha (Figura II.6 y planos Anexo 20).

Las coordenadas del cuadro de construcción se presentan en el Anexo 3, así como las coordenadas del área de cambio de uso de suelo en terrenos forestales (en adelante, CUSTF).

### **II.2.4. Preparación del sitio y construcción.**

Las actividades de esta etapa del proyecto serán:

#### **A. Desmontes y despalmes**

a) La superficie total del predio, excepto 28.748 ha, correspondiente al área verde, se verá afectada por desmontes y despalmes durante la urbanización y, posteriormente, cuando los adquirentes realicen la construcción de la oferta de lotes residenciales. Con base en lo anterior, existirá una pérdida controlada de la vegetación.

b) Después del desmonte, se realizarán las actividades de preparación del sitio con la ayuda de maquinaria.

c) No se realizará ningún tipo de aprovechamiento, daño o captura de fauna silvestre. Para lo anterior se organizarán brigadas para ahuyentar a la fauna y liberar zonas de trabajo de la maquinaria.

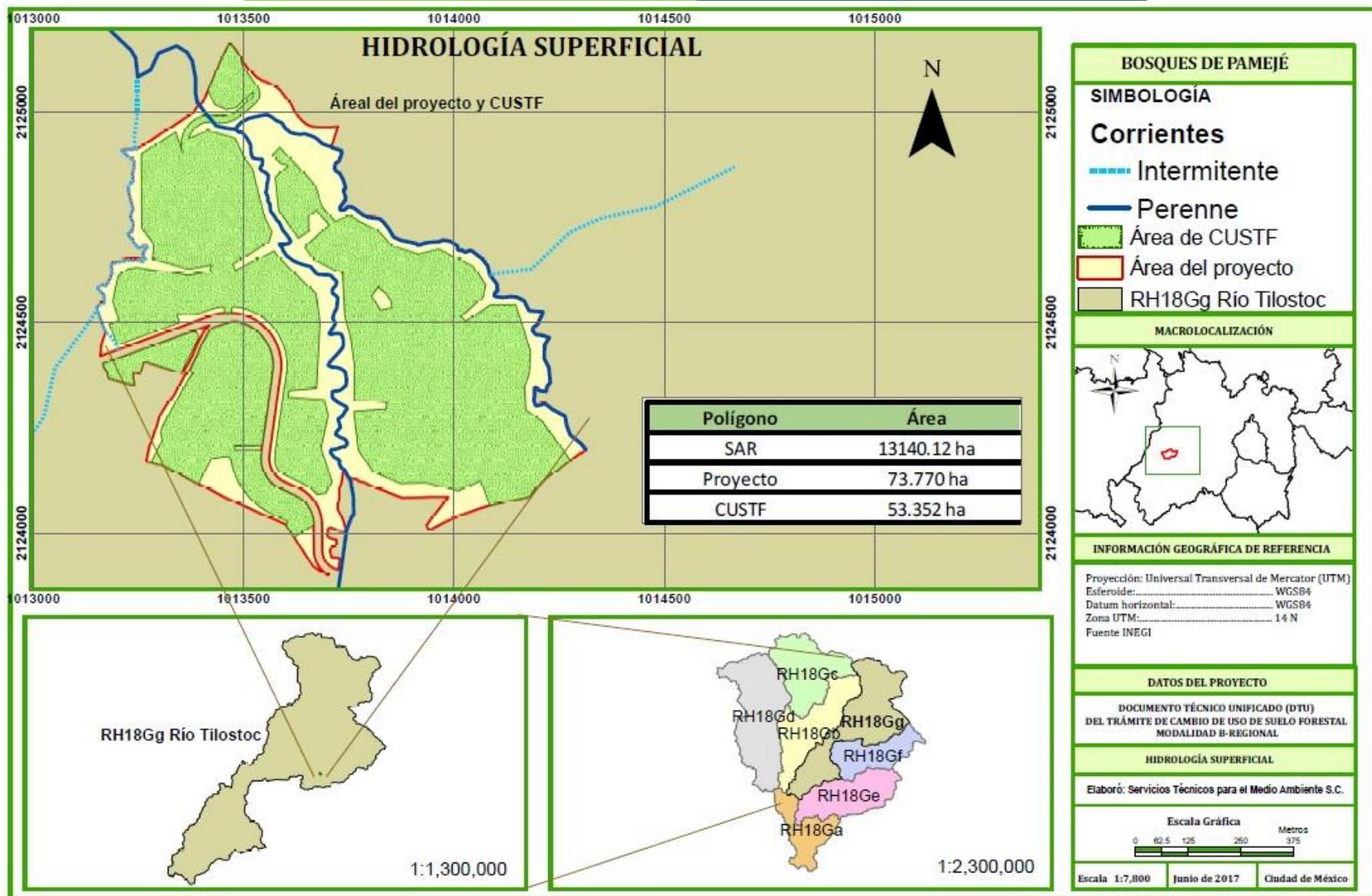


Figura II. 6. Localización del Proyecto Bosques de Pamejé en la Región Hidrológica RH18Gg.

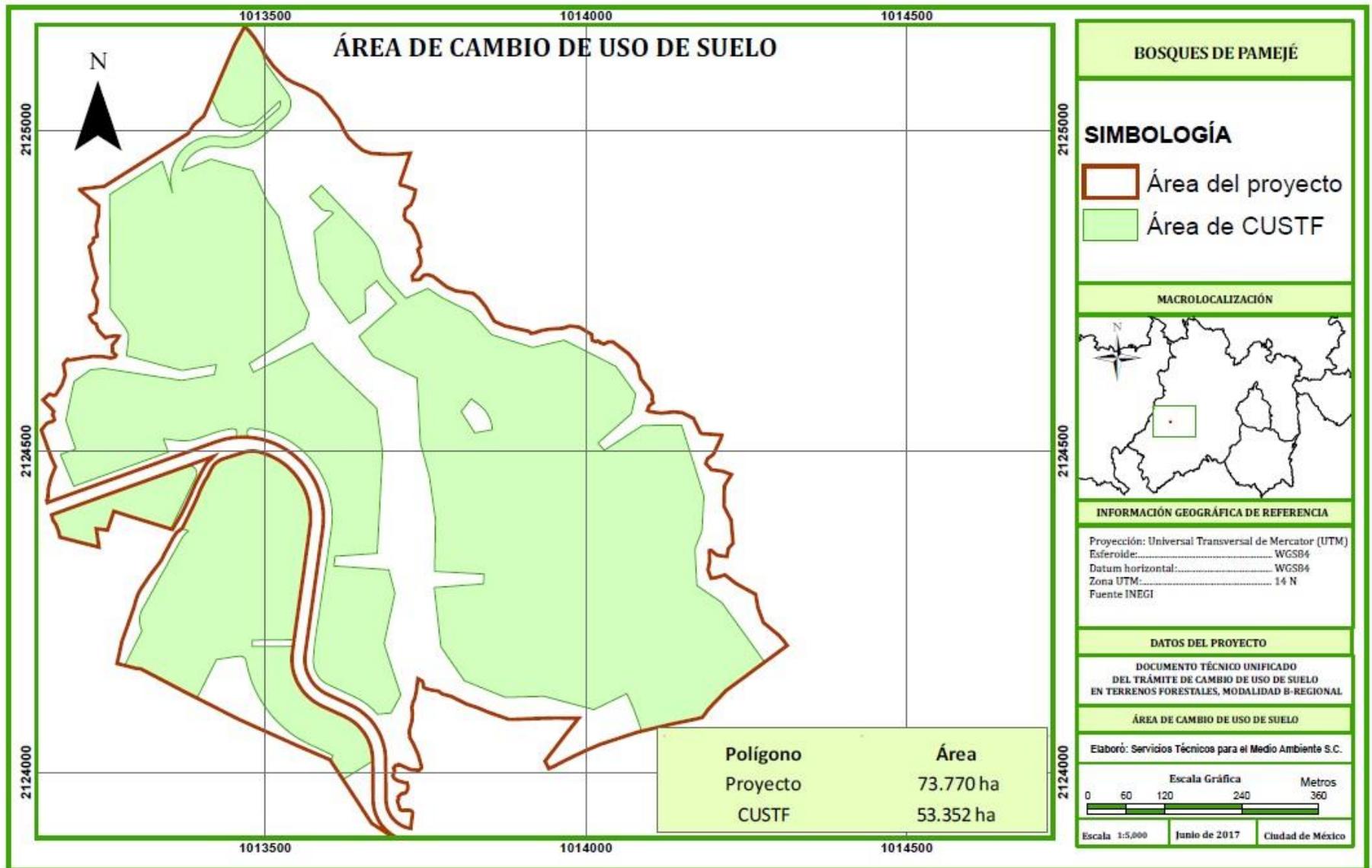


Figura II. 7. Área de Cambio de uso de Suelo.

## DESCRIPCIÓN DE OBRAS Y ACTIVIDADES PROVISIONALES DEL PROYECTO

Las obras y actividades provisionales requeridas del proyecto se señalan en la Tabla II.7; y en los siguientes párrafos se indican sus características principales. Cabe aclarar que estas obras y actividades se ubicarán en zonas abiertas del sitio; de tal manera que no existirán afectaciones adicionales a la vegetación, dado que el proyecto se realiza en etapas donde se manejará menos superficie con cubierta vegetal.

**Tabla II. 7. Obras provisionales en "Bosques de Pamejé"**

Obras Provisionales	Superficie (m <sup>2</sup> )
Comedor	150
Baños	100
Almacén	3,000
Patio de maquinaria	4,000
Residencia de Obra	500
<b>Total</b>	<b>7,750</b>

### **Almacenes, bodegas y talleres.**

Las instalaciones de la residencia consistirán en estructuras rodantes prefabricadas y el resto de las instalaciones se construirá con materiales desmontables que serán retirados una vez concluya la urbanización. Las construcciones temporales consistirán en un patio de maquinaria, almacenes, área de comedor y zona de ubicación de letrinas. Se estima destinar una superficie de aproximadamente 7,750 m<sup>2</sup> que se ubicará en la zona de acceso principal del predio. Estas instalaciones serán desmanteladas una vez que concluya la urbanización.

### **Medidas preventivas para el control de derrames.**

En el predio sólo podrán realizarse operaciones de reparaciones menores y/o de auxilio en caso de emergencia. En estos casos se destinará un sitio permanente en el patio de maquinaria que contará con depósitos con tapa donde se verterán los materiales utilizados para limpiar grasas y aceites.

### **Manejo y disposición de residuos sólidos.**

Dentro del área destinada a bodegas, almacenes y talleres se tendrá un sitio con un contenedor general para el acopio de residuos sólidos, mismos que serán trasladados regularmente al sitio de disposición final Cuadrilla de Dolores. La información detallada sobre la generación y disposición de residuos se encuentra en el apartado **II.2.9**

## **Residuos.**

Manejo y disposición de residuos líquidos. Los únicos residuos líquidos que se manejarán son los procedentes de los servicios sanitarios, para lo cual se contratarán los servicios de una empresa especializada que preste servicio de letrinas portátiles. Esta empresa se encargará de mantener limpias las letrinas portátiles, a razón de 1: 20 trabajadores. La información detallada sobre la generación y manejo de las aguas residuales se encuentra en el apartado **II.2.9 Residuos**.

## **Bancos de material.**

Los bancos de material a utilizar serán los autorizados por el municipio. Existe un banco en operación en las cercanías de Cuadrilla de Dolores, municipio de Valle de Bravo; Estado de México.

## **ETAPA DE CONSTRUCCIÓN**

Las actividades de esta etapa del proyecto serán:

### **Terracerías, pavimentos, guarniciones y banquetas**

El plano BPJ-PM-VL-NM-02 de vialidades forma parte del Anexo 20. En él se aprecian los trazos y algunas características del circuito vial del desarrollo.

### **Nivelaciones.**

Se utilizarán camiones de volteo de 7 m<sup>3</sup> o 14 m<sup>3</sup> para el transporte de materiales pétreos; y maquinaria para su colocación y nivelación.

### **Conformación de sub-rasante**

Los trabajos de topografía (trazo y nivelación) se realizarán para determinar el nivel de sub-rasante. Realizado lo anterior, se emplearán moto-conformadoras, camiones de volteo, tractor D-7, cargador frontal, aplanadora, pipas de agua y vibro-compactadores a fin de cumplir con las especificaciones establecidas por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).

### **Conformación de sub-base y base**

A partir de las especificaciones de la SCT, se realizará la conformación de la sub-base utilizando material pétreo que será obtenido de proveedores de la región que cumplan con la normatividad vigente. Para lo anterior, se emplearán moto-conformadoras, camiones de volteo, tractor D-7, cargador frontal, aplanadora, pipas de agua y vibro-compactadores para su consolidación.

### **Construcción de berma**

Una vez conformado el terreno en las ubicaciones determinadas por el mismo proyecto, se utilizará una zanjadora para delimitar la sección donde se alojarán los ductos de energía eléctrica, telefonía y las redes de agua potable y alcantarillado sanitario. Posteriormente se procederá a extraer el material con la ayuda de una retroexcavadora, el cual será vertido en camiones de volteo. Este material será depositado a lo largo de la vialidad para compensar materiales.

Con base en las normas constructivas de la CFE, TELMEX y CNA, se realizará posteriormente el tendido de tuberías y redes hidrosanitarias, así como la ductería eléctrica y telefónica. El material será transportado a los sitios de trabajo en camiones con plataformas adaptadas para tales fines. El tendido del material será manual y con la ayuda de tiende tubos.

### **Colocación de concreto.**

Una vez realizadas las obras anteriores, se procederá al vaciado del concreto hidráulico con la ayuda de camiones (ollas) con una capacidad de 7 m<sup>3</sup>. Una vez vaciado el material, se conformará la superficie de rodamiento, se estampará la superficie y finalmente aplicará el sellador del pavimento estampado, el cual resaltará el color y al mismo tiempo lo protegerá de las inclemencias del tiempo y tránsito vehicular y peatonal.

Armado y colado de banquetas de concreto. Para la conformación de las guarniciones y banquetas se utilizará material de proveedores autorizados (grava y arena). Concluida esta etapa se procederá al cimbrado para posteriormente vaciar el concreto que será transportado en camiones revoladores. Las banquetas recibirán un tratamiento de estampado y sellado para su protección.

Retiro de sobrantes y escombros. Conforme se vayan produciendo, los materiales de desperdicio serán transportados con la ayuda de vehículos de carga de diversas capacidades a los sitios que determine la autoridad competente. Esto quedará claramente definido en el Plan de Manejo de Residuos que en su oportunidad se formulará.

### **Red de Agua Potable**

Construcción de registros y colocación de válvulas. -Se ejecutará con base en las especificaciones y procedimientos constructivos establecidos por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), donde se preverá que las válvulas de alivio operen adecuadamente.

Tomas domiciliarias. Estarán conectadas a la red principal de acuerdo al proyecto ejecutivo elaborado.

El plano UT-2.01-PM y la memoria descriptiva de instalaciones incluidos en el Anexo 20, contienen el diseño de la red de agua potable.

### **Red de Drenaje**

Construcción de pozos de visita. Se llevará a cabo con base en las especificaciones y procedimientos constructivos establecidos por la CNA que están considerados en el proyecto ejecutivo.

Conexiones a pie de lote. Los materiales empleados para el desalojo de las aguas residuales serán albañales de diferente diámetro; los cuales estarán conectados a las atarjeas principales y finalmente a la red de las plantas de tratamiento, de acuerdo con el proyecto ejecutivo que se elaborará.

Construcción de cárcamos de bombeo. Se realizará con base en las especificaciones del proyecto ejecutivo y procedimientos constructivos establecidos por la CONAGUA.

El plano UT-3.01-PM y la memoria descriptiva de instalaciones, incluidos en el Anexo 2 contienen el diseño de la red de drenaje sanitario.

### **Red Pluvial**

Construcción de pozos de visita. – Se ejecutará con base en las especificaciones y procedimientos constructivos establecidos por la CNA que están considerados en el proyecto ejecutivo.

El plano UT-4.01-PM y la memoria descriptiva de instalaciones, incluidos en el Anexo 2 contienen el diseño de la red de drenaje pluvial.

### **Electrificación**

La obra civil de la línea troncal, registros de media tensión y la colocación de transformadores será realizada por las autoridades pertinentes de la CFE en caso de requerirse. Lo anterior asegurará la calidad y mantenimiento del servicio; así como el cumplimiento de las normas técnicas y ecológicas aplicables.

El plano UT-1.01-PM y la memoria descriptiva eléctrica, incluidos en el Anexo 20, contienen el diseño de la red eléctrica de media tensión.

### **Alumbrado Público**

El procedimiento de suministro y colocación de tubería de poliductos, luminarias o arbotantes y colocación de cables del alumbrado público involucra las siguientes actividades:

Colocación de luminarias o arbotantes. Se procederá a la colocación de postes y el tendido de cables para conectarlas entre sí.

Conexión de la línea y pruebas de verificación. Una vez concluidas las instalaciones se procederá a la energización, conexión y pruebas de funcionamiento por la CFE.

Retiro de sobrantes y escombros. Conforme se vayan produciendo, los materiales de desperdicio serán transportados con la ayuda de vehículos de carga de diversas capacidades a los sitios que determine la autoridad competente.

### **Canalización Telefónica**

La colocación de ductos de voz y datos, construcción de registros telefónicos y colocación de cable de fibra óptica será realizado de manera simultánea al del tendido de redes con el propósito de evitar excavaciones y repavimentaciones adicionales.

La construcción de residencias, hotel, casa club, y villas se encontrará a cargo de los adquirientes de los lotes. La construcción de estas obras se encuentra normada por el Plan Parcial de Incorporación Territorial "Bosques de Pamejé" publicado en la Gaceta de Gobierno del Estado de México, número 104 de fecha 26 de noviembre de 2015, cuya normativa para este desarrollo, entre otras normas, establece<sup>1</sup>:

- El lote mínimo será de 1,000m<sup>2</sup>.
- En lotes con superficie entre 1000m<sup>2</sup> y 3,000m<sup>2</sup> el frente será de 25 metros. Deberá dejarse por lo menos 60% de la superficie del terreno sin construir. Se permite un máximo de dos niveles y 7.5 m de altura máxima.
- En lotes con superficie mayor a 3,000m<sup>2</sup> el frente será de 40 m. Deberá dejarse por lo menos 50% de la superficie del terreno sin construir. Se permite un máximo de dos niveles y 7.5 m de altura máxima.

De forma complementaria, el diseño del proyecto considera el establecimiento de restricciones para los lotes, que tendrán las siguientes dimensiones: Al fondo 20 de espesor, al frente 3 m de espesor, y 5 m a cada lado Ver Plano BPJ-PM-RS-06D incluido en el Anexo 20.

### **Planta de tratamiento de aguas residuales.**

Se ha considerado la construcción de una planta de tratamiento sobre una superficie de 300 m<sup>2</sup>. La descripción del sistema de tratamiento y las características de esta planta se presentan en la memoria

---

descriptiva incluida en el Anexo 20. La localización de la planta se muestra en el plano UT-3.01 incluido en el mismo Anexo. Las aguas tratadas de esta planta cumplirán con la NOM-003-SEMARNAT-1997, de modo tal que serán utilizadas para riego de áreas verdes en el predio y con ello se evitarán descargas.

## **II.2.5. Estimación del volumen por especie de las materias primas forestales derivadas del cambio de uso del suelo.**

### **II.2.5.1. Metodología empleada para el cálculo de volumen.**

En el presente apartado se estima el número de individuos de los cuales se podrán obtener materias primas como resultado de la remoción de la vegetación forestal que se llevará a cabo por el CUSTF. La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, en su artículo 7, fracción XIX, define como materias primas forestales los productos del aprovechamiento de los recursos forestales que no han sufrido procesos de transformación hasta el segundo grado.

Es importante mencionar que el número de individuos y volumen que se estiman en el presente capítulo corresponden exclusivamente a lo que será aprovechado y/o trasladado hacia algún centro de transformación.

### **II.2.5.2. Inventario de la vegetación.**

Los inventarios forestales suelen considerarse como sinónimos de estimaciones de la cantidad y calidad de la madera de un bosque, aunque también es conveniente pensar en otros factores, ya que cualquier estimación de las cantidades de madera de un bosque tiene poco significado si no se considera en relación con la zona donde los árboles se encuentran. Un bosque no es simplemente una acumulación de madera, sino una asociación de organismos vivos que puede y debe tratarse como una riqueza renovable (Carrillo, 2008).

El inventario forestal consta de un estudio del sector forestal y la ejecución de muestreos en campo para la medición de variables cuantitativas y cualitativas para conocer información dasométrica de los sitios de muestreo establecidos en las zonas con distintos tipos de vegetación (Romahn y Ramírez, 2010).

El muestreo es la herramienta que consiste en utilizar sitios denominados unidades de muestreo, éstas deben ser representativas de la población objeto de estudio sobre la cual se realiza la toma de datos necesaria para dar respuesta a los objetivos planeados. El número y la distribución de estas unidades está en función de la precisión requerida, el tiempo disponible y la heterogeneidad u homogeneidad de las comunidades a estudiarse (Carrillo, 2008).

### II.2.5.3. Delimitación del área muestreada.

Con el propósito de recabar la información requerida para realizar el cálculo de las existencias maderables en la zona de estudio, las unidades de muestreo se ubicaron únicamente donde se encontraron áreas con uso de suelo forestal, igualmente se localizaron dentro del área solicitada.

El límite de medición fue propiamente la poligonal área del proyecto, como ya se mencionó, únicamente para aquellas áreas que contarán con vegetación forestal (Figura II.6).

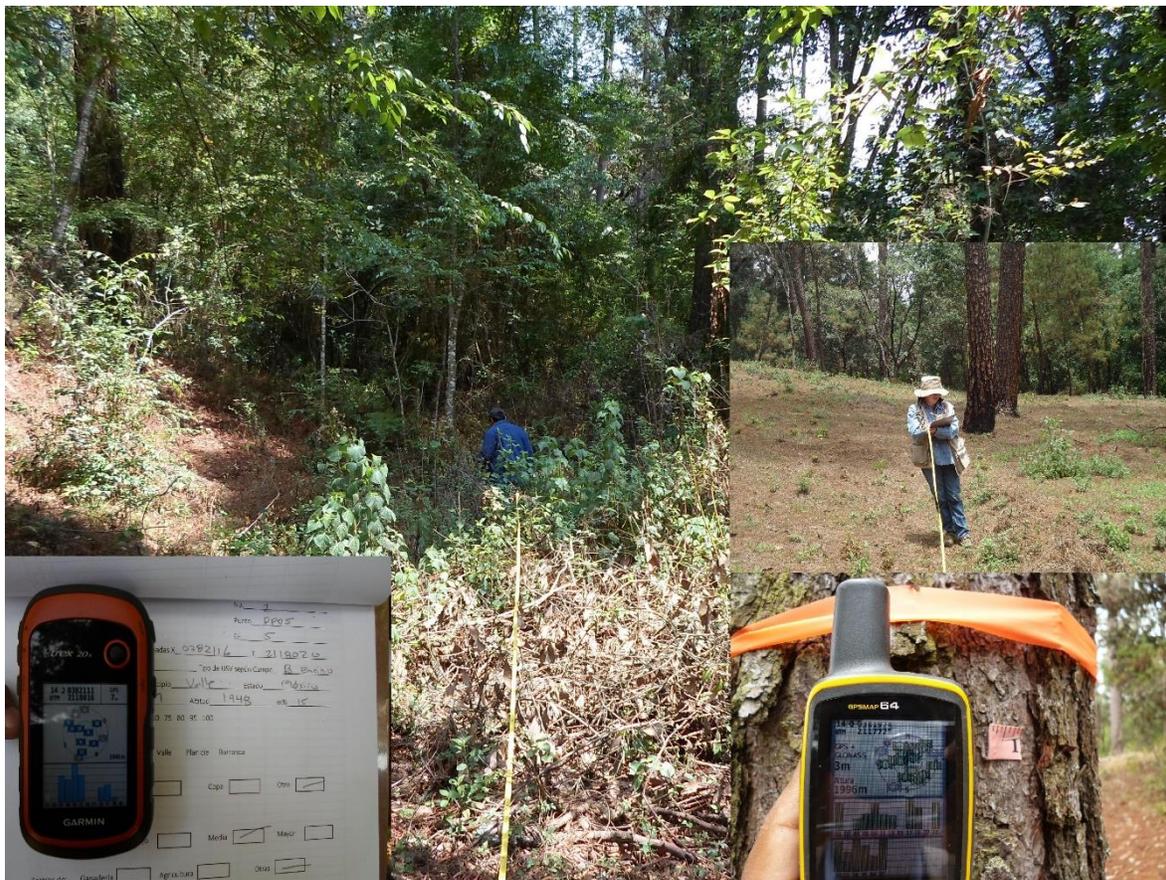


Figura II. 8. Ubicación de sitios de muestreo y toma de datos.

Como ya se indicó, la superficie total solicitada para cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF) corresponde a 53.352 hectáreas los cuales corresponde a vegetación de Bosque de Pino.

### II.2.5.4. Diseño de muestreo.

El tipo de muestreo utilizado fue un muestreo sistemático, es decir, se eligió un sitio al azar y a partir de él, a intervalos constantes, se eligieron los demás hasta completar la muestra (Casal y Mateu, 2003). De acuerdo con lo anterior, dentro del área de cambio de uso de suelo se ubicaron 24 sitios

de muestreo, con una separación entre sí de aproximadamente 130 metros. Se determinó que el tipo de vegetación corresponde a un Bosque de Pino.

#### **II.2.5.5. Intensidad de muestreo.**

Normalmente, en inventarios forestales se han utilizado intensidades de muestreo del orden de 1%, 0.5% y 0.1%, dependiendo de varios factores: superficie por inventariar, factores económicos, precisión requerida, etcétera. La intensidad varía según la precisión con que se deseen medir las características del bosque (Romahn y Ramírez, 2010).

Con la finalidad de tener mayor precisión en la información a obtener, en gabinete se establecieron un total de 36 sitios de muestreo, 30 de área forestal y 6 puntos de verificación en áreas no forestales (Según la carta de Uso de Suelo y vegetación de INEGI, Serie V). Sin embargo, en campo se constató que efectivamente los puntos de verificación correspondían a áreas no forestales, y dos de los puntos de área forestal resultaron zona urbana (no forestal).

Es preciso mencionar que algunos sitios de muestreo quedaron fuera por los cambios que hubo sobre la poligonal definitiva del proyecto; es por ello que el total de sitios de muestreo levantados para el presente proyecto fue de 24 sitios, cada uno de una superficie de 0.10 ha, considerando así un tamaño de la muestra de 2.40 hectáreas, lo que representa una intensidad de muestreo promedio de 4.49 %, respecto al área de cambio de uso de suelo (53.352 hectáreas).

#### **II.2.6. Diseño y forma de los sitios de muestreo.**

Los sitios de muestreo pueden tener la forma que más convenga a las posibilidades y tiempo disponibles, de tal manera que podemos tener sitios cuadrados, rectangulares, circulares, triangulares, romboidales, irregulares, etcétera, aunque las tres formas geométricas que más se han utilizado en inventarios forestales son: cuadradas, circulares y rectangulares, pues resultaría muy laboriosa la delimitación en el terreno de cualquier otra forma diferente a las antes citadas; y representaría la utilización de más tiempo y por ende, generaría un mayor costo (Romahn y Ramírez, 2010).

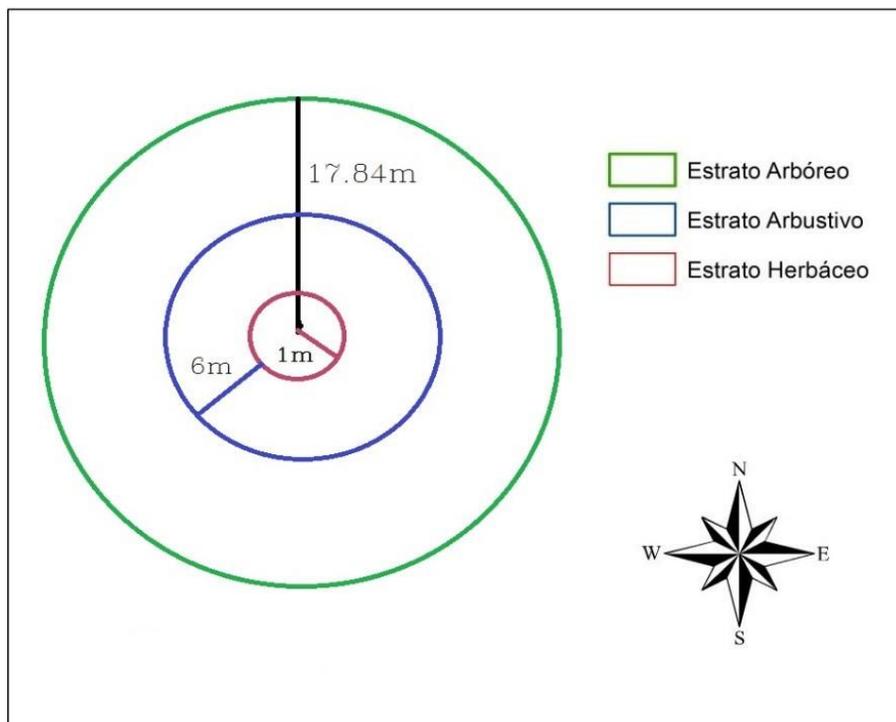
Para identificar el tamaño óptimo de la parcela se consideró la variación en el número de especies encontradas en parcelas, las cuales se fijaron en sitios circulares, duplicando su tamaño subsecuentemente hasta eliminar la variación en la presencia de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas en el área de influencia del proyecto (Franco, 1985). Se determinó que el tamaño óptimo de la parcela de muestreo era de 17.84 m de radio, con una superficie de 1,000 m<sup>2</sup> (0.10 ha), (Figura II.9)

La superficie total muestreada fue de 2.400 ha, considerado que se muestrearon un total de 24 sitios, equivalen a una intensidad de muestreo del 4.49 %.

Los sitios de muestreo se distribuyeron de manera aleatoria en toda el área sujeta a cambio de uso de suelo y las coordenadas del punto central se especifican en la Tabla II.8.

**Tabla II. 8. Coordenadas del punto central de los sitios de muestreo levantados en el área sujeta a cambio de uso de suelo.**

Sitio	Coordenadas UTM WGS84 Zona 14 Q		Sitio	Coordenadas UTM WGS84 Zona 14 Q	
	X	Y		X	Y
AP1	381969	2118171	AP13	382088	2117568
AP2	381977	2118034	AP14	382441	2117567
AP3	381976	2117874	AP15	382570	2117571
AP4	382111	2117893	AP16	381992	2117433
AP5	381902	2117851	AP17	382149	2117445
AP6	382407	2117847	AP18	382423	2117436
AP7	381824	2117720	AP19	382570	2117425
AP8	381978	2117725	AP20	382114	2117266
AP9	382128	2117721	AP21	382213	2117315
AP10	382425	2117718	AP22	382481	2117348
AP11	382561	2117720	AP23	382569	2117283
AP12	381983	2117570	AP24	382718	2117289



**Figura II. 9. Dimensiones de los sitios de muestreo.**

## II.7. Obtención de datos en campo.

Al llegar al sitio de muestreo como parte de la información se registraron en el formato elaborado *ex profeso* para recolectar datos en campo las coordenadas proporcionadas por el GPS, error del GPS, Tipo de vegetación según campo, Numero de sitio de muestreo, Municipio y Estado, altitud, fecha de muestreo, fisiografía, pendiente, rastros de algún incendio perceptible, Impacto ambiental presente, etc.

Para delimitar los sitios de muestreo de 17.84 m de radio, se utilizó un longímetro de 30m de largo. El marcado de los límites de la parcela se efectuó con el marcaje del centro y los cuatro puntos cardinales (N, S, E, W) con cinta flaging de colores. Posteriormente se tomaron fotografías panorámicas del sitio de los 4 puntos cardinales desde el centro del sitio. Una vez realizado el marcaje de los límites de la parcela de muestreo, se llevó a cabo el marcaje y conteo de la vegetación (árboles) con dirección a las manecillas del reloj, empezando por estrato arbóreo y terminando con el estrato herbáceo.

En la obtención de datos se realizó una estratificación de la vegetación, para ello, se consideró a un individuo como parte del estrato arbóreo solo si su diámetro normal era igual o mayor a 8 cm, mientras que, para considerar a un individuo dentro del estrato arbustivo, este debe de tener un diámetro normal menor a los 8 cm. Se obtuvieron parámetros dasométricos como el diámetro normal (DN), diámetro de copa uno (N-S), diámetro de copa 2 (E-W) y altura; esto con el fin de conocer los volúmenes de materias primas forestales a remover y otros indicadores (Figura II.8).

Para el caso del estrato herbáceo se delimitó una superficie circular de un metro de radio, que representa en el centro del sitio de muestreo para especies arbóreas y herbáceas (Figura II.9), y de cada una de las especies se obtuvo altura y diámetro promedio, contabilizando el número de ejemplares presentes por especie.

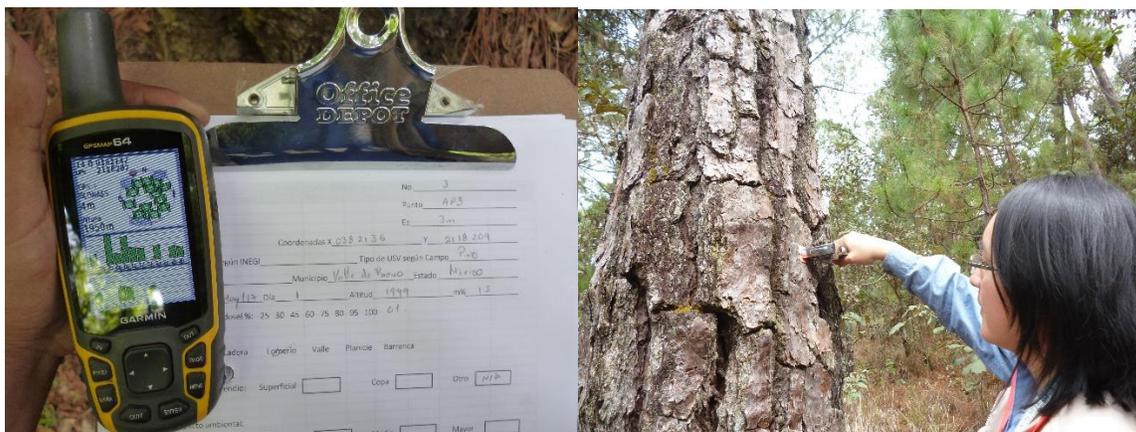


Figura II. 10. Obtención de datos en campo (registro de la información).

El tipo de vegetación del área de estudio se determinó mediante un listado y un catálogo fotográfico con las especies registradas. Dicho catálogo indicó el nombre científico de las especies, nombre común, familia, distribución, hábitat, usos, forma de crecimiento, tipo de vegetación y si alguna especie se encontraba catalogada bajo una categoría especial dentro de la NOM-059- SEMARNAT-2010. En cuanto al levantamiento de información, esto se realizó utilizando GPS, brújula, clinómetro, longímetro, cinta flaging de color, prensa botánica, flexómetro, cámara fotográfica y papelería (formatos, lápiz, etc.).

## II.8. Procesamiento de datos y cálculo de volumen total a remover.

Con objeto de obtener datos de la densidad de individuos por hectárea, coberturas de copa, volúmenes y demás factores, se realizó el procesamiento de las variables dasométricas en hojas de cálculo Excel (Anexo 14), aplicando las fórmulas correspondientes para la obtención de dicha información.

### II.8.1. Densidad de individuos por hectárea y cobertura de copa.

Dentro del área del proyecto se identificó un tipo de vegetación que estará sujeto a CUSTF. En la Tabla II.11 se presenta el número de individuos y la cobertura de copas registrado en el área de CUSTF.

Tabla II. 9. Densidad de individuos y Promedio de cobertura de copa presente en el área de CUSTF.

Tipo de vegetación	Estrato	Densidad (Ind/ha)	Promedio de cobertura de copa (m <sup>2</sup> )
Bosque de Pino	Arbóreo	279	5.69
	Arbustivo	123	0.79
	Herbáceo	38,462	0.32

La cobertura de copa promedio del estrato arbóreo en el tipo de vegetación encontrado (en m<sup>2</sup>) en el área del proyecto es de 5.69 m<sup>2</sup>. De acuerdo con lo anterior el estrato que presenta coberturas de copa mayores es el arbóreo, debido principalmente a que en este tipo de estrato se presentan individuos de tallas mayores.

### II.8.2. Estimación de volumen

Como ya se indicó, la estimación de volúmenes y otros parámetros dasométricos se realizó en una hoja de cálculo de Microsoft Excel (Anexo 14).

La metodología utilizada para obtener el volumen a remover en la superficie solicitada para el cambio de uso de suelo se describe a continuación:

- ✓ Se realizó la captura de datos obtenidos durante el estudio, sobre una hoja de cálculo diferenciando nombre común, nombre científico, familia, número de individuos, altura en metros y diámetro normal (a la altura de 1.30m) en metros, separándolos por estratos.
- ✓ En cada estrato se obtuvo un subtotal del número de individuos y de volumen de madera.
- ✓ El cálculo de volúmenes unitarios se obtuvo mediante las ecuaciones desarrolladas por el Segundo Estudio Dasonómico del Estado de México (SEDEMEX), para cada grupo de especies y para todas las regiones del Estado de México. Dichas ecuaciones son las siguientes (Tabla II.10):

**Tabla II. 10. Valores de los estimadores del modelo de Schumacher y Hall obtenidos en el SEDEMEX.**

Tipos de especie	Valores de los estimadores	
Especies aciculadas (Pino)	$VTA = e^{C1} * D^{C2} * H^{C3}$	En donde: <b>C1 = -9.7753</b> <b>C2 = 2.04668</b> <b>C3 = 0.81083</b> D = Diámetro con corteza (cm) H = Altura total (m) VTA = Volumen total árbol con corteza (m <sup>3</sup> V.T.A.)
Encinos	$VTA = e^{C1} * D^{C2} * H^{C3}$	En donde: <b>C1 = -9.3433</b> <b>C2 = 2.49335</b> <b>C3 = 0.15563</b> D = Diámetro con corteza (cm) H = Altura total (m) VTA = Volumen total árbol con corteza (m <sup>3</sup> V.T.A.)
Hojosas (otras latifoliadas)	$VTA = e^{C1} * D^{C2} * H^{C3}$	En donde: <b>C1 = -9.3156</b> <b>C2 = 2.38434</b> <b>C3 = 0.16699</b> D = Diámetro con corteza (cm) H = Altura total (m) VTA = Volumen total árbol con corteza (m <sup>3</sup> V.T.A.)

De acuerdo con los cálculos realizados, el volumen de materias primas maderables a remover para el estrato arbóreo de la Vegetación de Bosque de Encino sujeta a CUSTF es de 6,023.01 m<sup>3</sup> R.T.A. en una superficie de 53.352 ha, mientras que el estrato arbustivo presenta un volumen de remoción de 4.28 m<sup>3</sup> R.T.A (Tabla II.13). En el Anexo 14 se presenta los cálculos de volúmenes de las especies maderables y no maderables).

Para el caso de especies no maderables que corresponden al estrato herbáceo, se obtuvo el volumen de este mediante la medición de altura y diámetro, obteniendo el volumen mediante la fórmula:

$$V = AB * h$$

V: Volumen

AB: área basal

H: Altura

Para el caso del estrato herbáceo el volumen a remover en el área de CUSTF es de 2.602 m<sup>3</sup>. En el Anexo 14 se puede ver el cálculo del volumen a remover para las especies maderables y no maderables.

**Tabla II. 11. Relación de volumen total y superficie por tipo de vegetación.**

Relación de volumen total a remover			
Tipo de vegetación	Superficie (ha)	Estrato	Volumen total (m <sup>3</sup> R.T.A)/ (m <sup>3</sup> )
Bosque de Encino	53.352	Arbóreo	6,023.01
		Arbustivo	4.28
		Herbácea	2.602

En las siguientes tablas (Tabla II.12 y II.13) se presentan la relación de volumen de maderables y no maderables a remover por tipo de estrato y las especies que lo conforman.

Tabla II. 12. Volumen total por especies maderables en Vegetación de Bosque de Encino.

Área muestreada (ha)		2.400		Área de CUSTF (ha)			53.352	
No.	Especie	Altura (m)	Diámetro	AB	Densidad (ind/ ha)	Volumen total muestreado (m3)	Total de individuos a remover	Vol. Total en CUSTF (m3 R.T.A.)
<b>Estrato arbóreo</b>								
1	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	6.25	13.9	0.015	12	0.79	645	41.89
2	<i>Alnus jorulensis</i> Humboldt, Bonpland & Kunth	4.95	17.5	0.024	1	0.09	44	4.81
3	<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	8.44	35.8	0.101	3	1.63	133	86.79
4	<i>Buddleja cordata</i> Kunth	5.85	11.4	0.010	3	0.10	133	5.34
5	<i>Clethra mexicana</i> DC	8.51	17.1	0.023	5	0.61	289	32.39
6	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.	5.92	14.6	0.017	2	0.15	111	8.02
7	<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.	3.50	10.0	0.008	0	0.01	22	0.60
8	<i>Meliosma dentata</i> (Liebm.) Urb.	5.36	11.3	0.010	13	0.50	689	26.48
9	<i>Passiflora incarnata</i> L.	4.00	8.0	0.005	0	0.01	22	0.36
10	<i>Pinus douglasiana</i> Martínez	13.74	28.7	0.065	35	16.02	1867	854.53
11	<i>Pinus greggi</i> Engelm. ex Parl.	8.91	24.0	0.045	15	3.36	800	179.35
12	<i>Pinus leiophylla</i> Schl. & Cham.	11.56	28.6	0.064	5	1.82	245	97.05
13	<i>Pinus montezumae</i> Lamb.	17.55	36.4	0.104	50	45.51	2668	2,428.04
14	<i>Pinus patula</i> Schiede ex Schltdl. & Cham.	9.88	14.7	0.017	11	0.97	578	51.71
15	<i>Pinus pseudostrobus</i> Lindl.	17.06	36.4	0.104	4	3.33	200	177.66
16	<i>Pinus teocote</i> chield. ex Schltdl. & Cham.	16.97	35.6	0.100	14	11.64	734	620.96
17	<i>Quercus castanea</i> Née	8.29	21.0	0.035	86	20.61	4579	1,099.77
18	<i>Quercus glaucoides</i> M.Martens & Galeotti	8.12	20.0	0.031	10	2.03	511	108.37
19	<i>Quercus insignis</i> M.Martens & Galeotti	9.92	26.5	0.055	3	1.48	178	78.98
20	<i>Quercus laurina</i> Bonpl	9.55	22.5	0.040	7	2.07	378	110.33
21	<i>Quercus rugosa</i> Née	6.00	20.5	0.033	1	0.18	44	9.59
<b>Volumen total del estrato arbóreo (m3 R.T.A.)</b>								<b>6,023.01</b>

Documento Técnico Unificado del trámite de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad B-Regional  
"Bosques de Pamejé"

Área muestreada (ha)		2.400		Área de CUSTF (ha)			53.352	
No.	Especie	Altura (m)	Diámetro	AB	Densidad (ind/ ha)	Volumen total muestreado (m3)	Total de individuos a remover	Vol. Total en CUSTF (m3 R.T.A.)
<b>Estrato Arbustivo (Se consideran especies en regeneración)</b>								
1	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	1.70	4.3	0.00143	3	0.00938	160	0.50
2	<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	2.54	2.6	0.00052	6	0.00600	320	0.32
3	<i>Baccharis conferta</i> Kunth	1.13	2.5	0.00050	3	0.00253	160	0.13
4	<i>Baccharis salicifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	1.43	1.8	0.00025	4	0.00149	213	0.08
5	<i>Begonia gracilis</i> Kunth	1.43	1.7	0.00023	10	0.00350	534	0.19
6	<i>Cestrum roseum</i> (Vahl) R.Br.	2.33	1.8	0.00025	4	0.00163	213	0.09
7	<i>Clethra hartwegii</i> Britton	0.70	0.3	0.00001	1	0.00000	53	0.00
8	<i>Clethra mexicana</i> DC	1.20	2.8	0.00059	2	0.00207	107	0.11
9	<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.	2.13	2.9	0.00067	4	0.00528	213	0.28
10	<i>Lepechinia caulescens</i> (Ortega) Epling	1.27	1.3	0.00014	5	0.00093	267	0.05
11	<i>Pinus douglasiana</i> Martínez	1.14	1.6	0.00021	5	0.00085	267	0.05
12	<i>Pinus montezumae</i> Lamb.	0.77	1.1	0.00010	4	0.00023	213	0.01
13	<i>Pinus psedostrobis</i> Lindl.	2.93	3.9	0.00119	6	0.01323	320	0.71
14	<i>Pinus teocote chied. ex Schltld. &amp; Cham.</i>	1.74	4.0	0.00123	5	0.00745	267	0.40
15	<i>Prunella vulgari</i> L.	1.63	1.5	0.00018	5	0.00130	267	0.07
16	<i>Quercus castanea</i> Née	1.09	1.9	0.00028	37	0.01597	1974	0.85
17	<i>Quercus glaucoides</i> M.Martens & Galeotti	1.36	1.4	0.00015	11	0.00227	587	0.12
18	<i>Quercus laurina</i> Bonpl	1.33	2.0	0.00030	5	0.00244	267	0.13
19	<i>Solanum myriacanthum</i> Dunal	1.90	2.8	0.00063	3	0.00360	160	0.19
<b>Volumen total del estrato arbustivo (m3 R.T.A.)</b>								<b>4.28</b>
<b>Volumen total en el Área del CUSTF (m3 R.T.A.)</b>								<b>6,027.28</b>

Se agrega hoja de cálculo en formato Excel "ANEXO 14".

Tabla II. 13. Volúmen a remover en el estrato herbáceo.

Área muestreada (ha)	2.400	Área de CUSTF (ha)	53.352
----------------------	-------	--------------------	--------

Documento Técnico Unificado del trámite de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad B-Regional  
"Bosques de Pamejé"

No.	Especie	Altura (m)	Diámetro (cm)	AB (m2)	Densidad (ind/ ha)	Volumen total muestreado (m3)	Total de individuos a remover	Vol. Total en CUSTF (m3)
1	<i>Acer negundo L.</i>	0.10	0.30	0.000007	5040	0.0035625	268888	0.19
2	<i>Adiantum andicola Liebm.</i>	0.80	0.30	0.000007	398	0.0022500	21228	0.12
3	<i>Aristida schiedeana Trin. &amp; Rupr.</i>	3.60	0.19	0.000003	531	0.0055053	28304	0.29
4	<i>Asplenium praemorsum Sw.</i>	0.10	0.10	0.000001	6234	0.0004896	332573	0.03
5	<i>Begonia gracilis Kunth</i>	0.29	0.24	0.000004	133	0.0001695	7076	0.01
6	<i>Bouteloua curtipendula Griff.</i>	0.25	0.18	0.000002	15915	0.0095703	849121	0.51
7	<i>Bouvardia ternifolia (Cav.) Schtdl.</i>	0.16	0.15	0.000002	2387	0.0006750	127368	0.04
8	<i>Caesalpinia decapetala (Roth) Alston</i>	0.24	0.13	0.000001	265	0.0000781	14152	0.00
9	<i>Cleyera integrifolia (Benth.) Choisy</i>	0.89	0.25	0.000005	663	0.0028971	35380	0.15
10	<i>Ipomoea batatas (L.) Lam.</i>	0.25	0.15	0.000002	1459	0.0006445	77836	0.03
11	<i>lathyrus odoratus L.</i>	0.08	0.15	0.000002	265	0.0000375	14152	0.00
12	<i>Lepechinia caulescens (Ortega) Epling</i>	0.36	0.18	0.000002	398	0.0003421	21228	0.02
13	<i>Melissa officinalis L.</i>	0.20	0.15	0.000002	398	0.0001406	21228	0.01
14	<i>Oxalis tetraphylla Cav.</i>	0.38	0.22	0.000004	1326	0.0018419	70760	0.10
15	<i>Penstemon campanulatus (Cav.) Willd.</i>	0.43	0.28	0.000006	2520	0.0064360	134444	0.34
16	<i>Polypodium subpetiolatum Hook.</i>	11.00	0.20	0.000003	398	0.0137500	21228	0.73
17	<i>Smilax moranensis M.Martens &amp; Galeotti</i>	0.40	0.30	0.000007	133	0.0003750	7076	0.02
<b>Número de individuos y volumen total del estrato herbáceo (m3)</b>							<b>2,052,043</b>	<b>2.602</b>

Se agrega hoja de cálculo en formato Excel "ANEXO 14".

Como se aprecia en la Tabla II.14, las especies arbóreas de la Vegetación de Bosque de Pino presenta un mayor volumen (6,023.01 m<sup>3</sup> R.T.A.) comparado con el estrato arbustivo y herbáceo presente, esta condición es resultante de los diámetros y las alturas que poseen los individuos del estrato arbóreo, el respaldo técnico de los resultados obtenidos se presenta en el Anexo 12, del presente DTU-CUSTF.

### II.8.3. Volúmenes totales por polígono que requerirán autorización de CUSTF.

Para conocer la superficie de cambio de uso de suelo se realizó una clasificación de uso de suelo y vegetación dentro del área del proyecto obteniendo así un total de 3 polígonos que presentan vegetación forestal y por lo tanto, susceptibles a CUSTF. Para estimar la vegetación contenida dentro de los polígonos se calculó el número de individuos y el volumen de materias primas forestales a remover.

La superficie total sujeta a CUSTF es de 53.352 ha, en esta superficie se removerán 6,027.28 m<sup>3</sup> de materias primas maderables y 2.68 m<sup>3</sup> no maderables correspondiente a 2,052,044 individuos; estas superficies corresponden a un solo propietario el cual se enlista en la Tabla II.15 y los respectivos cálculos en el Anexo 14.

**Tabla II. 14. Nombre del predio y superficie sujeta a CUSTF.**

Polígonos	Nombre del Predio	Estado	Municipio	Tipo de vegetación	Superficie de CUSTF (ha)	Volumen total Predio maderables (m3 R.T.A.)	Volumen total predio no maderables (m3)
1	Bosques de Pamejé	México	Valle de Bravo	Bosque de pino	44.905	5,072.97	2.25
2	Bosques de Pamejé	México	Valle de Bravo	Bosque de pino	7.739	874.29	0.39
3	Bosques de Pamejé	México	Valle de Bravo	Bosque de pino	0.708	80.02	0.04
<b>Total</b>					<b>53.352</b>	<b>6,027.28</b>	<b>2.68</b>

### II.2.6. Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso del suelo.

En este sentido, se realizará el comparativo en cuanto a los beneficios que actualmente se obtienen de los recursos biológicos del ecosistema, y se determinará el costo equivalente a su eliminación. La estimación de los recursos biológicos del ecosistema se realizó sobre cuatro conceptos:

- Recursos biológicos forestales maderables
- Recursos biológicos forestales no maderables
- Fauna

Por otra parte, es también importante mencionar el costo que tendrá esta incidencia sobre varios elementos o servicios ambientales como lo son:

- Infiltración de agua
- Captura de carbono
- Retención de suelo

A continuación, se presenta la metodología empleada para la estimación de los recursos forestales y servicios ambientales que se pondrán en riesgo.

### **II.2.6.1. Justificación económica.**

#### **II.2.6.1.1. Recursos forestales**

A continuación, se realiza el comparativo en cuanto a los beneficios que actualmente se obtienen de los recursos biológicos del ecosistema, el costo equivalente a la eliminación de éstos y finalmente se estima un monto del recurso que se generará en la zona por la construcción de la obra y operación de la misma para los años subsecuentes.

La estimación de los recursos biológicos del ecosistema se realizó sobre vegetación, suelo, agua, carbono y fauna, mismos que se describen en los siguientes apartados.

#### **Vegetación**

El valor económico que tiene la vegetación que se va a remover durante la ejecución del proyecto "Bosques de Pamejé" se puede estimar en una relación beneficio costo, esto con el fin de valorar la cubierta vegetal que se tiene.

Desde un punto de vista económico, el valor a asignarse a algún producto varía conforme la especie y el uso que éstas reciben, lo que a su vez conduce a una infra inversión en un conjunto más diverso de especies (CONAFOR, 2010).

Aunque existe abundante bibliografía sobre los beneficios económicos de las especies mexicanas, no hay mucha información o estudios que describan precios en el mercado de todas esas plantas, razón por la cual hay que homologar con otros géneros y especies cercanas. La demanda de bienes y servicios tiende regularmente a rebasar las posibilidades de la oferta, motivo por el cual se hace la integración de una evaluación económica, lo que permite asegurar un equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos a través del manejo de vegetación existente en el área del proyecto, es por eso que es de gran importancia una gestión en el estudio de la diversidad de ecosistemas.

Existe una extensa diversidad de plantas de las que no se tiene conocimiento alguno y mucho menos de su valor económico y ecológico, sin embargo, son las personas que hacen un uso directo las que pueden otorgarle un valor.

## Metodología

Para la determinación de precios de la vegetación que se removerá al realizar el proyecto, se recurrió a entrevistas con gente de la región para conocer el uso y precio de las especies. En el caso de las especies para las cuales no se encontró un precio, se asignó un valor dependiendo del bien o servicio que se puede obtener de él, así mismo, también se tomó en cuenta el precio de otras especies con el mismo uso, igualando su valor.

De acuerdo con la vegetación registrada dentro del área del proyecto en la Tabla II.15 se presenta la valoración económica de cada una de las especies registradas en el área de CUSTF.

**Tabla II. 15. Valoración económica de la Vegetación.**

Nombre científico de la especie	Uso actual	Precio unitario (\$ M.N.)			
		Por m <sup>3</sup>	Por planta	Por kg	Por Rollo
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	Maderable, Combustible y Artesanal	\$350.00	-	-	-
<i>Alnus jorulensis</i> Humboldt, Bonpland & Kunth	Ornamental	-	\$10.00	-	\$20.00
<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	Medicinal	-	\$10.00	-	-
<i>Buddleja cordata</i> Kunth	Medicinal	-	\$5.00	-	-
<i>Clethra mexicana</i> DC	Combustible y Artesanal	-	-	-	\$20.00
<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.	Combustible y Artesanal	-	-	-	\$30.00
<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.	Combustible y Artesanal	-	-	-	\$30.00
<i>Meliosma dentata</i> (Liebm.) Urb.	Medicinal	-	\$10.00	-	-
<i>Passiflora incarnata</i> L.	Comestible	-	\$5.00	-	-
<i>Pinus douglasiana</i> Martínez	Maderable	\$875.00	-	-	-
<i>Pinus greggi</i> Engelm. ex Parl.	Maderable	\$875.00	-	-	-
<i>Pinus leiophylla</i> Schl. & Cham.	Maderable	\$875.00	-	-	-
<i>Pinus montezumae</i> Lamb.	Maderable	\$875.00	-	-	-
<i>Pinus patula</i> Schiede ex Schltdl. & Cham.	Maderable	\$875.00	-	-	-
<i>Pinus pseudostrobus</i> Lindl.	Maderable	\$875.00	-	-	-
<i>Pinus teocote</i> chied. ex Schltdl. & Cham.	Maderable	\$875.00	-	-	-
<i>Quercus castanea</i> Née	Combustible y Artesanal	-	-	-	\$20
<i>Quercus glaucooides</i> M.Martens & Galeotti	Combustible	\$350.00	-	-	-
<i>Quercus insignis</i> M.Martens & Galeotti	Combustible	\$350.00	-	-	-
<i>Quercus laurina</i> Bonpl	Combustible	\$350.00	-	-	-

Documento Técnico Unificado del trámite de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad B-Regional  
"Bosques de Pamejé"

Nombre científico de la especie	Uso actual	Precio unitario (\$ M.N.)			
		Por m <sup>3</sup>	Por planta	Por kg	Por Rollo
<i>Quercus rugosa</i> Née	Combustible	\$350.00	-	-	-
<i>Baccharis conferta</i> Kunth	Medicinal	-	\$5.00	-	-
<i>Baccharis salicifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	Medicinal	-	\$5.00	-	-
<i>Begonia gracilis</i> Kunth	Medicinal	-	\$5.00	-	-
<i>Cestrum roseum</i> (Vahl) R.Br.	Ornamental	-	\$9.00	-	-
<i>Clethra hartwegii</i> Britton	Artesanal	-	\$14.00	-	-
<i>Lepechinia caulescens</i> (Ortega) Epling	Medicinal	-	\$10.00	-	-
<i>Prunella vulgari</i> L.	Medicinal	-	\$10.00	-	-
<i>Solanum myriacanthum</i> Dunal	Medicinal	-	\$10.00	-	-
<i>Acer negundo</i> L.	Forrajera	-	\$1.00	-	-
<i>Adiantum andicola</i> Liebm.	Forrajera	-	\$1.00	-	-
<i>Aristida schiedeana</i> Trin. & Rupr.	Forrajera	-	\$1.00	-	-
<i>Asplenium praemorsum</i> Sw.	Forrajera	-	\$1.00	-	-
<i>Begonia gracilis</i> Kunth	Forrajera	-	\$1.00	-	-
<i>Bouteloua curtipendula</i> Griff.	Forrajera	-	\$1.00	-	-
<i>Bouvardia ternifolia</i> (Cav.) Schtdl.	Forrajera	-	\$1.00	-	-
<i>Caesalpinia decapetala</i> (Roth) Alston	Forrajera	-	\$1.00	-	-
<i>Cleyera integrifolia</i> (Benth.) Choisy	Forrajera	-	\$1.00	-	-
<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.	Forrajera	-	\$1.00	-	-
<i>lathyrus odoratus</i> L.	Forrajera	-	\$1.00	-	-
<i>Lepechinia caulescens</i> (Ortega) Epling	Forrajera	-	\$1.00	-	-
<i>Melissa officinalis</i> L.	Forrajera	-	\$1.00	-	-
<i>Oxalis tetraphylla</i> Cav.	Comestible	-	\$1.00	-	-
<i>Penstemon campanulatus</i> (Cav.) Willd.	Forrajera	-	\$1.00	-	-
<i>Polypodium subpetiolatum</i> Hook.	Forrajera	-	\$1.00	-	-
<i>Smilax moranensis</i> M.Martens & Galeotti	Forrajera	-	\$1.00	-	-

En la Tabla II.16 se presentan los ingresos por el aprovechamiento de los volúmenes que resulten del Cambio de Uso de Suelo, dichos resultados se muestran de forma resumida por tipo de vegetación presente en el área del proyecto.

Es necesario aclarar que los resultados están calculados con 5 decimales (Ver anexo 21), a fin de tener datos con mayor precisión.

**Tabla II. 16. Ingresos por el aprovechamiento de los volúmenes de maderable y no maderable resultado del CUSTF para un tipo de vegetación de Bosque de Pino.**

Nombre científico de la especie	Total de individuos a remover	Volumen total a remover CUSFT	Precio unitario MX	Precio total
<b>Estrato arbóreo</b>				
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	645	41.89	350 x m3	\$14,660.65
<i>Alnus jorulensis</i> Humboldt, Bonpland & Kunth	44	4.81	10 x planta	\$480.92
<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	133	86.79	10 x planta	\$1,333.80
<i>Buddleja cordata</i> Kunth	133	5.34	5 x planta	\$666.90
<i>Clethra mexicana</i> DC	289	32.39	20 x rollo	\$6,478.89
<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.	111	8.02	30 x rollo	\$2,405.89
<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.	22	0.60	30 x rollo	\$179.28
<i>Meliosma dentata</i> (Liebm.) Urb.	689	26.48	10 x planta	\$6,891.30
<i>Passiflora incarnata</i> L.	22	0.36	5 x planta	\$111.15
<i>Pinus douglasiana</i> Martínez	1867	854.53	875 x m3	\$747,713.15
<i>Pinus greggi</i> Engelm. ex Parl.	800	179.35	875 x m3	\$156,929.18
<i>Pinus leiophylla</i> Schl. & Cham.	245	97.05	875 x m3	\$84,920.14
<i>Pinus montezumae</i> Lamb.	2668	2,428.04	875 x m3	\$2,124,537.34
<i>Pinus patula</i> Schiede ex Schltdl. & Cham.	578	51.71	875 x m3	\$45,247.27
<i>Pinus pseudostrobus</i> Lindl.	200	177.66	875 x m3	\$155,454.85
<i>Pinus teocote</i> chied. ex Schltdl. & Cham.	734	620.96	875 x m3	\$543,338.69
<i>Quercus castanea</i> Née	4579	1,099.77	20 x rollo	\$219,954.03
<i>Quercus glaucooides</i> M.Martens & Galeotti	511	108.37	350 x m3	\$379,279.55
<i>Quercus insignis</i> M.Martens & Galeotti	178	78.98	350 x m3	\$276,413.46
<i>Quercus laurina</i> Bonpl	378	110.33	350 x m3	\$386,148.46
<i>Quercus rugosa</i> Née	44	9.59	350 x m3	\$33,578.33
<b>Subtotal</b>				<b>\$5,186,723.22</b>
<b>Estrato arbustivo</b>				
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	160	0.50	350 x m3	\$175.17
<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	320	0.32	10 x planta	\$3,841.34
<i>Baccharis conferta</i> Kunth	160	0.13	350 x m3	\$47.23
<i>Baccharis salicifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	213	0.08	4 x planta	\$853.63
<i>Begonia gracilis</i> Kunth	534	0.19	5 x planta	\$8,002.80
<i>Cestrum roseum</i> (Vahl) R.Br.	213	0.09	9 x planta	\$1,920.67
<i>Clethra hartwegii</i> Britton	53	0.00	14 x planta	\$746.93
<i>Clethra mexicana</i> DC	107	0.11	20 x rollo	\$22.09

Documento Técnico Unificado del trámite de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad B-Regional  
"Bosques de Pamejé"

<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.	213	0.28	30 x rollo	\$84.47
<i>Lepechinia caulescens</i> (Ortega) Epling	267	0.05	875 x m3	\$43.40
<i>Pinus douglasiana</i> Martínez	267	0.05	875 x m3	\$39.78
<i>Pinus montezumae</i> Lamb.	213	0.01	875 x m3	\$10.87
<i>Pinus pseudostrabus</i> Lindl.	320	0.71	875 x m3	\$617.48
<i>Pinus teocote chied. ex Schltld. &amp; Cham.</i>	267	0.40	875 x m3	\$347.62
<i>Prunella vulgari</i> L.	267	0.07	10 x planta	\$2,667.60
<i>Quercus castanea</i> Née	1974	0.85	20 x rollo	\$170.46
<i>Quercus glaucooides</i> M.Martens & Galeotti	587	0.12	350 x m3	\$42.41
<i>Quercus laurina</i> Bonpl	267	0.13	350 x m3	\$45.63
<i>Solanum myriacanthum</i> Dunal	160	0.19	10 x planta	\$1,600.56
<b>Subtotal</b>				<b>\$4,917.38</b>
<b>Estrato herbáceo</b>				
<i>Acer negundo</i> L.	268,888	0.19	1 x planta	\$268,888.46
<i>Adiantum andicola</i> Liebm.	21,228	0.12	1 x planta	\$21,228.04
<i>Aristida schiedeana</i> Trin. & Rupr.	28,304	0.29	1 x planta	\$28,304.05
<i>Asplenium praemorsum</i> Sw.	332,573	0.03	1 x planta	\$332,572.57
<i>Begonia gracilis</i> Kunth	7,076	0.01	1 x planta	\$7,076.01
<i>Bouteloua curtipendula</i> Griff.	849,121	0.51	1 x planta	\$849,121.47
<i>Bouvardia ternifolia</i> (Cav.) Schltld.	127,368	0.04	1 x planta	\$127,368.22
<i>Caesalpinia decapetala</i> (Roth) Alston	14,152	0.00	1 x planta	\$14,152.02
<i>Cleyera integrifolia</i> (Benth.) Choisy	35,380	0.15	1 x planta	\$35,380.06
<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.	77,836	0.03	1 x planta	\$77,836.13
<i>lathyrus odoratus</i> L.	14,152	0.00	1 x planta	\$14,152.02
<i>Lepechinia caulescens</i> (Ortega) Epling	21,228	0.02	1 x planta	\$21,228.04
<i>Melissa officinallis</i> L.	21,228	0.01	1 x planta	\$21,228.04
<i>Oxalis tetraphylla</i> Cav.	70,760	0.10	1 x planta	\$70,760.12
<i>Penstemon campanulatus</i> (Cav.) Willd.	134,444	0.34	1 x planta	\$134,444.23
<i>Polypodium subpetiolatum</i> Hook.	21,228	0.73	1 x planta	\$21,228.04
<i>Smilax moranensis</i> M.Martens & Galeotti	7,076	0.02	1 x planta	\$7,076.01
<b>Subtotal</b>				<b>\$2,052,043.54</b>
<b>Costo total por remoción de vegetación en Bosque de Pino</b>				<b>\$7,243,684.14</b>

Con base en la tabla anterior se puede señalar que el estrato vegetativo que presenta mayor pérdida económica es el estrato arbóreo con un valor estimado de \$5,186,723.22. El costo total por la

vegetación a remover en toda la superficie del proyecto (CUSTF) es de **\$7,243,684.14** (siete millones doscientos cuarenta y tres mil seiscientos ochenta y cuatro pesos 14/100 M.N.)

De igual manera, se hizo la estimación para el recurso suelo, agua, captura de carbono y fauna. La metodología utilizada se detalla a continuación.

### **Fauna**

La metodología utilizada para la valoración económica consistió en realizar una investigación sobre el uso que tienen las especies de fauna encontradas en el área del proyecto. Una vez que se detectaron aquellas con un aprovechamiento directo y venta de ya sea piel, individuo para mascota u otro uso se buscó el precio al que se oferta dicho producto.

Para las especies que tenían algún uso tradicional y que por lo tanto no había un precio de mercado, se consideró buscar especies emparentadas con un aprovechamiento con valor económico, esto para poder conferirles un valor monetario.

En el caso de las especies a las cuales no se pudo encontrar algún valor económico o especie cercana a nivel de género se determinó si la especie es parte de algún zoológico del Estado de México de ser así, el precio que se le dio fue el del costo por la entrada al zoológico, para el caso de algunas aves se consideró lo que paga una persona por la observación de aves.

### **Resultados**

En este apartado se incluye a manera de tabla el resultado de la valoración económica de las especies de fauna silvestre del proyecto mencionado en apartados posteriores (Tabla II.17).

Tabla II. 17. Valoración económica de fauna silvestre.

Nombre Científico	Nombre Común	Uso Actual							Valor Económico
		Cinegética	Alimenticio	Venta De Piel	Mascota	Medicinal	Cetrería	Otro	Precio Mx
<b>Aves-ornitofauna</b>									
<i>Turdus migratorius</i>	Mirto Primavera				X				80.00
<i>Tyrannus vociferans</i>	Tirano Gritón				X				120.00
<i>Melanerpes formicivorus</i>	Carpintero Bellotero				X			Observación de aves	160.00
<i>Carpodacus mexicanus</i>	Pinzón Mexicano				X			Observación de aves	95.00
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma Aliblanca				X				50.00
<i>Zenaida macroura</i>	Paloma Huilota				X				50.00
<i>Passer domesticus</i>	Gorrión Común				X				45.00
<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo Ojo Rojo				X				30.00
<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote					X		Observación de aves	150.00
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate				X				30.00
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero Cardenal				X			Observación de aves	100.00
<i>Tyrannus verticalis</i>	Tirano Pálido				X			Observación de aves	60.00
<i>Parkesia noveboracensis</i>	Chipe Charquero				X			Observación de aves	60.00
<i>Passerina ciris</i>	Colorín Sietecolores				X			Observación de aves	150.00
<b>Mamíferos-mastofauna</b>									
<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache		X		X				100.00
<i>Baiomys musculus</i>	Ratón				X			Visita al zoológico	40.00
<i>Sylvilagus cunicularius</i>	Conejo	X	X	X					150.00
<i>Neotoma mexicana</i>	Rata				X			Visita al zoológico	40.00
<i>Sigmodon mascotensis</i>	Ratón				X			Visita al zoológico	40.00
<b>Anfibios y reptiles-herpetofauna</b>									
<i>Ollotis occidentalis</i>	Sapo de los pinos							Visita al zoológico	40.00
<i>Hemidactylus frenatus</i>	Besucona							Visita al zoológico	40.00
<i>Sceloporus variabilis</i>	Roño								30.00

\* En color azul claro se marcan aquellas especies que están dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En el caso de la fauna como se mencionó en el apartado correspondiente esta no se cazará ni se capturará, si no que se aplicará un Programa de Rescate y Reubicación de las especies encontradas dentro del área del proyecto. Con esta consideración se estimó un valor económico para las

especies a remover, en el entendido de que se asumirá como pérdida de fauna todos y cada uno de los individuos avistados durante el muestreo realizado dentro del área del proyecto (CUSTF), luego se multiplicó por el precio estimado por especie con lo que se obtuvo el costo por concepto de Fauna, para las cuales se presenta una tabla de los importes acumulados por grupo faunístico registrado.

En la Tabla II.18 se presenta la valoración económica de la fauna de los tres grupos faunísticos registrados dentro del Área del Proyecto.

**Tabla II. 18. Costo por concepto de Fauna silvestre en el área de CUSTF.**

Nombre científico	Nombre común	Superficie del área muestreada	No. De individuos muestreados	Superficie del área de CUSTF (km2)	Riqueza específica en el área de CUSTF	Valor económico precio Mx/ Ind	Costo por concepto de fauna (pesos)
<b>Aves-Ornitofauna</b>							
<i>Turdus migratorius</i>	Mirto Primavera	0.180	3	0.534	9	\$80.00	\$711.36
<i>Tyrannus vociferans</i>	Tirano Gritón	0.180	4	0.534	12	\$120.00	\$1,422.72
<i>Melanerpes formicivorus</i>	Carpintero Bellotero	0.180	1	0.534	3	\$160.00	\$474.24
<i>Carpodacus mexicanus</i>	Pinzón Mexicano	0.180	2	0.534	6	\$95.00	\$563.16
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma Aliblanca	0.180	4	0.534	12	\$50.00	\$592.80
<i>Zenaida macroura</i>	Paloma Huilota	0.180	3	0.534	9	\$50.00	\$444.60
<i>Passer domesticus</i>	Gorrión Común	0.180	5	0.534	15	\$45.00	\$666.90
<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo Ojo Rojo	0.180	2	0.534	6	\$30.00	\$177.84
<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote	0.180	4	0.534	12	\$150.00	\$1,778.40
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate	0.180	6	0.534	18	\$30.00	\$533.52
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero Cardenal	0.180	3	0.534	9	\$100.00	\$889.20
<i>Tyrannus verticalis</i>	Tirano Pálido	0.180	2	0.534	6	\$60.00	\$355.68
<i>Parkesia noveboracensis</i>	Chipe Charquero	0.180	1	0.534	3	\$60.00	\$177.84
<i>Passerina ciris</i>	Colorín Sietecolores	0.180	2	0.534	6	\$150.00	\$889.20

Documento Técnico Unificado del trámite de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad B-Regional  
"Bosques de Pamejé"

Nombre científico	Nombre común	Superficie del área muestreada	No. De individuos muestreados	Superficie del área de CUSTF (km2)	Riqueza específica en el área de CUSTF	Valor económico precio Mx/ Ind	Costo por concepto de fauna (pesos)
<b>Mamíferos-Mastofauna</b>							
<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	0.068	5	0.534	39	\$100.00	\$3,922.94
<i>Baiomys musculus</i>	Ratón	0.068	1	0.534	8	\$40.00	\$313.84
<i>Sylvilagus cunicularius</i>	Conejo	0.068	1	0.534	8	\$150.00	\$1,176.88
<i>Neotoma mexicana</i>	Rata	0.068	1	0.534	8	\$40.00	\$313.84
<i>Sigmodon mascotensis</i>	Ratón	0.068	2	0.534	16	\$40.00	\$627.67
<b>Anfibios y Reptiles - Herpetofauna</b>							
<i>Ollotis occidentalis</i>	Sapo de los pinos	0.068	5	0.534	39	\$40.00	\$1,569.18
<i>Hemidactylus frenatus</i>	Besucona	0.068	8	0.534	63	\$40.00	\$2,510.68
<i>Sceloporus variabilis</i>	Roño	0.068	3	0.534	24	\$30.00	\$706.13
<b>Costo Total</b>							<b>\$20,818.61</b>

\* En color azul claro se marcan aquellas especies que están dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

El valor económico total de las especies de fauna silvestre para el área del CUSTF (53.352), asciende a \$20,818.61 (Veinte mil ochocientos dieciocho pesos 61/100 M.N. cuyos costos principales están relacionados con la ornitofauna, seguido de la mastofauna y finalmente, de la herpetofauna (Tabla II.19)

**Tabla II. 19. Monto total de Fauna para área del CUSTF.**

Grupo faunístico	Monto
Ornitofauna	\$9,677.46
Mastofauna	\$6,355.16
Herpetofauna	\$4,785.99
<b>Total</b>	<b>\$20,818.61</b>

### II.2.6.1.2. Servicios Ambientales

#### Suelo

Con respecto a la pérdida de suelo por efecto de la erosión tanto hídrica como eólica, con la realización del proyecto se perderá suelo en razón de 15,794.38 toneladas al año de acuerdo al cálculo de erosión hídrica y eólica analizado en el Capítulo IV y en el Anexo 14, y dado a que este tipo de tierra posee características importantes para la vegetación del ecosistema presente como la cantidad de nutrientes, retención de humedad, etc., se considera un sustrato importante para el establecimiento de plantas. Con base en este criterio se realizó la cotización del valor económico comercial de la tierra de monte, ya que en México se clasifica como el Producto Forestal no Maderable más importante, y es un buen componente para hacer una referencia del valor que se le puede otorgar a dicha tierra y así obtener un presupuesto de pérdida.

Para tal actividad se realizó la consulta y cotización en el Anuario Estadístico de la Producción Forestal (SEMARNAT, 2015) para los productos no maderables, cuyo precio promedio de tierra equivale a \$520.01 pesos/tonelada, por lo que si se hace la relación en razón a la cantidad de suelo que se perderá en el área del proyecto se tiene un costo de **\$8,213,079.89** (Ocho millones doscientos trece mil setenta y nueve pesos 89/100 M.N.) para el recurso suelo.

#### Agua

De acuerdo con los datos de escurrimiento con y sin el proyecto se tiene una diferencia de 46,459.60 m<sup>3</sup> de agua de acuerdo al cálculo de erosión hídrica y eólica analizado en el Capítulo IV y en el Anexo 11, a los cuales para hacer el ejercicio de otorgarles un valor, se cotizó el precio actual en la página oficial de la Comisión del Agua del Estado de México, consultando el precio del metro cúbico tanto para el Estado de México como para el municipio de Valle de Bravo, dejando de lado el drenaje, saneamiento y derecho de extracción, para lo cual se obtuvo una cotización de \$11.11, tarifa considerada para este proyecto. De acuerdo con el precio promedio del agua de \$11.11 pesos, se obtuvo un costo de **\$516,166.21** (Quinientos dieciséis mil ciento sesenta y seis pesos 21/100 M.N.).

**Tabla II. 20. Estimación económica por concepto de agua. m<sup>3</sup>**

m <sup>3</sup> Consumidos	m <sup>3</sup> Facturados	Concepto	Importe (\$)
46,459.60	46,459.60	Agua	\$516,166.21

### Captura de carbono

En lo que se refiere a la captura de carbono, el precio actual de la tonelada de CO<sub>2</sub> es de un monto anual de 5.03 Euros (Dato obtenido de la página de precios del Sistema Electrónico de Negociación de Derechos de Emisión de Carbono "SENDECO2"). Se estima que el área sujeta a CUSTF es de 53.352 ha. Tomando en cuenta que la captura unitaria de carbono para bosques templados es de un estimado de 24.7 ton/ha/año (Fassbender et al. 1991), al cotizar el valor del Euro se tiene que este equivale actualmente a 20.58 pesos (M.N.), por lo cual se aporta un total de: 53.352 ha \* 24.7 ton/ha/año \* \$103.52 (5.03 Euros \* \$ 20.58 que es el valor promedio del peso frente al Euro) = \$136,414.65 (Ciento treinta y seis mil cuatrocientos catorce pesos 65/100 M.N).

**Tabla II. 21. Estimación económica por concepto de captura de carbono.**

Hectáreas sujetas a CUSTF	Captura unitaria de carbono para zonas tropicales ton/ha/año	Precio ton/CO <sub>2</sub> moneda nacional	Costo (\$)
53.352	24.7	\$103.52	\$136,414.65

### II.2.6.1.3. Monto total

Con base en lo señalado en párrafos anteriores, la estimación económica de los recursos que se perderán con la implementación del proyecto asciende a \$16,130,163.50 (Dieciséis millones ciento treinta mil ciento sesenta y tres pesos 50/100 M.N ) (Tabla II.22).

**Tabla II. 22. Estimación total.**

Recursos biológicos forestales		Cantidad a intervenir	Valor económico estimado (\$)
Vegetación		21,434 individuos (estrato arbóreo y arbustivo) 2,052,044 individuos (estrato herbáceo)	\$7,243,684.14
No maderables	Tierra de monte (suelo producto de la erosión hídrica y eólica)	15,794.38 ton	\$8,213,079.89
Fauna		53.352 ha	\$20,818.61
Servicios ambientales	Hidrológicos (agua)	46,459.60 m <sup>3</sup>	\$516,166.21
	Captura de carbono (CO <sub>2</sub> )	1,317.79 ton	\$136,414.65
<b>Total</b>			<b>\$16,130,163.50</b>

## II.2.7 Operación y mantenimiento.

Esta etapa no se tomará en cuenta, debido a que para la ejecución del cambio de uso de suelo sólo se considera hasta la etapa de construcción, esta información se incluye en el plano BPJ-PM-RS-06D (Anexo 20), sin embargo es importante resaltar que una vez realizado el cambio de usos de suelo, se implementará un reglamento interno de Bosque de Pamejé, en el que se estipula algunos conceptos de desarrollo de los predios así como normatividad para ocupación y aprovechamiento de los predios, entre otros aspectos (Anexo 24).

## II.2.8. Desmantelamiento y abandono de las instalaciones.

Dada la naturaleza inmobiliaria residencial del proyecto “Bosques de Pamejé”, no es previsible la etapa de desmantelamiento y abandono del sitio, ya que se trata de obras de infraestructura diseñadas para brindar un servicio permanente.

## II.2.9. Residuos

### Residuos urbanos y de manejo especial.

A continuación, se describen las condiciones relacionadas con los residuos urbanos y de manejo especial.

### Etapas de preparación del sitio y construcción.

Los empleos que se prevé generar en las etapas de preparación del sitio y de construcción son los que se listan en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** II.23. Cabe mencionar que éstos han sido categorizados en función del número de jornadas por fase de ejecución del proyecto.

**Tabla II. 23. Generación de empleo por categoría y fase en el proyecto “Bosques de Pamejé”.**

Categoría	Cantidad	Total de Jornadas Fase 1 (18 meses)	Total de Jornadas Fase 2 (12 meses)	Total de Jornadas Fase 3,4 y 5 (10 meses cada una)
Peón	35	14,580	9,720	24,300
Cabo	5	2,082	1,388	3,470
Albañil	25	4,740	3,160	7,900
Fontanero	14	2,790	1,860	4,650
Mecánico	3	630	420	1,050
Carpintero	6	270	180	450
Operadores de maquinaria pesada	5	942	628	1,570
Chofer	7	1,050	700	1,750

Categoría	Cantidad	Total de Jornadas Fase 1 (18 meses)	Total de Jornadas Fase 2 (12 meses)	Total de Jornadas Fase 3,4 y 5 (10 meses cada una)
Almacenista	2	525	350	875
Estadlero	2	375	250	625
Topógrafo	2	420	280	700
Sobrestante	2	525	350	875
Secretaria/Asistente	2	525	350	875
<b>Ingeniero</b>	<b>3</b>	<b>810</b>	<b>540</b>	<b>13,50</b>
<b>Total</b>	<b>113</b>	<b>30,264</b>	<b>20,176</b>	<b>50,440</b>

**Nota:** Jornada de trabajo de 8 horas.

Considerando un factor empírico de generación de 0.250 kg/empleado-jornada la generación mensual media de residuos sólidos urbanos derivados principalmente de la preparación e ingesta de alimentos *in situ*, será la indicada en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**II.24.

**Tabla II. 24. Generación de residuos sólidos urbanos en etapa de preparación del sitio y construcción.**

Fase	1	2	3	4	5
Generación mensual (kg/mes)	420.3	420.3	420.3	420.3	420.3
Generación por fase (kg/fase)	7,566.0	5,044.0	4,203.3	4,203.3	4,203.3

El peso volumétrico promedio (densidad) de estos residuos<sup>2</sup> es de 228 kg/m<sup>3</sup>, el volumen medio mensual de los residuos urbanos generados será 420.3 kg ÷ 228 kg/m<sup>3</sup> = 1.8 m<sup>3</sup> que representa 9 tambos de 200 l, es decir uno cada tercer día. Estos residuos serán colectados en el sitio y trasladados al sitio de disposición municipal localizado en Cuadrilla de Dolores<sup>3</sup>, localizado aproximadamente a 10 km al sureste de Valle de Bravo. Este sitio tiene aproximadamente 30 ha de superficie y se encuentra en operación desde hace 20 años.

La Dirección de Prevención y Control de la Contaminación de Agua, Suelo y Residuos, del Gobierno del Estado de México establece que en 2015 se recolectaron 25.19 miles de toneladas de residuos en el municipio, de las cuales 23.57 ton son depositadas en sitios controlados, quedando un remanente de 1.62 miles de toneladas, cuyo destino no queda registrado. Con respecto de la generación municipal, los residuos sólidos urbanos del proyecto en las etapas de preparación del sitio y construcción representan los porcentajes presentados en la Tabla II.25. Como se puede observar, los residuos producidos en las cinco etapas del proyecto representarán 0.1% de los generados a nivel municipal.

<sup>2</sup> López Ruiz R. Control aprovechamiento y disposición de los residuos sólidos municipales. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ingeniería. 2002. Densidad de Residuos sólidos urbanos domiciliarios. Se aplica el valor por analogía del residuo.

<sup>3</sup> Plan de Desarrollo Urbano Municipal de Valle de Bravo 2016-2018.

**Tabla II. 25. Porcentaje de generación de residuos de tipo urbano en la etapa de preparación del sitio y construcción de “Bosques de Pamejé”, con respecto de los que se generan en el municipio.**

Fase	1	2	3	4	5	Total
Generación por fase (kg/ fase)	7,566.0	5,044.0	4,203.3	4,203.3	4,203.3	25,219.9
Porcentaje respecto de la generación municipal (%)	0.030	0.020	0.017	0.017	0.017	0.101

Se concluye que estas cantidades no crearán ninguna presión sobre el sitio de disposición final de Cuadrilla de Dolores.

Los desperdicios de materiales de construcción (residuos de manejo especial) se estiman entre 1.0 % y 5.0 % de lo utilizado, en función del tipo de material<sup>4</sup>. El mínimo desperdicio se presenta en prefabricados y el máximo en grava y tepetate. Por ser materiales que tienen mercado en centros de reciclamiento se espera que la gran mayoría tenga este destino. Los residuos de manejo especial que no puedan ser reutilizados o reciclados serán sujetos de un programa de manejo, donde se presentará su adecuada cuantificación y composición, así como su destino final. Este plan de manejo será presentado en su oportunidad ante la autoridad local. Sin embargo, una estimación de estos residuos puede obtenerse a partir de los consumos programados de materiales, de acuerdo con lo reportado en la Tabla II.26.

**Tabla II. 26. Materiales de construcción en “Bosques de Pamejé”**

Material	Unidad	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Fase 5
Arena	m <sup>3</sup>	675	450	374	374	374
Grava	m <sup>3</sup>	53	35	29	29	29
Arcilla (tepetate)	m <sup>3</sup>	47,264	31,509	26,152	26,152	26,152
Cemento	t	120	80	66	66	66
Agua	m <sup>3</sup>	863	575	477	477	477
Madera para cimbra	m <sup>2</sup>	330	220	183	183	183
Acero de refuerzo (varilla)	t	6	4	3	3	3
Tabique	pza	69,450	46,300	38,429	38,429	38,429
Concreto premezclado (asfaltos diversos)	m <sup>3</sup>	3,150	2,100	1,743	1,743	1,743
Tubería de polietileno para alcantarillado de diámetro:						
20 cm	m	2,051	1,367	1,135	1,135	1,135
25 cm	m	150	100	83	83	83
31.5 cm	m	800	533	442	442	442
45 cm	m	381	254	211	211	211
61 cm	m	104	69	57	57	57

<sup>4</sup> Normas y Costos de Construcción. Alfredo Plazola. Limusa-Noriega.

Material	Unidad	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Fase 5
Tubería de polietileno de 6.3 cm para agua potable	m	3,861	2,574	2,136	2,136	2,136

En la siguiente tabla se muestran los porcentajes de desperdicio de materiales de construcción que se estiman tener en la ejecución del proyecto (Tabla II.27):

**Tabla II. 27. Porcentajes de desperdicio de materiales de construcción.**

Material	Porcentaje de desperdicio (%)
Arena	2.5
Grava	5.0
Arcilla (tepetate)	5.0
Cemento	1.5
Agua	2.0
Madera para cimbra	3.0
Acero de refuerzo (varilla)	1.5
Tabique	2.5
Concreto premezclado (asfaltos diversos)	1.5
Tubería de polietileno para alcantarillado de diámetro:	
20 cm	1.0
25 cm	1.0
31.5 cm	1.0
45 cm	1.0
61 cm	1.0
Tubería de polietileno de 6.3 cm para agua potable	1.0

La generación de residuos de manejo especial por fase del proyecto se estima en las cifras la presentadas en la Tabla II.28.

**Tabla II. 28. Generación de residuos de manejo especial en “Bosques de Pamejé”.**

Material	Unidad	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Fase 5
Arena	m <sup>3</sup>	16.9	11.3	9.3	9.3	9.3
Grava	m <sup>3</sup>	2.6	1.8	1.5	1.5	1.5
Arcilla (tepetate)	m <sup>3</sup>	2,363.2	1,575.5	1,307.6	1,307.6	1,307.6
Cemento	t	1.8	1.2	1.0	1.0	1.0
Agua	m <sup>3</sup>	17.3	11.5	9.5	9.5	9.5
Madera para cimbra	m <sup>2</sup>	9.9	6.6	5.5	5.5	5.5

Material	Unidad	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Fase 5
Acero de refuerzo (varilla)	t	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
Tabique	pza	1,736.3	1,157.5	960.7	960.7	960.7
Concreto premezclado (asfaltos diversos)	m <sup>3</sup>	47.3	31.5	26.1	26.1	26.1
Tubería de PVC para alcantarillado de diámetro:						
20 cm	m	20.5	13.7	11.3	11.3	11.3
25 cm	m	1.5	1.0	0.8	0.8	0.8
31.5 cm	m	8.0	5.3	4.4	4.4	4.4
45 cm	m	3.8	2.5	2.1	2.1	2.1
61 cm	m	1.0	0.7	0.6	0.6	0.6
Tubería de PVC de 6.3 cm para agua potable	m	38.6	25.7	21.4	21.4	21.4

En las superficies que serán sujetas a despalme se retirará una capa de suelo de espesor promedio de 0.25 m, esto se consideró debido a la estimación obtenida del estudio topográfico realizado. La Tabla II.29 contiene las superficies a desarrollar por etapa. Al multiplicar cada una de estas superficies por 0.25 m se obtiene el volumen total de material de despalme indicado en la Tabla II. 29. Volumen de material de despalme por etapa.

**Tabla II. 29. Volumen de material de despalme por etapa.**

Etapa	1	2	3	4	5
Superficie (m <sup>2</sup> )	127,965	101,279	79,101	78,211	81,202.00
Volumen de despalme (m <sup>3</sup> )	31,991.25	25,319.75	19,775.25	19,552.75	20,300.5

El material de despalme es rico en materia orgánica por lo que no es considerado un residuo. Será almacenado, protegido (cubierto) y señalizado para posteriormente ser utilizado en el mejoramiento o acondicionamiento de suelos de áreas verdes.

### Etapa de Operación.

El proyecto “Bosques de Pamejé” consiste en la dotación de infraestructura, urbanización y lotificación, y la construcción de una casa club. Terceros que adquieran los lotes podrán desarrollar 199 viviendas y 50 villas y un hotel de pequeño tamaño. Por lo tanto, la estimación de la generación de residuos sólidos urbanos se presenta de manera aproximada y apegada a la normativa de desarrollo para los lotes, ya que los promoventes del presente Documento Técnico Unificado no serán responsables de la construcción, operación y mantenimiento de casas, villas y hotel.

Se ha estimado que el número de residentes será el indicado en la Tabla II.30.

**Tabla II. 30. Número de lotes y viviendas por tipo, hotel, villas y número esperado de residentes y visitantes.**

Lotes Tipo	Cantidad	No. de Viviendas	No. de Cuartos (5 cuartos por vivienda y 3 cuartos por villas)	No. de Residentes (2 por vivienda)	No de Visitantes (3 por cuarto de hotel/villa y 2 por vivienda)
Tipo 1 (Unifamiliar)	9	×9	5×9 = 45	2×45 = 90	2×9 = 18
Tipo 2 (Multifamiliar)	35	70	5×70 = 350	2×350= 700	2×70 = 140
Tipo 3 (Multifamiliar)	30	120	5×120= 600	2×600 = 1,200	2×120 = 240
Hotel	7	NA	50	NA	3×50 = 450
Villas		50	3×50=150	NA	3×50 = 150
<b>Total</b>	<b>81</b>	<b>249</b>	<b>1,195</b>	<b>1,990</b>	<b>998</b>

Para las viviendas de tipo unifamiliar y plurifamiliar, el factor de generación de residuos sólidos urbanos es 0.605 kg/hab/día y para hoteles 1.035 kg/huésped/día<sup>5</sup>, por consiguiente, la generación diaria aproximada, ya que supone ocupación al 100% permanentemente, será la que se indica en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.II.31.**

**Tabla II. 31. Generación de RSU en la etapa de operación de “Bosques de Pamejé”**

Generador	Factor	Unidad	habitante/huésped	Generación de RSU (kg/día)
Vivienda unifamiliar	0.605	kg/hab/día	1,990	1,203.95
Hotel y villas	1.035	kg/huésped/día	998.0	1,032.93
			<b>Suma</b>	<b>2,236.88</b>

Como en el caso de la etapa de preparación del sitio y construcción, se espera que estos residuos sean colectados en el sitio y trasladados al sitio de disposición municipal localizado en Cuadrilla De Dolores<sup>6</sup>, localizado aproximadamente a 10 km al sureste de Valle de Bravo. Según se ha informado, este sitio tiene aproximadamente 30 ha de superficie y se encuentra en operación desde hace 20 años.

La Dirección de Prevención y Control de la Contaminación de Agua, Suelo y Residuos, del Gobierno del Estado de México establece que en 2015 se recolectaron 25.19 miles de toneladas de residuos en el municipio, de las cuales 23.57 son depositadas en sitios controlados, quedando un remanente

<sup>5</sup> López Ruíz R. *Op. Cit.*

<sup>6</sup> Plan de Desarrollo Urbano Municipal de Valle de Bravo 2016-2018.

de 1.62 miles de toneladas, cuyo destino no queda registrado. Con respecto de la generación municipal, los residuos sólidos urbanos del proyecto en las etapas de operación y mantenimiento  $(2.24 \text{ t/día}) / (23,570/365 \text{ t/día}) \times 100 = 3.47\%$  de la cantidad diariamente recibida. De acuerdo con lo mencionado, esto representaría el caso extremo pues presupone el 100% de ocupación de “Bosques de Pamejé” permanentemente.

En cuanto a los residuos de manejo especial, en el presente no se dispone de elementos para cuantificarlos, no obstante, en su oportunidad se formulará el Plan de Manejo de Residuos para la operación y mantenimiento de “Bosques de Pamejé” y en él se incluirá la cuantificación, posible composición, opciones de reuso, reciclaje y disposición final.

**II.2.10 Emisiones y descargas.** La información sobre emisiones y/o vertido de descargas debe ser objetiva, presentar tanto las variaciones temporales de sus características, así como sus vías y destinos concretos de disposición final

#### **Etapas de preparación del sitio y construcción.**

##### **Aguas residuales.**

Las aguas residuales en estas etapas serán generadas por quienes laboren en la obra. Aunque no existe un factor de generación, es aceptado un valor de 1.0 l/persona/jornada, de modo que acuerdo con el número de jornadas expuestas en la Tabla II.34., la generación esperada de aguas residuales de tipo sanitario por mes será la reportada en la Tabla II.32.

**Tabla II. 32. Generación esperada de aguas residuales sanitarias (l/mes) por fase de proyecto, durante las etapas de preparación del sitio y construcción.**

<b>Categoría / Fase</b>	<b>Fase 1</b>	<b>Fase 2</b>	<b>Fase 3</b>	<b>Fase 4</b>	<b>Fase 5</b>
Peón	810.0	810.0	810.0	810.0	810.0
Cabo	115.7	115.7	115.7	115.7	115.7
Albañil	263.3	263.3	263.3	263.3	263.3
Fontanero	155.0	155.0	155.0	155.0	155.0
Mecánico	35.0	35.0	35.0	35.0	35x.0
Carpintero	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
Operadores de maquinaria pesada	52.3	52.3	52.3	52.3	52.3
Chofer	58.3	58.3	58.3	58.3	58.3
Almacenista	29.2	29.2	29.2	29.2	29.2
Estadaletero	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8
Topógrafo	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3
Sobrestante	29.2	29.2	29.2	29.2	29.2
Secretaria/Asistente	29.2	29.2	29.2	29.2	29.2

Categoría / Fase	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Fase 5
Ingeniero	45.0	45.0	45.0	45.0	45.0
Total (l/mes)	1,681.3	1,681.3	1,681.3	1,681.3	1,681.3
Durante (meses)	18	12	10	10	10

Se observa que la cantidad mensual de agua residual sanitaria que se espera generar no es elevada (1,681.3 l/mes) por lo que no se anticipa comprometer o presionar el servicio brindado al municipio por la planta de tratamiento El Arco, cuya capacidad es de 150 l/s<sup>7</sup>. Es decir, se generarán 1,681.3 l/mes o equivalentemente 0.0022 l/s, cantidad que representa el 0.0015% de la capacidad de la planta de tratamiento. Para colectar estas aguas residuales se instalarán sanitarios portátiles a razón de uno por cada 15 trabajadores, de modo tal que el número mínimo de sanitarios en el lugar será:  $113/15 = 7.5 \approx 8$ .

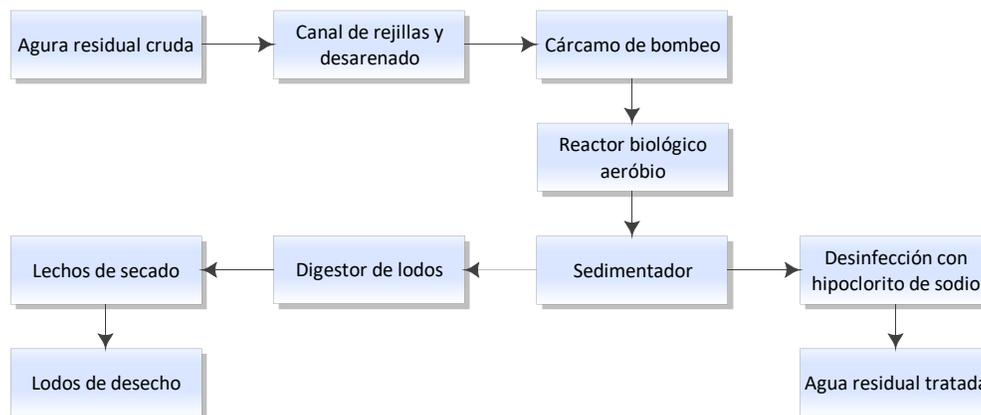
Estos ocho sanitarios serán apropiadamente localizados en las cercanías del frente de obra, y su mantenimiento estará a cargo de la contratista bajo la supervisión de la empresa constructora. Este es un servicio que se contratará a un proveedor, por lo que se verificará que cuente con los registros y autorizaciones necesarias, ya que además de proporcionar los sanitarios debe colectar y disponer adecuadamente las aguas residuales que se generen. El plano de ubicación de la Planta de tratamiento se encuentra en el Plano UT-3.01-PM DEL Anexo número 20.

#### **Descarga de aguas residuales: estimación cuantitativa y cuerpo receptor**

No habrá descarga de agua residual. Toda el agua residual será tratada y empleada para riego. Para tal fin, se construirá una planta de tratamiento cuyas características y bases de diseño se presentan en la “Memoria descriptiva de la planta de tratamiento de aguas residuales “Pamejé”, Valle de Bravo, Estado de México” (Anexo 25). El proceso será de lodos activados y la planta se ha diseñado para cumplir los parámetros establecidos en la NOM-003-SEMARNAT-1997.

El Diagrama esquemático del proceso del tratamiento del agua residual se ilustra en la Figura II.9.

<sup>7</sup> Plan de Desarrollo Urbano Municipal Valle de Bravo 2016-2018.



**Figura II. 11. Diagrama esquemático de la planta de tratamiento de aguas residuales de “Bosques de Pamejé”**

Se ha estimado en la memoria referida, que la cantidad a generar de lodos es 3.6 kg/h. Estos lodos serán caracterizados y manejados de acuerdo con lo que dispone la NOM-004-SEMARNAT-2002. Protección Ambiental. Lodos y biosólidos. Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final. El plano de ubicación de la Planta de tratamiento se encuentra en el Plano UT-3.01-PM DEL Anexo número 20.

#### Emisiones a la atmósfera.

Para estimar las emisiones a la atmósfera por consumo de combustibles, se tomó como base la maquinaria que se empleará. El cálculo de emisiones se presenta en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**II.33.

**Tabla II. 33. Relación de maquinaria y equipos para la preparación del sitio y construcción en “Bosques de Pamejé”.**

Equipo	Cantidad	Total de Jornadas Fase 1	Total de Jornadas Fase 2	Total de Jornadas Fase 3,4 y 5
Retroexcavadora	3	330	220	550
Motoconformadora	2	405	270	810
Compresor de aire	2	180	120	360
Vibrador	1	45	30	90
Aplanadora	1	45	30	90
Pipa para agua Cap=10 m <sup>3</sup>	2	180	120	360
Pavimentadora	1	45	30	90
Camión de volteo de 7 m <sup>3</sup>	6	210	140	420
Camioneta 3/4	1	210	180	540
Totales	19	1,710	1,140	3,310

Para los equipos enlistados en la Tabla II.35., se aplican los factores de emisión para equipo pesado diesel<sup>8</sup> (Tabla II.34.). Cuando no hay factor específico para el equipo, se utiliza el factor general. Se multiplica el factor del contaminante en esa tabla por el número de jornadas de cada fase, por 8 horas/jornada y se divide entre mil para obtener la emisión en kg/fase. Los resultados se presentan en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.4.**

**Tabla II. 34. Factores de emisión para equipo pesado diesel.**

Contaminante	Retroexcavadora	Motoconformadora	Vibrador	General
CO (g/h)	157.1	68.46	137.97	30.37
HC (g/h)	55.06	18.07	30.58	69.35
NOx (g/h)	570.7	324.43	392.90	767.30
SO <sub>2</sub> (g/h)	62.3	39.0	30.5	64.7
Partículas (g/h)	50.7	27.7	22.7	63.2

En la Tabla II.35 se presenta el cálculo de las emisiones por maquinaria pesada en las diferentes etapas del proyecto Bosques de Pamejé.

<sup>8</sup> Abbreviated Emission Factor Handbook. AP-42 Mining Sources. Supplement D to Compilation of Air Pollutant Emission Factors. Volume I. Stationary Point and Area Sources. Table II-7.1.

Tabla II. 35. Estimación de emisiones a la atmósfera por uso de maquinaria pesada durante las fases 1, 2, 3, 4, y 5, de “Bosque de Pamejé”

FASE 1 (18 meses)

Contaminante	Retroexcavadora	Motoconformadora	Vibrador	Aplanadora	Compresor	Pipa	Pavimentadora	Camión volteo	Total por contaminante en la fase
CO (kg/fase)	415	222	50	50	44	44	11	51	885
HC (kg/fase)	178	59	11	44	100	100	25	117	633
NOx (kg/fase)	822	1,051	141	141	1,105	1,105	276	1,289	5,931
SO <sub>2</sub> (kg/fase)	22	126	11	51	93	93	23	109	529
Partículas (kg/fase)	18	90	8	38	91	91	23	106	465

FASE 2 (12 meses)

Contaminante	Retroexcavadora	Motoconformadora	Vibrador	Aplanadora	Compresor	Pipa	Pavimentadora	Camión volteo	Total por contaminante en la fase
CO (kg/fase)	276	148	33	33	29	29	7	102	658
HC (kg/fase)	97	39	7	7	67	67	17	233	533
NOx (kg/fase)	1,004	701	94	94	737	737	184	2,578	6,129
SO <sub>2</sub> (kg/fase)	110	84	7	7	62	62	16	217	566
Partículas (kg/fase)	89	60	5	5	61	61	15	212	509

FASE 3 (10 meses)

Contaminante	Retroexcavadora	Motoconformadora	Vibrador	Aplanadora	Compresor	Pipa	Pavimentadora	Camión volteo	Total por contaminante en la fase
CO (kg/fase)	230	148	33	33	29	29	7	34	544
HC (kg/fase)	81	39	7	7	67	17	17	78	312

Documento Técnico Unificado del trámite de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad B-Regional  
"Bosques de Pamejé"

Contaminante	Retroexcavadora	Motoconformadora	Vibrador	Aplanadora	Compresor	Pipa	Pavimentadora	Camión volteo	Total por contaminante en la fase
NOx (kg/fase)	837	701	94	94	737	859	184	859	4,366
SO <sub>2</sub> (kg/fase)	91	84	7	7	62	93	16	72	434
Partículas (kg/fase)	74	60	5	5	61	558	15	71	850

FASE 4 (10 meses)

Contaminante	Retroexcavadora	Motoconformadora	Vibrador	Aplanadora	Compresor	Pipa	Pavimentadora	Camión volteo	Total por contaminante en la fase
CO (kg/fase)	230	148	33	33	29	29	7	34	544
HC (kg/fase)	81	39	7	7	67	17	17	78	312
NOx (kg/fase)	837	701	94	94	737	859	184	859	4,366
SO <sub>2</sub> (kg/fase)	91	84	7	7	62	93	16	72	434
Partículas (kg/fase)	74	60	5	5	61	558	15	71	850

FASE 5 (10 meses)

Contaminante	Retroexcavadora	Motoconformadora	Vibrador	Aplanadora	Compresor	Pipa	Pavimentadora	Camión volteo	Total por contaminante en la fase
CO (kg/fase)	230	148	33	33	29	29	7	34	544
HC (kg/fase)	81	39	7	7	67	17	17	78	312
NOx (kg/fase)	837	701	94	94	737	859	184	859	4,366
SO <sub>2</sub> (kg/fase)	91	84	7	7	62	93	16	72	434
Partículas (kg/fase)	74	60	5	5	61	558	15	71	850

Se observa que la mayor emisión será de óxidos de nitrógeno, lo cual es de esperarse pues se trata de combustión de diésel.

## Emisiones de CO<sub>2</sub>

Para estimar la cantidad de emisiones de CO<sub>2</sub> por operación de maquinaria, se considera el consumo de combustible por equipo por jornada<sup>9</sup>, el cual se reporta en la Tabla II.36.

**Tabla II. 36. Consumo de combustible por equipo de construcción.**

Consumo de combustible	l/h	l/jornada
Retroexcavadora (Diesel)	6.5	52
Motoconformadora (Diesel)	11	88
Compresor (Diesel)	5	40
Vibrador (Diesel)	2	16
Aplanadora (Diesel)	6	48
Pipa (Diesel)	5	40
Pavimentadora (Diesel)	5	40
Camión de volteo (Diesel)	5.5	44
Camioneta ¾ (Gasolina)	3.75	30

Los factores de emisión de CO<sub>2</sub> por consumo de diésel y gasolina son: 2.581 kg/CO<sub>2</sub>/l de diésel y 2.229 kg/CO<sub>2</sub>/l de gasolina<sup>10</sup>. Aplicando estos factores al número de jornadas por equipo reportado en la Tabla II.38, se obtienen las emisiones de CO<sub>2</sub> por fase del proyecto “Bosques de Pamejé” (Tabla II.37.).

<sup>9</sup> Caminos y Puentes Federales de Ingresos. Gerencia de Instalaciones y Maquinaria. Tabla de Rendimientos. Combustible para vehículos y equipo de conservación.

<sup>10</sup> Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. Factores de emisión para los diferentes tipos de combustibles fósiles y alternativos que se consumen en México. 2014. Factor para diésel, es el promedio de los tres tipos de diésel que se venden en el Valle de México. Factor para gasolina, es el correspondiente al Valle de México.

**Tabla II. 37. Estimación de emisiones de CO<sub>2</sub> durante las diferentes fases del proyecto “Bosques de Pamejé”.**

Equipo	l/jornada	Factor de emisión de CO <sub>2</sub> (kg/l de combustible)	Emisión de CO <sub>2</sub> (kg/fase)				
			Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Fase 5
Retroexcavadora	52	2.58	44,284.2	29,522.8	24,602.4	24,602.4	24,602.4
Motoconformadora	88	2.58	91,975.0	61,316.6	61,316.6	61,316.6	61,316.6
Compresor	40	2.58	18,580.8	12,387.2	12,387.2	12,387.2	12,387.2
Vibrador	16	2.58	1,858.1	1,238.7	1,238.7	1,238.7	1,238.7
Aplanadora	48	2.58	5,574.2	3,716.2	3,716.2	3,716.2	3,716.2
Pipa	40	2.58	18,580.8	12,387.2	12,387.2	12,387.2	12,387.2
Pavimentadora	40	2.58	4,645.2	3,096.8	3,096.8	3,096.8	3,096.8
Camión de volteo	44	2.58	23,845.4	15,896.9	15,896.9	15,896.9	15,896.9
Camioneta 3/4	30	2.23	14,042.7	12,036.6	12,036.6	12,036.6	12,036.6
		SUMA	223,386.4	151,599.1	146,678.6	146,678.6	146,678.6

## Ruido.

En la realización del proyecto se estima que la emisión ruido<sup>11</sup> será de nivel medio, para ello los rangos de niveles de ruido se reportan en la Tabla II.38.

**Tabla II. 38. Rangos de niveles de ruido (dBA) en sitios de construcción de vivienda.**

Etapa	Todo el equipo en el lugar	Equipo mínimo
Limpieza del terreno	83	83
Excavaciones	88	75
Cimentaciones	81	81
Construcción	81	65
Acabados	88	72

## Etapa de operación y mantenimiento.

### Aguas residuales.

La dotación de agua potable para "Bosques de Pamejé" será a razón de 250 l/hab/día. Tomando en consideración que en las viviendas habrá 1,990 residentes y en el hotel, 998 huéspedes, la dotación será  $(1,990 + 998) \text{ hab} \times 250 \text{ l/hab/día} = 747 \text{ m}^3/\text{día}$ , de los cuales el 80% resultará en agua residual, es decir  $597.6 \text{ m}^3/\text{día}$ . Una aproximación a la calidad de las aguas residuales domésticas que se generarán y su contenido de contaminantes, se estima mediante la aplicación los datos reportados en la Tabla II.39, respecto de los cuales, la composición esperada de las aguas residuales de "Bosque de Pamejé", se anticipa en el rango medio.

**Tabla II. 39. Composición típica de aguas residuales domésticas sin tratar.**

Contaminante	Unidad	Concentración		
		Débil	Media	Fuerte
Sólidos totales	mg/l	350	720	1,200
Sólidos disueltos totales	mg/l	250	500	850
Sólidos suspendidos totales	mg/l	100	220	350
Sólidos sedimentables	mg/l	5	10	20
DBO <sub>5</sub>	mg/l	110	220	400
Carbono orgánico total	mg/l	80	160	290
DQO	mg/l	250	500	1,000
Nitrógeno total	mg/l	20	40	85
Fósforo total	mg/l	4	8	15
Cloruros	mg/l	30	50	100
Sulfato	mg/l	20	30	50
Alcalinidad (CaCO <sub>3</sub> )	mg/l	50	100	200
Grasas	mg/l	50	100	150
Coliformes	No/100 ml	$10^6-10^7$	$10^7-10^8$	$10^7-10^9$

<sup>11</sup> Canter L. W. Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. Mc. Graw Hill. Madrid. 1998. pp 387.

Contaminante	Unidad	Concentración		
		Débil	Media	Fuerte
Compuestos orgánicos volátiles	µg/l	<100	100-400	>400

Los valores del rango medio de la Tabla II.40 se multiplican por el gasto diario de las aguas residuales (597.6 m<sup>3</sup>/día = 597.6 x 10<sup>3</sup> l/día), para obtener la carga diaria esperada de contaminantes en el agua residual que se reporta en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**II.40.

**Tabla II. 40. Generación diaria estimada de contaminantes en las aguas residuales en la operación del proyecto “Bosques de Pamejé”.**

Contaminante	Unidad	Cantidad diaria estimada
Sólidos totales	kg	256.1
Sólidos disueltos totales	kg	177.8
Sólidos suspendidos totales	kg	78.2
Sólidos sedimentables	kg	3.6
DBO <sub>5</sub>	kg	78.2
Carbono orgánico total	kg	56.9
DQO	kg	177.8
Nitrógeno total	kg	14.2
Fósforo total	kg	2.8
Cloruros	kg	17.8
Sulfato	kg	10.7
Alcalinidad (CaCO <sub>3</sub> )	kg	35.6
Grasas	kg	35.6
Coliformes	número	5.976 x 10 <sup>13</sup> -5.976x10 <sup>14</sup>
Compuestos orgánicos volátiles	kg	0.060 – 0.239

Para el manejo de estas aguas residuales se ha previsto la instalación de una planta de tratamiento cuyo diseño estará orientado a cumplir con la NOM-003-SEMARNAT-1997, ya que las aguas tratadas serán usadas para riego en el desarrollo.

#### **Emisiones a la atmósfera.**

No son cuantificables sin una elevada incertidumbre ya que se desconoce el número de vehículos, el tipo y los recorridos que realizarán en el interior del predio de “Bosques de Pamejé”.

Aunado a lo anterior, con la implantación de este proyecto no se interrumpirá la circulación vial en los accesos aledaños al sitio, descartando la posibilidad de que se incremente el tráfico del lugar; esto debido a que el flujo vehicular que transita al sur del predio a partir de la autopista Toluca-Valle de Bravo no se verá interrumpido debido a que el área del proyecto no tiene conexión directa con esta vialidad.

El acceso al norte del predio, que es a través del circuito Avandaro, tampoco se verá afectado ya que el tramo que atraviesa la zona donde se realizará el proyecto es muy corto; además que el diseño arquitectónico e ingenieril del proyecto favorece el flujo continuo vehicular.

Por ende, al no haber una interrupción en el tránsito de los automóviles tampoco se tiene un incremento de emisiones de dióxido de carbono ni hidrocarburos producidos por vehículos hacia la atmósfera terrestre en el área donde se implementará el proyecto.

Con esto se puede concluir que el proyecto no incrementará las emisiones de CO<sub>2</sub> ni de hidrocarburos por efectos del tráfico producido en la zona; lo cual indica que realmente es viable para el libre tránsito de los vehículos.

En lo referente al uso de gas L. P., las emisiones por combustión de gas L.P. (estufas, calentadores) se estiman con factores de emisión<sup>12</sup>, a partir de un consumo promedio de 150 l/mes (75 kg/mes) por vivienda<sup>13</sup>, y 249 viviendas. Así, el consumo de gas será 150 l/mes/vivienda × 249 viviendas = 37,350 l/mes. Los factores de emisión son los reportados en la Tabla II.43.

**Tabla II. 41. Factores de emisión y emisiones por consumo de gas L. P. en la etapa de operación de "Bosques de Pamejé"**

Contaminante	Factor de emisión (kg/l)	Emisión (kg/mes)
Partículas	0.00013178	4.92
SO <sub>2</sub>	0.00001198	0.45
NO <sub>x</sub>	0.0033544	125.29
CO <sub>2</sub>	3.21064	119,917.40
COT	0.00025158	9.40
CH <sub>4</sub>	0.00004792	1.79

## Ruido

Se estima que el nivel de ruido promedio durante la operación de "Bosques de Pamejé" oscile entre 63 y 72 dBA, que es el nivel característico en una ciudad con reducida actividad urbana.

<sup>12</sup> U.S. Environmental Protection Agency. Compilation of Air Pollutant Emission Factors, 5<sup>th</sup> Edition. Volume I. Stationary Point and Area Sources. Section 1.5 Liquefied Petroleum Gas Combustion. Los factores presuponen 50% de propano y 50% de butano en la mezcla de gas L. P.

<sup>13</sup> Dato empírico para este tipo de desarrollos.

# CAPÍTULO III

## VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

## CONTENIDO

### III.VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES. 4

#### III.1. ORDENAMIENTOS JURÍDICOS FEDERALES ..... 4

III.1.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos ..... 4

III.1.2. Leyes Aplicables ..... 6

III.1.2.1. Leyes Federales ..... 6

III.1.2.1.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. .... 6

III.1.2.1.2. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable ..... 10

III.1.2.1.3. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. .... 11

III.1.2.1.4. Ley General de Vida Silvestre. .... 12

III.1.2.1.5. Ley de Aguas Nacionales. .... 15

III.1.2.1.6. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental..... 16

III.1.2.1.7. Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticos e Históricos. .... 17

III.1.2.2. Leyes Locales..... 17

III.1.2.2.1. Código para la Biodiversidad del Estado De México..... 17

III.1.2.2.2. Ley del Agua para el Estado de México y sus Municipios. .... 21

III.1.3. Reglamentos Aplicables..... 24

III.1.3.1. Reglamento de Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. .... 24

III.1.3.2. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. .... 24

III.1.3.3. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos ..... 25

III.1.3.4. Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre. .... 25

III.1.3.5. Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales. .... 25

III.1.5.6. Reglamento de la Ley Federal Sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticos e Históricos..... 25

III.1.5.7. Reglamento del Libro Segundo del Código para la Biodiversidad del Estado de México. .... 25

#### III.2. PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET)..... 26

III.2.1. Programa de Ordenamiento General del Territorio. .... 26

III.2.2. Modelo de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México. .... 34

III.2.3. Programa de Ordenamiento Ecológico Regional Valle de Bravo – Amanalco, Estado de México.49

III.2.4 Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Mariposa Monarca, en el Territorio del Estado de México. .... 82

#### III.3. DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS ..... 89

III.3.1. Área de Protección de Recursos Naturales "Zona Protectora Forestal de los Terrenos Constitutivos de las Cuencas de los Ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec. .... 89

III.3.2. Reserva de la Biósfera de la Mariposa Monarca.....	94
III.3.3. Áreas Naturales Protegidas Estatales.....	95
III.3.3.1. Parque Estatal "Santuario del Agua Valle de Bravo" .....	95
III.3.3.2. Parque Estatal "Cerro Colorado" .....	101
III.3.5. Otras Áreas de Valor Ambiental.....	104
III.3.5.1. Áreas de Importancia para la Conservación de Aves.....	104
III.3.5.2. Regiones terrestres prioritarias. ....	106
III.3.5.3. Sitios Ramsar.....	108
III.3.5.4. Regiones Hidrológicas Prioritarias. ....	108
<b>III.4. NORMAS OFICIALES MEXICANAS.....</b>	<b>111</b>
<b>III.5. PLANES O PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO (PDU) .....</b>	<b>114</b>

### III.VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

En el presente Capítulo se analiza la concordancia o congruencia existente entre el Proyecto y los diferentes instrumentos aplicables en materia de planeación, de regulación de usos de suelo, legales y normativos.

Como producto del análisis se presentan los componentes y elementos ambientales que resultan relevantes para asegurar la sustentabilidad de la zona, así como los elementos y componentes ambientales relacionados con el Proyecto que se encuentran regulados por la normatividad en la materia.

#### III.1. ORDENAMIENTOS JURÍDICOS FEDERALES

##### III.1.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece las bases sobre las cuales se debe realizar el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales a través del cuidado y la protección al medio ambiente. En la Tabla III.1 se presentan aquellos Artículos Constitucionales que guardan relación con el derecho a un medio ambiente sano y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales:

**Tabla III. 1. Artículos relacionados de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos aplicables al proyecto Bosques de Pamejé.**

Preceptos Legales Relacionados	Vinculación con el Proyecto y actividades aplicables para su cumplimiento
<b>ARTÍCULO 4 [...]</b> Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley.	En cumplimiento del deber de respetar el derecho humano que tiene toda persona a un medio ambiente sano, y con la finalidad de minimizar los impactos causados, se presenta a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), el presente Documento Técnico Unificado el cual considera medidas de mitigación y compensación cumpliendo con la normatividad ambiental aplicable al Proyecto tal y como se describe en los Capítulos correspondientes.
<b>ARTÍCULO 25.</b> Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable, que fortalezca la Soberanía de la Nación y su régimen democrático y que, mediante la competitividad, el fomento del crecimiento económico y el empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de	El Proyecto tiene como objetivo reconciliar los aspectos, económicos, social y ambiental de las actividades humanas, tal y como se describen a lo largo del presente Documento Técnico Unificado.

Preceptos Legales Relacionados	Vinculación con el Proyecto y actividades aplicables para su cumplimiento
<p>la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales, cuya seguridad protege esta Constitución. La competitividad se entenderá como el conjunto de condiciones necesarias para generar un mayor crecimiento económico, promoviendo la inversión y la generación de empleo.</p> <p>[...]</p> <p>Bajo criterios de equidad social, productividad y sustentabilidad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolos a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente.</p>	
<p><b>ARTÍCULO 27.-</b> [...]</p> <p>La nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia, se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico; para el fraccionamiento de los latifundios; para disponer, en los términos de la ley reglamentaria, la organización y explotación colectiva de los ejidos y comunidades; para el desarrollo de la pequeña propiedad rural; para el fomento de la agricultura, de la ganadería, de la silvicultura y de las demás actividades económicas en el medio rural, y para evitar la destrucción de los elementos naturales y los daños que la propiedad pueda sufrir en perjuicio de la sociedad.</p>	<p>Durante el desarrollo del Proyecto se da pleno cumplimiento a las disposiciones en materia de asentamientos humanos, así como a las medidas establecidas para usos, reservas y destinos de tierra, aguas y bosques cumpliendo con la normatividad ambiental aplicable al Proyecto tal y como se describe en los capítulos subsecuentes del presente Documento Técnico Unificado, generando beneficios económicos que apoyan el desarrollo de la región en que se desarrolla el proyecto.</p>

### III.1.2. Leyes Aplicables

En este apartado se presenta una breve exposición de los instrumentos normativos que se debe tener en consideración para la ejecución del proyecto Bosques de Pamejé.

#### III.1.2.1. Leyes Federales

A continuación, se exponen las leyes aplicables al proyecto Bosques de Pamejé.

##### III.1.2.1.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 28 de enero de 1988 y con una última reforma publicada en el DOF el 24 de enero de 2017, tiene por objeto reglamentar las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable. Los Artículos vinculados con el proyecto; así como la exposición de motivos se exponen en la Tabla III.2.

**Tabla III. 2. Artículos vinculados de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente al proyecto Bosques de Pamejé.**

Preceptos Legales Relacionados	Vinculación con el Proyecto y actividades aplicables para su cumplimiento
<p><b>ARTÍCULO 28.-</b> La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:</p> <p><b>VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales,</b> así como en selvas y zonas áridas;</p> <p><b>XI. Obras y actividades en áreas naturales protegidas de competencia de la Federación.</b></p>	<p>Las fracciones VII y XI del Artículo 28 de la LGEEPA resultan directamente aplicables al Proyecto, en virtud de requerir la remoción de vegetación de terrenos forestales; así como de estar ubicada dentro del territorio del Área Natural Protegida de competencia Federal denominada Área de Protección de Recursos Naturales "<i>Zona Protectora Forestal de los Terrenos Constitutivos de las Cuencas de los Ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec</i>"</p> <p>Derivado de lo anterior, se presenta el Documento Técnico Unificado a fin de obtener la Autorización de Impacto Ambiental y la Autorización para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales.</p>
<p><b>ARTÍCULO 30.-</b> Para obtener la autorización a que se refiere el Artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de</p>	<p>Los promoventes presentan a evaluación de SEMARNAT el Documento Técnico Unificado, mismo que contiene la Manifestación de</p>

Preceptos Legales Relacionados	Vinculación con el Proyecto y actividades aplicables para su cumplimiento
<p>impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.</p>	<p>Impacto Ambiental en su modalidad Regional, la cual cumple con todos y cada uno de los requisitos legales aplicables.</p>
<p><b>ARTÍCULO 98.-</b> Para la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo se considerarán los siguientes criterios:</p> <p><b>I.</b> El uso del suelo debe ser compatible con su vocación natural y no debe alterar el equilibrio de los ecosistemas;</p> <p><b>II.</b> El uso de los suelos debe hacerse de manera que éstos mantengan su integridad física y su capacidad productiva;</p> <p><b>III.</b> Los usos productivos del suelo deben evitar prácticas que favorezcan la erosión, degradación o modificación de las características topográficas, con efectos ecológicos adversos;</p> <p><b>IV.-</b> En las acciones de preservación y aprovechamiento sustentable del suelo, deberán considerarse las medidas necesarias para prevenir o reducir su erosión, deterioro de las propiedades físicas, químicas o biológicas del suelo y la pérdida duradera de la vegetación natural;</p> <p><b>V.-</b> En las zonas afectadas por fenómenos de degradación o desertificación, deberán llevarse a cabo las acciones de regeneración, recuperación y rehabilitación necesarias, a fin de restaurarlas, y</p> <p><b>VI.-</b> La realización de las obras públicas o privadas que por sí mismas puedan provocar deterioro severo de los suelos, deben incluir acciones equivalentes de regeneración, recuperación y restablecimiento de su vocación natural.</p>	<p>Se presenta a evaluación de la SEMARNAT el Documento Técnico Unificado a fin de obtener por excepción la Autorización para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales correspondiente.</p> <p>El Proyecto delimitará el área del desmonte y despalme previo al inicio de actividades, con el objeto de solo afectar los sitios destinados a la construcción y operación.</p>
<p><b>ARTÍCULO 113.-</b> No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. En todas las emisiones a la atmósfera, deberán ser observadas las previsiones de esta Ley y de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, así como las normas oficiales mexicanas expedidas por la Secretaría.</p>	<p>Las emisiones a la atmósfera en las etapas de preparación del sitio y construcción se originarán por el empleo de motores de combustión interna de la maquinaria empleada en la construcción. En la etapa de mantenimiento y operación tendrán su origen en los vehículos de las</p>

Preceptos Legales Relacionados	Vinculación con el Proyecto y actividades aplicables para su cumplimiento
	personas que habiten el desarrollo residencial o los que transiten por el sitio.
<p><b>ARTÍCULO 117.-</b> Para la prevención y control de la contaminación del agua se considerarán los siguientes criterios:</p> <p>I. La prevención y control de la contaminación del agua, es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del país;</p>	<p>Durante las diferentes etapas del proyecto implementarán procedimientos para el manejo de sustancias y de residuos peligrosos que se utilicen o se generen, evitando la contaminación del agua superficial o subterránea.</p> <p>Asimismo, durante la etapa de operación las aguas negras serán conducidas por la red de drenaje sanitario del Proyecto a una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales las cuales serán utilizadas en el riego de áreas verdes y servicios al público.</p> <p>En forma independiente a la red de drenaje sanitario el Proyecto contará una red de drenaje pluvial.</p>
<p><b>ARTÍCULO 121.-</b> No podrán descargarse o infiltrarse en cualquier cuerpo o corriente de agua o en el suelo o subsuelo, aguas residuales que contengan contaminantes, sin previo tratamiento y el permiso o autorización de la autoridad federal, o de la autoridad local en los casos de descargas en aguas de jurisdicción local o a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población.</p>	<p>En el momento adecuado se obtendrán los permisos y autorizaciones necesarios para la utilización del agua tratada en el riego de áreas verdes y servicios.</p>
<p><b>ARTÍCULO 123.-</b> Todas las descargas en las redes colectoras, ríos, acuíferos, cuencas, cauces, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua y los derrames de aguas residuales en los suelos o su infiltración en terrenos, deberán satisfacer las normas oficiales mexicanas que para tal efecto se expidan, y en su caso, las condiciones particulares de descarga que determine la Secretaría o las autoridades locales. Corresponderá a quien genere dichas descargas, realizar el tratamiento previo requerido.</p>	<p>El Promovente dará cumplimiento con la normatividad aplicable y lo dispuesto en el presente Artículo y Ley.</p>
<p><b>ARTÍCULO 134.-</b> Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios:</p> <p>II. Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos;</p> <p>III.- Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar</p>	<p>El proyecto contempla medidas para realizar un manejo adecuado de los residuos peligrosos y de los generados durante la etapa de construcción del sitio; así como de los residuos sólidos urbanos que se generen durante la etapa de operación del mismo. Lo anterior, en términos de lo establecido por la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y la legislación local aplicable.</p>

Preceptos Legales Relacionados	Vinculación con el Proyecto y actividades aplicables para su cumplimiento
<p>técnicas y procedimientos para su reúso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes;</p> <p><b>V.-</b> En los suelos contaminados por la presencia de materiales o residuos peligrosos, deberán llevarse a cabo las acciones necesarias para recuperar o restablecer sus condiciones, de tal manera que puedan ser utilizados en cualquier tipo de actividad prevista por el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable.</p>	
<p><b>ARTÍCULO 155.-</b> Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica y la generación de contaminación visual, en cuanto rebasen los límites máximos establecidos en las normas oficiales mexicanas que para ese efecto expida la Secretaría, considerando los valores de concentración máxima permisibles para el ser humano de contaminantes en el ambiente que determine la Secretaría de Salud. Las autoridades federales o locales, según su esfera de competencia, adoptarán las medidas para impedir que se transgredan dichos límites y en su caso, aplicarán las sanciones correspondientes.</p> <p>En la construcción de obras o instalaciones que generen energía térmica o lumínica, ruido o vibraciones, así como en la operación o funcionamiento de las existentes deberán llevarse a cabo acciones preventivas y correctivas para evitar los efectos nocivos de tales contaminantes en el equilibrio ecológico y el ambiente.</p>	<p>Las emisiones por ruido, vibraciones y energías térmicas y lumínicas se realizarán en cumplimiento de los límites máximos establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.</p>

### III.1.2.1.2. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 25 de febrero de 2003 y con una última reforma publicada en el DOF el 24 de enero de 2017, tiene por objeto de reglamentar las disposiciones del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, respecto a la regulación y fomento de la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos. Los Artículos de esta Ley vinculados con el proyecto -bosques de Pamejé se presentan en la Tabla III.3.

**Tabla III. 3. Artículos vinculados de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable al proyecto Bosques de Pamejé**

Preceptos Legales Relacionados	Vinculación con el Proyecto y actividades aplicables para su cumplimiento
<p><b>ARTICULO 117.</b> La Secretaría sólo podrá autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo. Estos estudios se deberán considerar en conjunto y no de manera aislada.</p> <p>[...]</p> <p>Las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la vegetación forestal afectadas y su adaptación al nuevo hábitat. Dichas autorizaciones deberán atender lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamiento ecológico correspondiente, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.</p> <p>[...]</p>	<p>A efectos de obtener la Autorización para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales por excepción, se presenta el Documento Técnico Unificado, mismo que contiene el Informe Técnico Justificativo, mediante el cual se demuestra que, con la realización de El Proyecto, no se compromete la biodiversidad, ni se provoca erosión de suelo, deterioro de la calidad del agua o disminución en su captación. El Proyecto tiene entre sus objetivos el incremento establecimiento de asentamientos humanos irregulares, garantizando una muy baja densidad habitacional con alto grado de conservación de áreas con valor ecológico y paisajístico.</p>
<p><b>ARTICULO 118.</b> Los interesados en el cambio de uso de terrenos forestales deberán acreditar que otorgaron depósito ante el Fondo, para concepto de compensación ambiental para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento, en los términos y condiciones que establezca el Reglamento.</p>	<p>Los promoventes realizarán y acreditarán el depósito ante el Fondo Forestal Mexicano, por el concepto de compensación ambiental para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento, en los términos y condiciones que establezca el reglamento.</p>

### III.1.2.1.3. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Esta Ley fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 08 de octubre de 2003 y su última reforma fue publicada en el DOF el 22 de mayo de 2015. La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos tiene por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación. En la Tabla III.4 se exponen los Artículos de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos vinculados con el Proyecto Bosques de Pamejé.

**Tabla III. 4, Artículos de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos vinculados al proyecto Bosques de Pamejé**

Preceptos Legales Relacionados	Vinculación con el Proyecto y actividades aplicables para su cumplimiento
<p><b>ARTÍCULO 40.-</b> Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven. [...]</p>	<p>El Proyecto generará en cantidades menores residuos peligrosos durante su etapa de construcción, tales como: (telas, estopa, esponjas, madera, plásticos, contenedores metálicos y de plástico, cartón, filtros empaques y embalajes, impregnados de aceite o grasa, o que hayan estado en contacto con algún material considerado como peligroso) derivados principalmente de mantenimiento de maquinaria y equipo, mismos que se colocarán en contenedores rotulados, se almacenarán de manera temporal en un área destinada para ello por un periodo no mayor a seis meses en el para posteriormente ser entregados a una empresa autorizada por la Secretaría para su manejo adecuado.</p> <p>Una vez edificadas las casas se estima la generación de residuos sólidos, para lo cual se elaborará el plan de manejo correspondiente.</p> <p>Por último, los lodos provenientes de la planta de tratamiento de aguas residuales serán caracterizados y manejados de conformidad con lo establecido en las disposiciones aplicables.</p>
<p><b>ARTÍCULO 41.-</b> Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.</p>	<p>Los residuos peligrosos que sean generados durante la etapa de construcción, así como en su caso los lodos provenientes de la planta de tratamiento de aguas residuales serán manejados de manera segura y ambientalmente adecuada en los términos de la LGPGIR y su Reglamento.</p>
<p><b>ARTÍCULO 42.-</b> Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos</p>	<p>Los residuos peligrosos generados durante la etapa de construcción del Proyecto serán manejados a través de empresas debidamente autorizadas por la Secretaría.</p>

Preceptos Legales Relacionados	Vinculación con el Proyecto y actividades aplicables para su cumplimiento
con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos. [...]	

#### III.1.2.1.4. Ley General de Vida Silvestre.

La Ley General de Vida Silvestre fue publicada el 3 de julio de 2000, y su última reforma fue el 19 de diciembre de 2016. Sus disposiciones son de orden público e interés social, reglamentaria del párrafo 27 y de la fracción XXIX, inciso G del Artículo 73 constitucionales. Su objeto es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, Gobiernos Estatales y Municipales, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción.

Establece los requisitos para el aprovechamiento sustentable de las especies de flora y fauna silvestre, en especial de aquellas clasificadas en riesgo y/o en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, por la legislación federal. También dispone que la conservación de dichas especies se hará mediante la protección y la exigencia de niveles óptimos de aprovechamiento sustentable, de modo que simultáneamente se logre mantener y promover la restauración de su diversidad e integridad.

El área destinada al Proyecto se construirá y operará sobre una superficie de 73,7831.15 m<sup>2</sup>, caracterizada por terrenos donde se desarrollan varios tipos de vegetación, destacando principalmente la asociación de bosque de pino-encino.

Con respecto a las especies faunísticas registradas en el sitio del Proyecto y su área de Influencia, se identificó una especie listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, que corresponde a: *Passerina ciris*, conocido comúnmente como colorín 7 colores con categoría: Pr (no endémica) sujeta a protección especial.

**Tabla III. 5. Artículos vinculados de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente al proyecto Bosques de Pamejé**

Preceptos Legales Relacionados	Vinculación con el Proyecto y actividades aplicables para su cumplimiento
<p><b>ARTÍCULO 4o.</b> Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación.</p> <p>Los propietarios o legítimos poseedores de los predios en donde se distribuye la vida silvestre tendrán derechos de aprovechamiento sustentable sobre sus ejemplares, partes y derivados en los términos prescritos en la presente Ley y demás disposiciones aplicables.</p> <p>[...]</p>	<p>El proyecto dará total cumplimiento a las disposiciones aplicables en la materia.</p>
<p><b>ARTÍCULO 18.</b> Los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se distribuye la vida silvestre tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat conforme a lo establecido en la presente Ley; asimismo podrán transferir esta prerrogativa a terceros, conservando el derecho a participar de los beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento.</p> <p>Los propietarios y legítimos poseedores de dichos predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat.</p>	<p>El proyecto dará total cumplimiento a las disposiciones aplicables en la materia.</p>
<p><b>ARTÍCULO 30.</b> El aprovechamiento de la fauna silvestre se llevará a cabo de manera que se eviten o disminuyan los daños a la fauna silvestre mencionados en el Artículo anterior. Queda estrictamente prohibido todo acto de crueldad en contra de la fauna silvestre, en los términos de esta Ley y las normas que de ella deriven.</p>	<p>El promovente implementará las medidas de prevención y mitigación en todas las etapas del Proyecto, destinadas exclusivamente a minimizar los efectos negativos que puedan ser generados y que afecten la vida silvestre y su hábitat, lo anterior lo logrará aplicando un Programa de Rescate de Fauna.</p>
<p><b>ARTÍCULO 31.</b> Cuando se realice traslado de ejemplares vivos de fauna silvestre, éste se deberá efectuar bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características.</p>	<p>El Promovente elaborará y aplicará los procedimientos de manejo para la reubicación de especies, procurando no ocasionar demasiado estrés o algún daño físico en los ejemplares.</p>
<p><b>ARTÍCULO 58.</b> Entre las especies y poblaciones en riesgo estarán comprendidas las que se identifiquen como:</p>	<p>En el área del proyecto se identificó un ave listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, que corresponde a:</p>

Preceptos Legales Relacionados	Vinculación con el Proyecto y actividades aplicables para su cumplimiento
<p>a) En peligro de extinción, aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.</p> <p>b) Amenazadas, aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazos, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.</p> <p>c) Sujetas a protección especial, aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.</p>	<p><i>Passerina ciris</i>, conocido comúnmente como colorín 7 colores con categoría: Pr (no endémica) sujeta a protección especial.</p> <p>Como parte del programa de conservación de la especie se realizarán las siguientes acciones:                      Previo a las actividades de desmonte y despalme, identificará nidos y madrigueras.                      En caso de encontrar algún sitio de anidación, se dejará que la especie cumpla con el ciclo reproductivo para posteriormente reubicar a las crías.                      Realizar la liberación en sitios seleccionados con anterioridad comprobando que sean lo más parecidos al sitio de donde se rescataron los especímenes.</p>
<p><b>ARTÍCULO 80.</b> La Secretaría podrá autorizar la liberación de ejemplares de la vida silvestre al hábitat natural con fines de repoblación o de reintroducción, en el marco de proyectos que prevean:</p> <p>a) Una evaluación previa de los ejemplares y del hábitat que muestre que sus características son viables para el proyecto.</p> <p>b) Un plan de manejo que incluya acciones de seguimiento con los indicadores para valorar los efectos de la repoblación o reintroducción sobre los ejemplares liberados, otras especies asociadas y el hábitat, así como medidas para disminuir los factores que puedan afectar su sobrevivencia, en caso de ejemplares de especies en riesgo o de bajo potencial reproductivo.</p> <p>c) En su caso, un control sanitario de los ejemplares a liberar.</p>	<p>Para cumplir con este lineamiento el promovente solicitará la autorización para el traslado y reubicación de las especies encontradas dentro del área del proyecto, realizando una previa evaluación de las condiciones del sitio donde se reubicarán, demostrando así que es un lugar óptimo como nuevo hábitat.</p>
<p><b>ARTÍCULO 82.</b> Solamente se podrá realizar aprovechamiento extractivo de la vida silvestre, en las condiciones de sustentabilidad prescritas en los siguientes Artículos.</p>	<p>Durante el desarrollo de este proyecto no se pretende realizar ningún aprovechamiento de especies en vida silvestre, sin embargo, el promovente</p>

Preceptos Legales Relacionados	Vinculación con el Proyecto y actividades aplicables para su cumplimiento
	verificará que se lleve a cabo este Artículo conforme lo enmarca la ley.
<p><b>ARTÍCULO 83.</b> El aprovechamiento extractivo de ejemplares, partes y derivados de la vida silvestre requiere de una autorización previa de la Secretaría, en la que se establecerá la tasa de aprovechamiento y su temporalidad.</p> <p>Los aprovechamientos a que se refiere el párrafo anterior, podrán autorizarse para actividades de colecta, captura o caza con fines de reproducción, restauración, recuperación, repoblación, reintroducción, translocación, económicos o educación ambiental.</p>	Durante el desarrollo de este proyecto no se pretende realizar ningún aprovechamiento de especies en vida silvestre, sin embargo, se dará seguimiento a los lineamientos de este Artículo, evitando así que se haga uso ilegal de las especies reubicadas.
<p><b>ARTÍCULO 85.</b> Solamente se podrá autorizar el aprovechamiento de ejemplares de especies en riesgo cuando se dé prioridad a la colecta y captura para actividades de restauración, repoblamiento, reintroducción e investigación científica. Cualquier otro aprovechamiento, en el caso de poblaciones en peligro de extinción y amenazadas, estará sujeto a que se demuestre que se ha cumplido satisfactoriamente cualesquiera de las cuatro actividades mencionadas anteriormente y que:</p> <p>a) Los ejemplares sean producto de la reproducción controlada, que a su vez contribuya con el desarrollo de poblaciones en programas, proyectos o acciones avalados por la Secretaría cuando éstos existan, en el caso de ejemplares en confinamiento.</p> <p>b) Contribuya con el desarrollo de poblaciones mediante reproducción controlada, en el caso de ejemplares de especies silvestres en vida libre.</p>	Durante la ejecución del proyecto del proyecto no se realizará aprovechamiento de especies silvestres, pero se revisará que las especies que han sido reubicadas no sean sustraídas de manera ilegal y explotadas, realizando monitoreo continuo en el área;
<p><b>ARTÍCULO 91.</b> Los medios y formas para ejercer el aprovechamiento deberán minimizar los efectos negativos sobre las poblaciones y el hábitat.</p> <p>La autorización de aprovechamiento generará para su titular la obligación de presentar informes periódicos de conformidad con lo establecido en el reglamento, que deberán incluir la evaluación de los efectos que ha tenido el respectivo aprovechamiento sobre las poblaciones y sus hábitats.</p>	Durante el desarrollo de este proyecto no se pretende realizar ningún aprovechamiento de especies en vida silvestre, sin embargo, se dará seguimiento a los lineamientos de este Artículo, evitando así que se haga uso ilegal de las especies reubicadas.

### III.1.2.1.5. Ley de Aguas Nacionales.

La Ley de Aguas Nacionales fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de diciembre de 1992 y última reforma publicada el 24 de marzo de 2016.

La Ley de Aguas Nacionales tiene por objeto regular el uso, aprovechamiento y explotación de las aguas nacionales, previstas en el Artículo 27 constitucional, para lograr un aprovechamiento sustentable de las mismas, así como prevenir y controlar la contaminación de los acuíferos, y de las aguas nacionales superficiales. La Ley de Aguas Nacionales señala en su Título Séptimo, las disposiciones sobre Prevención y Control de la Contaminación de las Aguas y Responsabilidad por Daño Ambiental, acorde con lo expuesto en la Tabla III.6.

**Tabla III. 6. Artículos de la Ley de Aguas Nacionales vinculados al proyecto Bosques de Pamejé**

Preceptos Legales Relacionados	Vinculación con el Proyecto y actividades aplicables para su cumplimiento
<p><b>ARTICULO 86. BIS 2.</b> Se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas.</p>	<p>Las aguas residuales generadas durante las etapas de preparación y construcción del proyecto serán transportadas y dispuestas por empresa autorizada para que sean tratadas y cumplan con los parámetros de descarga, previniendo con esto la contaminación del agua</p> <p>Durante la etapa de operación las aguas negras serán conducidas por la red de drenaje sanitario del Proyecto a una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales las cuales serán utilizadas en el riego de áreas verdes y servicios al público, misma que deberá cumplir con la NOM-003-SEMARNAT-1997. Los lodos generados por la planta de tratamiento serán manejados de conformidad con sus características o no de peligrosidad una vez que se caractericen.</p>
<p><b>ARTÍCULO 88.</b> Las personas físicas o morales requieren permiso de descarga expedido por "la Autoridad del Agua" para verter en forma permanente o intermitente aguas residuales en cuerpos receptores que sean aguas nacionales o demás bienes nacionales, incluyendo aguas marinas, así como cuando se infiltren en terrenos que sean bienes nacionales o en otros terrenos cuando puedan contaminar el subsuelo o los acuíferos.</p> <p>El control de las descargas de aguas residuales a los sistemas de drenaje o alcantarillado de los centros de población, corresponde a los municipios, con el concurso de los estados cuando así fuere necesario y lo determinen las leyes.</p>	<p>Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, las aguas residuales generadas en los sanitarios portátiles serán transportadas y dispuestas por empresa autorizada para que sean tratadas y cumplan con los parámetros de descarga, previniendo con esto la contaminación del agua.</p> <p>Durante la etapa de operación las aguas negras serán conducidas por la red de drenaje sanitario del Proyecto a una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales las cuales serán utilizadas en el riego de áreas verdes y servicios al público, misma que deberá cumplir con la NOM-003-SEMARNAT-1997, para lo cual, en el momento oportuno se solicitarán los permisos correspondientes.</p>

### III.1.2.1.6. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.

La Ley Federal de Responsabilidad Ambiental fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 7 de junio de 2013, y su objeto es regular la responsabilidad ambiental que nace de los daños ocasionados al ambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños. En la Tabla III.7 se expone la vinculación entre el Proyecto Bosques de Pamejé y la mencionada Ley.

**Tabla III. 7. Artículos de la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental vinculados al proyecto Bosques de Pamejé**

Preceptos Legales Relacionados	Vinculación con el Proyecto y actividades aplicables para su cumplimiento
<p><b>ARTÍCULO 6o.-</b> No se considerará que existe daño al ambiente cuando los menoscabos, pérdidas, afectaciones, modificaciones o deterioros no sean adversos en virtud de:</p> <p>I. Haber sido expresamente manifestados por el responsable y explícitamente identificados, delimitados en su alcance, evaluados, mitigados y compensados mediante condicionantes, y autorizados por la Secretaría, previamente a la realización de la conducta que los origina, mediante la evaluación del impacto ambiental o su informe preventivo, la autorización de cambio de uso de suelo forestal o algún otro tipo de autorización análoga expedida por la Secretaría; o de que,</p>	<p>El promovente presenta a evaluación de la SEMARNAT el Documento Técnico Unificado en el cual se identifican, evalúan y proponen medidas de compensación y mitigación para los impactos ambientales; a fin de obtener la autorización en materia de evaluación de impacto ambiental y de Cambio de Uso de Suelo Forestal.</p> <p>Asimismo, una vez expedidas las autorizaciones de impacto ambiental y cambio de uso de suelo en terrenos forestales el promovente dará cumplimiento a las condicionantes establecidas por la Secretaría en cada una de éstas.</p>

### III.1.2.1.7. Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticos e Históricas.

La Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticos e Históricas fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de mayo de 1972 y su última reforma el 28 de enero de 2015. Al respecto, y en virtud de presumirse dentro del área del Proyecto dos sitios arqueológicos ya identificados por el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), previa realización de cualquier obra o actividad en los sitios se solicita a dicho organismo la autorización correspondiente.

### III.1.2.2. Leyes Locales.

A continuación, se exponen los instrumentos normativos de orden local vinculados con el Proyecto Bosques de Pamejé.

#### III.1.2.2.1. Código para la Biodiversidad del Estado De México

El Código para la Biodiversidad del Estado de México es de observancia general en esta entidad. Fue publicado el 3 mayo de 2006 y su última reforma el 20 de diciembre de 2016, y tiene por objeto regular el equilibrio ecológico y la protección al ambiente en las materias de competencia estatal. En la Tabla III.8 se exponen los Artículos del Código para la Biodiversidad del Estado de México vinculados al proyecto Bosques de Pamejé.

**Tabla III. 8. Artículos del Código para la Biodiversidad del Estado De México vinculados al proyecto Bosques de Pamejé**

Preceptos Legales Relacionados	Vinculación con el Proyecto y actividades aplicables para su cumplimiento
<b>Aire</b>	
<p><b>ARTÍCULO 2.140.</b> Se prohíbe la emisión a la atmósfera de contaminantes como humos, polvos, gases, vapores y olores que rebasen los límites máximos permisibles contemplados en las normas oficiales mexicanas, normas técnicas estatales y en las disposiciones aplicables.</p>	<p>Las emisiones a la atmósfera en las etapas de preparación del sitio y construcción se originarán por el empleo de motores de combustión interna de la maquinaria empleada en la construcción.</p> <p>En la etapa de mantenimiento y operación las emisiones tendrán su origen en los vehículos de las personas que habiten el desarrollo residencial o los que transiten por el sitio, los cuales deberán de cumplir con los programas de verificación vehicular aplicables en el Estado de México.</p>
<p><b>ARTÍCULO 2.142.</b> Para la prevención y control de la contaminación de la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:</p> <p>[...]</p> <p>II. La emisión de contaminantes a la atmósfera sea de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles deben ser controladas y reducidas para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio de los ecosistemas.</p>	
<p><b>ARTÍCULO 2.147.</b> Los propietarios de los vehículos automotores de uso privado o de servicio público deberán:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>I. Realizar el mantenimiento de las unidades y observar los límites permitidos de emisiones señalados en la normatividad aplicable;</li> <li>II. Verificar periódicamente las emisiones de contaminantes a la atmósfera de acuerdo con los programas, mecanismos y disposiciones establecidas; y</li> <li>III. Observar las medidas y restricciones que las autoridades competentes dicten para prevenir y controlar emergencias y contingencias ambientales.</li> </ul>	

Preceptos Legales Relacionados	Vinculación con el Proyecto y actividades aplicables para su cumplimiento
<b>Agua</b>	
<p><b>ARTÍCULO 2.153.</b> Para la prevención y control de la contaminación del agua se considerarán los siguientes criterios:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>I. La prevención y control de la contaminación del agua es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger la integridad de los ecosistemas de la Entidad;</li> <li>II. Corresponde a toda la sociedad prevenir la contaminación de ríos, cuencas, vasos y demás depósitos y corrientes de agua incluyendo las aguas del subsuelo;</li> </ul>	<p>Durante las etapas de preparación del sitio y construcción las aguas residuales generadas en los sanitarios portátiles serán transportadas y dispuestas por empresa autorizada para que sean tratadas y cumplan con los parámetros de descarga, previniendo con esto la contaminación del agua.</p> <p>En la etapa de operación las aguas negras serán conducidas por la red de drenaje sanitario del Proyecto a una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales las cuales serán utilizadas en el riego de áreas verdes y servicios al público, misma que deberá cumplir con la NOM-003-SEMARNAT-1997, para lo cual, en el momento oportuno se solicitarán los permisos correspondientes.</p>
<p><b>ARTÍCULO 2.159.</b> Todas las descargas en los cuerpos o corrientes de agua de jurisdicción estatal o en los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población deberán satisfacer las normas oficiales mexicanas las normas técnicas estatales y corresponderá a quien genere dichas descargas realizar el tratamiento requerido.</p>	
<b>Suelo</b>	
<p><b>ARTÍCULO 2.164.</b> Para la prevención y control de la contaminación del suelo se considerarán los siguientes criterios:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>I. Corresponde al Estado, sus Municipios y a la sociedad prevenir y controlar la contaminación del suelo en el territorio de la Entidad;</li> <li>II. Los residuos sólidos deben ser controlados desde su origen, reduciendo, previniendo y ubicando su generación no importando que sea de fuentes industriales, municipales o domésticas; por lo que se deben incorporar técnicas y métodos para su reúso, y reciclaje, así como para su manejo, tratamiento y disposición final; y</li> </ul>	<p>El promovente implementará procedimientos para el manejo de residuos sólidos y peligrosos generados durante las diferentes etapas del Proyecto supervisando la correcta aplicación de los procedimientos con el fin de evitar cualquier contaminación del suelo. Asimismo, según las necesidades de cada etapa, se contará con un almacén temporal de residuos con las condiciones de protección que correspondan.</p>

Preceptos Legales Relacionados	Vinculación con el Proyecto y actividades aplicables para su cumplimiento
<p><b>III.</b> La utilización de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas debe ser compatible con el equilibrio de los ecosistemas y se deberá considerar los efectos sobre la salud humana, esto con la finalidad de prevenir los daños que su uso pudiera ocasionar.</p>	
<b>Residuos</b>	
<p><b>ARTÍCULO 4.43.</b> Las personas físicas o jurídicas colectivas que generen residuos sólidos urbanos y de manejo especial tienen la propiedad y responsabilidad del residuo en todo su ciclo de vida incluso durante su manejo, recolección, acopio, transporte, reciclado, tratamiento o disposición final de conformidad con lo establecido en el presente Libro y demás ordenamientos aplicables. Es obligación de todo generador de residuos urbanos separarlos en orgánicos e inorgánicos.</p>	<p>Los residuos sólidos urbanos generados por las actividades del Proyecto en cada una de las etapas serán subclasificados al menos en orgánicos e inorgánicos, aunque podrán ser divididos en otras subclasificaciones para su aprovechamiento y reciclaje y serán depositados en los contenedores marcados para su identificación, además de ser dispuestos en sitios autorizados.                      Lo anterior, de conformidad con el programa de manejo de residuos que en su oportunidad de elabore.</p>
<p><b>ARTÍCULO 4.44.</b> Es obligación de toda persona física o jurídica colectiva generadora de residuos sólidos urbanos o de manejo especial en el Estado:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>I.</b> Participar en los planes y programas que establezcan las autoridades competentes para facilitar la prevención y reducción de la generación de residuos sólidos;</li> <li><b>II.</b> Conservar limpias las vías públicas y áreas comunes;</li> <li><b>III.</b> Barrer diariamente las banquetas y mantener limpios de residuos los frentes de sus viviendas o establecimientos industriales o mercantiles, así como los terrenos de su propiedad que no tengan construcción a efecto de evitar contaminación, infecciones y proliferación de fauna nociva;</li> <li><b>IV.</b> Separar los residuos sólidos urbanos y de manejo especial para su recolección conforme a las</li> </ul>	<p>Los residuos de la construcción serán seleccionados y separados desde la fuente de generación, realizando esta separación de acuerdo con la etapa de construcción. Asimismo, los residuos de la construcción serán almacenados en un área dentro del predio evitando esparcimiento de lodos, sólidos granulares y la obstrucción de la vía pública y el alcantarillado. Los residuos serán dispuestos en sitios debidamente autorizados.</p>

Preceptos Legales Relacionados	Vinculación con el Proyecto y actividades aplicables para su cumplimiento
<p>disposiciones que el presente Libro y otros ordenamientos establecen;</p> <p><b>V.</b> Pagar oportunamente por el servicio de limpia y de ser el caso las multas y demás cargos impuestos por violaciones a este Libro y demás ordenamientos jurídicos aplicables;</p> <p><b>VI.</b> Cumplir con las disposiciones específicas, criterios, normas y recomendaciones técnicas aplicables en su caso;</p>	

### III.1.2.2.2. Ley del Agua para el Estado de México y sus Municipios.

La Ley del Agua para el Estado de México y sus Municipios fue publicada el 23 de febrero de 2013, es de orden público e interés social, de aplicación y observancia general en el Estado de México y tiene por objeto normar la explotación, uso, aprovechamiento, administración, control y suministro de las aguas de jurisdicción estatal y municipal y sus bienes inherentes, para la prestación de los servicios de agua potable, drenaje y alcantarillado, saneamiento y tratamiento de aguas residuales su reúso y la disposición final de sus productos resultantes. En la Tabla III.9 se exponen los Artículos de la Ley del Agua para el Estado de México y sus municipios al proyecto Bosques de Pamejé.

**Tabla III. 9. Artículos de la Ley del Agua para el Estado de México y sus Municipios vinculados al proyecto Bosques de Pamejé**

Preceptos Legales Relacionados	Vinculación con el Proyecto y actividades aplicables para su cumplimiento
<p><b>ARTÍCULO 44.-</b> El usuario tendrá las siguientes obligaciones:</p> <p><b>I.</b> Usar el agua de manera racional y eficiente, conforme a las disposiciones aplicables, el contrato de prestación de servicios o el título respectivo;</p> <p><b>II.</b> Contar con un aparato medidor de consumo de agua potable, en los casos que lo determine como obligatorio esta Ley y su Reglamento;</p> <p><b>III.</b> Utilizar los servicios que proporciona el prestador de los servicios, bajo las condiciones previstas en la presente</p>	<p>Para el abastecimiento de agua potable el Proyecto se conectará a la red municipal de agua potable, dando cumplimiento a las disposiciones aplicables.</p> <p>Durante las etapas de preparación y construcción del sitio las aguas residuales generadas por los sanitarios portátiles, serán transportadas y dispuestas por la empresa autorizada para que éstas sean tratadas y cumplan con los parámetros de descarga previniendo con esto la contaminación del agua.</p> <p>En la etapa de operación las aguas negras serán conducidas por la red de drenaje sanitario del Proyecto a una Planta de Tratamiento de Aguas</p>

Preceptos Legales Relacionados	Vinculación con el Proyecto y actividades aplicables para su cumplimiento
<p>Ley, su Reglamento y demás normatividad aplicable;</p> <p><b>IV.</b> Pagar las tarifas correspondientes a los servicios prestados, de acuerdo con la lectura del medidor de su toma domiciliaria, y a falta de éste, la tarifa fija establecida previamente;</p> <p><b>V.</b> Instalar, en su caso, dispositivos de bajo consumo de agua en su infraestructura domiciliaria y darles mantenimiento para lograr un uso eficiente del agua;</p> <p><b>VI.</b> Contar con instalaciones para el almacenamiento de agua como parte de su infraestructura domiciliaria;</p> <p><b>VII.</b> Dar mantenimiento a la infraestructura domiciliaria para tener un uso eficiente del agua;</p> <p><b>VIII.</b> Permitir la lectura del medidor de los servicios que recibe;</p> <p><b>IX.</b> Lavar y desinfectar los depósitos de agua, conforme a la normatividad aplicable;</p> <p><b>X.</b> Instalar, en su caso, un registro previo a la descarga a la red drenaje. Así como, en su caso, un medidor a la toma domiciliaria con acceso externo para su lectura y control;</p> <p><b>XI.</b> Descargar el agua residual al drenaje o cuerpos receptores conforme a las disposiciones aplicables;</p> <p><b>XII.</b> Instalar sistemas de tratamiento previo a la descarga al drenaje en términos de lo dispuesto por el Artículo 87 o cuando así lo determine la Comisión, el Municipio o el organismo operador;</p> <p><b>XIII.</b> Abstenerse de alterar la red de distribución y de colocar dispositivos para succionar un mayor volumen de agua del que necesita para su consumo;</p>	<p>Residuales las cuales serán utilizadas en el riego de áreas verdes y servicios al público, misma que deberá cumplir con la NOM-003-SEMARNAT-1997, para lo cual, en el momento oportuno se solicitarán los permisos correspondientes.</p>

Preceptos Legales Relacionados	Vinculación con el Proyecto y actividades aplicables para su cumplimiento
<p><b>XIV.</b> Dar aviso a la autoridad del agua correspondiente, de tomas y descargas clandestinas, fugas, contaminación de cuerpos de agua, y otros eventos de los que tenga conocimiento, que pudieren afectar la prestación de los servicios y/o la sustentabilidad de los recursos hídricos del Estado;</p>	
<p><b>ARTÍCULO 80.-</b> Las personas físicas o jurídicas colectivas requieren permiso de autoridad competente para descargar aguas residuales en cuerpos receptores de jurisdicción estatal o municipal, en los términos que señale la presente Ley y su Reglamento. Queda prohibido:</p> <p><b>I.</b> Descargar a los cuerpos de agua y sistemas de drenaje y alcantarillado, desechos sólidos o sustancias que puedan contaminar o alterar física, química o biológicamente las aguas claras de las corrientes, cauces, vasos o depósitos, o que por sus características puedan poner en peligro el funcionamiento de la infraestructura hidráulica, la seguridad de un núcleo de población o de sus habitantes;</p> <p><b>II.</b> Instalar conexiones clandestinas al drenaje o alcantarillado para realizar sus descargas;</p> <p><b>III.</b> Realizar alguna derivación para incumplir las obligaciones previstas en la presente Ley y su Reglamento; y</p> <p><b>IV.</b> Realizar descargas de un predio a otro sin la autorización de su propietario o poseedor y del prestador de los servicios. Cuando se trate de descargas de aguas residuales, resultantes de actividades productivas, en cuerpos receptores distintos al drenaje o alcantarillado, el usuario deberá contar con el permiso respectivo. En todo caso, el prestador de los servicios informará sobre dichas</p>	<p>Considerando las características del proyecto, las aguas residuales producidas en las etapas desde la preparación del sitio hasta la construcción tendrán su origen en el personal que labora en campo. Se estima una producción diaria de 0.75 dm<sup>3</sup>, por lo que bajo este supuesto se espera una descarga total de 7.5 m<sup>3</sup> que serán depositadas en letrinas prefabricadas. Los residuos de estas letrinas serán colectados por las empresas dedicadas a este tipo de servicios, para su posterior traslado a las plantas de tratamiento.</p> <p>En la operación del desarrollo se contará con un total de 73 lotes residenciales, que se estima generen una descarga diaria de 31.7 m<sup>3</sup> /día de aguas residuales que se dirigirán a la planta de tratamiento a través de la red de drenaje sanitario. Esta agua una vez tratada y con el cumplimiento de las normas establecidas por la SEMARNAT (NOM-003-SEMARNAT-1997), se utilizarán para servicios.</p> <p>No obstante, lo anterior, el promovente dará total cumplimiento a las disposiciones jurídicas que resulten aplicables para el caso en concreto.</p>

Preceptos Legales Relacionados	Vinculación con el Proyecto y actividades aplicables para su cumplimiento
descargas a las autoridades correspondientes para los efectos legales a que haya lugar	
<b>ARTÍCULO 86.-</b> Es obligación de los usuarios o responsables de las descargas de aguas residuales a los sistemas de drenaje o alcantarillado, reintegrarlas en condiciones para su aprovechamiento o, en su caso, cubrir al prestador del servicio, la tarifa por el servicio de tratamiento de aguas residuales.	
<b>ARTÍCULO 97.-</b> El uso eficiente y racional del agua será norma de conducta de todos los habitantes del Estado de México.	El proyecto contempla la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales dentro del fraccionamiento, para utilizar el agua tratada en el riego de las áreas verdes, con el fin de promover un uso eficiente del agua

### III.1.3. Reglamentos Aplicables.

#### III.1.3.1. Reglamento de Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de mayo del 2000, con objeto de reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable.

En este contexto, con relación a El Proyecto Bosques de Pamejé el promovente presenta el Documento Técnico Unificado que contiene la Manifestación de Impacto Ambiental correspondiente, en cumplimiento a las disposiciones reglamentarias aplicables que determinan las obligaciones establecidas en la LGEEPA en materia de impacto ambiental.

Es importante señalar que el Documento Técnico Unificado se realiza en la Modalidad Regional al ser el un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, lo anterior, en términos de lo dispuesto por el Artículo 11 Fracción III del Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación al impacto ambiental.

#### III.1.3.2. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

El Reglamento fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 21 de febrero de 2005. Dicho ordenamiento legal tiene por objeto regular la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en el ámbito de competencia federal, en materia de instrumentos de política forestal, manejo y

aprovechamiento sustentable de los ecosistemas del país y de sus recursos, así como su conservación, protección y restauración.

En este sentido, el promovente presentará ante la SEMARNAT la solicitud de cambio de uso de suelo y el documento correspondiente, en observancia y cumplimiento a las disposiciones establecidas en el Reglamento de la Ley General del Desarrollo Forestal Sustentable.

### **III.1.3.3. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos**

Publicado en el DOF el 30 de noviembre de 2006. Tiene por objeto reglamentar las disposiciones establecidas en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

El Proyecto dará debido cumplimiento a las obligaciones establecidas en la Ley de la materia en las formas y plazos establecidos en el Reglamento.

### **III.1.3.4. Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre.**

Publicado en el DOF el 30 de noviembre de 2006. Sus disposiciones son de observancia general en todo el territorio nacional y zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción y tiene por objeto regular lo previsto por la Ley General de Vida Silvestre. Cabe señalar que en el Proyecto dará cumplimiento a las obligaciones establecidas en la Ley General de Vida Silvestre, dando observancia y cumplimiento a las disposiciones establecidas en el Reglamento.

### **III.1.3.5. Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales.**

El Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 12 de enero de 1994 y fue reformado por última vez el 24 de mayo de 2011.

El proyecto dará total cumplimiento a las disposiciones aplicables del Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales que resulten aplicables.

### **III.1.5.6. Reglamento de la Ley Federal Sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticos e Históricos.**

Este ordenamiento legal fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 8 de diciembre de 1975 y su última reforma el 8 de julio de 2015. Una vez que se soliciten los permisos al INAH para la ejecución de obras en los lotes en que se ubicaron los dos sitios arqueológicos, se deberá dar cumplimiento a las disposiciones establecidas por el Reglamento.

### **III.1.5.7. Reglamento del Libro Segundo del Código para la Biodiversidad del Estado de México.**

El Reglamento del Libro Segundo del Código para la Biodiversidad del Estado de México se publicó en la Gaceta de Gobierno el 22 de mayo de 2007, y su última reforma el 3 de junio de 2015, y tiene por objeto reglamentar las disposiciones del Libro Segundo del Código para la Biodiversidad del

Estado de México, relativo a la conservación ecológica y protección al ambiente para el desarrollo sustentable.

El Promovente dará cumplimiento con la normatividad aplicable y lo dispuesto en el Código y el presente Reglamento.

### **III.2. PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET)**

#### **III.2.1. Programa de Ordenamiento General del Territorio.**

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), propone sentar las bases para planificar el uso del territorio incorporando la variable ambiental en las actividades sectoriales, de modo que se protejan las zonas críticas para la conservación de la biodiversidad y de los bienes y servicios ambientales. Esta planificación seguirá un esquema participativo, transversal e integral que permita articular las políticas, programas y acciones de los tres órdenes de gobierno con la participación de la sociedad civil organizada, para regular o inducir las actividades en el territorio en armonía con el ambiente y tomando en cuenta los distintos intereses. Al modificar la visión de país y por los beneficios sectoriales que supone, el programa contribuye a dar certidumbre a la inversión pública y seguridad para realizar distintas actividades, y con ello a elevar la competitividad.

El objetivo del POEGT es "llevar a cabo una regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las cuales la nación ejerce soberanía y jurisdicción, identificando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial. Asimismo, tiene por objeto establecer los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para, entre otras, promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; promover medidas de mitigación de los posibles impactos ambientales causados por las acciones, programas y proyectos de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal (APF); orientar la ubicación de las actividades productivas y de los asentamientos humanos; fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales; promover la protección y conservación de los ecosistemas y la biodiversidad; fortalecer el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas; apoyar la resolución de los conflictos ambientales, así como promover la sustentabilidad e incorporar la variable ambiental en los programas, proyectos y acciones de los sectores de la APF".

El POEGT está integrado por una regionalización ecológica (que identifica las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial) y por los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a la regionalización.

La base para realizar la regionalización ecológica comprende unidades territoriales sintéticas las cuales se integran a partir de los siguientes medios biofísicos:

- 1) Clima;
- 2) Relieve;
- 3) Vegetación; y
- 4) Suelo

La interacción de estos medios determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades. Obteniéndose bajo este principio la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas Unidades Ambientales Biofísicas (UAB), representadas a escala 1:2'000,000 empleadas como base para el análisis de las etapas de diagnóstico y pronóstico, y para construir la propuesta del POEGT (Figura III.1).

Así, las regiones ecológicas se integran por un conjunto de UAB que comparten la misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental. Con base en lo anterior, a cada UAB le fueron asignados lineamientos y estrategias ecológicas específicas, como ocurre con las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) previstas en los Programas de Ordenamiento Ecológico Regionales y Locales.

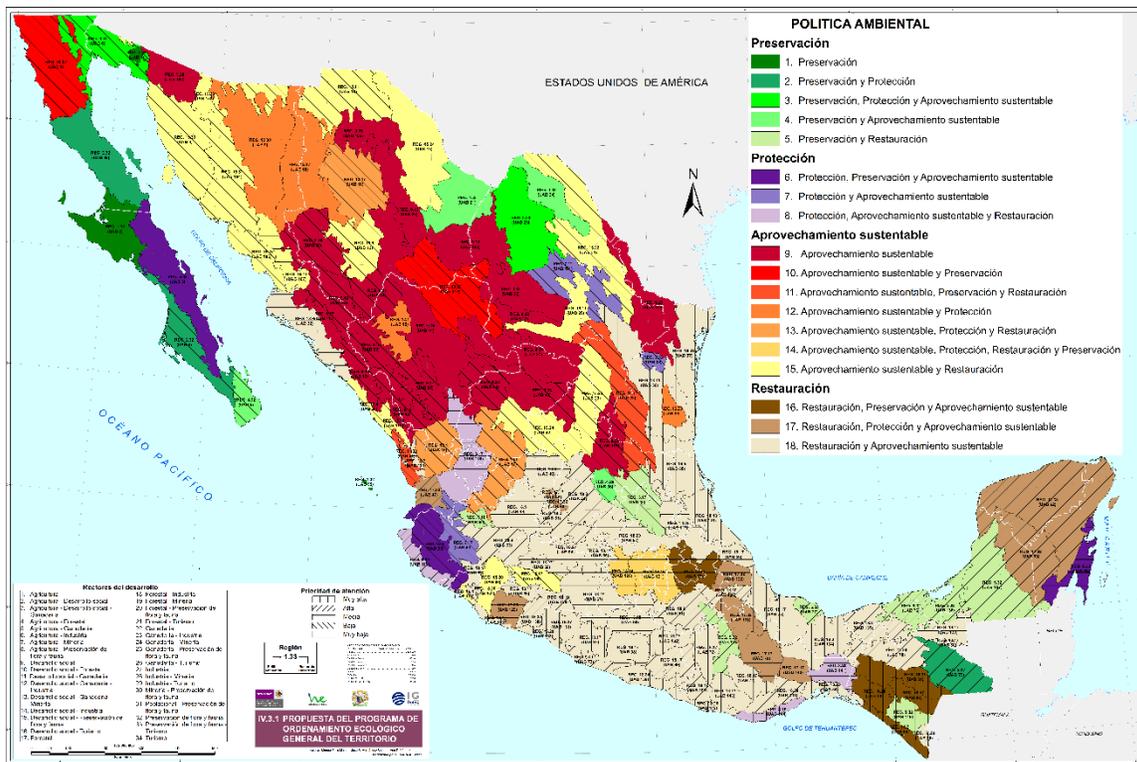


Figura III. 1.. Unidades Biofísicas Ambientales del territorio nacional (UAB).

A partir de la regionalización se diferenciaron 145 Unidades Ambientales Biofísicas (UAB), que favorecen la toma de decisiones sobre la ubicación de las actividades productivas y los

asentamientos humanos en el territorio, y para el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales.

Según el biólogo Fernando Rosete Verges (Instituto Nacional de Ecología, 2006), una UGA es la unidad mínima territorial donde se aplican tanto lineamientos como estrategias ambientales, de política territorial, junto con esquemas de manejo de recursos naturales; es decir criterios o lineamientos finos del manejo de estos recursos, orientados a un desarrollo que transite a la sustentabilidad.

Las UAB se definen como una unidad espacial que ofrece oportunidades para la identificación, la aplicación de opciones de manejo de los recursos naturales y son una herramienta base para la toma de decisiones durante el proceso de planeación. Estas unidades se derivan de la información biofísica y socioeconómica disponible y su dinámica está dada por las intervenciones humanas en el paisaje (Dumaski y Craswell, 1998). También son un común denominador para sintetizar información desde la perspectiva de las diferentes subdisciplinas cuyo objeto de estudio es el ambiente (Eswaran et al., 2000).

Asimismo, en el POEGT se establecen 10 lineamientos ecológicos y 44 estrategias ecológicas, las cuales han sido clasificadas en función de si están dirigidas a la preservación; a la protección de los recursos naturales; a la restauración; al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y de servicios; al mejoramiento del Sistema Social e infraestructura urbana; y al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.

De acuerdo a la zonificación del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), el área del Proyecto denominado "Proyecto Bosques Pamejé" se ubica dentro de la UAB 67 Depresión del Balsas. Las unidades ambientales biofísicas presentes en el área del proyecto se muestran en la Tabla III.10.

Tabla III. 10. Unidades Ambientales Biofísicas presentes en el Área del Proyecto.

TEMA: Ordenamiento Ecológico General del Territorio																			
Información sobre OE general del Territorio						Información sobre los componentes georreferenciados y su incidencia en el OE general del Territorio													
Región ecológica	UAB	Nombre de la UAB	Política ambiental	Nivel de atención prioritaria	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Población 2010	Región indígena	Estado actual	Corto plazo 2012	Mediano plazo 2023	Largo plazo 2033	Estrategias	Superficie de la Región/UAB (ha)	Componente	Superficie del área del Proyecto (ha)	Superficie de incidencia del proyecto en el polígono de la UGA (ha)
18.19	67	Depresión del Balsas	Restauración y aprovechamiento	Media	Forestal-Minería	Agricultura-Ganadería	Poblacional-Preservación de Flora y Fauna	SCT	861,567	Mazahua-Otomí	Inestable a crítico	Crítico	Crítico a muy crítico	Muy crítico	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 27, 28, 28, 29, 30, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44	480053.437	Predio	73.770	73.770

Documento Técnico Unificado del trámite de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad B-Regional  
"Bosques de Pamejé"

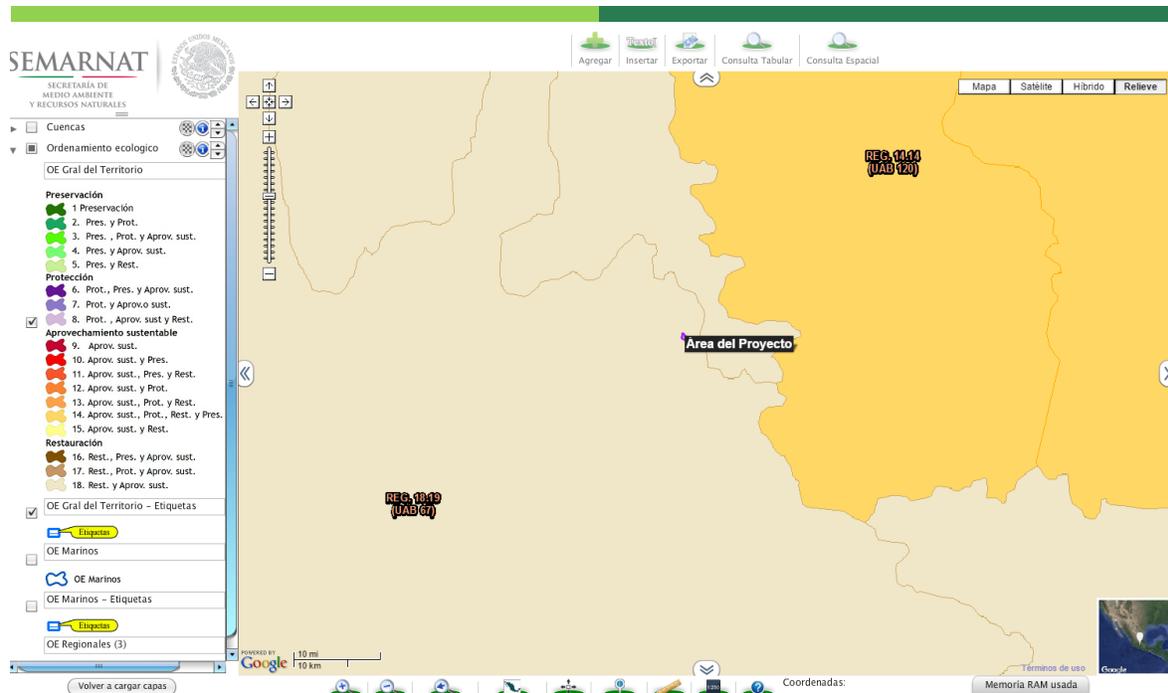


Figura III. 2. Unidades ambientales biofísicas en la que se ubica el proyecto (UAB 67).

Al respecto, y de acuerdo con el POEGT la categorización del Estado Ambiental de la UAB 67 al 2008 es el siguiente: a) Media degradación de los Suelos, b) Alta degradación de la Vegetación y c) Sin degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es baja.

Otras condiciones que permiten caracterizar la UAB 67 son las siguientes:

- Longitud de Carreteras (km): Media. Porcentaje de Zonas Urbanas: Muy baja.
- Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja.
- Densidad de población (hab/km<sup>2</sup>): Baja.
- El uso de suelo es Forestal y Agrícola.
- Déficit de agua superficial.
- Porcentaje de Zona Funcional Alta: 19.3.
- Alta marginación social.
- Muy bajo índice medio de educación.
- Bajo índice medio de salud.
- Medio hacinamiento en la vivienda.
- Bajo indicador de consolidación de la vivienda.
- Bajo indicador de capitalización industrial.
- Muy alto porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal.
- Medio porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios.
- Actividad agrícola de carácter campesino.
- Alta importancia de la actividad minera.
- Alta importancia de la actividad ganadera.

Las Políticas Ambientales son la Restauración y Aprovechamiento Sustentable y las actividades sectoriales rectoras del desarrollo son la Actividad Forestal y a la Minería, mientras que las actividades asociadas al desarrollo poblacional son la preservación de flora y fauna.

A continuación, en la Tabla III.11, se hace una descripción más detallada de las estrategias de política ambiental de la Unidad Ambiental Biofísica antes mencionada.

**Tabla III. 11. Descripción de las estrategias de la UBA 67 (Depresión del Balsas).**

Estrategias. UAB 67		
Política Ambiental	Estrategia	Vinculación con el Proyecto
<b>Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio</b>		
A) Preservación	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conservación <i>in situ</i> de los ecosistemas y su biodiversidad.</li> <li>2. Recuperación de especies en riesgo.</li> <li>3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.</li> </ol>	El Proyecto ha sido diseñado para minimizar los cambios de uso de suelo y recuperar las especies en riesgo. Cabe señalar que en el Documento Técnico Unificado que se presenta, se analizaron y monitorearon ecosistemas y dad de acuerdo con lo indicado en el Capítulo IV.
B) Aprovechamiento sustentable	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.</li> <li>5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.</li> <li>6. Modernizar la infraestructura hidro-agrícola y tecnificar las superficies agrícolas.</li> <li>7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.</li> <li>8. Valoración de los servicios ambientales.</li> </ol>	<p>El Proyecto no implica el aprovechamiento de recursos naturales, ni la realización de actividades agrícolas por lo cual no resultan aplicables las estrategias 4 a 8.</p> <p>Por lo que respecta a los servicios ambientales el proyecto contempla que éstos sean aprovechados por el proyecto con un enfoque de sustentabilidad.</p>
C) Protección de los recursos naturales	<ol style="list-style-type: none"> <li>12. Protección de los ecosistemas.</li> <li>13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de bio-fertilizantes.</li> </ol>	<p>El Proyecto contempla entre sus objetivos:</p> <p>Máximo respeto al bosque para la urbanización interna y lotificación planeada.</p> <p>Conservación de especies de flora buscando su reconocimiento a nivel nacional</p>

Estrategias. UAB 67		
Política Ambiental	Estrategia	Vinculación con el Proyecto
		Por otra parte, el proyecto no contempla la utilización de agroquímicos ni bio fertilizantes.
D) Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	El proyecto no contempla el aprovechamiento de recursos forestales con fines maderables, ni la realización de actividades agrícolas.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables. 15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	El proyecto no contempla el aprovechamiento de recursos minerales, ni el aprovechamiento de recursos naturales no renovables.
<b>Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana</b>		
C) Agua y saneamiento	27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.	Este criterio resulta aplicable a las autoridades responsables de la gestión del recurso hídrico; sin embargo, se señala que el Proyecto contará con sus propias redes de drenaje sanitario, drenaje pluvial y planta de tratamiento de aguas residuales, sin que se tenga contemplada la realización de descargas.
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	30. Construir y modernizar la red carretera a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población y así contribuir a la integración de la región.	Este criterio resulta competencia de las en materia de comunicaciones y transportes.
E) Desarrollo social	33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a	La inversión total estimada para el proyecto se estima que equivale a un total del 30 % de la inversión estimada para el 2018 en el sector de la vivienda del área.

Estrategias. UAB 67		
Política Ambiental	Estrategia	Vinculación con el Proyecto
	<p>servicios en el medio rural y reducir la pobreza.</p> <p>34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional.</p> <p>35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.</p> <p>36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.</p> <p>37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.</p> <p>38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.</p> <p>40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.</p> <p>41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.</p>	<p>El proyecto tiene contemplada la generación aproximada de 113 empleos directos temporales durante sus etapas de preparación y construcción, así como la generación aproximada de un mínimo de 370 empleos directos permanentes durante su etapa de operación.</p> <p>Por otra parte, no se considera que los criterios que corresponden a los numerales 34 a 41, sean aplicables al proyecto, por referirse a atribuciones de las autoridades competentes.</p>
<b>Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional</b>		
A) Marco jurídico	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	El predio en el que se desarrollará el proyecto es de propiedad privada, por lo que existe pleno respeto a los derechos de propiedad rural.

Estrategias. UAB 67		
Política Ambiental	Estrategia	Vinculación con el Proyecto
B) Planeación del ordenamiento territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al Catastro Rural y la Información Agraria para impulsar proyectos productivos. 44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	No se considera que los criterios 43 y 44 sean aplicables al proyecto, por referirse a atribuciones de las autoridades competentes.

De lo anterior se desprende que el Proyecto es congruente con las Políticas Ambientales y Estrategias establecidas para la UAB 67 Depresión del Balsas.

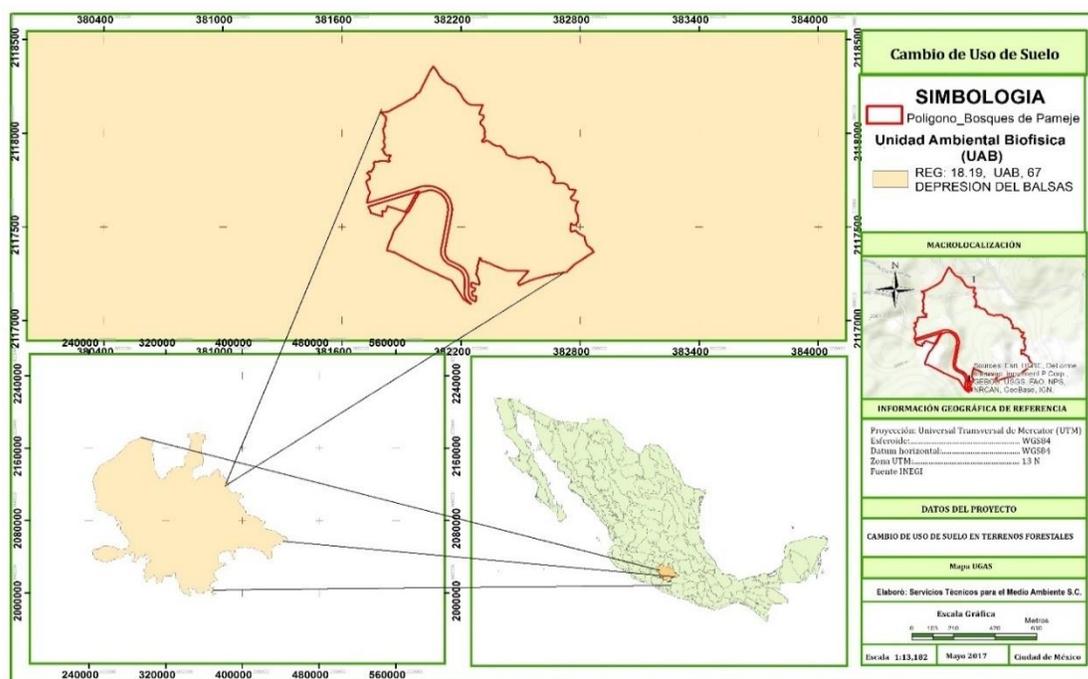


Figura III. 3. Unidades Ambientales Biofísicas en la que se ubica el proyecto (UAB 67).

Al respecto, tal y como se señala a lo largo del presente Capítulo, el Proyecto se encuentra influenciado por tres Ordenamientos Ecológicos Regionales, los cuales determinan de una manera más precisa los criterios de regulación ecológica para la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales que se localicen en la región donde se ubica el proyecto, así como para la realización de actividades productivas y la ubicación de asentamientos humanos.

## II.2.2. Modelo de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México.

La Actualización del Modelo de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México (OETEM) se publicó en la Gaceta del Gobierno del Estado de México el 19 de diciembre de 2006. El OETEM es un instrumento de la política pública para regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas en el territorio del Estado de México, con el objeto de lograr la protección del ambiente, la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir de las tendencias de deterioro y potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

En este sentido, el OETEM se orienta al fomento del crecimiento económico y social de la región y a elevar el nivel de vida de sus habitantes, mediante el aprovechamiento racional de sus recursos naturales, con especial énfasis en las alternativas de usos de suelo respecto a las actividades productivas (agrícola, pecuaria, forestal, acuícola y minera); así como a la protección, conservación, restauración y fomento productivo de las áreas naturales protegidas. El OETEM contempla 713 unidades de gestión ambiental (UGAs), para las cuales se definieron criterios empleados para la determinación de las políticas ambientales aplicables en el territorio estatal.

Estos criterios incluyen: tipo de suelo (textura, profundidad), pendiente, precipitación anual, cobertura vegetal, procesos erosivos y usos de suelo actual y potencial.

Los criterios de regulación ecológica aplicables para la unidad ecológica tienen carácter de recomendación y su aplicación será congruente tanto con las características socioeconómicas actuales de la región, como con la normatividad establecida por otras dependencias federales y estatales en la materia.

De acuerdo con el ordenamiento del Estado de México el proyecto se ubica en las UGA's Fo-5-298, Fo-5-229 y An-5-620, con una política ambiental de conservación y protección (Figura III.4).

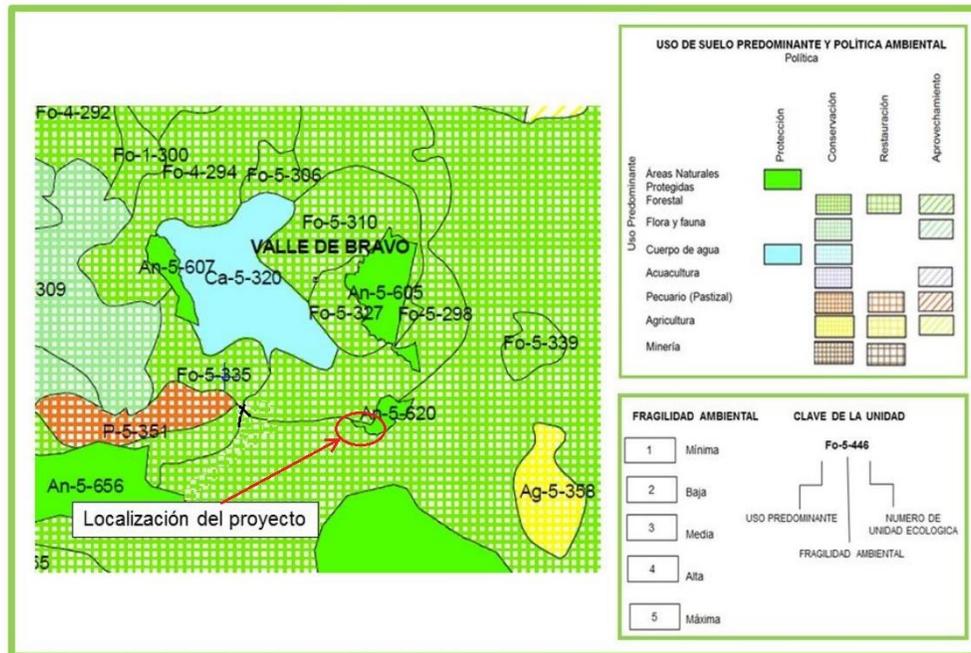


Figura III. 4. Fragmento del ordenamiento ecológico territorial del estado de México

En la Tabla III.12 se presentan las fichas técnicas de las UGA's en las que se ubica el proyecto.

**Tabla III. 12. Programa de ordenamiento ecológico del Estado de México**  
**Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México**

Información sobre OE Regionales							Información sobre los componentes georreferenciados y su incidencia en los OE Regionales		
UGA	Clave de la Unidad	Política Ambiental	Tipo de Ordenamiento	Uso predominante	Criterios de regulación ecológica	Superficie de la UGA (ha)	Componente	Superficie del Área del Proyecto (m <sup>2</sup> )	Superficie de incidencia del proyecto en las UGAs (m <sup>2</sup> )
620	An-5-620	Protección	Regional	Área natural	82, 108	99.70	Predio	737700.00	21365.33
229	Fo-5-229	Conservación	Regional	Flora	143-165, 170-178,185,196,201-205	36535.61	Predio	737700.00	70.1706.44
298	Fo-5-298	Conservación	Regional	Flora	143-165, 170-178,185,196,201-205	2693.64	Predio	737700.00	1.1191.23

Fuente: Elaboración propia con base en el Modelo de Ordenamiento Ecológico del Estado de México.

Para una mejor interpretación, en la Figura III.5., se presenta la ubicación de las tres UGA's antes mencionadas en comparación con el Área del Proyecto.



Figura III. 5. Unidades de Gestión Ambiental del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México.

### Política de Conservación.

Al respecto, y de conformidad con el Ordenamiento Ecológico del Estado de México, la **Política de Conservación** establece lo siguiente:

*“Cuando las condiciones de la unidad ambiental se mantienen en equilibrio, la estrategia de desarrollo sustentable será condicionada a la preservación, mantenimiento y mejoramiento de su función ecológica relevante, que garantice la permanencia, continuidad, reproducción y mantenimiento de los recursos. En tal situación, **se permitirán actividades productivas de acuerdo a la factibilidad ambiental con restricciones moderadas** que aseguren su preservación sin promover el cambio de uso de suelo.*

*La superficie normada por esta política corresponde al 35.16% del total del territorio, en ella se incluye la zona de vegetación arbolada de baja densidad. Para la determinación de esta política se consideraron básicamente los usos de suelo actual y potencial, de acuerdo a la función ambiental de la región.*

**En aquellas regiones en las cuales los ecosistemas se encuentran significativamente alterados por el cambio de uso de suelo derivado de actividades humanas o factores naturales, se permitirá, con restricciones la instalación de infraestructura agrícola, pecuaria, hidroagrológica, abastecimiento**

**urbano o turística, que garantice el beneficio ambiental y social de la región, previo cumplimiento del procedimiento de evaluación ambiental.<sup>1</sup>**

En este sentido, derivado de la modificación a la Política de Conservación publicada en la Gaceta Oficial del Estado de México citada en el párrafo anterior, para efectos del desarrollo del Proyecto se consideró que el predio en el que se ubica, se encuentra atravesado de poniente a oriente por una vía de circulación vehicular denominada Circuito Avándaro, así mismo al sur colindante con el desarrollo existe un asentamiento humano y en general en los alrededores se encuentra en proceso el desarrollo urbano del área, por lo cual existe una alteración importante en la zona, derivada de actividades antropogénicas; gracias al Proyecto Bosques de Pamejé se puede contribuir a evitar el deterioro de la zona mediante una adecuada planificación y una proporción significativa de su superficie destinada a la conservación y a las áreas verdes.

Con relación a lo anterior, el Proyecto pretende contribuir con la preservación ambiental y protección de la biodiversidad, al plantear un sistema de espacios naturales continuos e interconectados incluyendo como Zona de Conservación a los cauces de arroyos existentes dentro del predio.

#### **Política de Protección.**

Por su parte, el Ordenamiento Ecológico del Estado de México, refiere que la **Política de Protección** involucra lo siguiente:

*"Política ambiental que promueve la permanencia de ecosistemas nativos, que debido a sus atributos de biodiversidad extensión o particularidad en la unidad ambiental hacen imprescindible su preservación y cuidado extremo, con el objeto de salvaguardar su diversidad, estas áreas son susceptibles de incorporarse al sistema de áreas naturales protegidas en el ámbito municipal, estatal o federal. En esos casos, las actividades productivas solo podrán desarrollarse mediante programas de conservación y manejo en atención a los intereses de la comunidad. El 26.55% de la superficie estatal presenta política de protección, donde el criterio más importante es la biodiversidad."*

En relación con la Política de Protección antes citada, la superficie del Proyecto que se encuentra dentro de la UGA 620, a saber 21,365.33 m, será destinada a la Zona de Conservación del Predio sin que dentro de la misma se realice obra alguna, por lo que la misma será excluida de la superficie sobre la que se solicita Autorización para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales. Por lo anterior, resulta clara la vinculación del Proyecto con la Política de Protección establecida por el Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México.

---

<sup>1</sup> Política de Conservación modificada de conformidad con Acuerdo publicado en la Gaceta Oficial del Estado de México el 27 de mayo de 2009.

### Criterios de Regulación Ecológica.

De conformidad con lo anterior, una vez que se ha enmarcado físicamente el sitio del proyecto, dentro del OETEM, a continuación, se establece la congruencia del proyecto con los criterios de regulación ecológica aplicables a cada una de las UGAs que inciden en el proyecto, los cuales recomiendan aquellas acciones viables de ser implementadas para lograr el aprovechamiento sustentable, la conservación, protección y/o restauración de los recursos naturales presentes en la zona del proyecto. En la Tabla III.13 se presentan los criterios de regulación de las UGA’s donde se ubica el proyecto.

**Tabla III. 13. Criterios de Regulación de las UGA’s Fo-5-298, Fo-5-229 y An-5-620 donde se ubica el proyecto.**

Criterios de regulación de las UGA’S FO-5-298, FO-5-229 política de conservación	
Criterios de Regulación	Criterios de Regulación
143. En las zonas de uso agrícola y pecuario de transición a forestal se impulsarán las prácticas de reforestación con especies nativas y asociadas a frutales.	El proyecto no se encuentra ubicado en zonas de suelo agrícola o pecuario, por lo cual no resulta aplicable el criterio de regulación.
144. Para evitar la erosión, la pérdida de especies vegetales con status y los hábitats de fauna silvestre, es necesario mantener la vegetación nativa en áreas con pendientes mayores al 9%, cuya profundidad de suelo es menor de 10 cm y la pedregosidad mayor al 35%.	El Proyecto ha sido diseñado de tal forma que las áreas que se encuentran en los lotes que presentan estas características tendrán restringido el desarrollo en función del coeficiente de ocupación del suelo (promedio del 20.4%) de conformidad con lo establecido en el Plan Maestro.
145. En áreas que presenten suelos delgados o con afloramientos de roca madre, no podrá realizarse ningún tipo de aprovechamiento, ya que la pérdida de la cobertura vegetal en este tipo de terrenos favorecería los procesos erosivos. También deberá contemplarse, de acuerdo al Programa de Conservación y Manejo, su restauración.	Si bien a través del Documento Técnico Unificado que se presenta, se solicita Autorización para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, se trata de un proyecto de dotación de infraestructura y lotificación para el posterior desarrollo por terceros adquirentes de los lotes de un desarrollo habitacional campestre de baja densidad que no plantea el aprovechamiento de recursos forestales.
146. Las acciones de restauración son requisito en cualquier tipo de aprovechamiento forestal, no podrá haber otro.	Si bien a través del Documento Técnico Unificado se solicita Autorización para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, se trata de un proyecto de dotación de infraestructura y lotificación para el posterior desarrollo por terceros adquirentes de los lotes de un desarrollo habitacional campestre de baja densidad, que no plantea el aprovechamiento de recursos forestales.
147. La reforestación deberá realizarse exclusivamente con especies nativas, tratando de	El proyecto así lo considera en las medidas de mitigación que forman parte del Documento Técnico Unificado.

<b>Criterios de regulación de las UGA’S FO-5-298, FO-5-229 política de conservación</b>	
<b>Criterios de Regulación</b>	<b>Criterios de Regulación</b>
conservar la diversidad con la que se contaba originalmente.	
148. La reforestación se podrá realizar por medio de semillas o plántulas obtenidas de un vivero.	Entre las medidas de mitigación del proyecto se plantea la reforestación con plantas producidas en viveros de la región con especies nativas.
149. Se realizarán prácticas de reforestación con vegetación de galería y otras especies locales, en las márgenes de los arroyos y demás corrientes de agua, así como en las zonas colindantes con las cárcavas y barrancas, con la finalidad de controlar la erosión y disminuir el azolvamiento.	El proyecto no afectará márgenes de los arroyos y demás corrientes de agua, así como zonas colindantes con las cárcavas y barrancas.
150. En áreas forestales, la introducción de especies exóticas deberá estar regulada con base en un Programa de Conservación y Manejo autorizado por la autoridad federal correspondiente.	El proyecto no tiene contemplado la introducción de especies exóticas.
151. Los taludes en caminos deberán estabilizarse y reforestarse con especies nativas.	Se considera para las vialidades del proyecto en las medidas de mitigación.
152. Veda temporal y parcial respecto a las especies forestales establecidas en el decreto respectivo.	No se trata de un Proyecto de aprovechamiento forestal por lo cual el criterio no resulta aplicable. No obstante, lo anterior, se señala que en las áreas verdes y de conservación del Proyecto se mantendrá la estructura original del ecosistema.
153. Se prohíbe el derribo de árboles, la extracción de humus, mantillo y suelo vegetal sin la autorización previa competente.	De conformidad con lo establecido en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, a través del presente Documento Técnico Unificado, se solicita la Autorización de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales de manera previa a la realización de actividades de remoción de vegetación forestal.
154. Invariablemente, los aprovechamientos forestales deberán observar el reglamento vigente en la materia.	No se trata de un Proyecto de aprovechamiento forestal por lo cual el criterio no resulta aplicable.
155. El programa de manejo forestal deberá garantizar la conservación de áreas con alto valor para la protección de servicios ambientales, principalmente las que se localizan en las cabeceras de las cuencas y la permanencia de corredores faunísticos.	No se trata de un Proyecto de aprovechamiento forestal por lo cual el criterio no resulta aplicable.
156. En terrenos con pendiente mayor al 15%, se promoverá el uso forestal.	Las partes del predio donde se han detectado pendientes importantes se encuentran formando parte del área de conservación del Proyecto.

<b>Criterios de regulación de las UGA’S FO-5-298, FO-5-229 política de conservación</b>	
<b>Criterios de Regulación</b>	<b>Criterios de Regulación</b>
157. En el caso de las zonas boscosas, el aprovechamiento de especies maderables, deberá regularse a través de un dictamen técnico emitido por la autoridad correspondiente, que esté sustentado en un inventario forestal, en un estudio dasonómico y en capacitación a los ejidatarios y pequeños propietarios que sean dueños de los rodales a explotar.	No se trata de un Proyecto de aprovechamiento forestal por lo cual el criterio no resulta aplicable.
158. En todos los aprovechamientos forestales de manutención (no comerciales), se propiciará el uso integral de los recursos, a través de prácticas de eco-desarrollo que favorezcan la silvicultura y los usos múltiples, con la creación de viveros y criaderos de diversas especies de plantas y animales, para favorecer la protección de los bosques y generar ingresos a la población.	No se trata de un Proyecto de aprovechamiento forestal por lo cual el criterio no resulta aplicable.
159. Las cortas de saneamiento deberán realizarse en la época del año que no coincida con los períodos de eclosión de organismos defoliadores, barrenadores y/o descortezadores.	No se trata de un Proyecto de aprovechamiento forestal por lo cual el criterio no resulta aplicable.
160. Para prevenir problemas de erosión, cuando se realicen las cortas de saneamiento en sitios con pendientes mayores al 30%, el total obtenido será descortezado y enterrado en el área.	No se trata de un Proyecto de aprovechamiento forestal por lo cual el criterio no resulta aplicable.
161. En caso de que el material resultante de la corta se desrame y se abandone en la zona, éste será trozado en fracciones pequeñas y mezclado con el terreno para facilitar su descomposición y eliminar la posibilidad de incendios.	No se trata de un Proyecto de aprovechamiento forestal por lo cual el criterio no resulta aplicable.
162. No se permite la eliminación del sotobosque y el aprovechamiento de elementos del bosque para uso medicinal, alimenticio, ornamental y/o construcción de tipo rural, queda restringido únicamente al uso local y doméstico.	El proyecto no tiene contempladas la realización de las actividades señaladas.
163. Los aprovechamientos forestales de cada uno de los rodales seleccionados, deberán realizarse en los períodos posteriores a la fructificación y dispersión de semillas de las especies presentes.	No se trata de un Proyecto de aprovechamiento forestal por lo cual el criterio no resulta aplicable.
164. Las cortas o matarrosa podrán realizarse en forma de transectos o de manchones, respetando la superficie máxima de una hectárea, se atenderá a lo	No se trata de un Proyecto de aprovechamiento forestal por lo cual el criterio no resulta aplicable.

<b>Criterios de regulación de las UGA’S FO-5-298, FO-5-229 política de conservación</b>	
<b>Criterios de Regulación</b>	<b>Criterios de Regulación</b>
establecido por la utilidad federal o estatal responsable.	
165. Los tocones encontrados en las áreas seleccionadas para la explotación forestal no podrán ser removidos o eliminados, en especial aquellos que contengan nidos o madrigueras, independientemente del tratamiento silvícola de que se trate.	No se trata de un Proyecto de aprovechamiento forestal por lo cual el criterio no resulta aplicable.
170. Los jardines botánicos, viveros y unidades de producción de fauna podrán incorporar actividades de ecoturismo.	El Proyecto no contempla la infraestructura señalada motivo por el cual no resulta aplicable.
171. Promover la instalación de viveros municipales de especies regionales de importancia.	La promoción de viveros municipales es una atribución corresponden a las autoridades del Ayuntamiento de Valle de Bravo.
172. Se podrá establecer viveros o invernaderos para producción de plantas para fines comerciales, a los cuales se les requerirá una evaluación en materia de impacto ambiental.	El Proyecto no contempla la infraestructura señalada motivo por el cual no resulta aplicable.
173. Se deberá crear viveros en los que se propaguen las especies sujetas al aprovechamiento forestal y las propias de la región.	El Proyecto no contempla la infraestructura señalada motivo por el cual no resulta aplicable
174. Se prohíbe la extracción, captura y comercialización de las especies de fauna incluidas en la NOM-059-ECOL-10 y, en caso de aprovechamiento, deberá contar con la autorización y/o Programa de Conservación y Manejo correspondiente.	No es un proyecto de aprovechamiento de especies de ningún tipo.
175. Se deberá sujetar la opinión de la CEPANAF y/o SEMARNAT para acciones de vedas, aprovechamiento, posesión, comercialización, colecta, importación, redoblamiento y propagación de flora y fauna silvestre en el Territorio del Estado de México.	El proyecto no contempla este tipo de actividades, por lo cual el criterio no resulta aplicable.
176. Los proyectos extensivos para engorda deberán comprar sus crías a las unidades existentes que cuenten con la garantía de sanidad.	El proyecto no contempla este tipo de actividades, por lo cual el criterio no resulta aplicable.
177. Las unidades que actualmente sean de ciclo completo (incubación y engorda) deberán comercializar las crías preferentemente en las unidades localizadas dentro de la localidad.	El proyecto no contempla este tipo de actividades, por lo cual el criterio no resulta aplicable.

<b>Criterios de regulación de las UGA’S FO-5-298, FO-5-229 política de conservación</b>	
<b>Criterios de Regulación</b>	<b>Criterios de Regulación</b>
178. Salvaguardar la diversidad genética de las especies silvestres de las que depende la comunidad evolutiva; así como asegurar la preservación y el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad del territorio estatal, en particular preservar las especies que están en peligro de extinción, las amenazadas, las endémicas, las raras y las que se encuentran sujetas a protección especial.	El proyecto no contempla este tipo de actividades, por lo cual el criterio no resulta aplicable.
185. Durante los trabajos de exploración y explotación minera, se deberán disponer adecuadamente los residuos sólidos generados.	El proyecto no contempla este tipo de actividades, por lo cual el criterio no resulta aplicable.
196. Desarrollo de sistemas de captación de agua de lluvia en el sitio.	El Proyecto cuenta con un drenaje pluvial que conducirá las aguas hacia drenes naturales, a la vez que contempla el riego de áreas verdes con aguas tratadas.
201. Se establecerá una franja de amortiguamiento en las riberas de los ríos. Esta área tendrá una amplitud mínima de 20 metros y será ocupada por vegetación arbórea.	El proyecto respeta todas las áreas federales existentes en el terreno.
202. No deberán ubicarse los tiraderos para la disposición de desechos sólidos en barrancas próximas a escurrimientos pluviales, ríos y arroyos.	El proyecto no contempla el establecimiento de sitios de disposición final de desechos sólidos.
203. Se prohíbe la disposición de residuos sólidos y líquidos fuera de los sitios destinados para tal efecto.	<p>Etapas de preparación y construcción:                      La disposición de residuos sólidos se realizará en el sitio autorizado en la localidad.                      Por lo que respecta a los residuos líquidos que se manejaran son los procedentes de los servicios sanitarios, para lo cual se contratarán los servicios de una empresa especializada que preste servicio de letrinas portátiles.                      En lo que respecta a los materiales de desecho propios de las obras de construcción (bolsas de papel, cajas de cartón, trozos de metal u otros) los mismos serán enviados a centros de reciclaje o dispuestos finalmente en sitios autorizados fuera del proyecto.</p> <p>Operación.</p>

<b>Criterios de regulación de las UGA’S FO-5-298, FO-5-229 política de conservación</b>	
<b>Criterios de Regulación</b>	<b>Criterios de Regulación</b>
	<p>Aún y cuando se trata de un proyecto de dotación de infraestructura y lotificación para el posterior desarrollo por terceros adquirentes de los lotes de un desarrollo habitacional campestre de baja densidad.</p> <p>En este sentido los residuos que se tiene estimado generar una vez en operación el desarrollo son sólidos urbanos, mismos que se dispondrán en el sitio de disposición indicado en el Capítulo II.</p>
<p>204. Se permite la disposición adecuada de residuos sólidos y líquidos, mediante el manejo previsto en el manifiesto de impacto ambiental y cumpliendo con la NOM-083-SEMARNAT-2003 o demás normatividad aplicable.</p>	<p>Etapas de preparación y construcción:                      La disposición de residuos sólidos se realizará en el sitio autorizado en la localidad.                      Por lo que respecta a los residuos líquidos que se manejaran son los procedentes de los servicios sanitarios, para lo cual se contratarán los servicios de una empresa especializada que preste servicio de letrinas portátiles.                      En lo que respecta a los materiales de desecho propios de las obras de construcción (bolsas de papel, cajas de cartón, trozos de metal u otros) los mismos serán enviados a centros de reciclaje o dispuestos finalmente en sitios autorizados fuera del proyecto</p> <p>Operación.                      Aún y cuando se trata de un proyecto de dotación de infraestructura y lotificación para el posterior desarrollo por terceros adquirentes de los lotes de un desarrollo habitacional campestre de baja densidad.</p> <p>En este sentido los residuos que se tiene estimado generar una vez en operación el desarrollo son sólidos urbanos, mismos que se dispondrán en el sitio de disposición indicado en el Capítulo II.</p>
<p>205. Se prohíbe en zonas con política de protección la ubicación de rellenos sanitarios.</p>	<p>El proyecto no contempla este tipo de actividades, por lo cual el criterio no resulta aplicable</p>
<p>82. Se promoverá que cada Área Natural Protegida (ANP) decretada en la Entidad cuente con su Programa de Conservación y Manejo respectivo.</p>	<p>La realización de estas actividades corresponde a las autoridades competentes.</p>

<b>Criterios de regulación de las UGA’S FO-5-298, FO-5-229 política de conservación</b>	
<b>Criterios de Regulación</b>	<b>Criterios de Regulación</b>
83. Con la finalidad de conservar los recursos, los usos permitidos se definirán en el Programa de Conservación y Manejo respectivo.	La realización de estas actividades corresponde a las autoridades competentes.
84. Se promoverá el impulso de las actividades productivas acordes al decreto, quedando sujetas a la evaluación en materia de impacto ambiental federal, estatal correspondiente, queda restringida la posibilidad de establecer asentamientos humanos.	Se presenta el Documento Técnico Unificado el cual tiene como propósito la obtención de la Autorización de Impacto Ambiental del Proyecto junto con la Autorización para el Cambio de Uso de Suelo Forestal por excepción.
85. No se permitirán actividades turísticas o de servicios que afecten negativamente al ambiente por lo que la autoridad encargada de su administración deberá de regularlas conforme al decreto o en su caso a su Programa de Conservación y Manejo correspondiente.	El proyecto no tiene contempladas la realización de actividades turísticas o de servicios que afecten negativamente al ambiente.
86. Se deberán de regular las actividades productivas y recreativas con énfasis en la protección a las zonas de anidación y reproducción de fauna, así como contar con el visto bueno de la dependencia encargada de la administración.	La regulación de las actividades productivas y recreativas corresponde a las autoridades competentes.
87. Se deberán de crear franjas de amortiguamiento (de por lo menos 50 metros, según lo permita el área y en función a los resultados de los estudios específicos), y desarrollar en ellas programas de reforestación, ecoturismo, acuacultura, entre otros.	La creación de las franjas de amortiguamiento corresponde a las autoridades competentes, sin embargo, alrededor del Proyecto se establece parte de la Zona de Conservación.
88. No se promoverá el desarrollo urbano solo se promoverán aquellos usos y proyectos contemplados en el decreto o Programa de Conservación y Manejo y complementarios de las actividades recreativas, se considerará la autosuficiencia del agua y energía, así como la responsabilidad en el tratamiento y disposición final de desechos sólidos y líquidos.	La realización del Proyecto se realiza con base en el Programa Parcial de Incorporación Territorial Bosques de Pamejé.  El Proyecto contempla ser autosuficiente en agua y energía, así como en tratamiento de aguas; sin contemplar la disposición de desechos en el predio.
89. Se promoverá la reforestación en aquellas zonas consideradas como prioritarias para su restauración, así como en los predios donde se ha solicitado la implementación de un programa de reforestación.	El proyecto contempla amplias zonas de conservación y en el interior de los lotes teniendo un coeficiente promedio de ocupación por lote de un 20%.  Adicionalmente las zonas de conservación detectadas con necesidad de restauración están consideradas en el Documento Técnico Unificado.

<b>Criterios de regulación de las UGA’S FO-5-298, FO-5-229 política de conservación</b>	
<b>Criterios de Regulación</b>	<b>Criterios de Regulación</b>
90. Se evitará el libre pastoreo en zonas de reforestación.	El proyecto no contempla actividades de pastoreo, por lo cual el criterio no resulta aplicable.
91. En las zonas de aprovechamiento forestal se propiciará el uso integral de los recursos a través de técnicas de eco desarrollo que favorezcan los usos múltiples.	No se trata de un proyecto de aprovechamiento forestal por lo cual el criterio no resulta aplicable.
92. En aprovechamientos autorizados, si no existen vías para la extracción del material cortado, se utilizarán animales de tiro y carga, por lo que quedará prohibido el rodamiento de troncos.	No se trata de un Proyecto de aprovechamiento forestal por lo cual el criterio no resulta aplicable.
93. En el caso de que existan caminos destinados a retirar el material, serán acondicionados en forma manual evitando la eliminación de la vegetación y la utilización de suelos susceptibles a la erosión.	El proyecto no plantea el retiro de material, en su caso se utilizarán las futuras vialidades del desarrollo.
94. En las áreas reforestadas, solamente se permite el uso de fertilizantes de origen orgánico, por lo que queda prohibida la introducción de cualquier producto inorgánico o tóxico dentro de estas zonas.	El proyecto se trata de un proyecto de dotación de infraestructura y lotificación para el posterior desarrollo por terceros adquirentes de los lotes de un desarrollo habitacional campestre de baja densidad, por lo cual no contempla la introducción de las sustancias referidas.
95. Se prohíbe el derribo de árboles, la extracción de humus, mantillo y suelo vegetal sin la autorización previa competente.	Se presenta el Documento Técnico Unificado el cual tiene como propósito la obtención de la Autorización de Impacto Ambiental del Proyecto junto con la Autorización para el Cambio de Uso de Suelo Forestal por excepción.
96. Se deberá de mantener en buen estado la vegetación nativa y representativa de la zona.	El proyecto contempla un 27.67 % de superficie sobre la que no se solicitará Autorización para el Cambio de Uso de Suelo Forestal.  Por lo que hace al 72.33 % de la superficie del predio sobre el cual se solicita Autorización para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, y de acuerdo con el Coeficiente de Ocupación establecido en el Plan Maestro para cada uno de los lotes, se estima la conservación de la vegetación actual en dicha superficie en cerca de un 90%.
97. En predios con pendientes altamente susceptibles a erosión hídrica y eólica, es necesaria la realización de trabajos de conservación y protección del suelo, por lo que solamente se podrá realizar cortas de selección, saneamiento y aclareo, de acuerdo al Programa de Conservación y Manejo.	No se trata de un Proyecto de aprovechamiento forestal por lo cual el criterio no resulta aplicable.

<b>Criterios de regulación de las UGA’S FO-5-298, FO-5-229 política de conservación</b>	
<b>Criterios de Regulación</b>	<b>Criterios de Regulación</b>
98. Se evitará la ampliación de la frontera agrícola.	El proyecto no contempla la realización de actividades agrícolas, teniendo entre sus impactos ambientales positivos el evitar la ampliación de la frontera agrícola y la protección forestal.
99. En el diseño de granjas acuícolas dentro de Áreas Naturales Protegidas, deberá de apegarse a lo señalado en el Programa de Conservación y Manejo o Gaceta correspondiente.	El proyecto no contempla este tipo de actividades, por lo cual el criterio no resulta aplicable.
100. En las granjas acuícolas que operen dentro de Áreas Naturales Protegidas se prohíbe la descarga directa de aguas residuales a ríos, lagos y lagunas, a fin de evitar la contaminación y eutrofización de las aguas.	El proyecto no contempla este tipo de actividades, por lo cual el criterio no resulta aplicable.
101. Considerar y mantener zonas de recarga de acuíferos para la conservación de la biodiversidad.	<p>El proyecto contempla un 27.67 % de superficie sobre la que no se solicitará Autorización para el Cambio de Uso de Suelo Forestal.</p> <p>Por lo que hace al 72.33 % de la superficie del predio sobre el cual se solicita Autorización para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, y de acuerdo con el Coeficiente de Ocupación establecido en el Plan Maestro para cada uno de los lotes, se estima la conservación de la vegetación actual en dicha superficie en cerca de un 90%.</p> <p>Lo anterior representa una superficie importante para no interferir con la infiltración y mantener así las zonas de recarga de acuíferos.</p>
102. No se permitirá la explotación de materiales pétreos y minerales.	El proyecto no contempla este tipo de actividades, por lo cual el criterio no resulta aplicable.
103. No deberán de asentarse plantas de beneficio de minerales ni presas de jales y se restringe el uso de explosivos.	El proyecto no contempla este tipo de actividades, por lo cual el criterio no resulta aplicable.
104. Se promoverá la conservación de las zonas de reserva y refugios silvestres de la mariposa monarca en particular. Cerro Pelón, Cerro Altamirano y Piedra Herrada.	El proyecto no se ubica en las zonas de reserva y refugios referidos, por lo cual el criterio no resulta aplicable.
105. Se deberá de elaborar un plan de señalamiento a los alrededores de los parques que presenten afluencia de visitantes o que su categoría y objeto de declaratoria requieran de especial cuidado	Las actividades referidas en el criterio corresponden a las autoridades competentes.

Criterios de regulación de las UGA’S FO-5-298, FO-5-229 política de conservación	
Criterios de Regulación	Criterios de Regulación
106. Se impulsará la delimitación física de las áreas naturales protegidas con mayor presión demográfica, como el parque Otomí- Mexica, Sierra Morelos y Sierra de Tepetzotlán, entre otros.	Las actividades referidas en el criterio corresponden a las autoridades competentes.
107. Los anuncios promocionales deberán de regirse por la Norma Técnica Estatal de Contaminación visual.	El proyecto no contempla el establecimiento de anuncios promocionales.
108. Se prohíbe la ubicación de confinamiento de residuos sólidos (municipales, industriales y peligrosos).	El proyecto no contempla este tipo de infraestructura, por lo cual el criterio no resulta aplicable.

Al respecto, y no obstante que tal y como ha quedado señalado existe compatibilidad entre los criterios de regulación ambiental aplicables al proyecto, es importante indicar que de conformidad con lo establecido en el Código para la Biodiversidad del Estado de México (Artículo 2.43) el Ordenamiento Ecológico del Territorio Estatal será considerado en la regulación del aprovechamiento de los recursos naturales, así como de los asentamientos humanos de conformidad con los programas municipales que al efecto se expidan; en este sentido, no existe un Programa de Ordenamiento Ecológico Municipal que regule de manera específica los usos de suelo dentro del municipio, siendo que el Proyecto se encuentra alineado de conformidad con su Plan Maestro, al Plan Parcial de Incorporación Territorial Bosques de Pamejé.

### III.2.3. Programa de Ordenamiento Ecológico Regional Valle de Bravo – Amanalco, Estado de México.

El Programa de Ordenamiento Ecológico Regional Valle de Bravo – Amanalco comprende el territorio ocupado por la Subcuenca de Valle de Bravo Amanalco con una superficie de 775.6 Km<sup>2</sup> que incluye a ocho municipios del Estado de México, entre ellos el Municipio de Valle de Bravo. El objetivo de dicho programa es el de regular e inducir el uso de suelo, fuera de centros de población y las actividades productivas que se practican en la zona, con el fin de lograr un desarrollo sustentable, compatible con la protección del medio ambiente, siendo la base para la creación de los ordenamientos ecológicos locales por parte de los municipios.

El Programa de Ordenamiento Ecológico Regional Valle de Bravo – Amanalco fue publicado en la Gaceta del Gobierno del Estado de México el **30 de octubre de 2003**, por lo que, su elaboración (septiembre de 2000 a noviembre de 2002) expedición y entrada en vigor, resultan anteriores a la Actualización del Modelo de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México (OETEM) publicado en la Gaceta del Gobierno del Estado de México el 19 de diciembre de 2006, así como a

las modificaciones realizadas a la Política de Conservación del OETEM publicadas el 27 de mayo de 2009.

Con relación a lo antes señalado, se estima que al existir dos instrumentos legales de la misma jerarquía que se traslapan en la regulación de parte del Territorio del Estado de México, a saber el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México y el Programa para el Ordenamiento Ecológico de la subcuenca Valle de Bravo – Amanalco, ambos Programas Ecológicos Regionales expedidos por el Ejecutivo del Estado de México, en aquellos aspectos en los que exista un conflicto entre ambos, desde un punto de vista jurídico deben prevalecer las políticas, lineamientos y criterios de regulación ecológica del instrumento más reciente (Ver Figuras 3.6 y 3.7) como es el caso de las políticas ambientales, debiendo ser las aplicables al Proyecto las derivadas del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México.

Adicionalmente, en la misma zona del Proyecto incide el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Mariposa Monarca en el Estado de México, el cual fue publicado en el Periódico Oficial del Estado con posterioridad a los dos instrumentos ya referidos, a saber, el 26 de diciembre de 2007.

No obstante, lo antes señalado, a continuación, se indica la manera en que el Proyecto se vincula al Programa de Ordenamiento Ecológico de la subcuenca Valle de Bravo – Amanalco.

El Programa en comento, se elaboró con base en la metodología y procedimientos establecidos por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y considerando el Reglamento de la LGEEPA en materia de Ordenamiento Ecológico (OE) y estudios del ámbito local. Mediante la citada metodología se desarrolló un modelo de OE que consiste en un mapa que subdivide el territorio municipal en "Unidades de Gestión Ambiental" o UGA para luego establecer para cada una de ellas:

- La Política Ambiental y los lineamientos ecológicos para su manejo;
- Las estrategias, obligaciones, programas y acciones dirigidas al logro de los lineamientos ecológicos, y
- Los criterios de regulación ecológica o acciones delimitadas por umbrales o parámetros ambientales, que son necesarios para lograr los lineamientos ecológicos.

De conformidad con lo establecido en el Programa, las políticas ambientales aplicables al territorio de la subcuenca, permiten la articulación de las políticas públicas de los sectores económicos.

El ordenamiento ecológico territorial de la subcuenca Valle de Bravo – Amanalco, comprende un total de 111 UGA's, con superficies que van de 21.61 hasta 4,505.86 hectáreas.

**Tabla III. 14. Números de UGA's por política ambiental y superficie.**

<b>Política</b>	<b>Num. de UGAS</b>	<b>Superficie (%)</b>
Aprovechamiento	27	30
Conservación	40	22
Protección	9	15
Restauración	35	33
<b>Total</b>	<b>111</b>	<b>100</b>

En la Tabla III.15 se presentan los criterios y políticas ambientales de las UGA’s donde se inscribe el proyecto, los cuales fueron la base para definir estrategias, acciones y criterios que regulen las actividades en cada una.

**Tabla III. 15. Ficha técnica de las UGA’s 88, 97 y 105 donde se ubica el proyecto.**

Ordenamiento ecológico regional Valle de Bravo – Amanalco, estado de México								Información sobre los componentes georreferenciados y su incidencia en los OE Regionales		
Información sobre OE Regionales								Información sobre los componentes georreferenciados y su incidencia en los OE Regionales		
UGA	Clave de la Unidad	Tipo de ordenamiento	Política Ambiental	Uso predominante	Fragilidad Ambiental	Criterios de regulación ecológica	Superficie de la UGA (ha)	Componente	Superficie del Área del Proyecto (m2)	Superficie de incidencia del proyecto en las UGA’s (m2)
97	Cn-3-97	Regional	Protección	ANP	Alta	FF1, FF3, FF5-FF21, MAE1, MAE18- MAE 18- MAE20, MAE24-MAE31, MAE33, TU2-TU7	122.477	Predio	737700.00	112336.86
88	Ah-1-88	Regional	Aprovechamiento	Asentamientos humanos	Baja	AH1, AH3, AH4, AH6, AH7, AH9-AH20, C1-C16, EI4-EI43, EI47-EI50, EI52, TU2-TU7	360.232	Predio	737700.00	2225.75
105	Fo-3-105	Regional	Conservación	Forestal	Alta	EI51, FF1, FF3, FF5-FF21, Fo1-Fo8, Fo19 - Fo21, Fo23-Fo48, MAE1, MAE18-MAE20, MAE24-MAE33, Mi2, Mi3	1107.812	Predio	737700.00	623278.39

Para una mejor interpretación, en la Figura III.6. se presenta la ubicación de las tres UGA's regionales antes mencionadas en comparación con el Área del Proyecto.

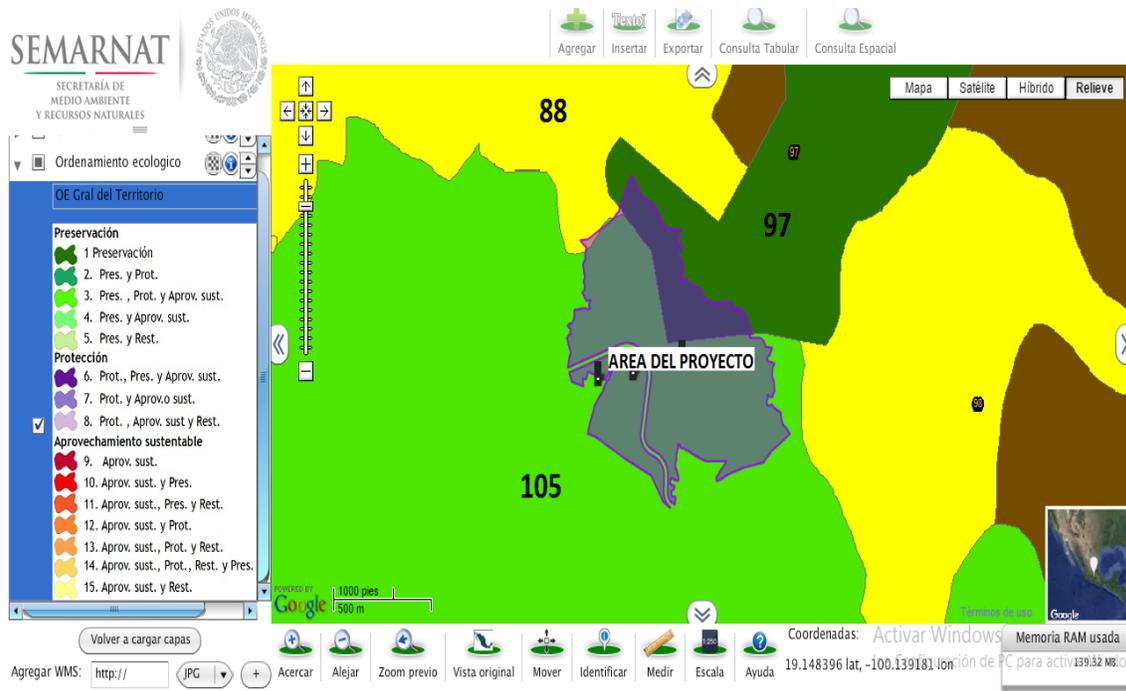


Figura III. 6. Unidades de Gestión Ambiental del Programa de Ordenamiento ecológico regional Valle de Bravo – Amanalco, estado de México.

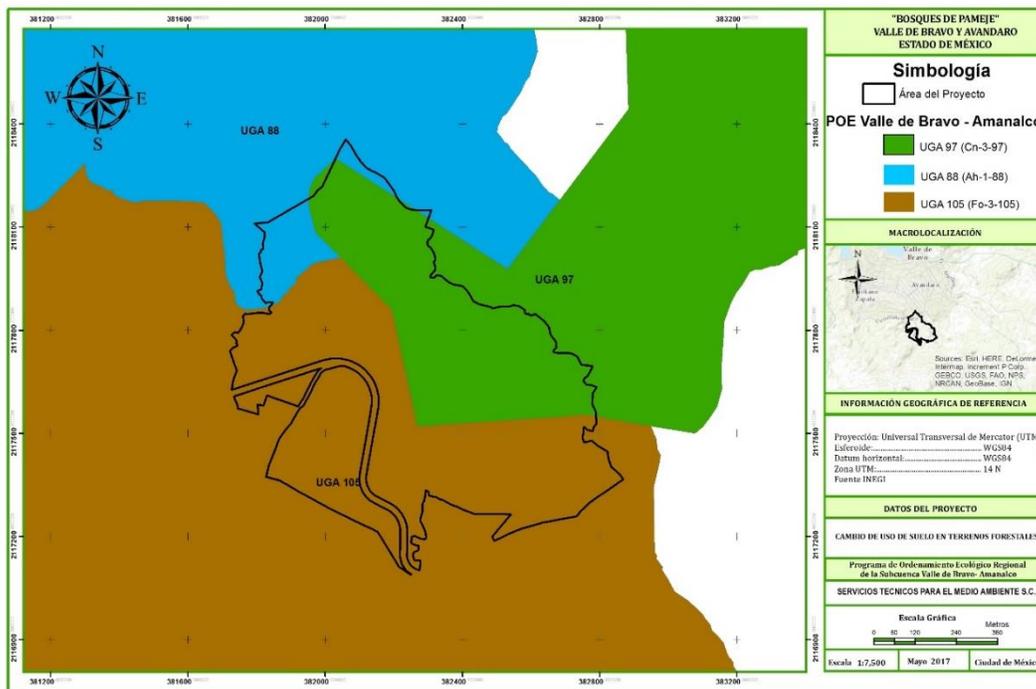


Figura III. 7. Ubicación de las UGA's regionales presentes en el Área del Proyecto

La Política de Protección esta señala lo siguiente: *"Se aplica en las unidades cuando se presentan características de biodiversidad o prestación de servicios ambientales relevantes que hacen imprescindible su cuidado extremo, se mantienen sin cambio en el uso de suelo, para el caso de la cuenca corresponde a las Áreas Naturales Protegidas bajo decreto."*

Por su parte la Política de Conservación establece: *"Se aplica a las unidades donde se privilegia el mantenimiento de la función natural del ecosistema, con restricciones en el cambio de uso de suelo."*

En relación con las políticas ambientales referidas, las actividades a desarrollarse consisten en un proyecto de dotación de infraestructura y lotificación para el posterior desarrollo por terceros adquirentes de los lotes de un desarrollo habitacional campestre de muy baja densidad, a saber, 249 viv/73.7 ha = 3.38 viv/ha, el cual pretende generar un bajo impacto y un alto grado de conservación de áreas con valor ecológico y paisajístico.

Al respecto, el Programa Maestro del Proyecto pretende desplantar únicamente el número permitido de viviendas dejando un porcentaje % como áreas verdes en el proyecto, más el área privativa de cada lote donde no está permitido desplantar.

Ahora bien, la superficie de incidencia del Proyecto en la UGA 97 con Política de Protección es de 112,336.86 m<sup>2</sup>, mientras que la de la UGA 88 con Política de Conservación abarca la mayor parte del proyecto con una superficie de 62,3278.39 m<sup>2</sup>, debiendo considerarse, tal y como se señala más adelante dentro del presente Capítulo, que la superficie del proyecto se encuentra dentro de un área urbana o urbanizable regulada por el Plan Parcial de Incorporación Territorial Bosques de Pamejé, instrumento de regulación específico y aplicable encargado de establecer las políticas, estrategias y objetivos para el desarrollo urbano en la superficie en el que se desarrollará el Proyecto, lo cual se realiza mediante la determinación de la zonificación, los destinos y las normas de uso y aprovechamiento del suelo.

No obstante, lo anterior, y a fin de señalar la compatibilidad del Proyecto con los ordenamientos ecológicos estatales, debe señalarse que el área donde se desarrollará el Proyecto colinda con la parte suroriente del Área de Avándaro vecindad casi inmediata con Hotel y Club de Golf Avándaro al Norte del predio, motivo por el cual aún y cuando el predio mantiene un grado de conservación ambiental medio, las inmediaciones se encuentran afectadas por impactos antropogénicos que incluyen zonas urbanas, infraestructura carretera y turística.

Asimismo, es importante mencionar que el desarrollo del proyecto no implicará el desarrollo de actividades cinegéticas o de explotación y aprovechamiento de especies de flora y fauna silvestre.

En este sentido se considera que el Proyecto contribuiría a evitar el deterioro de la zona mediante una adecuada planificación y una proporción significativa de su superficie destinada a la conservación y a las áreas verdes, mediante lo siguiente:

- El Programa de Proyecto pretende únicamente desplantar el número permitido de viviendas dejando un porcentaje como áreas verdes en el proyecto, más el área privativa de cada lote donde no se puede desplantar. Esta superficie será de 40% de cada lote.
- Así también se aprecia como parte del Proyecto el respeto de una franja perimetral de conservación que estará libre de construcciones cuyo ancho promedio es de 30 metros.
- El proyecto pretende un sistema de espacios naturales y continuos e interconectados, incluyendo como zona de conservación a los cauces de arroyos existentes dentro del predio que permitirán el paso de la fauna silvestre.
- El establecimiento, entre otras, de las siguientes medidas de mitigación que permitan la viabilidad del proyecto haciéndolo compatible con la normatividad ambiental del Estado de México, las cuales se detallan en el Capítulo VII del presente documento (lo anterior, sin considerar los criterios de interpretación ya señalados):
  - ✓ Obras de conservación de suelos para mitigar la erosión provocada por el despalme y excavación a cielo abierto, las cuales una vez implementadas tendrán como efecto que la cantidad de suelo que se erosionaría sería menor a la que se da en condiciones actuales.
  - ✓ Áreas de restauración y reforestación.
  - ✓ Realización de las actividades de preparación del sitio (trazo y excavación) cuando no exista escurrimiento (en temporada de estiaje).
  - ✓ Obras de captación de agua que logren mitigar la disminución de la infiltración ocasionada por la remoción de la flora, esto debido a la disminución de la cobertura del estrado arbustivo, herbácea y pastos en la superficie con suelo retenido, por un volumen ligeramente superior a lo que se tiene estimado que se dejaría de infiltrar con el cambio de uso de suelo.
  - ✓ Implementación de un Programa Integral de Manejo Ambiental el cual contempla los siguientes programas:
    - i. Programa de rescate, reubicación y reforestación de flora silvestre.
    - ii. Programa de Ahuyentamiento y Rescate de Fauna silvestre.
    - iii. Programa de Manejo Integral de los Desechos Sólidos y Líquidos.
    - iv. Programa de Obras de Conservación y Restauración de Suelo y Agua.

Ahora bien, la Política de Aprovechamiento del Programa de Ordenamiento Ecológico en comento señala: *"Cuando la unidad ambiental presenta condiciones aptas para el desarrollo sustentable de actividades productivas eficientes y socialmente útiles, dichas actividades contemplan recomendaciones puntuales y restricciones leves, tratando de mantener la función y capacidad de carga de los ecosistemas y promoviendo la permanencia o cambio de uso de suelo actual."*

Al respecto, y en virtud de las características ambientales del Proyecto, mismas que fueron referidas en párrafos anteriores, se considera que se cumple a cabalidad con la Política de Aprovechamiento.

De conformidad con lo anterior, una vez que se ha enmarcado físicamente el sitio del proyecto, dentro del Ordenamiento Ecológico de la subcuenca Valle de Bravo – Amanalco, a continuación, se establece la congruencia del proyecto con los criterios de regulación ecológica aplicables a cada una de las UGAs que inciden en el proyecto, los cuales tal y como lo señala el propio Programa de Ordenamiento Ecológico, **únicamente constituyen recomendaciones** que tienen como propósito inducir los modos de aprovechamiento racional de los recursos naturales asociados a los usos de suelo en la región y a las actividades productivas.

**Tabla III. 16. Criterios de Regulación de las UGA Ah-1-88**

<b>UGA Ah-1-88</b>	
<b>Política Ambiental de Aprovechamiento</b>	
<b>Criterios de Regulación</b>	<b>Vinculación con el Proyecto</b>
<b>Asentamientos humanos</b>	
AH1 El número y densidad de población en esta unidad, deberá ser definida a partir de un plan director de desarrollo urbano que evalúe la capacidad del área para proveer agua potable, los impactos ambientales a ecosistemas, la tecnología aplicable en la manejo y disposición de residuos sólidos y líquidos, así como el equipamiento necesario.	El Desarrollo Urbano en el área del Proyecto se rige por el Plan Municipal de Desarrollo Urbano y el Plan Parcial de Incorporación Territorial Bosques de Pamejé siendo que el Plan Maestro del Proyecto se encuentra plenamente alineado a este último.
AH3 Cuando la mancha urbana alcance una población superior a 15,000 habitantes, se promoverá la realización de un plan director de desarrollo urbano.	La promoción de dichas actividades corresponde a las autoridades competentes por lo cual no resulta aplicable este criterio.
AH4 No se permite construir establos y corrales dentro del área urbana.	El proyecto no contempla la construcción de dicha infraestructura, por lo cual no resulta aplicable al este criterio.
AH6 Se recomienda que en los asentamientos rurales, los residuos de forrajes y desechos de alimentos humanos sean empleados para la producción de composta	El proyecto no contempla la realización de dichas actividades, por lo cual no resulta aplicable al este criterio.
AH7 Se deberá considerar la reubicación de los asentamientos humanos contiguos al cuerpo de agua en función de un estudio de riesgo	El ejercicio de dichas facultades corresponde a las autoridades competentes, por lo cual este criterio no resulta aplicable al Proyecto.
AH9 La factibilidad para la creación y ubicación de un nuevo centro de población en esta unidad, está sujeto a un estudio de riesgo a siniestros producidos por	La creación de nuevos centros de población corresponde a las autoridades competentes, por lo cual este criterio no resulta aplicable al Proyecto.

<b>UGA Ah-1-88</b>	
<b>Política Ambiental de Aprovechamiento</b>	
<b>Criterios de Regulación</b>	<b>Vinculación con el Proyecto</b>
fenómenos naturales tales como inundaciones y huracanes.	
<p>AH10                      La factibilidad para la creación y ubicación de un nuevo centro de población en esta unidad, está sujeto los resultados obtenidos en el programa de monitoreo sobre los recursos naturales en un periodo mínimo de cinco años.</p>	La creación de nuevos centros de población corresponde a las autoridades competentes, por lo cual este criterio no resulta aplicable al Proyecto.
<p>AH11                      Una vez establecidas las reservas territoriales en esta unidad, queda prohibido ampliarlas o crear nuevas.</p>	El establecimiento de reservas territoriales corresponde a las autoridades competentes, por lo cual este criterio no resulta aplicable al Proyecto.
<p>AH12                      La definición de nuevas reservas territoriales estará sujeta a Manifestación de Impacto Ambiental.</p>	El establecimiento de reservas territoriales corresponde a las autoridades competentes, por lo cual este criterio no resulta aplicable al Proyecto.
<p>AH13                      Las reservas territoriales deberán mantener su cubierta vegetal original.</p>	El establecimiento de reservas territoriales y su regulación corresponde a las autoridades competentes, por lo cual este criterio no resulta aplicable al Proyecto.
<p>AH14                      En el desarrollo deberán contemplarse áreas verdes, con superficie mínima de 8.17 m<sup>2</sup>/habitante.</p>	El proyecto respeta el dimensionamiento establecido. A su máxima ocupación contará con 2988 visitantes y residentes, contemplando no modificar el uso de suelo forestal en una superficie aproximada de 204,000 m <sup>2</sup> más las áreas verdes que se establezcan en los lotes de acuerdo con el coeficiente de ocupación promedio del 20%.
<p>AH15                      Se recomienda la utilización de fertilizantes orgánicos degradables en las áreas verdes.</p>	El proyecto da cumplimiento al criterio proponiéndose la utilización de fertilizantes orgánicos en las áreas verdes como medida de mitigación.
<p>AH16                      En las áreas verdes se preferirán las especies de vegetación nativa.</p>	El proyecto da cumplimiento al criterio proponiéndose como medida de mitigación la utilización de especies de vegetación nativa en áreas verdes.
<p>AH17                      Se deberá promover que los predios actuales no estén sujetos a lotificaciones subsecuentes.</p>	El proyecto se realiza con base en los usos de suelo y densidades establecidos en el Plan Maestro, mismo que se encuentra alineado con el Plan Parcial de Incorporación Territorial Bosques de Pamejé, y no considera lotificaciones subsecuentes.

<b>UGA Ah-1-88</b>	
<b>Política Ambiental de Aprovechamiento</b>	
<b>Criterios de Regulación</b>	<b>Vinculación con el Proyecto</b>
	Cabe señalar que el Proyecto plantea un sistema de espacios naturales continuos e interconectados incluyendo los cauces de arroyos existentes.
AH18 Se prohíbe la creación de asentamientos humanos sobre predios agrícolas.	El Proyecto no se desarrollará sobre un predio agrícola, por lo cual no es aplicable el criterio.
AH19 Se deberá evitar el desarrollo de asentamientos humanos y/o infraestructura, a lo largo de la carretera.	No se tiene contemplado en el Proyecto el desarrollo de asentamientos humanos o infraestructura a lo largo de la carretera.  Se aclara que, en congruencia con el criterio EI48 también aplicable al proyecto parte de las redes de abastecimiento de Agua Potable, Red Eléctrica, Telefonía y Alumbrado se encuentran ubicadas sobre el derecho de vía de las vialidades tanto principales como secundarias del Proyecto.
AH20 Las instalaciones para prestar servicios a los usuarios de la carretera, deberán ubicarse fuera del derecho de vía.	El proyecto no tiene contemplado el establecimiento de instalaciones para usuarios de las carreteras.
<b>Construcción</b>	
C1 No se permite la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre la vegetación nativa.	El proyecto no contempla disposición final de ningún tipo de residuos ni materiales dentro del predio.
C2 Deberán tomarse medidas preventivas para la eliminación de grasas, aceites, emisiones atmosféricas, hidrocarburos y ruido provenientes de la maquinaria en uso en las etapas de preparación de sitio, construcción y operación.	El proyecto contempla la habilitación de un área en la que se protegerá el suelo y los residuos se almacenarán temporalmente de manera previa a su entrega a un prestador de servicios autorizado; siendo que únicamente se contempla la generación de Residuos Peligrosos provenientes del mantenimiento de equipo y maquinaria.
C3 La construcción de cualquier edificación residencial y de infraestructura, estará sujeta a una evaluación en materia de Impacto ambiental.	El Proyecto consiste en la de dotación de infraestructura y lotificación para el posterior desarrollo por terceros adquirentes de los lotes de un desarrollo habitacional campestre de baja densidad. Respecto de las obras correspondientes a terceros, en su momento, podrán ser sujetas de evaluación de impacto ambiental.

<b>UGA Ah-1-88</b>	
<b>Política Ambiental de Aprovechamiento</b>	
<b>Criterios de Regulación</b>	<b>Vinculación con el Proyecto</b>
	Se presenta el Documento Técnico Unificado el cual tiene como propósito la obtención de la Autorización de Impacto Ambiental del Proyecto junto con la Autorización para el Cambio de Uso de Suelo Forestal por excepción
C4 Solo la superficie de desplante podrá ser despalmada totalmente.	El Proyecto lo contempla así en su diseño.
C5 Previo a la preparación y construcción del terreno, se deberá llevar a cabo un rescate de ejemplares de flora y fauna susceptibles de ser reubicados en áreas aledañas.	El proyecto lo contempla en las medidas de mitigación contenidas en el presente Documento Técnico Unificado.
C6 Los campamentos de construcción deberán ubicarse en áreas perturbadas como potreros y acahuales jóvenes, nunca sobre humedales, zona federal marítimo terrestre u otros ecosistemas relevantes.	El proyecto lo contempla en las medidas de mitigación contenidas en el presente Documento Técnico Unificado.
C7 Los campamentos de construcción deberán contar con un sistema de colección y disposición de desechos sanitarios en áreas autorizadas por el municipio.	Para la disposición de residuos sólidos durante la etapa de construcción, se contratarán los servicios de una empresa especializada que preste servicio de letrinas portátiles quien dispondrá de dichos residuos en forma adecuada en sitios autorizados.
C8 Los campamentos de construcción deberán contar con un sistema de colección y disposición de desechos sólidos en áreas autorizadas por el municipio.	Durante la etapa de preparación del sitio y construcción los materiales de desecho propios de las obras de construcción los mismos serán enviados a centros de reciclaje o dispuestos finalmente en sitios autorizados fuera del proyecto.
C9 Durante las obras de canalización y dragado, se utilizarían mallas geotextibles y otras tecnologías que eviten suspensión y dispersión de sedimentos.	El proyecto no contempla canalizaciones ni dragados.
C10 Al finalizar la obra deberá removerse toda la infraestructura asociada al campamento.	El proyecto contempla que almacenes, oficinas y áreas similares serán de materiales prefabricados y desmontables por lo que serán fácilmente retiradas para su uso en otros lugares.
C11 Cualquier abandono de actividad deberá presentar un programa de restauración de sitio.	El proyecto por su naturaleza constituye obras permanentes que no son sujetas de abandono.

<b>UGA Ah-1-88</b>	
<b>Política Ambiental de Aprovechamiento</b>	
<b>Criterios de Regulación</b>	<b>Vinculación con el Proyecto</b>
C12 El uso de explosivos, durante la construcción de cualquier tipo de obra, infraestructura o desarrollo está sujeto a Manifestación de Impacto Ambiental y a los lineamientos de la Secretaría de la Defensa.	El proyecto no tiene contemplado el uso de explosivos.
C13 No se permite la utilización de explosivos.	El proyecto no tiene contemplado el uso de explosivos.
C14 Los productos primarios de las construcciones (envases, empaques, cemento, cal, pintura, aceites, aguas industriales, desechos tóxicos, etc.), deberán disponerse en confinamientos autorizados por el municipio.	Los residuos generados durante la etapa de preparación del sitio y la construcción serán enviados a centros de reciclaje o dispuestos finalmente en sitios autorizados fuera del proyecto.
C15 Para la edificación de cualquier infraestructura se deberá dar preferencia a la utilización de materiales de la región.	El proyecto considera que se dará preferencia a la utilización de materiales de la región.
C16 El almacenamiento y manejo de materiales deberá evitar la dispersión de polvos fugitivos.	El proyecto tiene contemplado cuando el material lo permita manejarlo en húmedo y las acumulaciones de materiales que pudieran existir serán cubiertas para evitar dispersión de partículas.
<b>Equipamiento e infraestructura</b>	
EI4 Se promoverá el establecimiento de centros de acopio para el reciclaje de basura.	Se tiene contemplado que una vez desarrollado el fraccionamiento será equipado con un sistema de recolección de residuos sólidos urbanos que promoverá el reciclaje. Situación que será contemplada en el Reglamento Interno del fraccionamiento, así como en el plan de manejo de residuos que se formule.
EI5 Los asentamientos humanos mayores a 500 habitantes deberán contar con infraestructura para el acopio y/o manejo de desechos sólidos.	Se tiene contemplado que una vez desarrollado el fraccionamiento contará con un sistema de colecta de residuos sólidos en forma separada y con previsiones para el reciclaje. Situación que será contemplada en el Reglamento Interno del fraccionamiento, así como en el plan de manejo de residuos que se formule.
EI6 Los asentamientos humanos menores a 500 habitantes deberán contar con un programa de reducción, recolección y reciclaje de desechos sólidos.	El Proyecto dotara de infraestructura para un número máximo entre habitantes y residentes de 2998, por lo cual el criterio no resulta aplicable.

<b>UGA Ah-1-88</b>	
<b>Política Ambiental de Aprovechamiento</b>	
<b>Criterios de Regulación</b>	<b>Vinculación con el Proyecto</b>
EI7 La disposición final de lodos producto del dragado deberá hacerse en sitios alejados de cuerpos de agua.	El criterio no resulta aplicable al proyecto.
EI8 Los asentamientos humanos y desarrollos turísticos deberán contar con un programa integral de reducción, separación y disposición final de desechos sólidos.	Se tiene contemplado que en su momento y una vez desarrollado el fraccionamiento se elaborará el plan de manejo de residuos sólidos donde se contemplará la reducción, separación y disposición final de la manera más apropiada. Situación que será contemplada en el Reglamento Interno del fraccionamiento.
EI9 Las instalaciones para la disposición final de los desechos sólidos deberán apegarse a las especificaciones de la NOM-083-ECOL-1994.	El proyecto no tiene contemplada la construcción de instalaciones para la disposición de residuos sólidos, por lo cual el criterio no resulta aplicable.
EI10 La ubicación y operación de sitios destinados a rellenos sanitarios, deberán observar las disposiciones de la NOM-083-ECOL-1994 y NOM-084-ECOL-1994.	El proyecto no contempla el establecimiento de rellenos sanitarios, por lo cual el criterio no resulta aplicable.
EI11 Se prohíbe la ubicación de rellenos sanitarios y tiraderos a cielo abierto.	El proyecto no contempla el establecimiento de rellenos sanitarios, ni de tiraderos a cielo abierto, por lo cual el criterio no resulta aplicable.
EI12 La ubicación y número de los sitios para la disposición final de desechos sólidos estará determinado por una Manifestación de Impacto Ambiental.	El proyecto no contempla este tipo de infraestructura para disposición final de residuos, por lo cual el criterio no resulta aplicable.
EI13 No se permite la quema de desechos vegetales producto del desmonte.	El Proyecto no contempla realizar la quema de desechos vegetales producto del desmonte.
EI14 Se promoverá el composteo de los desechos vegetales.	Los residuos vegetales no aprovechables derivados de la remoción de vegetación por el cambio de uso de suelo será composteados.
EI15 El manejo de envases y empaques se deberá cumplir lo dispuesto en el reglamento de la LGEEPA en materia de residuos peligrosos.	El criterio se tomará en cuenta al momento de elaborar el Plan de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos.
EI16 La disposición de baterías y acumuladores deberá cumplir lo dispuesto en el reglamento de la LGEEPA en materia de residuos peligrosos.	El criterio se tomará en cuenta al momento de elaborar el Plan de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos.
EI17 Se promoverá la instalación de letrinas secas.	

<b>UGA Ah-1-88</b>	
<b>Política Ambiental de Aprovechamiento</b>	
<b>Criterios de Regulación</b>	<b>Vinculación con el Proyecto</b>
	En la etapa de preparación de sitio y construcción se utilizarán letrinas portátiles y durante la operación se coleccionarán y tratarán las aguas residuales en la planta de tratamiento de aguas residuales para su reúso en servicios.
EI18 Los desarrollos turísticos deberán contar con un sistema integral de reducción de desechos biológico infecciosos asociados al drenaje sanitario.	El Proyecto consiste en la de dotación de infraestructura y lotificación para el posterior desarrollo por terceros adquirentes de los lotes de un desarrollo habitacional campestre de baja densidad.No contempla la generación de residuos biológico infecciosos.
EI19 El tratamiento <i>in situ</i> de desechos biológico infecciosos asociados al drenaje sanitario, podrá contemplar sistemas como: humedal artificial, generación de biomasa, etc.	Todas las aguas residuales del proyecto serán conducidas a la planta de tratamiento del desarrollo.
EI20 Los desarrollos turísticos deberán estar conectados al drenaje municipal o contar con un sistema de tratamiento de agua <i>in situ</i> .	El Proyecto contempla un drenaje sanitario que conducirá todas las aguas residuales a la planta de tratamiento del desarrollo.
EI21 Deberá estar separada la canalización del drenaje pluvial y sanitario en el diseño de calles y avenidas, además de considerar el flujo y colecta de aguas pluviales.	Los drenajes sanitario y pluvial se encuentran físicamente separados, es decir, son independientes.
EI22 Las descargas de los asentamientos humanos mayores a 500 hab. deberán dirigirse a plantas de tratamiento de aguas residuales.	El proyecto contará con su propia planta de tratamiento de aguas residuales.
EI23 Toda emisión de aguas residuales deberá cumplir con la NOM-CCA-026-ECOL-1996, la NOM-ECOL-001-1996 y la Ley de Aguas Nacionales y su reglamento.	El proyecto cumplirá con la NOM-003-SEMARNAT-1996, en virtud de que las aguas negras serán tratadas y utilizadas para riego de áreas verdes y servicios.
EI24 En los asentamientos humanos menores a 500 habitantes deberán tratar las aguas grises <i>in situ</i> .	El criterio no resulta aplicable ya que el proyecto contempla infraestructura suficiente para que en su momento el fraccionamiento tenga una cantidad superior de residentes, sin embargo, se tiene contemplada la reutilización de aguas grises <i>in situ</i> .
EI25	

<b>UGA Ah-1-88</b>	
<b>Política Ambiental de Aprovechamiento</b>	
<b>Criterios de Regulación</b>	<b>Vinculación con el Proyecto</b>
Toda emisión de aguas residuales deberá cumplir con la NOM-CCA-026-ECOL-1996, la NOM-ECOL-001-1996 y la Ley de Aguas Nacionales y su reglamento.	El proyecto cumplirá con la NOM-003-SEMARNAT-1996, en virtud de que las aguas negras serán tratadas y utilizadas para riego de áreas verdes.
EI26 En los asentamientos humanos menores a 500 habitantes deberán dirigir sus descargas hacia sistemas alternativos para el manejo de las aguas residuales.	El criterio referido no resulta aplicable ya que se contempla un número mayor a 500 habitantes, sin embargo, como se ha señalado las aguas negras serán tratadas en la planta del desarrollo.
EI27 Los desarrollos turísticos y asentamientos humanos deberán contar con un sistema integral de colecta, minimización y disposición de aguas residuales.	El Proyecto contempla un drenaje sanitario que conducirá todas las aguas residuales a la planta de tratamiento del desarrollo.
EI28 Se promoverá la reutilización de aguas pluviales previo tratamiento y eliminación de grasas y aceites.	Las aguas pluviales serán canalizadas por el drenaje pluvial hacia drenes naturales.
EI29 Las nuevas plantas de tratamiento de aguas servidas deberán contar con un sistema que minimice la generación de lodos y contarán con un programa operativo que considere la desactivación, desinfección y disposición final de lodos.	Los lodos provenientes de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales serán tratados de conformidad como la NOM-004-SEMARNAT-2002.
EI30 El sistema de riego deberá estar articulado a los sistemas de tratamiento de aguas residuales	La planta de tratamiento de aguas residuales proporcionará el agua para el riego de áreas verdes.
EI31 Queda prohibido la construcción de pozos de absorción para el drenaje doméstico.	El Proyecto no contempla la construcción de pozos de absorción.
EI32 Los lodos activados producto del tratamiento de las aguas residuales, podrán ser usados como mejoradores de suelos, siempre y cuando no rebasen la concentración máxima permitida de los residuos peligrosos enlistados en la NOM-CRP-001-ECOL/1993.	Los lodos provenientes de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales serán tratados de Conformidad como la NOM-004-SEMARNAT-2002 a fin de determinar su peligrosidad o no, y en su caso su forma de manejo.
EI33 Se deberá desarrollar infraestructura de drenaje en las áreas donde este servicio no exista para que las aguas residuales desemboquen directamente a la laguna de oxidación.	Todas las aguas residuales se canalizarán a la planta de tratamiento. El drenaje sanitario del proyecto conducirá las aguas sanitarias a la planta de tratamiento, para que una vez tratadas sean utilizadas en el riego de áreas verdes.

<b>UGA Ah-1-88</b>	
<b>Política Ambiental de Aprovechamiento</b>	
<b>Criterios de Regulación</b>	<b>Vinculación con el Proyecto</b>
EI34 No se permite la disposición de aguas residuales, descargas de drenaje sanitario y desechos sólidos en lagunas, zonas inundables o en cualquier otro tipo de cuerpo de agua natural.	Todas las aguas residuales se canalizarán a la planta de tratamiento. El drenaje sanitario del proyecto conducirá las aguas sanitarias a la planta de tratamiento, para que una vez tratadas sean utilizadas en el riego de áreas verdes.
EI35 Se prohíbe la apertura y/o construcción de carreteras en esta zona	El proyecto no contempla la construcción de carreteras.
EI36 Se prohíbe la ampliación del derecho de vía.	No se contempla la ampliación de ningún derecho de vía
EI37 La construcción de infraestructura vial requiere evaluación de Impacto Ambiental y autorización de la autoridad competente.	La construcción de vialidades internas del proyecto se somete a evaluación de impacto ambiental mediante el presente Documento Técnico Unificado.
EI38 Quedan prohibidas las quemas de desechos sólidos y vegetación, la aplicación de herbicidas, defoliantes y el uso de maquinaria pesada para el desmonte y mantenimiento de derechos de vía.	El Proyecto cumple con lo establecido en el criterio, toda vez que el desmonte se hará por medios mecánicos o manuales sin el uso de maquinaria pesada.
EI39 Los taludes en caminos se deberán estabilizar con vegetación nativa.	Se considera para las vialidades del proyecto en las medidas de mitigación.
EI40 Los bordes de caminos rurales deberán ser protegidos con árboles y arbustos preferentemente nativos.	El proyecto no contempla caminos rurales.
EI41 No se permite el derribo de árboles y arbustos ubicados en las orillas de los caminos rurales.	El criterio no contempla el derribo de árboles y arbustos ubicados en las orillas de los caminos rurales.
EI42 Los caminos de acceso deberán contar con reductores de velocidad y señalamientos de protección de la fauna.	El proyecto contempla en sus vialidades internas reductores de velocidad y señalamientos de protección de la fauna como medida de mitigación.
EI43 La apertura de nuevos caminos rurales se realizará previa autorización y opinión favorable del consejo técnico asesor del Área Natural Protegida.	El proyecto no contempla la apertura de caminos rurales.
EI47 La instalación de líneas de conducción de energía eléctrica (postes, torres, estructuras, equipamiento y	

<b>UGA Ah-1-88</b>	
<b>Política Ambiental de Aprovechamiento</b>	
<b>Criterios de Regulación</b>	<b>Vinculación con el Proyecto</b>
antenas), deberá ser autorizada mediante la evaluación de una Manifestación de Impacto Ambiental.	El sistema de electrificación del proyecto se somete a Evaluación de Impacto Ambiental mediante el presente Documento Técnico Unificado.
EI48 La instalación de infraestructura se debe hacer preferentemente sobre el derecho de vía de los caminos.	De acuerdo con los criterios generales de infraestructura parte de las redes de abastecimiento de agua potable, red eléctrica, telefonía y alumbrado se encuentran ubicadas sobre el derecho de vía de las vialidades tanto principales como secundarias.
EI49 Se promoverá la instalación de fuentes alternativas de energía.	La instalación de fuentes de energías renovables estará a criterio de los futuros residentes.
EI50 La construcción de obras e infraestructura para el drenaje pluvial deberá considerar un periodo de retorno de 50 años.	El periodo de retorno considerado para la protección por inundación de todo el proyecto está contemplado para un periodo de retorno mayor de $Tr= 50$ años. El hecho de tener pasos de servicio estratégicamente colocados en la lotificación, permite que los picos del drenaje pluvial excedente de las vialidades desalojen directamente hacia las cañadas. Adicionalmente la condición topográfica de la ubicación de las viviendas, por localizarse en puntos altos, permitirá también, que los picos se desalojen directamente a las cañadas.  En conjunto el diseño de la red de drenaje pluvial permite cubrir una protección mayor a un periodo de retorno $Tr=50$ años.
EI52 Se promoverá la instalación de infraestructura para la captación del agua de lluvia proveniente de pisos, terrazas, techos y pavimento.	Las aguas pluviales serán canalizadas por el drenaje pluvial hacia drenes naturales.
<b>Turismo</b>	
TU2 Las actividades recreativas deberán contar con un programa integral de manejo de residuos sólidos y líquidos.	El Proyecto consiste en la de dotación de infraestructura y lotificación para el posterior desarrollo por terceros adquirentes de los lotes de un desarrollo habitacional campestre de baja densidad.  Dentro del Plan Maestro, y a futuro se prevé la dotación de infraestructura para que terceros adquirentes puedan realizar la construcción de un hotel de 50 habitaciones y 50 villas para el alojamiento de visitantes de los

<b>UGA Ah-1-88</b>	
<b>Política Ambiental de Aprovechamiento</b>	
<b>Criterios de Regulación</b>	<b>Vinculación con el Proyecto</b>
	residentes, por lo cual en su momento se generará el plan de manejo de residuos sólidos.
<p>TU3</p> <p>Las actividades recreativas deberán contar con un reglamento que minimice impactos ambientales hacia la flora, fauna y formaciones geológicas.</p>	<p>El Proyecto consiste en la de dotación de infraestructura y lotificación para el posterior desarrollo por terceros adquirentes de los lotes de un desarrollo habitacional campestre de baja densidad.</p> <p>Dentro del Plan Maestro, y a futuro se prevé la dotación de infraestructura para que terceros adquirentes puedan realizar la construcción de un hotel de 50 habitaciones y 50 villas para el alojamiento de visitantes de los residentes, por lo cual en su momento se generará el reglamento correspondiente en el cual se contemplará la protección de los recursos naturales.</p>
<p>TU4</p> <p>El uso de áreas naturales deberá estar sujeto a las disposiciones de reglamentos para prestadores de servicios y visitantes.</p>	El proyecto no contempla contar con prestadores de servicios para el uso de áreas naturales.
<p>TU5</p> <p>Solo se permite la práctica del campismo, rutas interpretativas, observación de flora y fauna y paseos fotográficos.</p>	El Proyecto no contempla la realización de este tipo de actividades.
<p>TU6</p> <p>Las actividades ecoturísticas solo podrán realizarse utilizando las vías y caminos existentes.</p>	El Proyecto no contempla ejecución de este tipo de actividades.
<p>TU7</p> <p>Los visitantes no podrán coleccionar o extraer ningún elemento del ecosistema.</p>	El Proyecto no contempla la realización de este tipo de actividades.

En la Tabla III.17 se presentan los criterios de regulación de las UGA 105.

**Tabla III. 17. Criterios de Regulación de las UGA 105**

<b>UGA FO-3-105</b>	
<b>Política Ambiental Conservación</b>	
<b>Criterios de Regulación</b>	<b>Vinculación con el Proyecto</b>
<b>Equipamiento e infraestructura</b>	
<p><b>EI51</b></p> <p><b>Zonas Arqueológicas</b></p>	En dos sitios ubicados dentro del predio en el que se desarrollará el Proyecto, el Instituto Nacional de Antropología e Historia localizo algunos restos

<b>UGA FO-3-105</b>	
<b>Política Ambiental Conservación</b>	
<b>Criterios de Regulación</b>	<b>Vinculación con el Proyecto</b>
Solo se permite el establecimiento de infraestructura destinada a la conservación y rescate de la zona arqueológica.	arqueológicos, motivo por el cual en dichos sitios se respetaran las restricciones que señale dicho instituto.
<b>Manejo de flora y fauna</b>	
<b>FF1</b> Se deben establecer zonas de amortiguamiento entre las áreas de protección y aprovechamiento; a partir del límite del área de protección, con un ancho mínimo de 200 m.	El proyecto contempla una franja perimetral al desarrollo donde no se realizará el Cambio de Uso de Suelo Forestal.
<b>FF3</b> Se prohíbe el aprovechamiento de leña para uso doméstico.	El proyecto no contempla la realización de estas actividades.
<b>FF5</b> Se permite el aprovechamiento de flora y fauna silvestre con fines de autoconsumo por parte de las comunidades locales.	El proyecto no contempla la realización de estas actividades.
<b>FF6</b> Se prohíbe la tala o desmonte de la vegetación marginal de los cuerpos de agua o riparia, sin contar previamente con la autorización correspondiente en materia de impacto ambiental emitida por la autoridad competente.*	El área de Conservación del Proyecto incluye a los cauces que se encuentran dentro del predio. De cualquier forma, se precisa que no se removerá vegetación en los cuerpos de agua o riparia sin contar con autorización expresa de la autoridad competente.
<b>FF7</b> Se promoverá el uso de técnicas tradicionales en el aprovechamiento de los recursos naturales.	El proyecto no contempla la realización de actividades de aprovechamiento de recursos naturales.
<b>FF8</b> Se prohíbe la modificación de las áreas de oviposición de aves.	El Proyecto no se localiza en AICAS ni áreas de Protección de las aves. No obstante, en caso de encontrarse nidos serán reubicados a las áreas de conservación de acuerdo con el Programa de Rescate y Reubicación de Fauna.
<b>FF9</b> En las construcciones, deberán dejarse en pie los árboles más desarrollados de la vegetación original, siempre y cuando el proyecto que se pretenda desarrollar cuente con un análisis realizado por un técnico forestal registrado ante la autoridad facultada para tal fin, debiendo en caso de ser procedente, contar con la autorización ambiental correspondiente.*	Como parte del Reglamento del Desarrollo se impondrá la obligación que en los lotes se mantengan los árboles con más desarrollo. Recalcando que existe una zona de conservación donde serán intocados los árboles.  Adicionalmente en el Documento Técnico Unificado que se presenta se incluyen los estudios de campo realizados

<b>UGA FO-3-105</b>	
<b>Política Ambiental Conservación</b>	
<b>Criterios de Regulación</b>	<b>Vinculación con el Proyecto</b>
	por técnico forestal debidamente registrado, a fin de verificar la vegetación a remover y respetar con base en este criterio.
<b>FF10</b> Se prohíbe la extracción, captura o comercialización de especies de flora y fauna silvestre, salvo autorización expresa para pie de cría.	El proyecto no contempla este tipo de actividades.
<b>FF11</b> Se permite establecer viveros e invernaderos.	El proyecto no contempla el establecimiento de este tipo de instalaciones.
<b>FF12</b> Solo se permite el comercio de fauna silvestre dentro de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS).	El proyecto no contempla este tipo de actividades.
<b>FF13</b> Se permite la instalación de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS) en la modalidad de manejo intensivo para uso comercial, repoblación o recreación.	El proyecto no contempla el establecimiento de este tipo de instalaciones.
<b>FF14</b> Se promoverá el cultivo de especies de aves, anfibios y reptiles.	El proyecto no contempla el establecimiento de estas actividades.
<b>FF15</b> Se prohíbe la introducción de especies exóticas.	El proyecto no contempla este tipo de actividades.
<b>FF16</b> Se promoverá la erradicación de ( <i>Casuarina equisetifolia</i> y <i>Eucalyptus ssp.</i> ) y el reestablecimiento de la flora nativa.	El Proyecto cumplirá con este criterio, aún y cuando en el censo realizado no se detectaron individuos de estas especies.
<b>FF17</b> En las áreas jardinadas se emplearán preferentemente plantas nativas y el uso de especies exóticas se restringirá a aquellas especies cuya capacidad de propagación esté suprimida.	El proyecto no contempla estas actividades mismas que estarán a cargo de los terceros adquirentes de los lotes, quienes en su caso obtendrán las autorizaciones correspondientes.
<b>FF18</b> Se deberá mantener o en su caso restaurar la vegetación nativa en áreas con pendientes mayores al	El Proyecto ha sido diseñado de tal forma que las áreas que se encuentran en lotes que presentan estas características, tendrán restringido el desarrollo en

<b>UGA FO-3-105</b>	
<b>Política Ambiental Conservación</b>	
<b>Criterios de Regulación</b>	<b>Vinculación con el Proyecto</b>
8% y con una profundidad del suelo menor de 10 cm y en zonas con pedregosidad mayor al 35%.	función del coeficiente de ocupación del suelo. Se realizó un muestreo de la profundidad del suelo encontrándose que en el predio la profundidad del suelo es mayor de 40 cm. El Anexo 20 incluye el plano de profundidad del suelo.
<b>FF19</b> En las áreas sujetas a manejo y aprovechamiento forestal queda estrictamente prohibida la tala durante el periodo de migración de la mariposa monarca ( <i>Danaus plexippus</i> ).	No se trata de un Proyecto de aprovechamiento forestal por lo cual el criterio no resulta aplicable.
<b>FF20</b> El aprovechamiento de plantas medicinales estará restringido al uso doméstico.	El Proyecto no contempla la realización de dichas actividades.
<b>FF21</b> Se prohíbe la quema de la vegetación.	El Proyecto no contempla utilizará fuego para el retiro de vegetación.
<b>Uso forestal del suelo</b>	
<b>Fo1</b> Se podrán llevar a cabo aprovechamientos forestales comerciales que garanticen el mantenimiento de la estructura y función del bosque.	No se trata de un Proyecto de aprovechamiento forestal por lo cual el criterio no resulta aplicable.
<b>Fo2</b> Las unidades de producción forestal deberán contar con un PROGRAMA DE MANEJO autorizado por SEMARNAT a través de la evaluación de impacto ambiental correspondiente.*	No se trata de un Proyecto de aprovechamiento forestal por lo cual el criterio no resulta aplicable.
<b>Fo4</b> Los programas de manejo deberán especificar los métodos de corte, los periodos de rotación y las superficies destinadas a aprovechamiento, conservación, restauración y protección.	No se trata de un Proyecto de aprovechamiento forestal por lo cual el criterio no resulta aplicable.
<b>Fo5</b> El aprovechamiento de especies maderables y las cuotas de extracción, deberán regularse a través de un programa de manejo forestal, sustentado en estudios dasonómicos, inventarios forestales y capacitación a los ejidatarios y pequeños propietarios.	No se trata de un Proyecto de aprovechamiento forestal por lo cual el criterio no resulta aplicable.
<b>Fo6</b> Es obligatorio presentar medidas que mitiguen los impactos generados por el aprovechamiento.	No se trata de un Proyecto de aprovechamiento forestal por lo cual el criterio no resulta aplicable.
<b>Fo7</b>	

<b>UGA FO-3-105</b>	
<b>Política Ambiental Conservación</b>	
<b>Criterios de Regulación</b>	<b>Vinculación con el Proyecto</b>
Solamente se permite el aprovechamiento fitosanitario del bosque, en concordancia con el Plan de Manejo.	No se trata de un Proyecto de aprovechamiento forestal por lo cual el criterio no resulta aplicable.
<b>Fo8</b> Las áreas de aprovechamiento contiguas a áreas protegidas deberán establecer medidas para evitar la contaminación por desechos sólidos, líquidos, gaseosos o ruido.	No se trata de un Proyecto de aprovechamiento forestal por lo cual el criterio no resulta aplicable.
<b>Fo19</b> Los aprovechamientos forestales deberán garantizar la permanencia de corredores faunísticos.	No se trata de un Proyecto de aprovechamiento forestal por lo cual el criterio no resulta aplicable.
<b>Fo20</b> Se deberán crear viveros en los que se propaguen las especies sujetas al aprovechamiento forestal.	El proyecto no contempla el establecimiento de viveros.
<b>Fo21</b> En la creación de viveros se deberán utilizar semillas extraídas del bosque que se pretende restaurar o reforestar.	El proyecto no contempla el establecimiento de viveros.
<b>Fo23</b> Los aprovechamientos forestales deberán estar acompañados de un programa de reforestación con especies nativas.	No se trata de un Proyecto de aprovechamiento forestal por lo cual el criterio no resulta aplicable.
<b>Fo24</b> Todo aprovechamiento forestal deberá contar con un plan de prevención de incendios forestales.	No se trata de un Proyecto de aprovechamiento forestal por lo cual el criterio no resulta aplicable.
<b>Fo25</b> Será obligación de propietarios y poseedores de terrenos forestales la apertura de guardarrayas, limpieza y control de material combustible y la integración de brigadas preventivas.	No se trata de un Proyecto de aprovechamiento forestal por lo cual el criterio no resulta aplicable.
<b>Fo26</b> Se prohíbe la explotación y/o extracción de resinas de especies bajo protección especial, de acuerdo a lo establecido en la NOM-059-ECOL-1994	No se trata de un Proyecto de aprovechamiento forestal por lo cual el criterio no resulta aplicable.
<b>Fo27</b> Se prohíbe el cambio del uso de suelo.	Desde el punto de vista del Desarrollo Urbano el Uso de Suelo se encuentra permitido conforme al Programa Parcial de Incorporación Territorial Bosques de Pamejé.

<b>UGA FO-3-105</b>	
<b>Política Ambiental Conservación</b>	
<b>Criterios de Regulación</b>	<b>Vinculación con el Proyecto</b>
	Ahora bien, conformidad con los criterios MAE24 y MAE25 aplicables también a esta UGA y con base en una interpretación por analogía, atendiendo a las condiciones del predio donde se desarrollará el Proyecto y a los impactos positivos del proyecto, se presenta el Documento Técnico Unificado el cual tiene como propósito la obtención de la Autorización de Impacto Ambiental del Proyecto junto con la Autorización para el Cambio de Uso de Suelo Forestal por excepción.
<b>Fo28</b> Se prohíbe el cambio de uso del suelo o la remoción total o parcial de la vegetación de terrenos forestales para destinarlos a actividades no forestales.	De conformidad con los criterios MAE24 y MAE25 aplicables también a ésta UGA y con base en una interpretación analógica, atendiendo a las condiciones del predio donde se desarrollará el Proyecto y a los impactos positivos del proyecto, se presenta el Documento Técnico Unificado el cual tiene como propósito la obtención de la Autorización de Impacto Ambiental del Proyecto junto con la Autorización para el Cambio de Uso de Suelo Forestal por excepción.
<b>Fo29</b> Se prohíbe la conversión de tierras agrícolas a aprovechamientos forestales.	El proyecto no se encuentra en predio agrícola.
<b>Fo30</b> Se alentará la conversión de terrenos agrícolas y ganaderos hacia usos forestales.	El criterio no resulta aplicable al proyecto.
<b>Fo31</b> Se promoverá el establecimiento de cortinas rompevientos para la protección de renuevos.	El criterio no resulta aplicable al proyecto.
<b>Fo32</b> En las áreas de tala, los residuos vegetales deberán permanecer en el sitio en una proporción que no represente un riesgo por acumulación de combustible.	No se trata de un proyecto de aprovechamiento forestal. Sin embargo, los residuos vegetales no aprovechables derivados de la remoción de vegetación forestal por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por el cambio de uso de suelo serán composteables.
<b>Fo33</b> Se dará preferencia a la rehabilitación de terracerías existentes, nunca a la nueva construcción de terracerías.	Será el criterio dominante en tramos principales de terracerías existentes y algunos tramos secundarios aprovechables.
<b>Fo34</b> En áreas con pendientes mayores a 8% se deberá conservar o, en su caso restaurar la vegetación del sotobosque.	No se trata de un Proyecto de aprovechamiento forestal por lo cual el criterio no resulta aplicable.

<b>UGA FO-3-105</b>	
<b>Política Ambiental Conservación</b>	
<b>Criterios de Regulación</b>	<b>Vinculación con el Proyecto</b>
<p><b>Fo35</b>                      En los aclareos se evitará el corte de raíz, se recomienda dejar los tocones en pie.</p>	<p>En relación con el criterio referido, se presenta el Documento Técnico Unificado a fin de obtener autorización para el cambio de uso de suelo forestal.</p>
<p><b>Fo36</b>                      En áreas sujetas a restauración, con erosión severa se recomienda la utilización comercial de <i>Cassuarina</i> sp. Con un primer aclareo a los 10 años y un segundo aclareo total de la población a los 20 años, previo a la introducción de especies maderables nativas.</p>	<p>El criterio no resulta aplicable al proyecto.</p>
<p><b>Fo37</b>                      Las autoridades deberán promover campañas periódicas de reforestación.</p>	<p>La realización de las campañas de reforestación corresponde a las autoridades competentes, por lo cual el criterio no resulta aplicable al proyecto.</p>
<p><b>Fo38</b>                      Se preferirá la regeneración natural del bosque a la reforestación.</p>	<p>El establecimiento de la política referida en el criterio corresponde a las autoridades competentes, por lo cual el criterio no resulta aplicable al proyecto.</p>
<p><b>Fo39</b>                      Se promoverá el enriquecimiento de acahuales con especies maderables y no maderables con valor de uso y comercial.</p>	<p>No se trata de un Proyecto de aprovechamiento forestal por lo cual el criterio no resulta aplicable.</p>
<p><b>Fo40</b>                      Los aprovechamientos forestales, y la apertura de caminos forestales deberán evitar la modificación u obstrucción de corrientes de agua superficiales y subterráneas.</p>	<p>No se trata de un Proyecto de aprovechamiento forestal por lo cual el criterio no resulta aplicable.</p>
<p><b>Fo41</b>                      En las áreas de aprovechamiento forestal se deberán monitorear las cualidades fisicoquímicas de los cuerpos de agua.</p>	<p>No se trata de un Proyecto de aprovechamiento forestal por lo cual el criterio no resulta aplicable.</p>
<p><b>Fo42</b>                      Los monitoreos de cuerpos de agua subterráneos y superficiales estarán dirigidos a la prevención de la acumulación de nitratos y nitritos.</p>	<p>El proyecto no contempla descarga de aguas residuales, por lo que el criterio no resulta aplicable.</p>
<p><b>Fo43</b>                      Se deberá preservar o restaurar la vegetación contigua a los cuerpos de agua, estableciendo una franja protectora no menor de 20 metros entre los cuerpos de agua, cauces permanentes y las zonas de aprovechamiento forestal.</p>	<p>La preservación de vegetación contigua a los cuerpos de agua estableciendo una franja protectora, se encuentra contemplada dentro del área de conservación del proyecto dentro del Documento Técnico Unificado que se presenta.</p>

<b>UGA FO-3-105</b>	
<b>Política Ambiental Conservación</b>	
<b>Criterios de Regulación</b>	<b>Vinculación con el Proyecto</b>
<p><b>Fo44</b>                      El manejo, aplicación, control, almacenamiento y disposición final de desechos de pesticidas y fertilizantes, deberá seguir los criterios de la NOM-001-ECOL-1996 (o la actualizada) y las consideraciones del Catálogo Oficial de Plaguicidas vigente.</p>	<p>El proyecto no contempla el uso de pesticidas ni fertilizantes.</p>
<p><b>Fo45</b>                      Se prohíbe la aplicación de herbicidas.</p>	<p>El proyecto no contempla la aplicación de herbicidas.</p>
<p><b>Fo46</b>                      El uso de plaguicidas se hará conforme a lo establecido al Diario Oficial de la Federación del 3 de enero de 1991.</p>	<p>El proyecto no contempla la aplicación de plaguicidas.</p>
<p><b>Fo47</b>                      Se prohíbe el uso de maquinaria pesada.</p>	<p>Para las actividades de preparación del sitio y construcción se utilizará la maquinaria pesada que describe en el Capítulo II del presente estudio, por lo anterior su utilización se somete a evaluación de impacto ambiental, mediante el presente Documento Técnico Unificado.</p>
<p><b>Fo48</b>                      Se deberá garantizar la no infiltración de residuos contaminantes (combustibles, aceites, insecticidas, etc) al subsuelo.</p>	<p>En el predio sólo podrán realizarse operaciones de reparaciones menores y/o de auxilio en caso de emergencia. En estos casos se destinará un sitio permanente en el patio de maquinaria que contará con depósitos con tapa donde se verterán los materiales utilizados para limpiar grasas y aceites.</p> <p>El área de mantenimiento será impermeabilizada para evitar infiltraciones.</p>
<b>Manejo de ecosistemas</b>	
<p><b>MAE1</b>                      Se prohíbe el cambio de uso del suelo.</p>	<p>Desde el punto de vista del Desarrollo Urbano el Uso de Suelo urbano se encuentra permitido conforme al Programa Parcial de Incorporación Territorial Bosques de Pamejé.</p> <p>Asimismo, y atendiendo por analogía a los criterios MAE24 y MAE25 aplicables a esta UGA, y en virtud de las condiciones físicas del predio donde se desarrollará el Proyecto y a los impactos positivos que generará, se presenta el Documento Técnico Unificado el cual tiene como propósito la obtención de la Autorización de</p>

<b>UGA FO-3-105</b>	
<b>Política Ambiental Conservación</b>	
<b>Criterios de Regulación</b>	<b>Vinculación con el Proyecto</b>
	Impacto Ambiental del Proyecto junto con la Autorización para el Cambio de Uso de Suelo Forestal por excepción.
<p><b>MAE18</b>                      En las áreas urbanizadas, los espacios abiertos conservarán la cubierta correspondiente al estrato arbóreo, siempre y cuando el proyecto que se pretenda desarrollar así lo permita, para lo cual se deberá de contar con un análisis por un técnico forestal registrado ante la autoridad facultada para tal fin, debiendo en caso de ser procedente, contar con la autorización ambiental correspondiente. *</p>	El proyecto contempla la presentación del Documento Técnico Unificado a fin de obtener la Autorización de Impacto Ambiental.
<p><b>MAE19</b>                      Se deberá mantener o en su caso restaurar la vegetación de la zona federal de ríos y cuerpos de agua con especies como (<i>Taxodium mucronatum</i>, <i>Fraxinus uhdei</i>, <i>Alnus acuminata ssp arguta</i>, <i>Salix bonpandiana</i> y <i>Acer negundo var. mexicanum</i>).</p>	El proyecto no realizará cambio de uso de suelo forestal en las zonas federales ni cauces dentro del predio del proyecto.
<p><b>MAE20</b>                      Se promoverá la reforestación en los sitios de recarga del acuífero.</p>	La superficie no sujeta a Cambio de Uso de Suelo y los espacios abiertos fungirán como áreas de infiltraciones.
<p><b>MAE24</b>                      En aquellas zonas en las cuales los ecosistemas se encuentren significativamente alterados por el cambio de uso de suelo derivado de las actividades humanas o factores naturales, se permitirán con restricciones las actividades de desmonte, que tengan como finalidad la de colocar instalaciones cuyo objetivo sea la seguridad nacional que garantice la integridad, desarrollo y el beneficio socio-ambiental, así como el desarrollo sustentable de los recursos naturales presentes en la región, previo cumplimiento al procedimiento de evaluación en materia de impacto ambiental y forestal ante la autoridad correspondiente.*</p>	El proyecto requerirá de un cambio de uso de suelo, por lo cual se presenta el Documento Técnico Unificado el cual tiene como propósito la obtención de la Autorización de Impacto Ambiental del Proyecto junto con la Autorización para el Cambio de Uso de Suelo Forestal por excepción.
<p><b>MAE25</b>                      En aquellas zonas en las cuales los ecosistemas se encuentren significativamente alterados por el cambio de uso de suelo derivado de las actividades humanas o factores naturales, se permitirán con restricciones las actividades de despalme, con la finalidad de colocar instalaciones de seguridad nacional que garanticen la</p>	El proyecto requerirá de un cambio de uso de suelo forestal, por lo cual se presenta el Documento Técnico Unificado el cual tiene como propósito la obtención de la Autorización de Impacto Ambiental del Proyecto junto con la Autorización para el Cambio de Uso de Suelo Forestal por excepción.

<b>UGA FO-3-105</b>	
<b>Política Ambiental Conservación</b>	
<b>Criterios de Regulación</b>	<b>Vinculación con el Proyecto</b>
integridad, desarrollo y el beneficio socio-ambiental, así como el desarrollo sustentable de los recursos naturales presentes en la región, previo cumplimiento al procedimiento de evaluación en materia de impacto ambiental y forestal ante la autoridad correspondiente.*	
MAE26 Se promoverá la reforestación con flora nativa.	La reforestación con flora nativa será materia del Reglamento que deberán cumplir los compradores de los lotes.
MAE27 Se promoverá la restauración preferentemente con especies como ( <i>Abies religiosa</i> , <i>Cedrela dugesii</i> S. Wats, <i>Juniperus deppeana</i> Steud, <i>Pinus ayacahuite</i> var. Shaw, <i>P. Martinezii</i> Larsen, <i>Populus simaroa</i> , <i>P. Tremuloides</i> Michx. y <i>Platymiscium lasiocarpum</i> Sanw.	La restauración será materia del Reglamento que deberán cumplir los compradores de los lotes.
MAE28 En la restauración de bancos de préstamo de arena o material pétreo, la reforestación deberá llevarse a cabo con especies arbóreas y arbustivas nativas.	El proyecto no contempla la explotación de bancos de préstamo de arena ni de material pétreo.
MAE29 En la restauración, la reforestación deberá llevarse a cabo con una densidad mínima de 1000 árboles por hectárea.	El criterio no aplica por ser para programas de manejo de aprovechamiento forestal.
MAE30 En la restauración, se deberá asegurar el desarrollo de la vegetación plantada y en su caso se repondrán los ejemplares que no sobrevivan.	El criterio se encuentra contemplado en el Programa de Restauración (Reforestación y obras de conservación de suelo).
MAE31 Las zonas perturbadas deberán entrar a un esquema de restauración y/o aprovechamiento sustentable, permitiéndose el desarrollo y aprovechamiento de los pastizales o zonas agrícolas, con la finalidad de contar con un desarrollo de planeación sustentable enfocado en la protección de área natural protegida.*	El proyecto no se encuentra ubicado en una zona de pastizal ni zona agrícola.
MAE32 Solo se permitirá desmontar la cobertura vegetal necesaria para la restauración y mantenimiento del sitio arqueológico.	En dos sitios ubicados dentro del predio en el que se desarrollará el Proyecto, el Instituto Nacional de Antropología e Historia localizo algunos restos

UGA FO-3-105	
Política Ambiental Conservación	
Criterios de Regulación	Vinculación con el Proyecto
	arqueológicos, motivo por el cual en dichos sitios se respetaran las restricciones que señale dicho instituto.
MAE33 Los proyectos a desarrollar deberán garantizar la conectividad de la vegetación natural entre predios colindantes para la movilización de la fauna silvestre.	El Proyecto protege la biodiversidad al plantear un sistema de espacios naturales continuos e interconectados incluyendo los cauces de arroyos existentes. El criterio se encuentra contemplado en el Programa de Restauración (Reforestación y obras de conservación de suelo).
Minería	
Mi2 Solo se permite la extracción de material para el autoconsumo de las comunidades, previo acuerdo con las autoridades locales y evaluación en materia de impacto ambiental	El Proyecto no contempla la realización de actividades mineras
Mi3 Se deberán rehabilitar los caminos de acceso al área existentes en lugar de abrir otros nuevos.	El proyecto no contempla la realización de actividades mineras.

Por su parte, en la Tabla III.18 se presentan los criterios de regulación de las UGA 97.

**Tabla III. 18. Criterios de Regulación de las UGA 97.**

UGA Cn-3-97	
Política Ambiental de Protección	
Criterios de Regulación	Vinculación con el Proyecto
Manejo de flora y fauna	
FF1 Se deben establecer zonas de amortiguamiento entre las áreas de protección y aprovechamiento; a partir del límite del área de protección, con un ancho mínimo de 200 m.	El proyecto contempla una franja perimetral al desarrollo donde no se realizará el Cambio de Uso de Suelo Forestal.
FF3 Se prohíbe el aprovechamiento de leña para uso doméstico.	El proyecto no contempla la realización de estas actividades.
FF5 Se permite el aprovechamiento de flora y fauna silvestre con fines de autoconsumo por parte de las comunidades locales.	El proyecto no contempla la realización de éstas actividades.
FF6	

<b>UGA Cn-3-97</b>	
<b>Política Ambiental de Protección</b>	
<b>Criterios de Regulación</b>	<b>Vinculación con el Proyecto</b>
Se prohíbe la tala o desmonte de la vegetación marginal de los cuerpos de agua o riparia, sin contar previamente con la autorización correspondiente en materia de impacto ambiental emitida por la autoridad competente.*	El área de conservación del Proyecto incluye a los cauces que se encuentran dentro del predio. De cualquier forma se precisa que no se removerá vegetación en los cuerpos de agua o riparia sin contar con autorización expresa de la autoridad competente.
FF7 Se promoverá el uso de técnicas tradicionales en el aprovechamiento de los recursos naturales.	El proyecto no contempla la realización de actividades de aprovechamiento de recursos naturales.
FF8 Se prohíbe la modificación de las áreas de oviposición de aves.	El Proyecto no se localiza en AICAS ni áreas de Protección de las aves. No obstante, en caso de encontrarse nidos serán reubicados a las áreas de conservación de acuerdo con el Programa de Rescate y Reubicación de Fauna.
FF9 En las construcciones, deberán dejarse en pie los árboles más desarrollados de la vegetación original, siempre y cuando el proyecto que se pretenda desarrollar cuente con un análisis realizado por un técnico forestal registrado ante la autoridad facultada para tal fin, debiendo en caso de ser procedente, contar con la autorización ambiental correspondiente.*	Como parte del Reglamento del Desarrollo se impondrá la obligación que en los lotes se mantengan los árboles con mas desarrollo. Recalcando que existe una zona de conservación donde serán intocados los árboles.  Adicionalmente en el Documento Técnico Unificado que se presenta se incluyen los estudios de campo realizados por técnico forestal debidamente registrado, a fin de verificar la vegetación a remover y respetar con base en este criterio.
FF10 Se prohíbe la extracción, captura o comercialización de especies de flora y fauna silvestre, salvo autorización expresa para pie de cría.	El proyecto no contempla este tipo de actividades.
FF11 Se permite establecer viveros e invernaderos.	El proyecto no contempla el establecimiento de este tipo de instalaciones.
FF12 Solo se permite el comercio de fauna silvestre dentro de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS).	El proyecto no contempla este tipo de actividades.
FF13 Se permite la instalación de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida	El proyecto no contempla el establecimiento de este tipo de instalaciones.

<b>UGA Cn-3-97</b>	
<b>Política Ambiental de Protección</b>	
<b>Criterios de Regulación</b>	<b>Vinculación con el Proyecto</b>
Silvestre (UMAS) en la modalidad de manejo intensivo para uso comercial, repoblación o recreación.	
FF14 Se promoverá el cultivo de especies de aves, anfibios y reptiles.	El proyecto no contempla el establecimiento de estas actividades.
FF15 Se prohíbe la introducción de especies exóticas.	El proyecto no contempla este tipo de actividades.
FF16 Se promoverá la erradicación de ( <i>Casuarina equisetifolia</i> y <i>Eucalyptus ssp.</i> ) y el reestablecimiento de la flora nativa.	El Proyecto cumplirá con este criterio, aún y cuando en el censo realizado no se detectó en el censo individuos de estas especies.
FF17 En las áreas jardinadas se emplearán preferentemente plantas nativas y el uso de especies exóticas se restringirá a aquellas especies cuya capacidad de propagación esté suprimida.	El proyecto no contempla estas actividades mismas que estarán a cargo de los terceros adquirentes de los lotes, quienes en su caso obtendrán las autorizaciones correspondientes.
FF18 Se deberá mantener o en su caso restaurar la vegetación nativa en áreas con pendientes mayores al 8% y con una profundidad del suelo menor de 10 cm y en zonas con pedregosidad mayor al 35%.	El Proyecto ha sido diseñado de tal forma que las áreas que se encuentran en lotes que presentan estas características, tendrán restringido el desarrollo en función del coeficiente de ocupación del suelo.
FF19 En las áreas sujetas a manejo y aprovechamiento forestal queda estrictamente prohibida la tala durante el periodo de migración de la mariposa monarca ( <i>Danaus plexippus</i> ).	No se trata de un Proyecto de aprovechamiento forestal por lo cual el criterio no resulta aplicable.
FF20 El aprovechamiento de plantas medicinales estará restringido al uso doméstico.	El proyecto contempla la realización de éstas actividades.
FF21 Se prohíbe la quema de la vegetación.	El Proyecto no contempla utilizará fuego para el retiro de vegetación.
<b>Manejo de ecosistemas</b>	
MAE1 Se prohíbe el cambio de uso del suelo.	Desde el punto de vista del Desarrollo Urbano el Uso de Suelo se encuentra permitido conforme al Programa Parcial de Incorporación Territorial Bosques de Pamejé.  Asimismo, y atendiendo por analogía a los criterios MAE24 y MAE25 aplicables a esta UGA, y en virtud de las condiciones físicas del predio donde se desarrollará el Proyecto y a los impactos positivos que generará, se

<b>UGA Cn-3-97</b>	
<b>Política Ambiental de Protección</b>	
<b>Criterios de Regulación</b>	<b>Vinculación con el Proyecto</b>
	presenta el Documento Técnico Unificado el cual tiene como propósito la obtención de la Autorización de Impacto Ambiental del Proyecto junto con la Autorización para el Cambio de Uso de Suelo Forestal por excepción.
<p><b>MAE18</b>                      En las áreas urbanizadas, los espacios abiertos conservarán la cubierta correspondiente al estrato arbóreo, siempre y cuando el proyecto que se pretenda desarrollar así lo permita, para lo cual se deberá de contar con un análisis por un técnico forestal registrado ante la autoridad facultada para tal fin, debiendo en caso de ser procedente, contar con la autorización ambiental correspondiente.*</p>	El proyecto contempla la presentación del Documento Técnico Unificado a fin de obtener la Autorización de Impacto Ambiental.
<p><b>MAE19</b>                      Se deberá mantener o en su caso restaurar la vegetación de la zona federal de ríos y cuerpos de agua con especies como (<i>Taxodium mucronatum</i>, <i>Fraxinus uhdei</i>, <i>Alnus acuminata ssp arguta</i>, <i>Salix bonpandiana</i> y <i>Acer negundo var. mexicanum</i>).</p>	El proyecto no realizará cambio de uso de suelo forestal en las zonas federales ni cauces dentro del predio del proyecto.
<p><b>MAE20</b>                      Se promoverá la reforestación en los sitios de recarga del acuífero.</p>	La superficie no sujeta a Cambio de Uso de Suelo y los espacios abiertos fungirán como áreas de infiltraciones.
<p><b>MAE24</b>                      En aquellas zonas en las cuales los ecosistemas se encuentren significativamente alterados por el cambio de uso de suelo derivado de las actividades humanas o factores naturales, se permitirán con restricciones las actividades de desmonte, que tengan como finalidad la de colocar instalaciones cuyo objetivo sea la seguridad nacional que garantice la integridad, desarrollo y el beneficio socio-ambiental, así como el desarrollo sustentable de los recursos naturales presentes en la región, previo cumplimiento al procedimiento de evaluación en materia de impacto ambiental y forestal ante la autoridad correspondiente.*</p>	El proyecto requerirá de un cambio de uso de suelo forestal, por lo cual se presenta el Documento Técnico Unificado el cual tiene como propósito la obtención de la Autorización de Impacto Ambiental del Proyecto junto con la Autorización para el Cambio de Uso de Suelo Forestal por excepción.
<p><b>MAE25</b>                      En aquellas zonas en las cuales los ecosistemas se encuentren significativamente alterados por el cambio de uso de suelo derivado de las actividades humanas o factores naturales, se permitirán con restricciones las</p>	El proyecto requerirá de un cambio de uso de suelo forestal, por lo cual se presenta el Documento Técnico Unificado el cual tiene como propósito la obtención de la Autorización de Impacto Ambiental del Proyecto junto

<b>UGA Cn-3-97</b>	
<b>Política Ambiental de Protección</b>	
<b>Criterios de Regulación</b>	<b>Vinculación con el Proyecto</b>
actividades de despalme, con la finalidad de colocar instalaciones de seguridad nacional que garanticen la integridad, desarrollo y el beneficio socio-ambiental, así como el desarrollo sustentable de los recursos naturales presentes en la región, previo cumplimiento al procedimiento de evaluación en materia de impacto ambiental y forestal ante la autoridad correspondiente.*	con la Autorización para el Cambio de Uso de Suelo Forestal por excepción.
MAE26 Se promoverá la reforestación con flora nativa.	La reforestación con flora nativa será materia del Reglamento que deberán cumplir los compradores de los lotes.
MAE27 Se promoverá la restauración preferentemente con especies como ( <i>Abies religiosa</i> , <i>Cedrela dugesii</i> S. Wats, <i>Juniperus deppeana</i> Steud, <i>Pinus ayacahuite</i> var. Shaw, <i>P. Martinezii</i> Larsen, <i>Populus simaroa</i> , <i>P. Tremuloides</i> Michx. y <i>Platymiscium lasiocarpum</i> Sanw.	La restauración será materia del Reglamento que deberán cumplir los compradores de los lotes.
MAE28 En la restauración de bancos de préstamo de arena o material pétreo, la reforestación deberá llevarse a cabo con especies arbóreas y arbustivas nativas.	El proyecto no contempla la explotación de bancos de préstamo de arena ni de material pétreo.
MAE29 En la restauración, la reforestación deberá llevarse a cabo con una densidad mínima de 1000 árboles por hectárea.	No se trata de un Proyecto de aprovechamiento forestal por lo cual el criterio no resulta aplicable.
MAE30 En la restauración, se deberá asegurar el desarrollo de la vegetación plantada y en su caso se repondrán los ejemplares que no sobrevivan.	El criterio se encuentra contemplado en el Programa de Restauración (Reforestación y obras de conservación de suelo).
MAE31 Las zonas perturbadas deberán entrar a un esquema de restauración y/o aprovechamiento sustentable, permitiéndose el desarrollo y aprovechamiento de los pastizales o zonas agrícolas, con la finalidad de contar con un desarrollo de planeación sustentable enfocado en la protección de área natural protegida.*	El proyecto no se encuentra ubicado en una zona de pastizal ni zona agrícola.
MAE33 Los proyectos a desarrollar deberán garantizar la conectividad de la vegetación natural entre predios colindantes para la movilización de la fauna silvestre.	El Proyecto protege la biodiversidad al plantear un sistema de espacios naturales continuos e interconectados incluyendo los cauces de arroyos existentes.

<b>UGA Cn-3-97</b>	
<b>Política Ambiental de Protección</b>	
<b>Criterios de Regulación</b>	<b>Vinculación con el Proyecto</b>
	El criterio se encuentra contemplado en el Programa de Restauración (Reforestación y obras de conservación de suelo).
<b>Turismo</b>	
<p>TU2 Las actividades recreativas deberán contar con un programa integral de manejo de residuos sólidos y líquidos.</p>	<p>El Proyecto consiste en la de dotación de infraestructura y lotificación para el posterior desarrollo por terceros adquirentes de los lotes de un desarrollo habitacional campestre de baja densidad.</p> <p>Dentro del Plan Maestro, y a futuro se prevé la dotación de infraestructura para que terceros adquirentes puedan realizar la construcción de un hotel de 50 habitaciones y 50 villas para el alojamiento de visitantes de los residentes, por lo cual en su momento se generará el plan de manejo de residuos sólidos.</p>
<p>TU3 Las actividades recreativas deberán contar con un reglamento que minimice impactos ambientales hacia la flora, fauna y formaciones geológicas.</p>	<p>El Proyecto consiste en la de dotación de infraestructura y lotificación para el posterior desarrollo por terceros adquirentes de los lotes de un desarrollo habitacional campestre de baja densidad.</p> <p>Dentro del Plan Maestro, y a futuro se prevé la dotación de infraestructura para que terceros adquirentes puedan realizar la construcción de un hotel de 50 habitaciones y 50 villas para el alojamiento de visitantes de los residentes, por lo cual en su momento se generará el reglamento correspondiente en el cual se contemplará la protección de los recursos naturales.</p>
<p>TU4 El uso de áreas naturales deberá estar sujeto a las disposiciones de reglamentos para prestadores de servicios y visitantes.</p>	El proyecto no contempla contar con prestadores de servicios para el uso de áreas naturales.
<p>TU5 Solo se permite la práctica del campismo, rutas interpretativas, observación de flora y fauna y paseos fotográficos.</p>	El proyecto no contempla la realización de éstas actividades.
<p>TU6 Las actividades ecoturísticas solo podrán realizarse utilizando las vías y caminos existentes.</p>	El proyecto no contempla la realización de éstas actividades.

UGA Cn-3-97	
Política Ambiental de Protección	
Criterios de Regulación	Vinculación con el Proyecto
TU7 Los visitantes no podrán coleccionar o extraer ningún elemento del ecosistema.	En el reglamento que al efecto se expida para los visitantes del hotel y villas se comprenderán las restricciones señaladas.

Cabe mencionar que de conformidad con el Acuerdo que amplía y modifica criterios de ordenamiento ecológico del programa del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la Subcuenca del Valle de Bravo – Amanalco, publicado en el Periódico Oficial del Estado de México el 21 de mayo de 2015, los criterios ecológicos identificados como FF6, FF9, MAE18, MAE24, MAE25 y MAE31 fueron modificados y ampliados, a fin de permitir con restricciones y previa obtención de la Autorización correspondiente, la remoción de vegetación forestal a través de actividades de desmonte y despalle.

Al respecto, y no obstante que tal y como ha quedado asentado el proyecto se encuentra alineado con los criterios de regulación ambiental aplicables al proyecto, es importante señalar que de conformidad con lo establecido en el Código para la Biodiversidad del Estado de México (Artículo 2.43) el Ordenamiento Ecológico del Territorio Estatal será considerado en la regulación del aprovechamiento de los recursos naturales, así como de los asentamientos humanos de conformidad con los programas municipales que al efecto se expidan; en este sentido, no existe a la fecha un Programa de Ordenamiento Ecológico Local expedido por el Ayuntamiento de Valle de Bravo, siendo que en materia de desarrollo urbano y como se señalará más adelante, se encuentran vigentes el Plan de Desarrollo Urbano del Municipio de Valle de Bravo y el Plan Parcial de Incorporación Territorial Bosques de Pamejé.

#### **III.2.4 Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Mariposa Monarca, en el Territorio del Estado de México.**

El Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Mariposa Monarca fue formulado el 23 de marzo del 2004 y publicado en la Gaceta del Gobierno de México con fecha 26 de diciembre de 2007.

El Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Mariposa Monarca, en el territorio del Estado de México, se elaboró con base en la metodología y procedimientos establecidos por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y el Instituto Nacional de Ecología a través del Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), considerando el Reglamento de la LGEEPA en materia de Ordenamiento Ecológico de agosto del 2003. Mediante dicha metodología se desarrolló un modelo de Ordenamiento Ecológico que consiste en un mapa que subdivide el territorio en municipios y en "Unidades de Gestión Ambiental" o UGA establecidas en cada uno de los municipios mencionados; para cada una de ellas se:

- La Política Ambiental y los lineamientos ecológicos para su manejo;
- Las estrategias, obligaciones, programas y acciones dirigidas al logro de los lineamientos ecológicos, y
- Los criterios de regulación ecológica o acciones delimitadas por umbrales o parámetros ambientales, que son necesarios para lograr los lineamientos ecológicos.

Los principales productos del programa, de acuerdo con el Reglamento en la materia son:

- 1). El modelo, que consta de las Unidades de Gestión \_Ambiental y los lineamientos ecológicos; y
- 2) La estrategia ecológica, que consta de los objetivos específicos, acciones, proyectos, programas y responsables del logro de los lineamientos ecológicos.

El Ordenamiento Ecológico de la Región Mariposa Monarca (OERMM) es un programa regional elaborado con información técnica a escala 1:250,000. La región está integrada por 93 unidades de gestión ambiental en los 11 municipios del Estado de México y 16 de Michoacán.

El Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región de la Mariposa Monarca abarca una extensión aproximada de 9, 519.43 km<sup>2</sup> y está circunscrita a 11 municipios en el Estado de México y a 16 municipios en el Estado de Michoacán, lo que hace un total de 27 municipios (ver Tabla III.19), el municipio más extenso es Hidalgo con 1154.55 Km<sup>2</sup> y el más reducido Aporo con 52.84 Km<sup>2</sup>.

En el caso de los 11 municipios del Estado de México, el Modelo de Ordenamiento Ecológico se encuentra conformado por 49 Unidades de Gestión Ambiental y comprende ocho tipos de uso de suelo predominante, a saber: Áreas Naturales Protegidas, Forestal, Provisión de Bienes y Servicios Ambientales (PBSA), Agrícola de Temporal, Agrícola de Riego, Pecuario, Cuerpos de Agua y Asentamientos Humanos.

Con base en las definiciones de ordenamientos territoriales y lo que ello implica, los criterios básicos que ayudaron a identificar las políticas más adecuadas para el territorio de la Región Mariposa Monarca, fueron el uso actual del suelo, la aptitud del territorio y las áreas de atención prioritaria. Los dos primeros temas para las políticas de aprovechamiento, protección y conservación y el tercero principalmente para la restauración (hay que recalcar que éste último incluye la marginación como un criterio prioritario para que el modelo no estuviera sesgado solo a los factores ambientales).

En el modelo de ordenamiento general se observa, por ejemplo, que un área con aptitudes para el uso forestal y provisión de bienes y servicios ambientales, puede ir hacia la política de conservación o incluso hacia la de protección, pero si además el área tiene una alta marginación y no es área de atención prioritaria, entonces la política se dirige hacia el aprovechamiento sustentable.

En el mismo ejemplo, si fuera un área de atención prioritaria, entonces la política se dirigiría hacia la conservación. Las combinaciones detalladas se pueden consultar en la tabla de unidades de gestión ambiental y lineamientos ecológicos por municipio de la Región Mariposa Monarca en el Territorio del Estado de México.

Derivado de lo anterior, la política que ocupa la mayor extensión en toda la región de la Monarca es la de protección con 258,089.1 ha (27.1%), esto es congruente con el hecho de que las áreas de atención prioritaria se hayan incluido en este rubro. En segundo lugar, está la política de conservación con 237,883.0 ha, que considera cuerpos de agua y poblados (25.0%). En seguida se encuentra la política de aprovechamiento sustentable con 233,727.0 ha (24.6%) y finalmente, la política de restauración con 222,243.7 ha (23.3%).

Dentro de las áreas propuestas para el aprovechamiento sustentable están, en orden descendente por superficie, aquellas para aprovechamiento forestal, para agricultura de temporal, para uso pecuario, y finalmente las zonas para agricultura permanente.

Con respecto a los 11 municipios del Territorio del Estado de México, el uso de suelo se distribuye de la siguiente manera: la política de protección 62.43%, conservación 12.95%, restauración 11.13% y aprovechamiento sustentable el 13.49% como lo muestra la Tabla III.19.

**Tabla III. 19. Superficie que abarca cada política dentro del Municipio de Valle de Bravo.**

Política	Superficie (%)
Protección	62.43
Aprovechamiento	13.49
Conservación	12.95
Restauración	11.13
<b>Total</b>	<b>100</b>

Con base en la información que se desprende de la Tabla de Unidades de Gestión Ambiental y Lineamientos Ecológicos por Municipio de la Región de la Mariposa Monarca se determinaron las UGA’s presentes en el área del Proyecto, mismas que se refieren en la Tabla III.20.

**Tabla III. 20. Unidades de Gestión Ambiental y Lineamientos Ecológicos por Municipio de la Región de la Mariposa Monarca**

Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Mariposa Monarca en el Territorio del Estado de México								
Información sobre OE Regionales						Información sobre los componentes georreferenciados y su incidencia en los OE Regionales		
UGA	Tipo de ordenamiento	Política Ambiental	Uso predominante	Criterios de regulación ecológica	Superficie de la UGA (ha)	Componente	Superficie del Área del Proyecto (m <sup>2</sup> )	Superficie de incidencia del proyecto en las UGA's (m <sup>2</sup> )
Asentamiento humano	Regional	Asentamiento humano	Asentamientos humanos	---	289.188	Predio	737700.00	19625.54
U 73	Regional	Protección	PBSA	L1, L6, L7, L8	114.846	Predio	737700.00	375523.32
U 76	Regional	Protección	Forestal	L3, L7, L8	57.564	Predio	737700.00	342660.22

**Tabla 9. Ficha técnica de las UGA’s 73, y U76 donde se ubica el proyecto.**

Para una mejor interpretación, en la Figura III.8, se presenta la ubicación de las UGA’s antes mencionadas haciendo comparación con el Área del Proyecto.

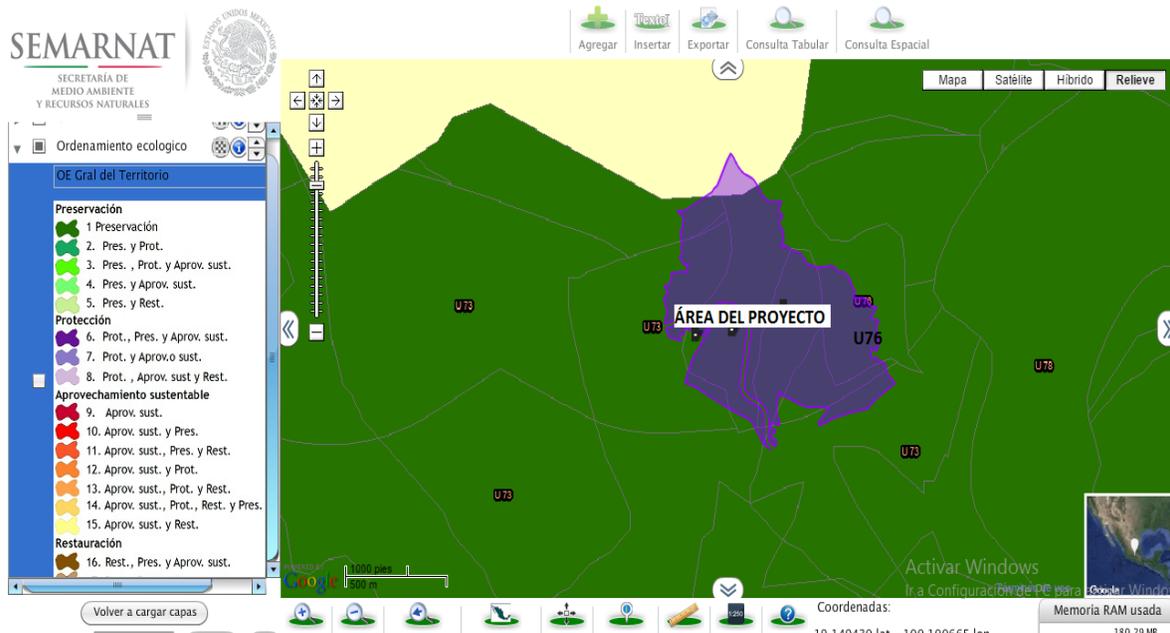


Figura III. 8. Ubicación de las UGA’s regionales presentes en el Área del Proyecto.

Como se puede apreciar, el área del proyecto se encuentra influenciada en una política ambiental de Protección y parte de Asentamientos humanos, por lo cual, en relación con la Política de Protección, el Proyecto contempla que una proporción importante de la superficie que se encuentra dentro de la UGA con política ambiental de Protección sea destinada a la Zona de Conservación del proyecto.

Una vez determinados las UGAs aplicables al Proyecto, a continuación, se señalan los lineamientos y estrategias ecológicas que resultan aplicables al área del Proyecto:

Tabla III. 21. Criterios de Regulación Ecológica U73 y 76.

Criterio de Regulación Ecológica	Vinculación del Proyecto
<b>U73</b>	
<b>Lineamiento Ecológico L1</b>	
El uso del suelo podrá ser forestal productivo.	No se trata de un Proyecto de aprovechamiento forestal por lo cual el criterio no resulta aplicable.
El uso del suelo podrá ser agropecuario.	El proyecto no contempla la realización de actividades agropecuarias por lo que el criterio no resulta aplicable.
Mantener el uso para bienes y servicios ambientales.	No se trata de un Proyecto de Aprovechamiento Forestal, no obstante, a efectos de mantener el uso

Criterio de Regulación Ecológica	Vinculación del Proyecto
	para bienes y servicios ambientales se mantendrán las Zona de Conservación contemplada por el Proyecto.
<b>U76</b> <b>Lineamiento Ecológico L3</b>	
El uso de suelo podrá ser agrícola, pero de preferencia agroforestal.	El proyecto no contempla la realización de actividades agrícolas por lo que el criterio no resulta aplicable.
El uso de suelo podrá ser forestal productivo, pero con provisión de bienes y servicios ambientales.	El proyecto no contempla la realización de aprovechamiento de recursos forestales por lo que el criterio no resulta aplicable.
El uso de suelo podrá ser agrícola o pecuario, pero con provisión de bienes y servicios ambientales.	El proyecto no contempla la realización de actividades agropecuarias por lo que el criterio no resulta aplicable.
El uso de suelo podrá ser agrícola o pecuario.	El proyecto no contempla la realización de actividades agropecuarias por lo que el criterio no resulta aplicable.
El uso de suelo deberá ser para la provisión de bienes y servicios ambientales.	No se trata de un Proyecto de Aprovechamiento Forestal, no obstante, a efectos de mantener el uso para bienes y servicios ambientales se mantendrá la Zona de Conservación contemplada por el Proyecto.
<b>U73</b> <b>Lineamiento Ecológico L6</b>	
El uso del suelo deberá ser forestal productivo, con provisión de bienes y servicios ambientales.	Si bien el proyecto contempla conservar una superficie importante de suelo forestal, no es un Proyecto de tipo Forestal Productivo.
Las actividades de restauración deberán ubicarse prioritariamente en aquellas áreas que requieren el aumento de la fertilidad y el contenido de materia orgánica.	El proyecto no contempla la realización de actividades de restauración por lo que el criterio no resulta aplicable.
Las actividades de restauración, deberán ubicarse prioritariamente en aquellas áreas que requieren la disminución de la erosión hídrica con deformación del terreno (incluye las cárcavas y movimientos de remoción en masa).	El proyecto no contempla la realización de actividades de restauración por lo que el criterio no resulta aplicable.

<b>Criterio de Regulación Ecológica</b>	<b>Vinculación del Proyecto</b>
Las actividades de restauración deberán ubicarse prioritariamente en aquellas áreas que requieran disminuir la pérdida de la función productiva.	El proyecto no contempla la realización de actividades de restauración por lo que el criterio no resulta aplicable.
<b>U73 y U76</b> <b>Lineamiento Ecológico L7</b>	
Los asentamientos humanos deberán ubicarse en las zonas urbanas y urbanizables de acuerdo con sus planes municipales de desarrollo urbano.	El Proyecto se realiza en apego a lo establecido por el Plan Parcial de Incorporación Territorial Bosques de Pamejé, Valle de Bravo, publicado en la Gaceta Oficial del Estado el 26 de noviembre de 2015, mismo que refiere un Uso de Suelo H3000 B Habitacional Campestre de densidad 3000.
Los asentamientos humanos deberán ubicarse fuera de las áreas con amenaza de deslizamiento o en caso necesario deberá incluir medidas de prevención y control. Estas disposiciones deben incluirse en los nuevos programas y/o planes municipales de desarrollo urbano, así como en sus actualizaciones.	El proyecto no se localiza en zonas con amenaza de deslizamiento.
Se deberá de poner énfasis en aquellos municipios con niveles de marginación muy alto y alto.	Dicho criterio resulta aplicable a las autoridades competentes.
<b>U73 y U76</b> <b>Lineamiento Ecológico L8</b>	
Las actividades de protección y conservación deberán orientarse principalmente en las áreas naturales protegidas.	Dicho criterio resulta aplicable a las autoridades competentes.
Las actividades de protección y conservación, deberán orientarse preferentemente en las áreas para la provisión de bienes y servicios ambientales.	Dicho criterio resulta aplicable a las autoridades competentes.

En virtud de los lineamientos y criterios ecológicos antes referidos, se puede concluir que el Proyecto guarda concordancia con el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Mariposa Monarca.

Al respecto, y toda vez que los Programas de Ordenamiento Ecológico Regional son instrumentos inductivos respecto del Uso de Suelo, y que tal y como se ha señalado la poligonal del terreno en el que se ubicará el proyecto, se encuentra inmerso dentro de tres áreas naturales protegidas, deberá atenderse a la especificidad de actividades permitidas y prohibidas que se establezcan para dichas

áreas en los ordenamientos legales aplicables, o bien en los Programas de Manejo que correspondan.

### **III.3. DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS**

De conformidad con lo dispuesto por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, las Áreas Naturales Protegidas (ANPs) son las zonas del territorio nacional y aquéllas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas y están sujetas al régimen previsto en la presente Ley.

De acuerdo con la LGEEPA, se consideran ANPs, las siguientes: [i] Reservas de la Biósfera; [ii] Parques Nacionales; [iii] Monumentos Naturales; [iv] Áreas de Protección de Recursos Naturales; [v] Áreas de Protección de Flora y Fauna; [vi] Santuarios; [vii] Parques y Reservas Estatales; [viii] Zonas de conservación ecológica municipales; y [ix] Áreas destinadas voluntariamente a la conservación. Son ANP's competencia de la Federación.

Dentro de las ANPs decretadas de competencia Federal que guardan relación con el Proyecto se encuentran los siguientes:

- a) El Área de Protección de Recursos Naturales "Zona Protectora Forestal de los Terrenos Constitutivos de las Cuencas de los Ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec; y
- b) Reserva de la Biósfera de la Mariposa Monarca.

#### **III.3.1. Área de Protección de Recursos Naturales "Zona Protectora Forestal de los Terrenos Constitutivos de las Cuencas de los Ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec.**

El Área de Protección de Recursos Naturales "Zona Protectora Forestal de los Terrenos Constitutivos de las Cuencas de los Ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec", fue creada mediante decreto del Ejecutivo Federal publicado en el Diario Oficial de la Federación el 15 de noviembre de 1941, recategorizada mediante decreto publicado el 25 de junio de 2005.

El Área Natural Protegida, cuenta con una superficie total de 148,843.04 ha. Se localiza dentro de los Territorios del Estado de México y Michoacán en los siguientes municipios: Municipio de Temascaltepec, Valle de Bravo, Amanalco, Donato Guerra, Ixtapan del Oro, Otzoloapan, San Simón de Guerrero, Santo Tomas, Villa de Allende, Villa Victoria y Zinacantepec (Estado de México); Susupuato y Zitácuaro (Figura III.9).

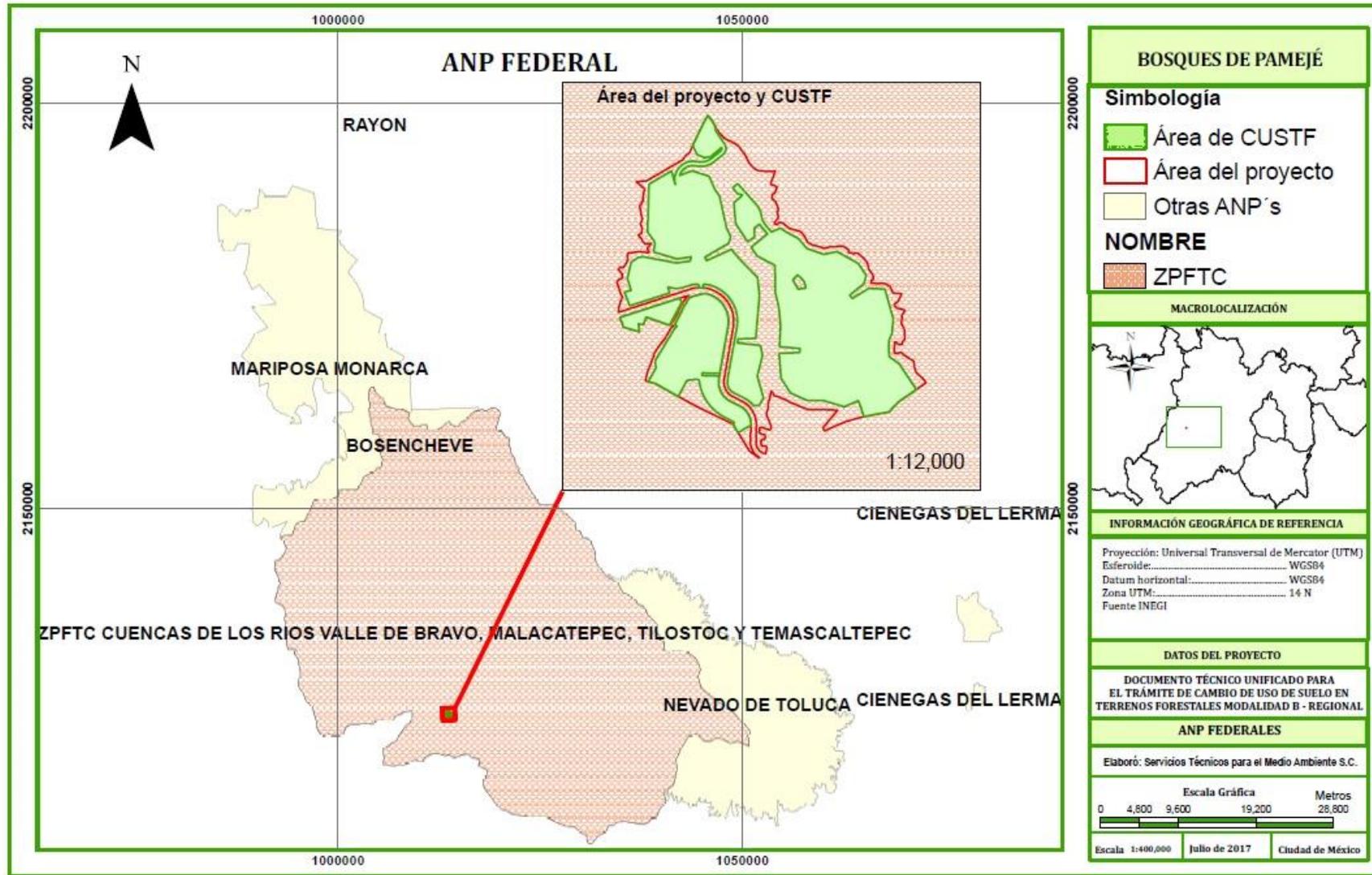


Figura III. 9. Superficie que abarca el área natural protegida.

Toda vez que el proyecto se ubica dentro de la superficie comprendida para el Área Natural Protegida "Zona Protectora Forestal de los Terrenos Constitutivos de las Cuencas de los Ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec", y no obstante se considera desde una óptica jurídica que el instrumento rector aplicable para regular el ordenamiento territorial de los asentamientos humanos es en el caso que nos ocupa **el Plan Parcial de Incorporación Territorial Bosques de Pamejé**, se considera importante exponer la manera en que el Proyecto resulta compatible con el Decreto de Creación y Recategorización del Área Natural Protegida en comento.

El objetivo bajo el cual fue creada la "Zona Protectora Forestal de los Terrenos Constitutivos de las Cuencas de los Ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec" fue de conformidad con el Decreto del 15 de noviembre de 1941 el siguiente:

**"PRIMERO.-** Que la Comisión Federal de Electricidad de acuerdo con el Proyecto Hidroeléctrico de Ixtapantongo, para generación de energía eléctrica ha ejecutado obras importantes a fin de poder utilizar las aguas del río Tilostoc, formado por los Ríos Valle de Bravo y Malacatepec.

**SEGUNDO.-** Que para aumentar el caudal utilizable de dicho río, la Comisión Federal de Electricidad ha proyectado derivar el río Temascaltepec hacia la cuenca del río Valle de Bravo.

**TERCERO.-** Que asimismo y para aumentar el caudal indicado, se hace necesario impedir la continuación de la tala inmoderada que se viene haciendo de los bosques existentes en las cuencas de los cuatro ríos, tala que ha provocado una disminución apreciable de las aguas permanentes de estos y el arrastre de una mayor cantidad de sedimentos, con grave perjuicio al desarrollo hidroeléctrico de referencia.

**CUARTO.-** Que para lograr la última finalidad señalada en el considerando anterior y siendo de utilidad pública la conservación forestal, se hace indispensable el establecimiento de una zona protectora forestal, de acuerdo con los estudios técnicos elaborados para el caso por el Servicio Forestal, los cuales están debidamente fundados".

Por su parte el decreto de recategorización del Área Natural Protegida en comento del 23 de junio del 2005, señala textualmente lo siguiente: *"Que la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas órgano administrativo desconcentrado de esta Secretaría de Estado, en coordinación con Gobierno del Estado de México, ha realizado los estudios y análisis con base en los cuales se ha determinado que las condiciones que dieron lugar al establecimiento de la zona protectora forestal a que se refiere el cuarto considerando no se han modificado sustancialmente; que los propósitos previstos en el instrumento mediante el cual se estableció, corresponden a los objetivos señalados en la fracción VI del artículo 45 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente,*

*y que por sus características dicha zona protectora forestal es congruente con lo que estipula el artículo 53 del ordenamiento jurídico de referencia..."*

De lo anterior, resulta claro que el propósito de la creación y Recategorización Área de Protección de Recursos Naturales "Zona Protectora Forestal de los Terrenos Constitutivos de las Cuencas de los Ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec", es precisamente la protección de suelo forestal para la captación de agua por parte de la cuenca, en principio para permitir el desarrollo hidroeléctrico de la región y actualmente como una de las cuencas que dotan de agua potable a la zona metropolitana de la Ciudad de México y municipios conurbados del Estado de México.

Al respecto, de conformidad con lo dispuesto por el artículo 47 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, para el establecimiento de las Áreas Naturales Protegidas, debe realizarse una división y subdivisión que permita identificar y delimitar las porciones del territorio que la conforman, acorde con sus elementos biológicos, físicos, y socioeconómicos, los cuales constituyen un esquema integral y dinámico, que permita la delimitación de actividades en las áreas naturales protegidas la cual se llevara a cabo a través de zonas y subzonas, de acuerdo a su categoría de manejo, siendo estas las zonas núcleo y las zonas de amortiguamiento, las cuales a su vez se dividen en subzonas.

En relación con lo anterior, la "Zona Protectora Forestal de los Terrenos Constitutivos de las Cuencas de los Ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec" no cuenta con la determinación de zonas núcleo ni de amortiguamiento decretadas que permita identificar y delimitar las porciones del territorio que la conforman, acorde con sus elementos biológicos, físicos, y socioeconómicos, que permita la delimitación de actividades en las diferentes zonas de la superficie; siendo que tampoco se cuenta a la fecha con un Programa de Manejo vigente publicado en el Diario Oficial de la Federación.

En este sentido, es importante señalar que de conformidad con lo establecido por el artículo 53 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, las áreas de protección de recursos naturales, son aquellas destinadas a la preservación y protección del suelo, las cuencas hidrográficas, las aguas y en general los recursos naturales localizados en terrenos forestales de aptitud preferentemente forestal, siendo que de conformidad con lo establecido por el artículo 47 Bis 1 del ordenamiento antes señalado en las zonas de amortiguamiento de dichas ANP, se pueden establecer cualesquiera la de las subzonas previstas en el artículo 47 Bis, entre ellas, la subzona de Asentamientos Humanos.

Por lo anterior, y ante la inexistencia de una adecuada identificación y delimitación de los elementos biológicos, físicos y socioeconómicos de las porciones del territorio que conforman el Área Natural Protegida en comento, y con la finalidad de establecer la congruencia del proyecto con la zona de protección, debe considerarse que la superficie donde se desarrollará el Proyecto colinda con la parte suroriental del Área de Avándaro vecindad casi inmediata con Hotel y Club de Golf Avándaro

al Norte del predio, motivo por el cual aún y cuando el predio mantiene un grado de conservación ambiental medio, las inmediaciones se encuentran afectadas por impactos antropogénicos que incluyen zonas urbanas, infraestructura carretera y turística; motivo por el cual de acuerdo con dichas características de la zona y en virtud de ser una zona urbana o urbanizable de conformidad con el Plan Parcial de Incorporación Territorial Bosques de Pamejé, es una zona apta para el desarrollo de asentamientos humanos, misma que se encuentra permitida por el artículo 47 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, antes referido.

Asimismo, y por lo que respecta a los objetivos de creación y recategorización del ANP, es decir, la protección de suelo forestal para la captación de agua por parte de la cuenca, el Proyecto, tal y como se ha señalado el Programa Maestro del Proyecto pretende desplantar únicamente el número permitido de viviendas dejando un 26% como áreas verdes en el proyecto, más el área privativa de cada lote donde no está permitido desplantar que es del 40% en cada lote; asimismo, el proyecto se encuentra diseñado para no afectar zonas federales definidas por los escurrimientos sin afectaciones a la vegetación riparia.

De igual forma, tal y como se ha señalado dentro de las medidas de mitigación propuestas en el Capítulo VII se encuentran las siguientes:

- ✓ Obras de conservación de suelos para mitigar la erosión provocada por el despalme y excavación a cielo abierto, las cuales una vez implementadas tendrán como efecto que la cantidad de suelo que se erosionaría sería menor a la que se da en condiciones actuales.
- ✓ Áreas de restauración y reforestación.
- ✓ Realización de las actividades de preparación del sitio (trazo y excavación) cuando no exista escurrimiento (en temporada de estiaje).
- ✓ Obras de captación de agua que logren mitigar la disminución de la infiltración ocasionada por la remoción de la flora, esto debido a la disminución de la cobertura del estrado arbustivo, herbácea y pastos en la superficie con suelo retenido, por un volumen ligeramente superior a lo que se tiene estimado que se dejaría de infiltrar con el cambio de uso de suelo.

Por último, se señala que el desarrollo del proyecto no implicará el desarrollo de actividades cinegéticas o de explotación y aprovechamiento de especies de flora y fauna silvestre.

Derivado de lo anterior, se concluye que el Proyecto puede vincularse con los objetivos establecidos en el decreto de creación y recategorización del Área de Protección de Recursos Naturales "*Zona Protectora Forestal de los Terrenos Constitutivos de las Cuencas de los Ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec*",

Cabe señalar que al coexistir áreas naturales protegidas de competencia estatal dentro de la poligonal comprendida por el Área de Protección de Recursos Naturales "*Zona Protectora Forestal de los Terrenos Constitutivos de las Cuencas de los Ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec*", y al ser ésta un área sobre la que la Nación ejerce su soberanía y jurisdicción, debe considerarse como un criterio de interpretación jurídica respecto de los instrumentos de regulación

ecológica la prevalencia de la regulación federal sobre la estatal, motivo por el cual debe predominar lo dispuesto por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de Áreas Naturales Protegidas; ordenamiento que tal y como se ha señalado, por lo que respecta a la regulación ambiental, considera factible el establecimiento de asentamientos humanos en virtud de las condiciones ambientales de la superficie en la que se desarrollará el Proyecto.

### **III.3.2. Reserva de la Biósfera de la Mariposa Monarca.**

La actual Reserva de la Biósfera Mariposa Monarca se creó mediante decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 10 de noviembre de 2000 con una superficie total de 56,259 ha. La reserva se compone de tres zonas núcleo con una superficie de 13,551 hectáreas rodeadas por zonas de amortiguamiento que alcanzan un total de 42,707 hectáreas.

Esta ANP se localiza entre los estados de México y Michoacán, se encuentra comprendida dentro de los municipios de Temascalcingo, San Felipe del Progreso, Donato Guerra y Villa de Allende en el Estado de México, y Contepec, Senguio, Angangueo, Ocampo, Zitácuaro, y Aporo en el Estado de Michoacán. Sus coordenadas geográficas extremas son: para Altamirano 19° 59' 42" y 19° 57' 07" latitud norte y 100° 09' 54"; y 100° 06' 39" longitud oeste y para el corredor Chincua-Cerro Pelón son 19° 44' 27" y 19° 18' 32" latitud norte y 100° 22' 26" y 100° 09' 07" longitud oeste.

Los accesos principales a la Reserva son por las carreteras México-Toluca Zitácuaro; Ahí se puede acceder al santuario de Cerro Pelón o tomar la carretera que va hacia Angangueo y San José del Rincón, donde se puede entrar a los santuarios de Chivati- Huacal, Sierra Campanario y Chincua. Otra ruta que se puede tomar es la autopista México-Morelia-Guadalajara y en el entronque de Maravatío se va hacia Ciudad Hidalgo, se toma la desviación a Aporo y se continua hacia Angangueo o hacia Zitácuaro. Al santuario de Altamirano se llega por la autopista México-Morelia- Guadalajara y se toma la desviación hacia Contepec desde este poblado se puede entrar al santuario de Cerro Altamirano.

La mayor parte de los poblados están fuera del Área Natural Protegida, no obstante, influyen en el área poblados como: Tlalpujahuá, el Oro, Maravatío, Senguio Aporo, Ocampo, Zitácuaro y sólo Angangueo se encuentra dentro de la Reserva.

Aquí se reúnen millones de mariposas formando los santuarios en Cañada Oscura, El Zacatonal, Mojonera Alta, Llano del Toro, El Rosario, Piedra Boluda, Cerro Blanco, Mesa Chica, el Cedral, Carditos, Lomas de Aparicio y Santa Teresa dentro de los polígonos protegidos por el decreto, así como en Puerto Morillo, Pizacuaro, San Andrés, Puerto Bermeo, el Picacho, Piedra Herrada, San Francisco Oxtotilpan y Palomas fuera del Área Natural Protegida (Programa de manejo de la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, 2001).

Tomando en cuenta la información anterior el área del proyecto **no se encuentra dentro de la Reserva de la Biósfera**, ni dentro del Sistema Ambiental Regional en que se encuentra inmerso el Proyecto.

### **III.3.3. Áreas Naturales Protegidas Estatales.**

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente establece que los Gobiernos de los Estados y de la Ciudad de México, en los términos que señale la legislación local en la materia, podrán establecer parques, reservas estatales y demás categorías de manejo que establezca la legislación local. Dichas Áreas Naturales Protegidas no podrán establecerse en zonas previamente declaradas como áreas naturales protegidas competencia de la federación, salvo por lo que respecta a las Áreas de Protección de Recursos Naturales.

En el Estado de México, se promueve con gran interés la preservación de sus recursos naturales, la misión del gobierno del Estado se ha dado a la tarea de detectar y establecer zonas protegidas y de conservación, tanto por su flora y fauna, como de su entorno natural, basado en la importancia que reviste el conservar los recursos naturales, en beneficio de las generaciones futuras, en el entendido de que si no se conservan y se aprovechan mejor los recursos naturales, la entidad corre el riesgo de perder su biodiversidad y su riqueza natural.

El conservar y proteger hoy los recursos naturales, permitirá en un futuro inmediato, establecer nuevas y mejores estrategias de tipo sustentable para el aprovechamiento ordenado y técnicamente justificado, tanto de los recursos que actualmente se aprovechan, como de aquellos que no han sido aprovechados para actividades económicas.

En este sentido el Código para la Biodiversidad del Estado de México, establece que las Áreas Naturales Protegidas son zonas del territorio del Estado de México respecto de las cuales ejerza su jurisdicción y en las que los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad humana y que requieran ser restaurados o preservados para salvaguardar la diversidad para salvaguardar la diversidad genética de las especies silvestres, lograr el aprovechamiento racional de los elementos y recursos naturales mejorando la calidad del ambiente en los centros de población y sus alrededores.

#### **III.3.3.1. Parque Estatal "Santuario del Agua Valle de Bravo".**

El parque estatal denominado "Santuario del Agua Valle de Bravo" fue creado mediante Declaratoria del Ejecutivo del Estado de México, publicada en el Periódico Oficial del 12 de noviembre de 2003. Cuenta con una superficie de 15,365-23-55.27 ha, que comprenden zonas forestales, de matorral y selva baja caducifolia, zonas de manantiales, cauces de ríos, y arroyos, estas son el origen principal de las interrelaciones de los factores bióticos y abióticos que se recirculan la materia y energía en

medio, debido a la captura y consecuentemente infiltración al subsuelo primordialmente las aguas de lluvia.

El Resumen Ejecutivo del Programa de Conservación y Manejo del Parque Estatal fue publicado en el Periódico Oficial del Estado el 8 de febrero de 2007. Siendo su objetivo general el proteger, conservar y restaurar el parque estatal denominado "Santuario del Agua Valle de Bravo", a través del establecimiento de bases de planificación con la finalidad de dar un aprovechamiento sustentable a los recursos físicos, biológicos y humanos.

Al respecto, dentro del Diagnóstico Ambiental realizado al área se establece que en las partes bajas como valles o cuencas, donde la altitud es menor, el cambio de uso de suelo es muy notable, en ellas, las actividades de la región se comienzan a desarrollar, acentuándose a medida que se interiorizan en la subcuenca tributaria, algunos usos como: agrícola, pastizal y uso mixto (agrícola – habitacional) por lo tanto la mancha urbana avanza de forma irregular, pero aceleradamente y con ello la disminución de áreas forestales, dando lugar a nuevos núcleos de población.

#### \* **Zonificación del ANP.**

La zonificación interna del manejo del área se propuso con los niveles de densidad forestal, así como las características físicas, geológicas y naturales entre otras, mismas que se explican a continuación.

#### ✓ **Zonas de Protección**

Son aquellas que conservan sus características ecológicas originales para asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos y ambientales, salvaguardando la diversidad genética de las especies silvestres endémicas, amenazadas o en peligro de extinción.

Además, son superficies donde se establecerán estrategias, restricciones, métodos y acciones para evitar daños, así como el incremento del deterioro al medio ambiente y sus sistemas, ocasionado principalmente por las actividades humanas.

Objetivo de las Zonas de Protección: Proteger e incrementar la recarga, captación, escurrimiento superficial y las fuentes más importantes de generación y almacenamiento de agua, así como la mantención de la cobertura forestal, zonas de recarga y otros sitios de interés.

La protección se plantea para sitios con las siguientes características;

- Rango Foresta Z1 (zonas de alta densidad de cobertura forestal de 71 a 100%)
- Áreas localizadas arriba de los 3,000 metros sobre el nivel del mar.
- Pendientes mayores a 45° o 100%
- Bosque Mesófilo de Montaña
- Manantiales (radio de 300 m) y su cuenca de captación

- Márgenes de cuerpos de agua y cauces naturales
- Sitios Arqueológicos
- Coladas Lávicas
- Zonas de recarga
- Zonas con alta riqueza biológica
- Zonas con alta belleza escénica
- Zonas de hábitat de flora y fauna silvestre bajo algún grado o estatus de protección.

✓ **Zonas de conservación.**

Las zonas de conservación implican el mantenimiento de los recursos naturales existentes y de sus procesos, permitiendo el uso productivo mínimo y de manera condicionada a no rebasar la capacidad de carga. En este caso, es necesario realizar medidas más de carácter preventivo que correctivo, como la prevención y el combate de incendios, plagas y enfermedades, así como la tala clandestina. Adicionalmente se permiten actividades comparables con el ecoturismo, campismo, administración de unidades de manejo de flora y fauna silvestre (UMA's), protección por pago de servicios ambientales entre otros. En la Figura III.10 se observa Parque Estatal "Santuario del Agua Valle de Bravo", respecto al Proyecto Bosques de Pamejé.

- Rango Forestal Z2 (36-70%)
- Calidad escénica
- Cuerpos de agua
- Zonas de recarga
- Zonas Forestadas
- Formaciones geológicas

✓ **Zonas de restauración.**

Objetivos: La restauración es la manera de revertir los daños ocasionados por el hombre hacia el ambiente de manera directa, e indirecta, la restauración puede ser mediante métodos preventivos y correctivos.

La restauración se plantea para áreas con uno o varios recursos naturales muy deteriorados, estableciendo medidas técnicas de rehabilitación ecológica integral a zonas con características como;

- Rango Forestal Z3 (cobertura forestal de (1 a 35%)
- Áreas con bosques con zonas clareadas
- Restauración de sitios erosionados
- Control de cárcavas
- Restauración de áreas tributarias de manantiales

✓ **Zonas de aprovechamiento.**

El aprovechamiento se basa en el uso sustentable y racional de los recursos naturales. Esto puede darse en zonas de conservación, en zonas de restauración, área de uso de suelo mixto, zonas de uso agrícola, zonas de pastizal, centros de población, zonas urbanas consolidadas, **zonas urbanas programadas** y cuerpos de agua, estos aprovechamientos se realizarán en base a los criterios de las actividades permisible y prohibidas de cada zona y área.

Las áreas de aprovechamiento sustentable en el parque son las siguientes:

- Uso de suelo agrícola
- Uso de suelo mixto (Agrícola/habitacional)
- Uso de suelo pastizal
- Zonas turísticas
- Zonas destinadas a actividades económicas productivas
- Zonas urbanas consolidadas
- Zona urbanizable programada

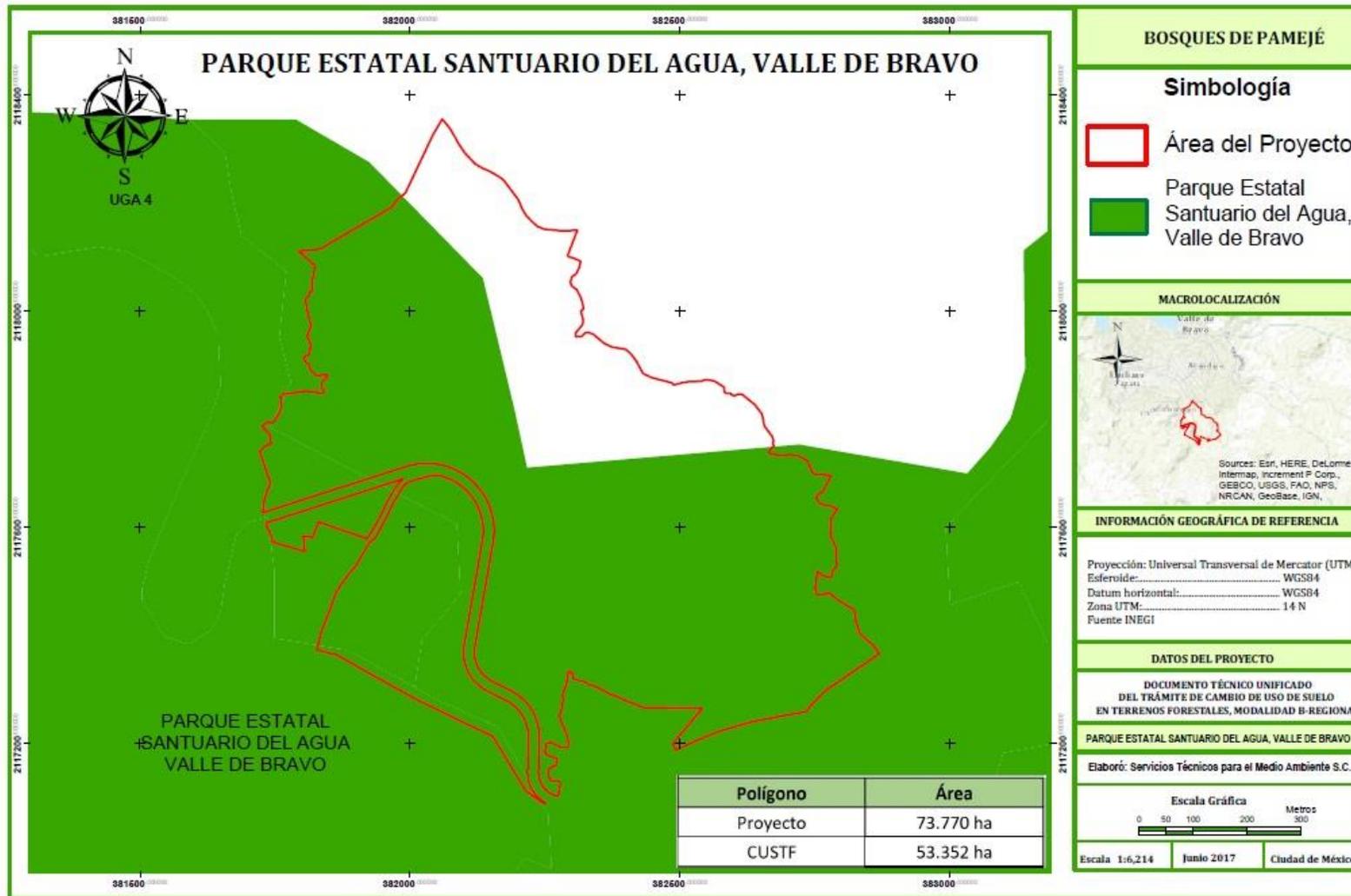


Figura III. 10. Área Natural Protegida “Santuario del Agua Valle de Bravo”.

Derivado de lo anterior, se concluye que el programa de manejo del ANP establece para su territorio una zonificación, resultado de un análisis integral de los diferentes datos generados en el diagnóstico efectuado. Las zonas delimitadas son: de Protección, de Conservación, de Restauración, Zona Urbana, Centros de Población y de Aprovechamiento.

Ahora bien, y por lo que respecta el área del proyecto, este se ubica dentro de las Zonas de Conservación y Zona Urbana (Tabla III.22).

**Tabla III. 22. Superficie que abarca el ANP dentro de la poligonal del Área del Proyecto.**

No.	Tipo de uso	Nombre	Superficie de ANP (ha)	Componente	Superficie del Área del Proyecto (m <sup>2</sup> )	Superficie de incidencia del proyecto en el ANP (m <sup>2</sup> )
1	Parque Estatal	Santuario del Agua Valle de Bravo	20.941	Predio	737700.00	492293.90

De acuerdo con el Resumen Ejecutivo del Programa de Manejo del ANP Santuario del Agua Valle de Bravo, publicado en la Gaceta Oficial del Estado el 8 de febrero de 2007, las actividades permitidas y prohibidas en la zona de Conservación son las siguientes:

- **Permitidas:** Aprovechamiento de flora y fauna para uso doméstico; aprovechamiento forestal en zonas de mediana densidad; caza tradicional, con restricciones en épocas de veda; colectas científicas; uso de manantiales condicionados a las necesidades, permisos y normas otorgadas por la CNA; saneamiento forestal (poda de árboles muertos o plagados, limpiezas de monte); recolección de madera caída naturalmente; control de incendios; construcción y mantenimiento de brechas cortafuego; reforestación; estudios e investigaciones; actividades ecoturísticas; administración de unidades de manejo de fauna y flora silvestre; **zonas campestres de baja densidad** (de conformidad con lo establecido en el Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Valle de Bravo).
- **Prohibidas:** Aprovechamiento forestal en zonas de baja densidad; cambio de uso del suelo no controlado; actividades agrícolas no controladas; y actividades de extracciones maderables no sustentables.

En consideración al listado anterior de actividades, el proyecto resulta congruente con lo establecido para las zonas de Conservación del ANP, ya que, si bien prohíbe los cambios de uso de suelo no controlados, el Documento Técnico Unificado que se formula se sustenta en la normatividad vigente aplicable en materia forestal y de impacto ambiental, y considera los diversos instrumentos

normativos vinculados al proyecto, lo que da un carácter de controlado y ordenado al cambio de uso del suelo que se persigue.

Con relación a lo anterior, es importante señalar que el Proyecto se desarrollará a pie del Circuito Avándaro, por lo cual, el área presenta alteraciones históricas por actividades antropogénicas, pero por su ubicación es parte del Área Natural Protegida.

Al respecto, el Documento Técnico Unificado que se formula pretende coadyuvar al crecimiento urbano ordenado en el municipio. En las medidas preventivas y de mitigación incluidas, son tomados en consideración criterios orientados hacia la restauración de los recursos naturales, a través de la compensación de áreas forestales que sustituyan a las que serán objeto del cambio de uso de suelo forestal. De este modo se contribuye a incrementar la superficie arbolada mediante el programa de reforestación que contempla el presente proyecto.

### III.3.3.2. Parque Estatal "Cerro Colorado".

El Parque Estatal cuenta con una superficie de 120.62 hectáreas, sin contar con Programa de Manejo. Comprende zonas forestales de bosque templado, que junto con los demás bosques que tiene Valle de Bravo- genera un paisaje que permanece la mayor parte del tiempo siempre verde.

**Tabla III. 23. Superficie que abarca el ANP dentro de la poligonal del Área del Proyecto.**

No.	Tipo de uso	Nombre	Superficie de ANP (ha)	Componente	Superficie del Área del Proyecto (m2)	Superficie de incidencia del proyecto en el ANP (m2)
1	Área de Conservación	Cerro Colorado	20.941	Predio	737700.00	133886.461

La Superficie que comprende se desprende de los datos vectoriales de CONABIO, 2015 en su carta de Áreas Naturales Protegidas Estatales.

En relación con lo anterior, es importante indicar que tal y como se ha señalado el área presenta alteraciones históricas por actividades antropogénicas, pero por su ubicación es parte de la reserva. Al respecto, la reserva fue creada a través del Plan del Centro de Población Estratégico de Valle de Bravo, publicado en la Gaceta de Gobierno el 22 de abril de 1991, es decir, en un instrumento de regulación de Desarrollo Urbano, siendo que el desarrollo del Proyecto desde la perspectiva urbana se fundamenta en un instrumento de regulación posterior, y específico, a saber, el Plan Parcial de Incorporación Territorial Bosques de Pamejé.

Al respecto, el Documento Técnico Unificado que se formula pretende coadyuvar al crecimiento urbano ordenado en el municipio. En las medidas preventivas y de mitigación incluidas, son tomados

en consideración criterios orientados hacia la restauración de los recursos naturales, a través de la compensación de áreas forestales que sustituyan a las que serán objeto del cambio de uso de suelo forestal. De este modo se contribuye a incrementar la superficie arbolada mediante el programa de reforestación que contempla el presente proyecto (Figura III.11).

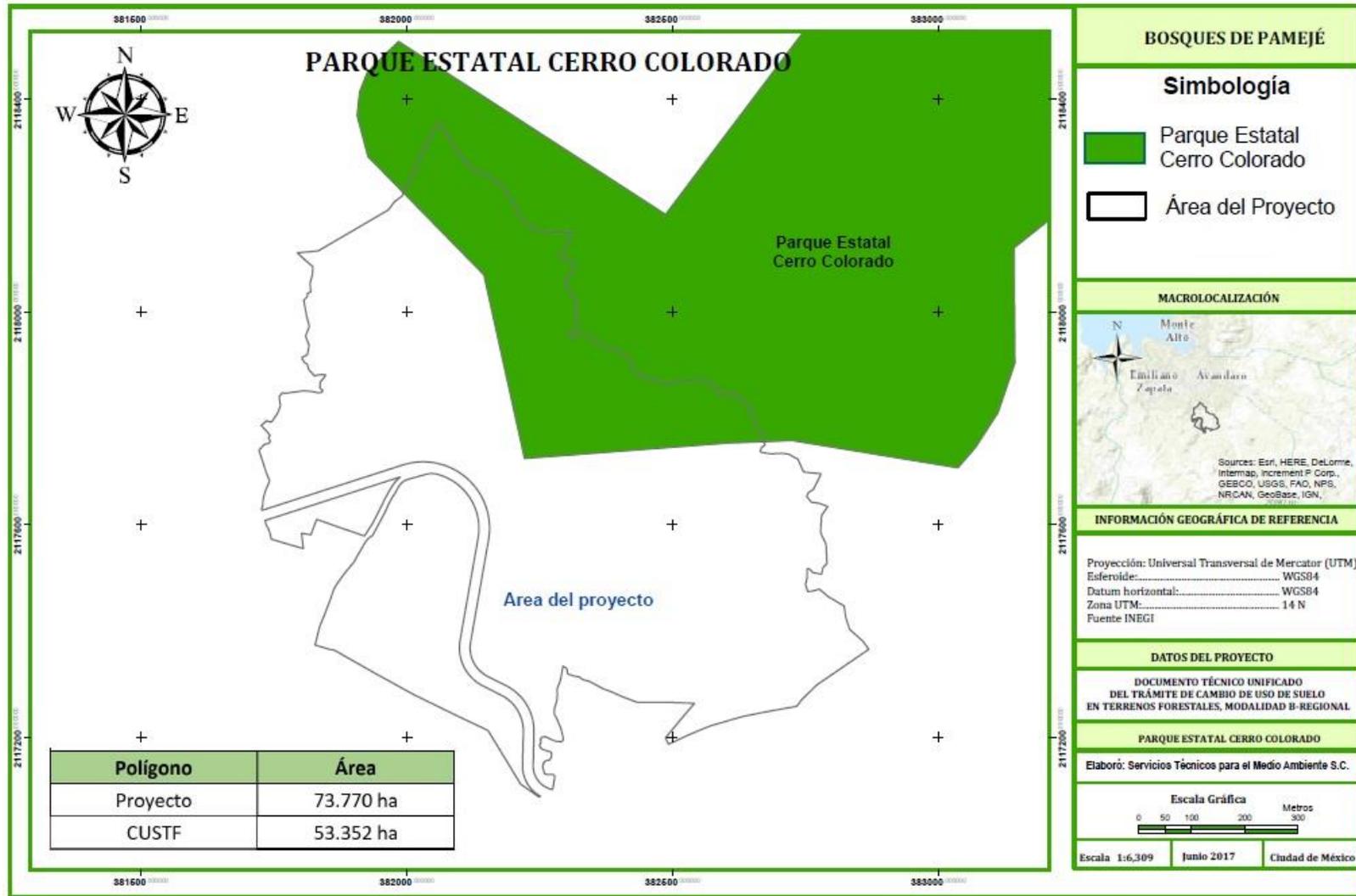


Figura III. 11. Ubicación del proyecto respecto a las ANP de tipo Estatal.

### **III.3.5. Otras Áreas de Valor Ambiental.**

A continuación, se exponen algunas características correspondientes a las áreas de importancia ambiental no consideradas en los párrafos anteriores.

#### **III.3.5.1. Áreas de Importancia para la Conservación de Aves**

El programa de las AICAS es el resultado de una iniciativa conjunta de la Sociedad para el Estudio y Conservación de las Aves en México A.C. (CIPAMEX) y BirdLife International que, con el apoyo de la Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica, la CONABIO y el INE y con la participación de expertos produjeron una red de áreas importantes para la conservación de las aves en México. Dicha red o regionalización, a diferencia de las anteriores, fue determinada por asociaciones científicas de ornitólogos, el CIPAMEX y BirdLife International, y fue realizada con base en tres talleres participativos que se efectuaron durante 1996, 1997 y 1998 con más de 200 especialistas (Benítez y Col. 1999).

En dichos talleres se determinaron ciertos criterios que fueron agrupados en cinco categorías: (a) categoría 1, sitio en donde se presentan números significativos de especies que se han catalogado como amenazadas, en peligro de extinción, vulnerables o declinando numéricamente; (b) Categoría 2, el sitio mantiene poblaciones locales con rangos de distribución restringido; (c) Categoría 3, el sitio mantiene conjuntos de especies restringidos a un bioma o hábitat único o amenazado; (d) Categoría 4, sitios que se caracterizan por presentar congregaciones grandes de individuos y (e) Categoría 5, sitios importantes para la investigación ornitológica.

Para México se reportan un total de 230 AICAS declaradas, de las cuales, de acuerdo con el mapa de las regiones AICAS (CONABIO, 2000), el área del proyecto, no se ubicará o no se encuentra dentro de ningún área o región AICA (Figura III.12).

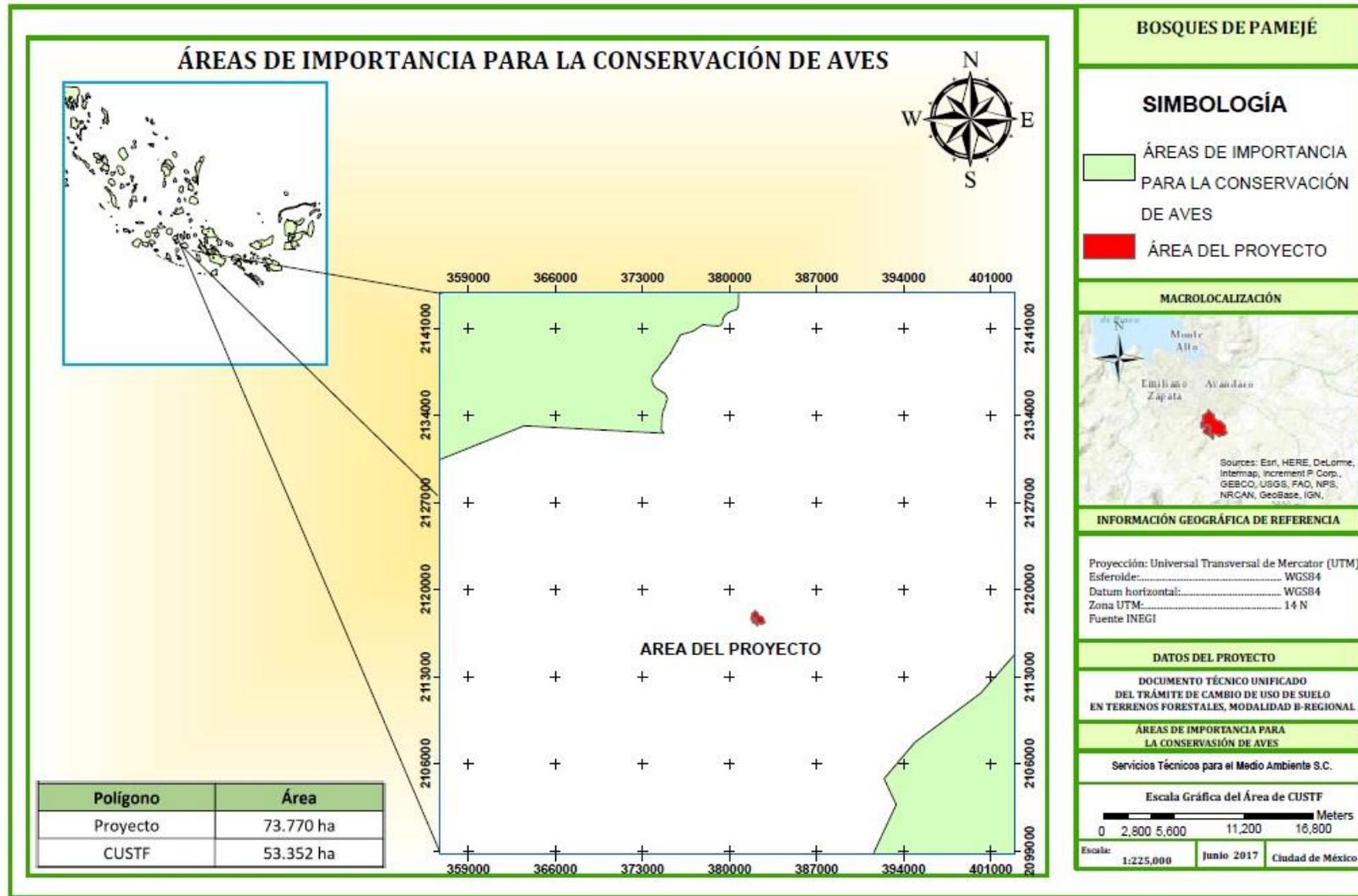


Figura III. 12.. Ubicación del proyecto respecto a las AICAS

### **III.3.5.2. Regiones terrestres prioritarias.**

El proyecto de Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) se circunscribe en el Programa Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), que se orienta a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad en diferentes ámbitos ecológicos.

Las RTP corresponden a unidades físico-temporales estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destacan por la presencia de una riqueza ecosistémica y específica y una presencia de especies endémicas comparativamente mayor que en el resto del país, así como por una integridad biológica significativa y una oportunidad real de conservación.

Al respecto, el área del proyecto en ningún momento pasa o atraviesa sobre alguna Región Terrestre Prioritaria (Figura III.13).

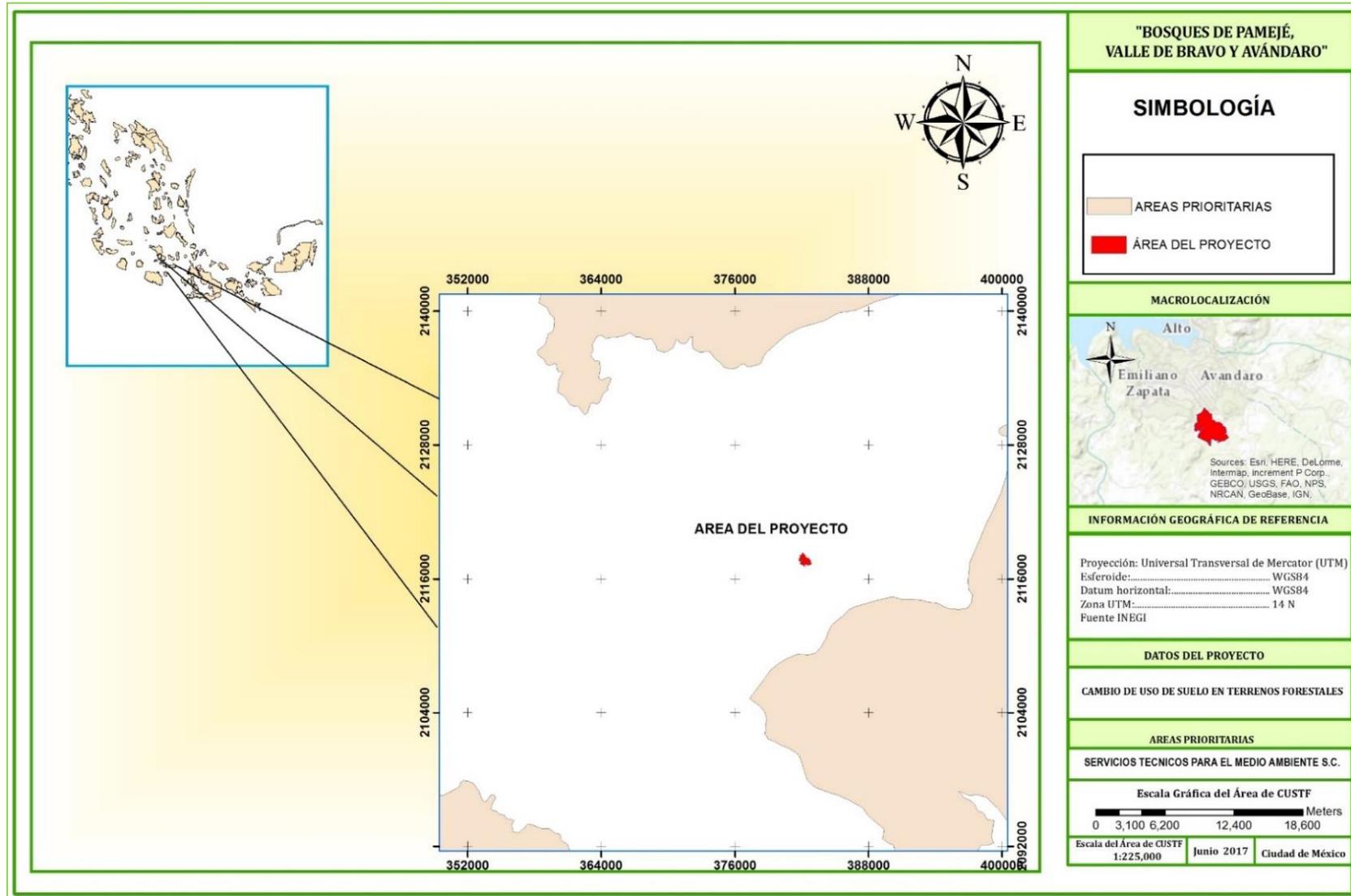


Figura III. 13. Ubicación de proyecto respecto a una RTP.

### **III.3.5.3. Sitios Ramsar.**

De acuerdo a datos de la CONANP, México se adhirió a este Convenio en 1986, contando en la actualidad con 130 sitios RAMSAR en una superficie de casi nueve millones de hectáreas. Incluyen, entre otros tipos de humedales, manglares, pastos marinos, humedales de alta montaña, arrecifes de coral, oasis, sistemas cársticos y sitios con especies amenazadas. No obstante, el proyecto se encuentra fuera de estas áreas (Figura III.14).

Con base en lo anterior, los trabajos que se efectuarán para la construcción del Proyecto, las regiones antes mencionadas no se verán afectadas y/o alteradas en su entorno, dado que, en el área contemplada para la construcción del proyecto, no se encuentra dentro de los polígonos de alguna región prioritaria de conservación, por lo que no se ocasionará efectos negativos ambientales en dichas regiones.

### **III.3.5.4. Regiones Hidrológicas Prioritarias.**

Las Regiones Hidrológicas Prioritarias permiten tener un panorama general de la situación de las principales cuencas, subcuencas y sistemas acuáticos del país, considera patrones sociales, económicos y de biodiversidad, esto con el fin de tener un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo en investigación, conservación y manejo sustentable de los recursos naturales (Arriaga, et al., 2008).

En México se tienen identificadas 110 regiones hidrológicas prioritarias (RHP), de acuerdo con el mapa de las regiones RHP (CONABIO, 2000), el área del proyecto, no se ubicará o no se encuentra dentro de ningún área o región RHP (Figura III.15).

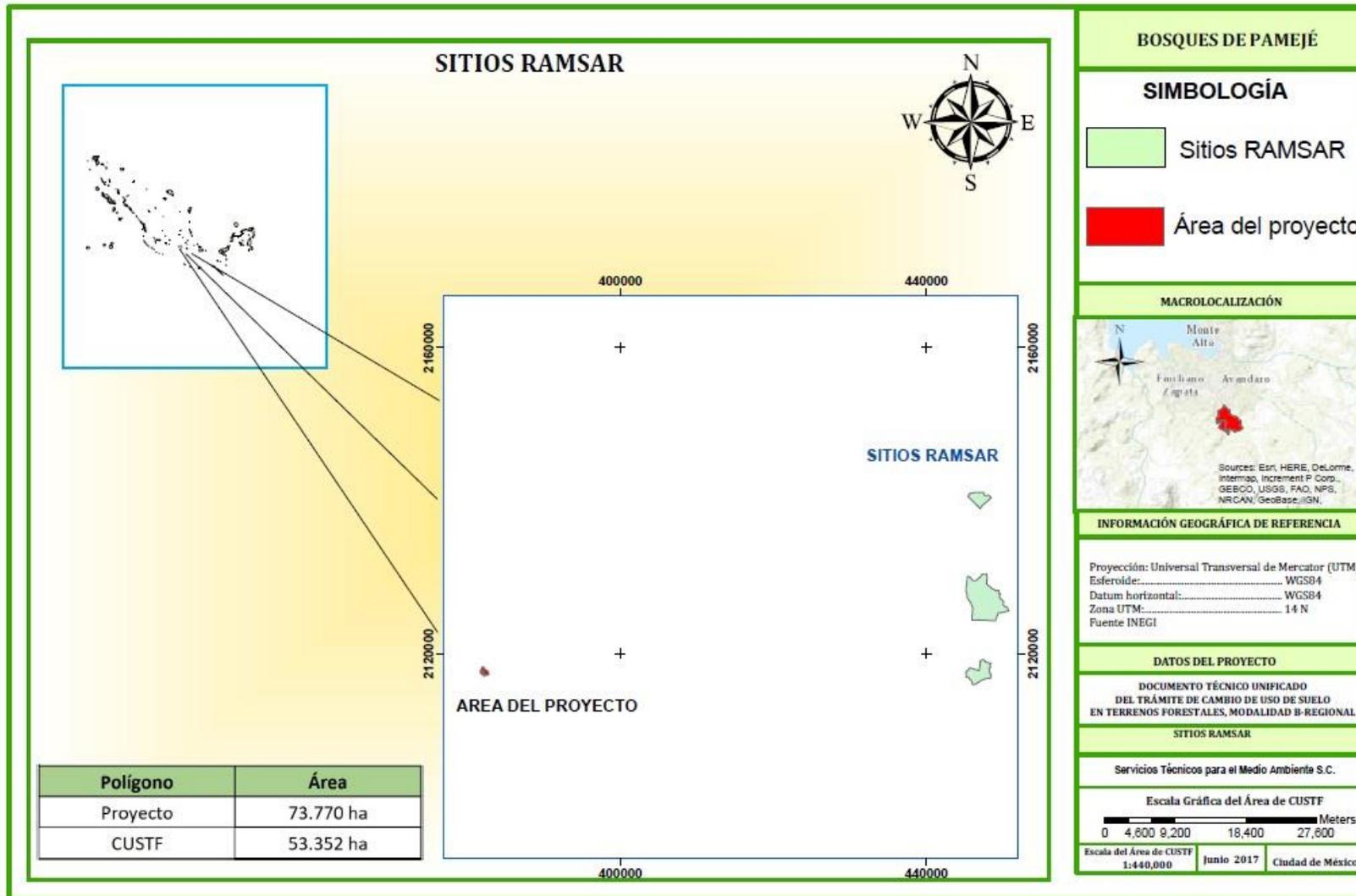


Figura III. 14. Ubicación del proyecto respecto a un sitio RAMSAR.II

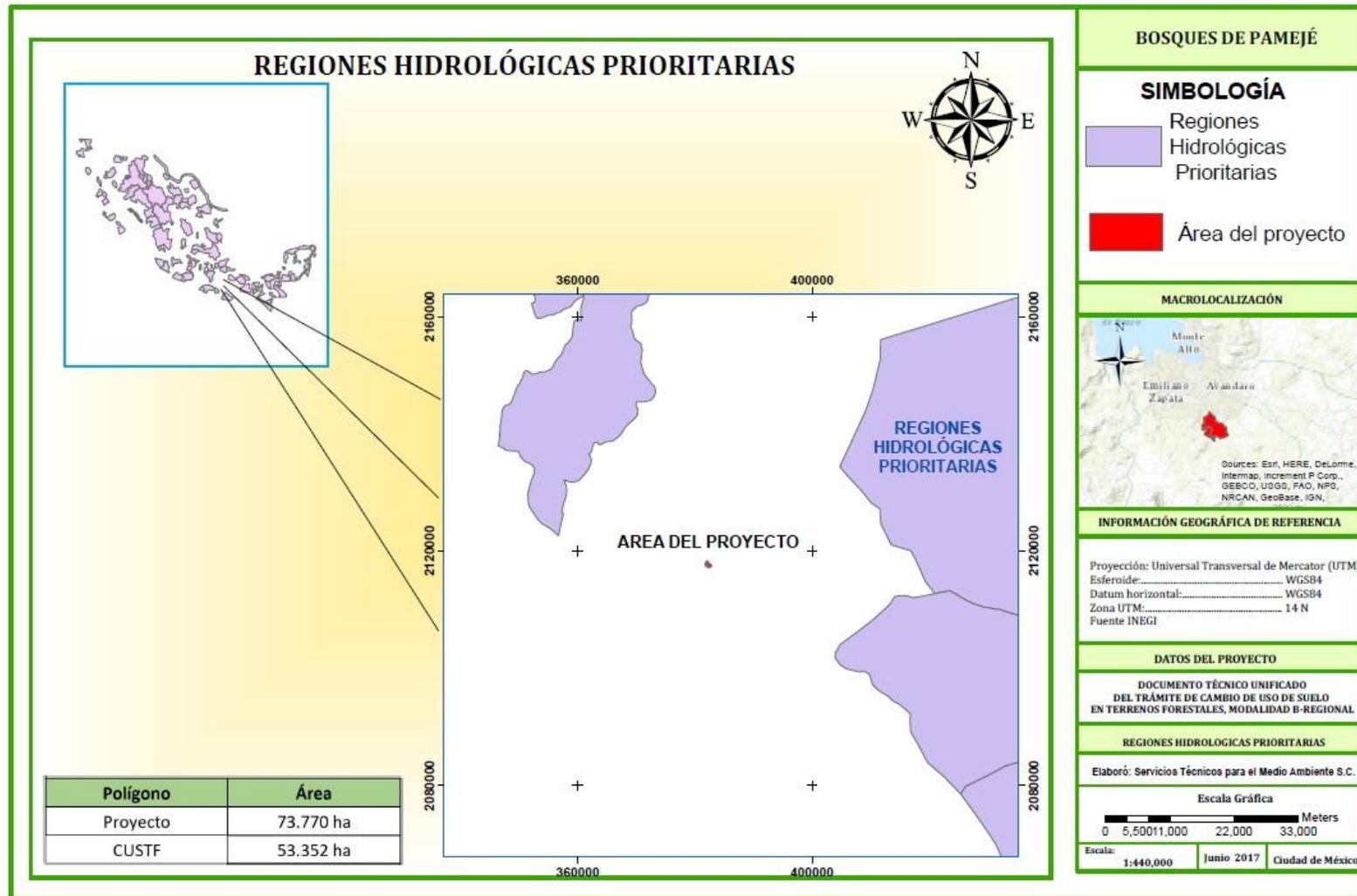


Figura III. 15. Ubicación del proyecto respecto a las RHPS.

### III.4. NORMAS OFICIALES MEXICANAS

Las Normas Oficiales Mexicanas (**NOM**) son regulaciones técnicas de observancia obligatoria expedidas por las Dependencias de la Administración Pública Federal, que establecen reglas, especificaciones, atributos, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado y las que se refieran a su cumplimiento o aplicación (Subsecretaría de Fomento y Normatividad Ambiental, Normas Oficiales Mexicanas, [www.dof.gob.mx](http://www.dof.gob.mx) ,23/06/17).

Con fundamento en lo anterior se establece que el Proyecto se sujetará a lo establecido en los instrumentos normativos aplicables, para la prevención y control de la contaminación atmosférica por concepto de: descargas de aguas residuales, residuos sólidos urbanos, residuos peligrosos, generación de ruidos y de manejo especial, para mitigar los efectos adversos sobre el medio ambiente y los recursos naturales que se ocasionen por la Ejecución del Proyecto, en especial a la diversidad biológica que se encuentren bajo un estatus de protección .

Las s normas que se especifican en la Tabla III.24 son de observancia obligatoria y se deberán de considerar como medidas precautorias para minimizar los posibles impactos al medio ambiente y sus recursos:

**Tabla III. 24 Especificaciones de la Normas Oficiales Mexicanas y su relación con el proyecto “Bosque de Pamejé”**

Normas Oficiales Mexicanas	Objeto que regula	Análisis del instrumento jurídico respecto del proyecto en estudio
<b>Vida Silvestre</b>		
<b>NOM-059-SEMARNAT-2010</b> <i>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.</i>	Tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción.	Como resultado de las labores de prospección de campo y como parte de las acciones de prevención de impactos, se encontró en el predio del proyecto la especie <i>Passerina ciris</i> , conocido comúnmente como colorín 7 colores con categoría: Pr (no endémica) sujeta a protección especial, por lo que serán llevadas a cabo las labores de rescate y reubicación de esta especie.. En el sistema ambiental regional, fuera del predio del proyecto, se identificó la especie <i>Carpinus caroliniana Walter</i> que se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con la categoría de amenazada, no endémica. Esta especie no será afectada por las obras y actividades del proyecto.

Normas Oficiales Mexicanas	Objeto que regula	Análisis del instrumento jurídico respecto del proyecto en estudio
<b>Aire</b>		
<b>NOM-041-SEMARNAT-2006</b> <i>Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.</i>	Establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, oxígeno y óxido de nitrógeno; así como el nivel mínimo y máximo de la suma de monóxido y bióxido de carbono; y el factor lambda como criterio de evaluación de las condiciones de operación de los vehículos.	Debido a que, en el proceso de ejecución del proyecto, se hará uso de motores que utilizan diésel y gasolina como combustible es necesario tener presentes y no rebasar los niveles máximos permisibles de emisiones a la atmósfera regulados por estas normas, debiendo ser la SEMARNAT o la autoridad local competente quien certifique que los vehículos automotores no rebasen los límites máximos permisibles.
<b>NOM-044-SEMARNAT-1999,</b> <i>que establece Niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas totales y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diesel como combustibles y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto mayor de 3,857 kg.</i>	Establece Niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas totales y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diesel como combustibles y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto mayor de 3,857 kg.	No obstante, los vehículos que serán utilizados deberán contar con el documento que demuestre que reciben el mantenimiento, la afinación de motor correspondiente, que garantice que los sistemas de combustión funcionan adecuadamente y cumplen los límites fijados en la norma ambiental indicada. La maquinaria pesada empleada queda exenta de la NOM-045-SEMARNAT-2006.
<b>NOM-045-SEMARNAT-2006</b> <i>Establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible.</i>	Establece los límites máximos permisibles de coeficiente de absorción de luz y el porcentaje de opacidad, provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan Diesel como combustible, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.	
<b>Residuos</b>		
<b>NOM-052-SEMARNAT-2005</b> <i>Establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos</i>	Establece el procedimiento para identificar si un residuo es peligroso, el cual incluye los listados de los residuos peligrosos y las características que hacen que se consideren como tales.	Durante las distintas etapas del proyecto, se generarán residuos sólidos y líquidos, entonces desde el momento de generarse estos residuos, se tendrá cuidado en identificarlos de acuerdo a la clasificación CRIT (corrosivo, reactivo, inflamable y tóxico ambiental) para su adecuado manejo y disposición final.

Normas Oficiales Mexicanas	Objeto que regula	Análisis del instrumento jurídico respecto del proyecto en estudio
<b>NOM-004-SEMARNAT-2002</b> <i>Protección Ambiental.- Lodos y Biosólidos.- Especificaciones y Límites Máximos Permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición Final.</i>	Establece las especificaciones y los límites máximos permisibles de contaminantes en los lodos y biosólidos provenientes del desazolve de los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, de las plantas potabilizadoras y de las plantas de tratamiento de aguas residuales, con el fin de posibilitar su aprovechamiento o disposición final y proteger al medio ambiente y la salud humana.	Se dará cumplimiento a lo establecido en la NOM de referencia, lo anterior, a fin de establecer la peligrosidad o no de los lodos provenientes de la planta de tratamiento de aguas residuales del proyecto. y su forma de manejo ambientalmente adecuado.
<b>Suelos</b>		
<b>NOM-060-SEMARNAT-1994.</b> <i>Establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en los suelos y cuerpos de agua por el aprovechamiento forestal</i>	Tiene por objeto establecer las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en los suelos y cuerpos de agua por el aprovechamiento forestal	Para el caso de estudio el aprovechamiento forestal no generará residuos sobre los cauces de corrientes permanentes, intermitentes o perennes. Tampoco habrá desechos líquidos al suelo o cuerpos de agua.
<b>NOM-061-SEMARNAT-1994.</b> <i>Establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en la flora y fauna silvestres por el aprovechamiento forestal.</i>	Tiene por objeto establecer las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en la flora y fauna por el aprovechamiento forestal.	El troceo de árboles se realizará en el sitio de caída del árbol, el arrime de torcería se realizará manualmente y serán transportados a la comunidad más cercana del municipio en donde se le dará aprovechamiento respectivo.
<b>Ruido</b>		
<b>NOM-080-SEMARNAT-1994</b> <i>Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición.</i>	Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición	La zona del proyecto tiene la ventaja de estar alejada de los hogares, además de que la topografía ayuda a absorber los ruidos generados por la operación de la maquinaria. En caso contrario para los trabajadores que se encuentren cerca de la maquinaria, se optará por equiparlos con tapones especiales para mitigar el ruido.
<b>Agua</b>		
<b>NOM-003-SEMARNAT-1997</b> <i>Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas</i>	Su objeto es establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen	Durante la etapa de operación las aguas negras serán conducidas por la red de drenaje sanitario del Proyecto a una Planta de

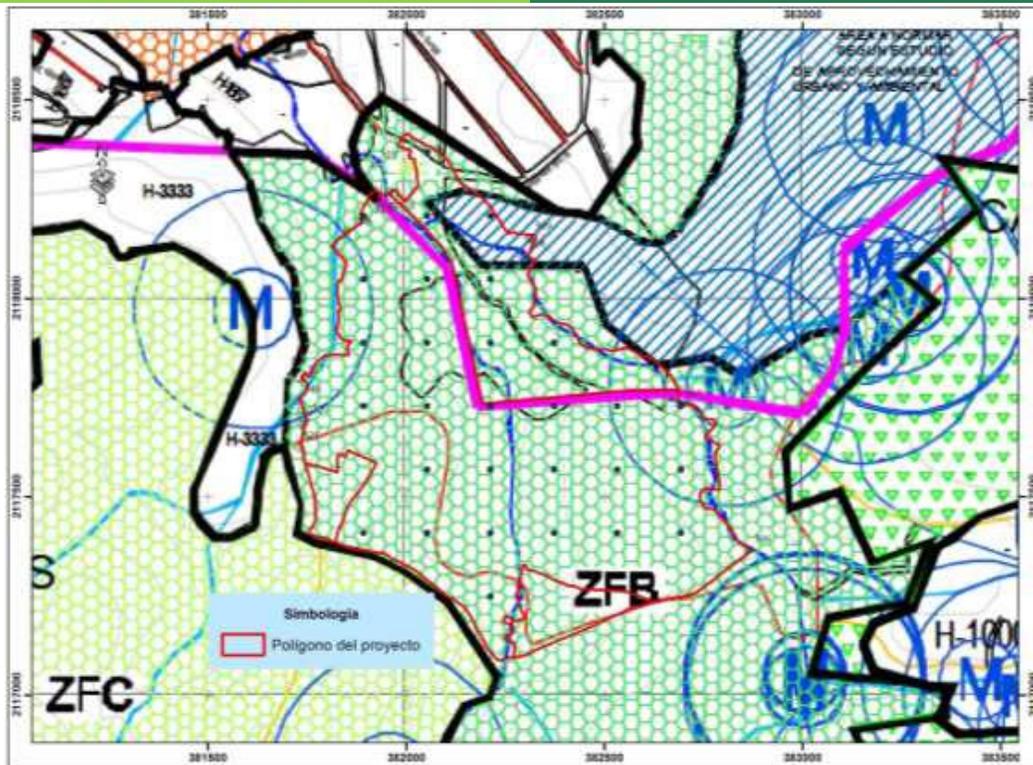
Normas Oficiales Mexicanas	Objeto que regula	Análisis del instrumento jurídico respecto del proyecto en estudio
<i>residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.</i>	en servicios al público, con el objeto de proteger el medio ambiente y la salud de la población, y es de observancia obligatoria para las entidades públicas responsables de su tratamiento y reuso.	Tratamiento de Aguas Residuales las cuales serán utilizadas en el riego de áreas verdes y servicios al público, misma que deberá cumplir con los límites máximos permisibles de contaminantes establecidos en la NOM-003-SEMARNAT-1997. En el momento oportuno se solicitarán los permisos correspondientes.
<b>Edificación sustentable</b>		
Norma Mexicana <b>NMX-AA-164-SCFI-2013</b> , edificación sustentable. Criterios y requerimientos ambientales mínimos.	Esta norma mexicana especifica los criterios y requerimientos ambientales mínimos de una edificación sustentable para contribuir en la mitigación de impactos ambientales y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, sin descuidar los aspectos socioeconómicos que aseguran su viabilidad, habitabilidad e integración al entorno urbano y natural.	Para la realización de este proyecto se ha considerado la manera de mitigar los efectos negativos que llegaran a suscitarse durante su desarrollo, mencionando la manera de mitigar los impactos en el DTU; con ello se cumple las especificaciones de esta Norma Mexicana y se corrobora que el proyecto es altamente viable y sustentable.

### III.5. PLANES O PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO (PDU)

#### III.5.1. Plan Municipal del desarrollo Urbano de Valle de Bravo

El Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Valle de Bravo fue publicado en la Gaceta del Gobierno del Estado 29 de marzo de 2016, para lo cual se observaron los objetivos y estrategias de ordenamiento urbano y de población, establecidos en el Plan Estatal de Desarrollo Urbano para el Municipio de Valle de Bravo, así como las estrategias relativas a la zonificación y aprovechamiento del suelo, vialidad, protección del medio ambiente, riesgos, infraestructura y equipamiento urbano. Dicho Plan establece las políticas, normas y estrategias para el desarrollo urbano del Municipio de Valle de Bravo.

De acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo Urbano Valle de Bravo del plano que lleva el nombre de: Estructura Urbana y Usos del Suelo con clave E-2, el sitio del proyecto se ubica dentro de tres zonas que son: Zona Forestada B (ZFB), Santuario del Agua Valle de Bravo y Área Urbanizable no Programada (AUNP). En la Figura III.16 se muestra la ubicación del sitio del proyecto con respecto a las zonas antes mencionadas.



**Figura III. 16. Ubicación del sitio del proyecto con respecto al Plan Municipal de Desarrollo Urbano Valle de Bravo**

Dado que la mayor parte del Proyecto se encuentra localizada en una Zona Forestada B (ZFB), en la cual, se permite una densidad sumamente baja de una vivienda cada 5 hectáreas. Debiendo tener las construcciones un máximo de dos niveles y 7.5 metros de altura máxima.

Ahora bien, de conformidad con lo establecido por el Libro V del Código Administrativo del Estado de México, (relativo al ordenamiento territorial, asentamientos humanos y desarrollo urbano de los centros de población), y a su Reglamento; del Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Valle de Bravo, se derivó la creación del Plan Parcial de Desarrollo Urbano denominado Plan Parcial de Incorporación Territorial Bosques de Pamejé, Municipio de Valle de Bravo, el cual, resulta ser el instrumento jurídico que de manera específica regula los usos de suelo para el predio en el cual se realizará el Proyecto.

### **III.5.2 Plan Parcial de Incorporación Territorial Bosques de Pamejé, Municipio de Valle de Bravo.**

El Plan Parcial de Incorporación Territorial Bosques de Pamejé, fue aprobado por el Cabildo del H. Ayuntamiento de Valle de Bravo el 3 de noviembre de 2006, contando con Dictamen de Congruencia emitido por el Secretario de Desarrollo Urbano y Metropolitano del Estado de México, de fecha 28 de octubre de 2015. Asimismo, fue publicado en la Gaceta Oficial del Estado de México el 26 de noviembre del Estado de México.

Al respecto, la legislación aplicable para el Estado de México en materia de desarrollo urbano prevé que los Planes Municipales de Desarrollo Urbano pueden ser de dos tipos, saber:

- a) Los Planes Parciales de Incorporación Territorial (PPIT), que tienen por objeto plantear la incorporación territorial de áreas con usos No Urbanos e incorporarlos como Usos Urbanos; y
- b) Los Planes Parciales Intraurbanos (PPI), que tienen la función de modificar usos y normas dentro de áreas ya definidas.

En este sentido, los planes parciales de desarrollo urbano son el marco normativo de referencia jurídico y legal urbano que regula el uso del suelo, norma su aprovechamiento y tiene la capacidad de dotar de obligatoriedad los conceptos ambientales y de otra naturaleza que coadyuve al bien común en el desarrollo urbano, siempre fundamentados en los Planes Municipales de Desarrollo Urbano y su marco jurídico.

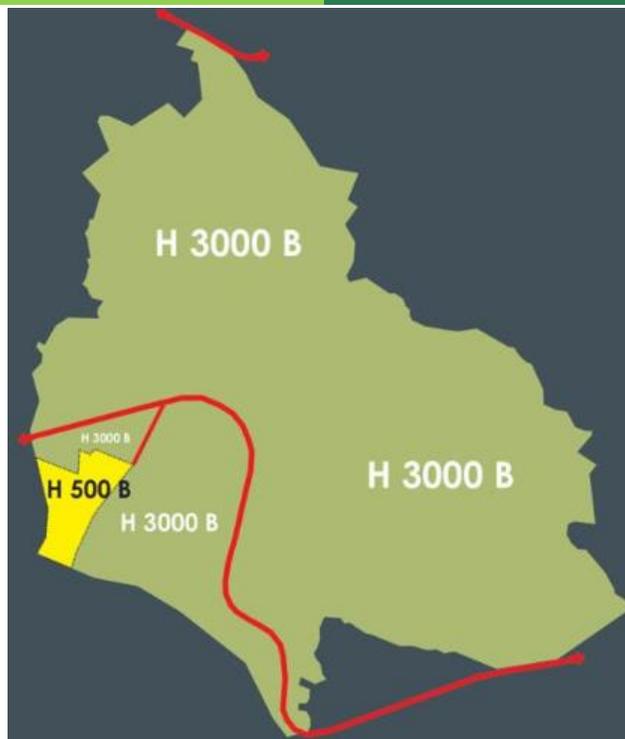
Al respecto, los planes parciales son un instrumento que da soporte, encuadra y da referencia a proyectos de aprovechamiento que se circunscriben a usos del suelo, normas urbanas y estructuras viales.

No obstante que originalmente el Plan de Desarrollo Urbano Municipal de Valle de Bravo establece para gran parte del área en la que se pretende desarrollar el terreno una zonificación del uso de suelo ZFB, bajo la aplicación de criterios y políticas ambientales incorporadas como obligatorias al Plan Parcial de Incorporación Territorial éste modifica los usos y normas originales (ZFB) del Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Valle de Bravo para normar dos tipos de zonificación de usos del suelo:

**El suelo H3000B para El Proyecto Bosques Pamejé (objeto del presente Documento Técnico Unificado) y H500B para el asentamiento irregular Valle Escondido que comprende un proceso de ajeno y distinto al Proyecto “Bosques de Pameje”, (ver Tabla III.25 y Figura III.17).**

**Tabla III. 25. Uso del suelo en el PPIT**

Usos del suelo en el PPIT.	Objetivo.	Observaciones.
<b>H3000B</b>	Normar el uso del suelo y aprovechamiento urbano considerando aspectos ambientales de protección, mejoramiento y coexistencia sustentable.	El PPIT es <i>suigeneris</i> incorporando al ejercicio urbano, mediciones de impacto ambiental medidas de mitigación y normatividad ambiental.
<b>H500B</b>	Regularización de un asentamiento irregular.	Proceso por el que se gestiona la regularización y los mejores resultados rescatables de un proceso de invasión a un predio.



**Figura III. 17 PPIT Bosque de Pamejé, 2006**  
**Fuente: PPIT Bosque de Pamejé, 2006**

Derivado de lo anterior el Plan Parcial de Incorporación Territorial Bosques de Pamejé, guarda congruencia con lo establecido en el Plan Estatal y Municipal de Desarrollo Urbano, en cumplimiento a la normatividad contenida en la legislación y los procedimientos para precisar usos del suelo, normatividad urbana y vialidades.

La Figura III.18 muestra cómo la lotificación dentro del Proyecto se da dentro de los límites de los usos del suelo descritos en el Plan Parcial de Incorporación Territorial de acuerdo con lo establecido en el Plan Maestro del Proyecto.

Documento Técnico Unificado del trámite de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad B-Regional  
 “Bosques de Pamejé”



Figura III. 18 PPIT Bosque de Pamejé y Proyecto de Lotificación  
 Fuente: Elaboración propia con base en el PPIT Bosques de Pamejé y en el proyecto de lotificación, 2017.

Con relación a lo anterior, dentro del Proyecto al interior del uso de suelo H3000B se establecen los siguientes lotes:

Tabla III. 26. Superficie de las obras a realizarse.

Bosques de Pamejé - Valle de Bravo, Edo. De Méx						
Tabla de Usos del Suelo						
Plan Maestro						
ZONA	Nº. LOTES	S. NORTE (m2)	S. SUR (m2)	TOTAL (m2)	A (%)	B (%)
<b>ÁREA VENDIBLE</b>						
<b>VIVIENDA</b>						
LOTES TIPO 1 (Unifamiliares, de 1000 A 3000m2)	10	0	18,355	18,355	2%	5%
LOTES TIPO 2 (de 3000 A 5000m2)	35	96,737	41,388	138,123	19%	36%
LOTES TIPO 3 (de 7000 A 10,000m2)	30	226,233	0	226,233	31%	59%
<b>SUBTOTAL VIVIENDA</b>	<b>75</b>	<b>322,970</b>	<b>59,741</b>	<b>382,711</b>	<b>52%</b>	<b>100%</b>
<b>HOTEL Y VILLAS</b>						
Hotel y Villas en uso del suelo complementario	7	30,239	19,360	49,599	7%	100%
<b>SUBTOTAL HOTEL Y VILLAS</b>	<b>7</b>	<b>30,239</b>	<b>19,360</b>	<b>49,599</b>	<b>7%</b>	<b>100%</b>
<b>CASA CLUB</b>						
Casa Club	1	9,883	0	9,883	1%	100%
<b>SUBTOTAL CASA CLUB</b>	<b>1</b>	<b>9,883</b>	<b>0</b>	<b>9,883</b>	<b>1%</b>	<b>100%</b>
<b>SERVICIOS GENERALES</b>						
Servicios generales en acceso	1	9,323	0	9,323	1%	100%
<b>SUBTOTAL SERVICIOS</b>	<b>1</b>	<b>9,323</b>	<b>0</b>	<b>9,323</b>	<b>1%</b>	<b>100%</b>
<b>SUBTOTAL ÁREA VENDIBLE</b>	<b>84</b>	<b>372,415</b>	<b>79,101</b>	<b>451,516</b>	<b>61%</b>	<b>100%</b>
<b>ÁREA NO VENDIBLE</b>						
<b>VALIIDADES</b>						
VALIIDADES SECUNDARIAS	5	44,268	1,102	45,370	6%	62%
VALIIDADES LOCALES	5	16,052	11,962	28,014	4%	38%
<b>SUBTOTAL VALIIDADES</b>	<b>10</b>	<b>60,320</b>	<b>13,064</b>	<b>73,384</b>	<b>10%</b>	<b>100%</b>
<b>ÁREAS VERDES</b>						
PARQUES Y JARDINES	8	6,012	12,830	18,842	3%	9%
A.V. ASOCIADA A CTD. AVANDARÓ	1	11,068	2,826	13,894	2%	7%
A.V. NATURAL RECREATIVA	1	76,945	0	76,945	10%	37%
A.V. NATURAL DE CONSERVACIÓN	1	96,548	0	96,548	13%	46%
POLISONDOS INAH	2	2,517	0	2,517	0%	1%
<b>SUBTOTAL ÁREAS VERDES</b>	<b>...</b>	<b>193,090</b>	<b>15,656</b>	<b>208,746</b>	<b>28%</b>	<b>100%</b>
<b>INFRAESTRUCTURA</b>						
ÁREA RESERVADA PARA INFRAESTRUCTURA	1	0	3,553	3,553	0%	100%
<b>SUBTOTAL INFRAESTRUCTURA</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>3,553</b>	<b>3,553</b>	<b>0%</b>	<b>100%</b>
<b>SUBTOTAL ÁREA NO VENDIBLE</b>	<b>...</b>	<b>253,410</b>	<b>32,673</b>	<b>286,083</b>	<b>39%</b>	<b>100%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>...</b>	<b>625,825</b>	<b>111,774</b>	<b>736,999</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

**Notas:**

(1) Los valores presentados en esta tabla son aproximados y están sujetos a la matematización de los lotes para que sus áreas sean precisas.

(2) A(%) expresa el porcentaje que representa el área respecto al total y B(%) el porcentaje que representa el área respecto al subtotal (zona).

(3) La estimación de áreas no incluye la valiedad primaria de acceso (Circuito Avándaro).

Con base en la información proporcionada, queda de manifiesto que las actividades que se plantean en el Proyecto Bosques de Pamejé cumplen cabalmente con las condiciones que establece el citado Plan Parcial de Incorporación Territorial y que modifican los usos y normas originales (ZFB) del Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Valle de Bravo.

Es importante tener en cuenta que para efectos del Uso de Suelo H3000B Habitacional Campestre de Densidad 3000 con aprovechamiento controlado, el Proyecto dará cabal cumplimiento a las Normas de Ocupación dictadas por el Ayuntamiento Constitucional de Valle de Bravo, a través de su Plan Maestro, entre las que destacan por su relevancia las que se presentan en la Tabla III.27.

**Tabla III. 27. Normas de Ocupación dictadas por el Ayuntamiento Constitucional de Valle de Bravo.**

	Uso Específico	H3000	
<b>Densidad</b>	Habitantes/Hectárea	18	18
	No de Viviendas/ Hectárea	3	3
	M <sup>2</sup> de Terreno Bruto/Vivienda	3000	3000
<b>Superficie Mínima sin construir</b>	% de superficie sin construir	70	75
<b>Superficie Máxima de Desplante</b>	% Superficie construida	30	25
<b>Altura Máxima de Construcción</b>	Niveles	2	2
	ML. Sobre desplante	7.5	7.5

Las normas de ocupación dictan que el número ideal de habitantes por hectárea es de **3**; mientras que en el proyecto se estima que se tendrá una densidad de **3 viv/ha** aproximadamente, al igual que el número de habitantes por hectárea que se ajustan a las normas de ocupación establecidas en el municipio de Valle de Bravo.

El proyecto también considera los demás lineamientos establecidos en dicha norma y se ajusta a las especificaciones establecidas, esto con el propósito fundamental de respetar el enfoque de integración con el bosque, proporcionando un mayor cuidado y preservación del medio natural.

**Prelación del PPIT Bosques de Pameje respecto de los ordenamientos ecológicos regionales que indiquen en el Proyecto.**

Una vez analizada la vinculación jurídica del Proyecto con los tres ordenamientos ecológicos regionales existentes que tienen incidencia en el mismo, es importante señalar que, de conformidad con lo establecido en la propia Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, dichos instrumentos de política ambiental, establecen criterios o lineamientos de regulación ecológica para la región a ordenar, los cuales en su caso deben ser considerados por las autoridades competentes como instrumentos inductivos para la creación de los Planes de Desarrollo Urbano, sin

que los mismos constituyan una regulación específica del Uso del Suelo; ya que, de conformidad con lo establecido en la fracción V artículo 115 Constitucional, dicha facultad se encuentra reservada a los Municipios, siendo que la creación de los Programas de Ordenamiento Ecológico Regional es una facultad que corresponde a los Estados.

En relación con lo anterior, la Actualización del Modelo Ecológico del Territorio del Estado de México publicada en la Gaceta Oficial del Estado de México, establece como su objetivo principal lo siguiente (Pag. 2 Gaceta del Gobierno del 19 de diciembre de 2006): "*Determinar las distintas áreas ecológicas que se localicen en el territorio, describiendo sus atributos físicos, bióticos y socioeconómicos, así como el diagnóstico de sus condiciones ambientales, **regular fuera de los centros de población, los usos del suelo con el propósito de proteger el ambiente**, conservar, restaurar y aprovechar de manera sustentable los recursos naturales respectivos (...)*"

Por su parte, el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la Subcuenca de Valle de Bravo - Amanalco, respecto de los Criterios de Regulación Ecológica (Pág. 123 Gaceta de Gobierno del 30 de octubre de 2003) señala "*El Ordenamiento Ecológico de la Subcuenca, al ser de carácter regional, **planteó recomendaciones generales** a fin de inducir modos de aprovechamiento racional de los recursos naturales asociados a los usos de suelo en la región y en las actividades productivas.*"

En este sentido, de conformidad con lo establecido en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y el Código para la Biodiversidad del Estado de México, únicamente los ordenamientos ecológicos locales, cuya facultad de creación corresponde a los Municipios, tienen como finalidad la regulación de los usos de suelo, siempre y cuando ésta se realice fuera de los centros de población.

En seguimiento a lo antes señalado, De conformidad con lo establecido por el Libro V del Código Administrativo para el Estado de México, son precisamente los planes de desarrollo urbano los instrumentos legalmente establecidos para regular el ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y el desarrollo urbano de los centros de población, siendo que éstos últimos se encuentran delimitados por la poligonal envolvente de las áreas urbanas y urbanizables.

En este sentido, el **Plan Parcial de Incorporación Territorial Bosques de Pameje**, publicado en el la Gaceta del Gobierno el 26 de noviembre de 2015, mismo que deriva del Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Valle de Bravo, resulta ser de conformidad con lo establecido en el artículo 5.17 del Código Administrativo para el Estado de México, el instrumento específico encargado de establecer las políticas, estrategias y objetivos para el desarrollo urbano de la superficie en el que se desarrollará el Proyecto, lo cual se realiza mediante la determinación de la zonificación, los destinos y las normas de uso y aprovechamiento del suelo (mismas que se detallan en el numeral III.5.2 del presente Capítulo).

De lo anterior es dable concluir que la superficie en la que se ubicará el Proyecto, es considerada como una zona urbana o urbanizable, de conformidad con lo establecido en el Plan Parcial de Incorporación Territorial Bosques de Pamejé, instrumento de regulación vigente y aplicable de conformidad con el Código Administrativo para el Estado de México, desde el 27 de noviembre de 2015, el cual forma parte del Sistema Estatal de Planes de Desarrollo Urbano, y en virtud del cual se encuentran establecidas las normas para el uso y aprovechamiento del suelo en dicha zona.

En este sentido es importante señalar que el Proyecto da cumplimiento a todas y cada una de las disposiciones del Plan Parcial de Incorporación Territorial Bosques de Pamejé, lo anterior, tal y como gráficamente se desprende de la siguiente tabla:

**Tabla III. 28. Plan Parcial de Incorporación Territorial Bosques de Pamejé.**

Normatividad Plan Parcial	Proyecto Pamejé	Condición de cumplimiento.	
<b>Proyecto general.</b>			
250 viviendas como máximo	249 Viviendas proyectadas		Cumple
La estructura vial interna será de bajo impacto (caminos permeables y amigables al ambiente), utilizando una reducida proporción de suelo, dando acceso a zonas lotificables por la parte alta principalmente, y aprovechando terracedas y veredas no arboladas existentes.	Considerado en el plano BOJ-PM-VL-NM-02 Red eléctrica, del plan maestro.		Cumple
<b>Normas generales de uso Habitacional campestre con aprovechamiento controlado.</b>			
Restricciones de construcción al frente 3m, fondo 20m, y laterales 5m.	Considerado en el plano BPJ-PM-RS-06D del plan maestro.		Cumple
Reforestación de claros no ocupados (en caso de zonas boscosas).		Por cumplir	
Reposición de árboles y/o vegetación arbustiva existente en los claros identificados como "espacios aprovechables" que sea derribada por el despiante de las construcciones, a razón de 1 a 10.		Por cumplir	
La topografía del lugar será conservada y se modificarán al mínimo de los sistemas de drenaje existentes, tanto los naturales como los creados por el hombre. La adecuación topográfica será hecha de tal manera que preserve e incremente cualquier característica del lugar y asegure un drenaje adecuado.	Considerado dentro del plan maestro Bosques de Pamejé, plano BPJ-PM-LP-07E.		Cumple
Cualquier desnivel deberá mantener una apariencia natural, mostrando contornos agradables, sin ángulos agudos y con suaves transiciones de la cima a base de los declives (Ver normatividad de desniveles en el PPIT).	Considerado dentro del plan maestro Bosques de Pamejé, plano BPJ-PM-LP-07E.		Cumple
Se deberá aprovechar el 50% de todas las áreas de superficie edificada para captar agua y el 100% del camino permeable o con canales para recolección de aguas pluviales.		Por cumplir	
Normatividad Pendientes para desniveles; Pendientes laterales en canales pluviales	Considerado en el plano UT-4.01-PM Red de drenaje pluvial, del plan maestro.		Cumple
Realizar un Estudio Ambiental para hacer el inventario de las características importantes del medio ambiente, incluidas los humedales, zonas de hábitats únicos, terrenos muy inclinados, y las zonas boscosas.	Considerado en el DTU.		Cumple
Instalación de un techo vegetado en mínimo 50% de la superficie del techo. Esta tecnología mejora la calidad del aislamiento de temperaturas del interior de la construcción, junto con hacer frente a la escorrentía de aguas pluviales y el hábitat de vida silvestre		Por cumplir	
<b>Infraestructura</b>			
Toda la infraestructura del fraccionamiento, incluyendo las redes de electricidad y triple play por cable será subterránea.	Considerado en el plano UT-4.01-PM Red eléctrica, del plan maestro.		Cumple
Sistema de drenaje con tratamiento y disposición de las aguas residuales al interior del predio.	Considerado en el plano UT-4.01-PM Red de drenaje sanitario, del plan maestro.		Cumple
<b>Normatividad Uso de suelo H3000B.</b>			
Densidad habitantes (18 hab./ha.)	(17.5 hab./ha.)		Cumple
Densidad vivienda (3 Viv. / ha.)	2.5 viv. / ha.		Cumple
Densidad bruta (3,000m2 terreno bruto / viv.)	3,969.84m2 terreno bruto/viv.		Cumple
Frente mínimo 25 metros para lotes 1,000 m2.			Cumple
Frente mínimo 30 metros para lotes mayores a 2,000 m2.			Cumple
70 % superficie mínima sin construir lotes 1,000 m2.			Cumple
75 % superficie mínima sin construir lotes mayores a 2,000 m2.			Cumple
30 % superficie máxima de despiante en lotes de 1,000 m2.			Cumple
25 % superficie max. de despiante en lotes mayores a 2,000 m2.			Cumple
2 niveles de altura máxima de construcción (7.5 mts. Lineales).			Cumple

**Nota:** Las normas de aprovechamiento para este uso, tomarán como densidad rectora la densidad bruta. Esto es, la densidad se determinará considerando la superficie total del polígono dentro del cual se desarrolle la vivienda y sus usos complementarios.

### Prevalencia del PPIT sobre el Decreto de ANP.

Por lo que respecta al decreto de creación y recategorización del Área de Protección de Recursos Naturales "*Zona Protectora Forestal de los Terrenos Constitutivos de las Cuencas de los Ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec*", es importante señalar que aún y cuando en ambos decretos y en la propia Ley General del Equilibrio Ecológico (a falta de una normatividad específica establecida en el decreto de creación y en ausencia de Plan de Manejo), se establece la regulación en materia ecológica de la superficie que comprende dicha Área Natural Protegida; esta se encuentra limitada por la facultad para regular el Uso de Suelo conferida a los Municipios dentro de su territorio; lo anterior, en términos de la fracción V artículo 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

En este sentido, y de conformidad con lo establecido por el Libro V del Código Administrativo para el Estado de México, son precisamente los planes de desarrollo urbano los instrumentos legalmente establecidos para regular el ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y el desarrollo urbano de los centros de población, siendo que éstos últimos se encuentran delimitados por la poligonal envolvente de las áreas urbanas y urbanizables.

En este sentido, el **Plan Parcial de Incorporación Territorial Bosques de Pameje**, publicado en el la Gaceta del Gobierno el 26 de noviembre de 2015, mismo que deriva del Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Valle de Bravo, resulta ser de conformidad con lo establecido en el artículo 5.17 del Código Administrativo para el Estado de México, el instrumento específico encargado de establecer las políticas, estrategias y objetivos para el desarrollo urbano de la superficie en el que se desarrollará el Proyecto, lo cual se realiza mediante la determinación de la zonificación, los destinos y las normas de uso y aprovechamiento del suelo (mismas que se detallan en el numeral III.5.2 del presente Capítulo).

De lo anterior es dable concluir que la superficie en la que se ubicará el Proyecto, es considerada como una zona urbana o urbanizable, de conformidad con lo establecido en el Plan Parcial de Incorporación Territorial Bosques de Pamejé, instrumento de regulación vigente y aplicable de conformidad con el Código Administrativo para el Estado de México, desde el 27 de noviembre de 2015, el cual forma parte del Sistema Estatal de Planes de Desarrollo Urbano, y en virtud del cual se encuentran establecidas las normas para el uso y aprovechamiento del suelo en dicha zona.

Con lo mencionado anteriormente se puede concluir que este proyecto es netamente viable y sustentable, ya que respeta los criterios, normas y políticas ambientales que se establecen; además de representar una fuente de empleos para los lugareños y de impulsar la economía en zonas cercanas al área donde se llevará a cabo el proyecto.

# CAPÍTULO IV

## **DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN**

CONTENIDO

<b>IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN .....</b>	<b>4</b>
<b>IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO .....</b>	<b>4</b>
<b>IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y EL ÁREA DEL PROYECTO.....</b>	<b>9</b>
IV.2.1. Medio abiótico .....	9
IV.2.1.1. Clima y fenómenos meteorológicos.....	9
IV.2.1.1.1. Clima.....	9
IV.2.1.1.2. Fenómenos meteorológicos.....	11
IV.2.1.2. Geomorfología .....	14
IV.2.1.2.1. Provincias y Subprovincias Fisiográfica .....	14
IV.2.1.2.2. Fracturas y sismicidad .....	17
IV.2.1.2.3. Altimetría.....	19
IV.2.1.3. Suelo.....	23
IV.2.1.3.1. Geología .....	23
IV.2.1.3.2. Edafología.....	26
IV.2.1.4. Agua.....	29
IV.2.1.4.1. Hidrología superficial.....	31
IV.2.1.4.2. Hidrología subterránea.....	35
IV.2.1.5. Aire .....	37
IV.2.2. Medio biótico. ....	37
IV.2.2.1. Flora.....	37
IV.2.2.1.1 Análisis de Flora en el Sistema Ambiental Regional (SAR) .....	37
IV.2.2.1.1.1. Corredores biológicos .....	38
IV.2.2.1.1.2. Vegetación conservada.....	38
IV. 2.2.1.1.3. Valores de importancia ecológica, parámetros bióticos y estimación de índices de diversidad y equitatividad de flora .....	42
IV.2.2.1.1.4. Resultados del Análisis del índice de valor de importancia ecológica .....	60
IV.2.2.1.1.5. Cálculo del índice de diversidad y similitud de especies.....	67
IV.2.2.1.1.6. Resumen del análisis de flora en el SAR; especies en la NOM-059 SEMARNAT- 2010, índices de valor de importancia Ecológica (IVIE), riqueza específica e índices de Shannon-Wiener y equitatividad de Pielou .....	73
IV.2.2.1.2. Análisis del área sujeta a Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF). ....	74
IV.2.2.1.2.1. Variables evaluadas.....	97
IV.2.2.1.2.2. Cálculo del índice de diversidad y similitud de especies .....	104

IV.2.2.1.2.3. Resultados y análisis del índice de diversidad y similitud de especies .....	106
IV.2.2.1.2.4. Análisis comparativo de los predios donde tendrá lugar el CUSTF con el SAR, determinando la representatividad de las especies que determinen, en su caso, que no se afecta la biodiversidad .....	112
IV.2.2.2. Fauna .....	117
IV.2.2.2.1. Diseño de muestreo para el Área del Proyecto y el SAR. ....	119
IV.2.2.2.2. Descripción del método para cada grupo de fauna en el SAR .....	121
IV.2.2.2.3. Riqueza potencial de fauna silvestre. ....	126
IV.2.2.2.4. Resultados de los muestreos de campo. ....	129
IV.2.2.2.5. Parámetros bióticos y estimación de índices de diversidad y equidad por especies de fauna en el SAR. ....	131
IV.2.2.2.6. Estimación de índices de diversidad y equidad en el SAR. ....	134
IV.2.2.2.7. Descripción del método para cada grupo de fauna en el Área del Proyecto: .....	141
IV.2.2.2.8. Resultados de los muestreos de campo. ....	147
IV.2.2.2.9. Parámetros bióticos y estimación de índices de diversidad y equidad por especies de fauna en el Área del Proyecto. ....	149
IV.2.2.2.10. Estimación de índices de diversidad y equidad en el Área del Proyecto. ....	151
IV.2.2.2.11. Análisis comparativo del Área del Proyecto donde se llevará a cabo el CUSTF con el Sistema Ambiental Regional, determinando la representatividad de las especies que determinen, en su caso que no se afecta la biodiversidad. ....	157
IV.2.2.2.12. Rutas migratorias. ....	159
IV.2.2.3 Medio socioeconómico .....	162
IV.2.2.4 Paisaje .....	171
<b>IV.3. SERVICIOS AMBIENTALES QUE PUDIERAN PONERSE EN RIESGO POR EL CAMBIO DE USO DEL SUELO PROPUESTO. ....</b>	<b>174</b>
IV.3.1. Importancia de los servicios ambientales para la cuenca hidrológica .....	174
IV.3.2. Descripción general de los servicios ambientales .....	175
IV.3.3. Servicios ambientales que pudiera afectar o poner en riesgo .....	176
IV.3.3.1. Sistema Ambiental Regional.....	177
IV.3.3.1.1. Escurrimiento superficial.....	177
IV.3.3.1.2. Infiltración .....	183
IV.3.3.1.3. Erosión hídrica.....	186
IV.3.3.1.4. Erosión eólica .....	192
IV.3.3.2. Área de Cambio de Uso de Suelo .....	196
IV.3.3.2.1. Erosión hídrica.....	196
IV.3.3.2.2. Erosión eólica .....	205
IV.3.3.2.3. Infiltración .....	209
<b>IV.4 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL .....</b>	<b>213</b>

#### **IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN.**

El sistema ambiental es un espacio geográfico caracterizado por su extensión, uniformidad y funcionamiento, cuyos límites deben ser establecidos por la continuidad del o de los ecosistemas de que forman parte, utilizando para ello componentes ambientales (geoformas, agua, aire, suelo, flora fauna, población, infraestructura, paisaje) y sus factores (calidad, cantidad, extensión, etc) donde interactúa el proyecto en espacio y tiempo.

Con base en la guía para la elaboración de un DTU Modalidad B cuya característica sea regional, los esfuerzos se deben centrar en dos rubros particulares: a) la definición, la delimitación y el análisis del **Sistema Ambiental Regional** y b) la identificación, la valoración y la cuantificación de los **impactos acumulativos** de dicho Sistema Ambiental Regional el cual puede acotarse a partir de la delimitación regional de la cuenca hidrográfica. Su mayor utilidad es la de comparar alternativas reales en el contexto del territorio, dándole a la gestión de un proyecto, o conjunto de proyectos dentro de un plan o programa, un enfoque hacia el desarrollo sustentable.

La importancia del sistema ambiental radica en que es el elemento más relevante en el desarrollo de la evaluación de un proyecto, en lo referente a la parte ambiental, es decir, define las reglas de decisión sobre el funcionamiento base de un ecosistema, seleccionando las características homogéneas y su alcance o extensión del ecosistema dentro del sistema ambiental; en alcance a una percepción en materia de calidad ambiental.

##### **IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO.**

La caracterización del Sistema Ambiental debe aportar un diagnóstico del estado de conservación o de alteración de los componentes y procesos ecológicos de la zona elegida, es decir, de la integridad funcional de los ecosistemas, ya que en última instancia un proyecto es viable ambientalmente si es compatible con la vocación del suelo y permite la continuidad de los procesos y la permanencia de los componentes ambientales (artículo 44 del REIA).

El proceso de la delimitación del SAR se llevó a cabo en primera instancia con la localización y el trazo del proyecto en los Sistemas de Información Geográfica (SIG) utilizando el software ArcGis 10.3. Los criterios aplicados para la delimitación del sistema ambiental donde pretende establecerse el proyecto Bosques de Pamejé son los siguientes:

- a) Criterios de Planeación y Desarrollo (Enfoque Sistémico):

Con referencia al Artículo 7, Fracción XI de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), la Cuenca hidrológico-forestal es la unidad de espacio físico de planeación y desarrollo, que comprende el territorio donde se encuentran los ecosistemas forestales y donde el agua fluye por

diversos cauces y converge en un cauce común, constituyen el componente básico de la región forestal, que a su vez se divide en subcuencas y microcuencas.

Para poder delimitar el SAR se sobrepusieron las capas vectoriales disponibles del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI serie V).

Una vez estandarizada la cartografía con la proyección Universal Transversal de Mercator del área de estudio, se acotó el SAR, mediante el análisis de las siguientes capas temáticas, con base en la capa de Cuencas y Subcuencas de la República Mexicana.

- Cuencas
  - Subcuencas
  - Uso de Suelo y Vegetación
  - Climas
  - Edafología
  - Geología
  - Fisiografía
  - Sistema Topoformas
  - Hidrología superficial
  - Áreas Naturales Protegidas (ANP)
  - Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA)
  - Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)
  - Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)
  - Zonas RAMSAR
  - Límites Estatales
  - Vías de comunicación
- b) Criterios Técnicos (Enfoque Geográfico): Los criterios técnicos aplicados para la delimitación del sistema ambiental son los siguientes:
- Se incluye la totalidad de la superficie sujeta a cambio de uso del suelo y la superficie total del predio;
  - Se incluye la totalidad del área de influencia directa de los impactos potenciales derivados de la remoción de la vegetación forestal en este predio por la construcción.
  - Se incluyen las áreas colindantes al sitio del proyecto donde se prevén los impactos ambientales indirectos, así como las áreas que resulten beneficiadas con el establecimiento y la operación eficiente de este proyecto.

### c) Criterios Normativos (Enfoque Administrativo)

Para la delimitación se tomaron en cuenta las Unidades de Gestión Ambiental 131, 122 y 63, que de acuerdo con las condiciones de la zona en general se intersecan con las áreas que resultan involucradas con el establecimiento y la operación del proyecto.

El procesamiento del Modelo Digital de Elevación (resolución de 15 metros, escala 1:50, 000) se llevó a cabo mediante un sistema de información geográfica (Arc GIS 10.1), el cual contiene una herramienta específica para delimitar microcuencas. En el menú de Spatial Analyst Tool- Hydrology – Flow Direction, se generó en primera instancia una capa de dirección de flujo, cuyo producto es una capa que indica la dirección hacia donde drena la red en cada punto específico.

El siguiente paso fue la generación de una capa de acumulación de flujo a partir de la dirección de flujo, en el menú Spatial Analyst Tool – Hydrology - Flow Accumulation con la cual es posible visualizar de mejor forma la red de drenaje que compone un área de interés.

A partir de la capa de acumulación de flujo se generó una red de drenaje con la herramienta Spatial Analyst Tool- Raster Calculator, posteriormente se utilizó un algoritmo en el cual se especificó un umbral para la cantidad de píxeles adyacentes que constituyeron una corriente. Aquí se especificó un valor límite de 100,000 píxeles de acumulación (Si hay más de 100, 000 píxeles que desembocan en él, se consideró parte de la red de corriente).

Hecho lo anterior se generó una red de puntos de salida de flujo mediante la herramienta Feature Vertice To Point, esta herramienta permite determinar los puntos donde se cortan cada uno de los drenajes, es decir, convierte los vértices a punto. Se puede establecer un punto al inicio, la mitad o al final de cada tramo de corriente, pero en este caso se tomaron los puntos finales que es donde hay acumulación de flujo y es el punto importante para determinación del SAR

Finalmente, del análisis realizado, se realizó la delimitación del SAR tal como se muestra en la Figura IV.1.

Aunado a lo anterior, el SAR, geopolíticamente se localiza en el Estado de México, municipio de Valle de Bravo como se muestra en la Figura IV.2.

Documento Técnico Unificado del trámite de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad B-Regional  
 “Bosques de Pamejé”



Figura IV. 1 Delimitación del SAR.

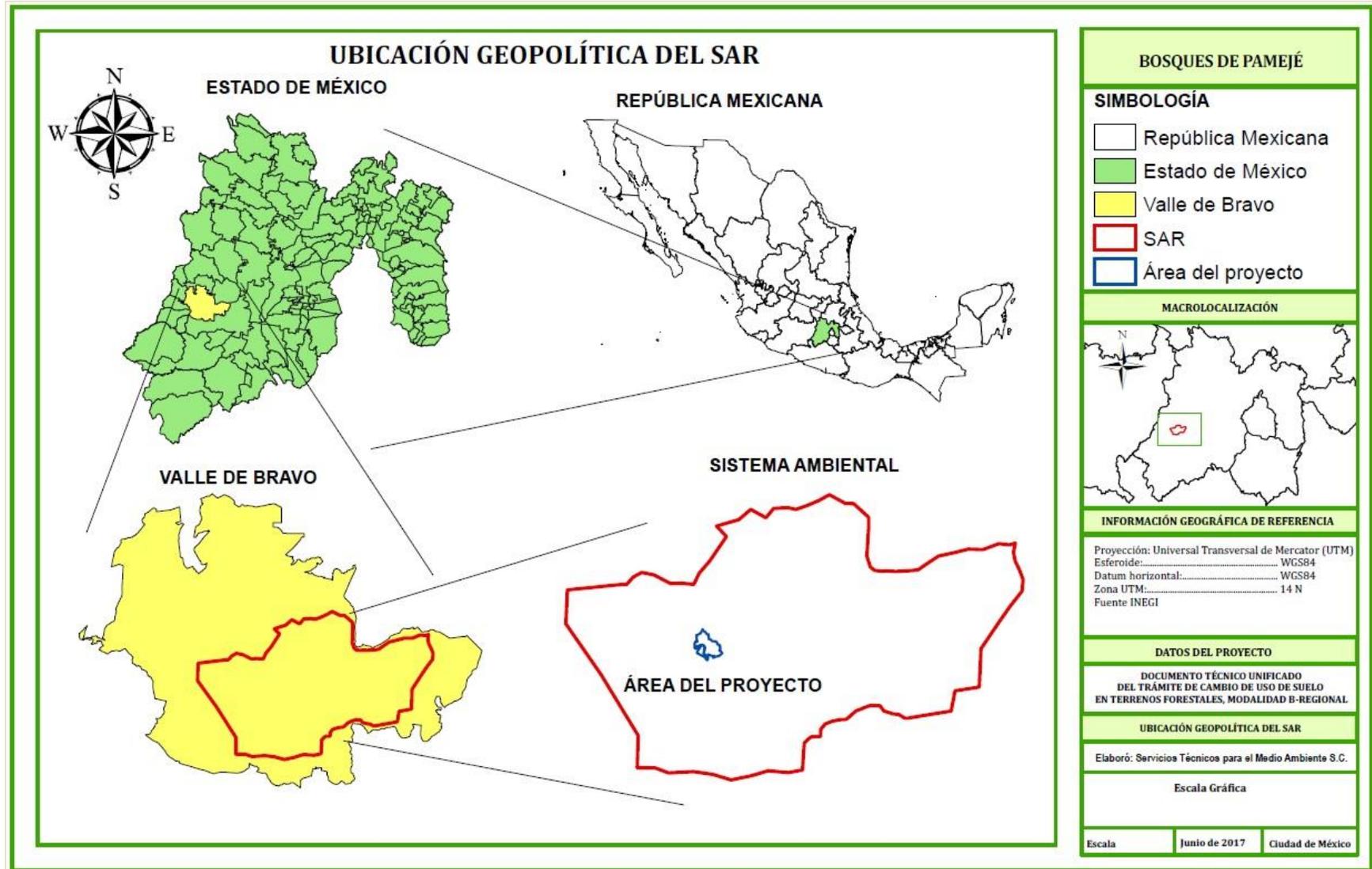


Figura IV. 2 Ubicación geopolítica del SAR y el área del proyecto.

## **IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y EL ÁREA DEL PROYECTO.**

El SAR del proyecto Bosques de Pamejé comprende una superficie total de 13,140.120 ha alrededor del predio donde se pretende el cambio de uso del suelo de interés. El proyecto, por su parte, abarca una superficie de 73.770 ha y el área para la cual se solicita el cambio de uso de suelo en terrenos forestales es de 53.352 ha.

El presente documento tiene por objeto describir el estado actual de los componentes natural, social y económico del área de estudio, con base en la información recabada en campo, así como la que derive de la consulta a bibliografía especializada y actualizada.

### **IV.2.1. Medio abiótico.**

A continuación, se exponen los componentes principales del medio abiótico que caracterizan al SAR y el área del proyecto.

#### **IV.2.1.1. Clima y fenómenos meteorológicos.**

##### **IV.2.1.1.1. Clima.**

Con base en la información de Conjunto de datos vectoriales de Unidades Climáticas, elaborado por el INEGI (2008), escala, 1: 1,000,000 el clima que comprende al SAR y el área del proyecto, de acuerdo con la clasificación climática de Köppen modificada por García (1981), corresponde a templado subhúmedo (Fórmula climática: C(w2)). La distribución climática que corresponde al SAR y al área del proyecto de muestra en la Figura IV.3.

C(w2) Unidad de clima: Templado (C).

Se caracteriza por una temperatura media anual mayor de 18°C, y la temperatura del mes más frío oscila entre -3° y 18°C.

Tipo (w): Húmedo. (w)

Son aquellos cuyo régimen de lluvias corresponde a todo el año o abundantes lluvias en verano

Subtipo: Más húmedo (2)

El cociente de la precipitación entre la temperatura (P/T) es mayor de 55.0.

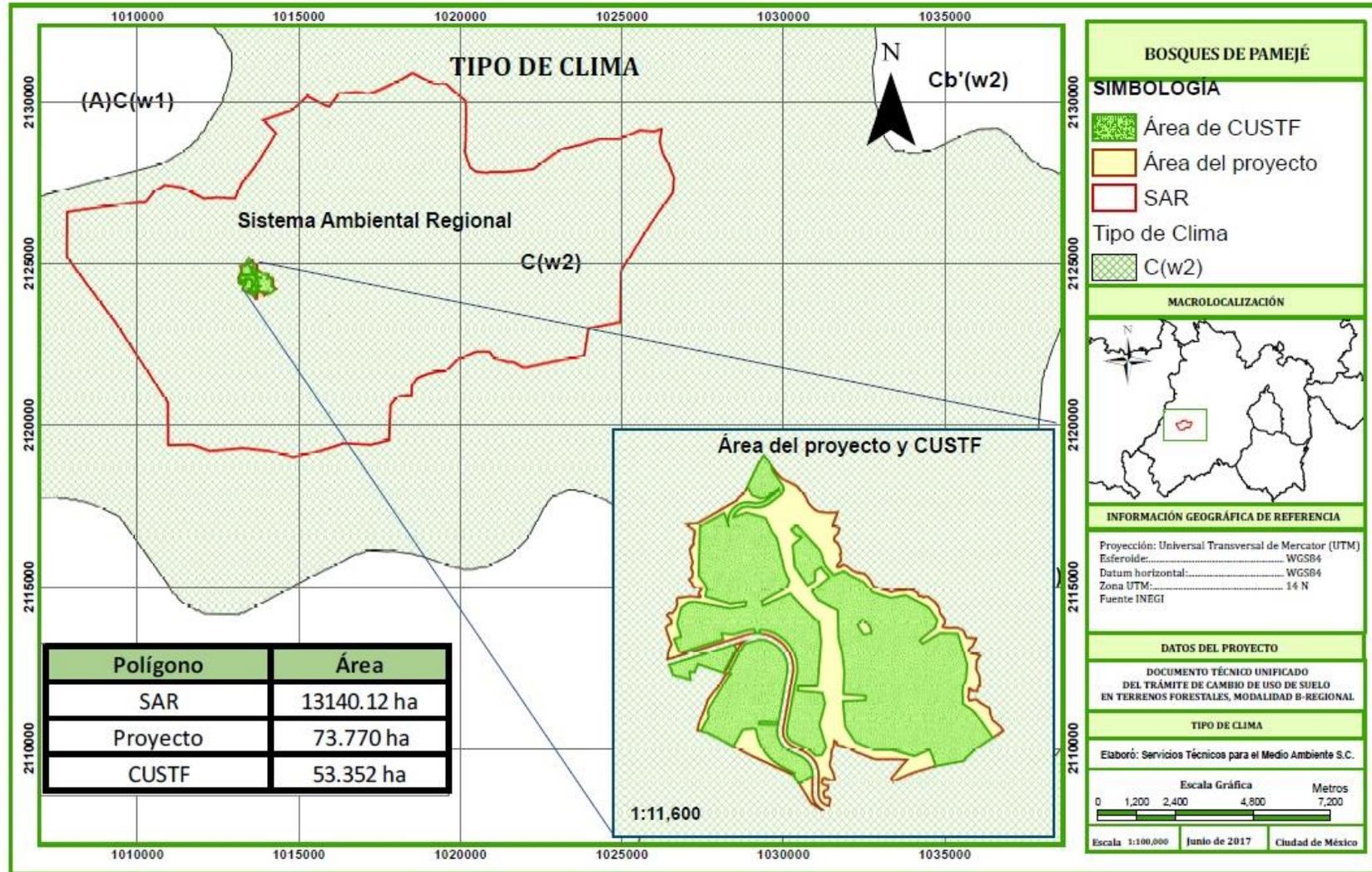


Figura IV. 3 Tipo de clima del SAR.

#### **IV.2.1.1.2. Fenómenos meteorológicos.**

La estación meteorológica más cercana al SAR y al área del proyecto, y con la cual se hicieron los cálculos de erosión e infiltración es la 0001130, correspondientes a la Presa Valle de Bravo. Los datos que presenta la estación se muestran en la Tabla IV.1.

La precipitación media es de 899.6 mm anuales. Los meses con mayor precipitación son julio, agosto y septiembre y el mes más seco es el mes de marzo. La temperatura media anual es de 24.4°C, la temperatura media mínima promedio es de 13.1 °C, mientras que la temperatura promedio máxima es de 24.4 °C; los meses que presentan las temperaturas más bajas son diciembre, enero y febrero (10.3, 9.7 y 10.3°C respectivamente). En contraste los meses con la temperatura máxima es abril y mayo (28.3°C, para ambos meses).

Anualmente hay 124.1 son días con lluvias, en 6.4 días hay presencia de niebla, en 0.7 días se presenta la caída de granizo y en 15.7 hay presencia de tormentas eléctricas.

Tabla IV. 1. Datos de la Estación Metreológica 15130 Presa Valle de Bravo.

SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL													
ESTADO DE MEXICO			PERIODO: 1951-2010				ESTACION: 00015130 PRESA VALLE DEL BRAVO (CFE)						
LATITUD: 19°14'00" N.				LONGITUD: 100° 08' 00" O.				ALTURA: 1,942.0 msnm.					
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
TEMPERATURA MÁXIMA													
TEMPERATURA MAXIMA NORMAL	22.9	24.3	26.5	28.3	28.3	24.9	22.9	22.9	22.5	23.1	23.3	22.8	24.4
MAXIMA MENSUAL	24.8	27.7	29.1	31.3	30.7	27.9	26.4	25.7	24.8	25	25.1	24.8	
AÑO DE MAXIMA	1989	2009	2009	2009	2010	2010	2009	2009	2009	1987	1986	2008	
MAXIMA DIARIA	29.0	30.5	32.0	33.0	36.5	33.0	29.0	29.0	26.5	28.0	28.0	26.5	
AÑOS CON DATOS	28	27	28	28	29	28	29	28	28	28	26	27	
TEMPERATURA MEDIA													
TEMPERATURA MEDIA NORMAL	16.3	17.3	19.1	21.0	21.9	20.3	19.0	18.9	18.7	18.5	17.6	16.6	18.8
AÑOS CON DATOS	28	27	28	28	29	28	29	28	28	28	26	26	
TEMPERATURA MÍNIMA													
TEMPERATURA MINIMA NORMAL	9.7	10.3	11.7	13.8	15.4	15.7	15.0	14.9	14.9	13.8	11.8	10.3	13.1
MINIMA MENSUAL	8.0	7.6	9.3	11.6	14.1	13.3	13.9	14.1	13.8	12.6	10.7	8.7	
AÑO DE MINIMA	1970	1983	1983	1983	2009	2004	1974	2009	1975	1987	1970	1975	
MINIMA DIARIA	4.0	4.0	6.0	7.5	10.0	8.5	10.0	9.5	10.0	8.0	7.0	2.5	
AÑOS CON DATOS	28	27	28	28	29	28	29	28	28	28	26	26	
PRECIPITACIÓN													
PRECIPITACION NORMAL	19.4	12.3	6.4	8.6	47.3	163.9	186.7	183.9	168.1	78.6	15.4	9.0	899.6
MAXIMA MENSUAL	224.7	195.3	46.8	49.4	114.5	304.2	346.9	332.9	270.4	181.6	71.3	70.7	
AÑO DE MAXIMA	1980	2010	1988	2002	2009	2003	2010	2010	1971	1976	1976	1976	
MAXIMA DIARIA	71.8	78.0	41.3	25.5	43.0	69.0	67.5	55.8	64.5	53.8	30.5	32.9	
AÑOS CON DATOS	28	27	28	28	29	29	29	28	28	28	26	27	
EVAPORACIÓN													

Documento Técnico Unificado del trámite de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad B-Regional  
"Bosques de Pamejé"

SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL													
ESTADO DE MEXICO				PERIODO: 1951-2010				ESTACION: 00015130 PRESA VALLE DEL BRAVO (CFE)					
LATITUD: 19°14'00" N.				LONGITUD: 100° 08' 00" O.				ALTURA: 1,942.0 msnm.					
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
EVAPORACION TOTAL NORMAL	119.5	145.4	211.1	232.9	221.6	135.7	105.4	106.7	98.3	113.2	108.7	104.6	1703.1
AÑOS CON DATOS	28	27	28	28	29	29	29	28	28	28	26	27	
LLUVIA													
NUMERO DE DIAS CON LLUVIA	2.1	1.6	1.4	1.9	7.1	19.9	25.6	24.9	21.9	12.5	3.6	1.6	124.1
AÑOS CON DATOS	28	27	28	28	29	29	29	28	28	28	26	27	
NIEBLA													
NIEBLA	0.0	0.2	0.0	0.0	0.1	1.2	1.7	0.8	1.5	0.5	0.3	0.1	6.4
AÑOS CON DATOS	25	24	25	25	25	25	25	24	24	24	23	24	
GRANIZO													
GRANIZO	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7
AÑOS CON DATOS	25	24	25	25	25	25	25	24	24	24	23	24	
TORMENTA ELÉCTRICA													
TORMENTA ELÉCTRICA	0.1	0.0	0.0	0.2	0.7	2.5	4.5	3.0	2.6	1.8	0.3	0.0	15.7
AÑOS CON DATOS	25	24	25	25	25	25	25	24	24	24	23	24	

Fuente: Sistema Meteorológico Nacional

#### **IV.2.1.2. Geomorfología.**

A continuación, se brindan detalles de la geomorfología de la zona donde se ubica el Proyecto Bosques de Pamejé.

##### **IV.2.1.2.1. Provincias y Subprovincias Fisiográfica.**

###### **Provincia Fisiográfica 10. Eje Neovolcánico.**

El área del SAR y el área del proyecto se encuentran en la Provincia Fisiográfica Eje Neovolcánico que se ubica en el centro del territorio mexicano. Se extiende desde el Océano Pacífico hasta el Golfo de México, constituye una ancha faja de 130 km.

La Provincia Fisiográfica Eje Neovolcánico abarca parte de los estados de Jalisco, Michoacán, Guanajuato, Querétaro, México, Hidalgo, Colima, Puebla y Veracruz, así como todo el estado de Tlaxcala y la Ciudad de México. Se caracteriza por ser una enorme masa de rocas volcánicas de todos tipos, acumulada en innumerables y sucesivas etapas, desde mediados del Terciario hasta el presente. Esta provincia está formada por grandes sierras volcánicas, grandes coladas lávicas, conos dispersos o en enjambre, amplios estrato- volcanes de basalto, depósitos de arena y cenizas, Demant (1978).

Resultan características de esta provincia las amplias cuencas cerradas ocupadas por lagos como los de Pátzcuaro y Zirahuén, o los depósitos de lagos antiguos, como los de la cuenca endorreica del mal llamado Valle de México, o bien la presencia de cuencas hundidas como la de Chapala convertida en la actualidad en un lago (Medina, 2010).

La Provincia Fisiográfica Eje Neovolcánico comprende 15 Subprovincias fisiográficas:

- Sierras Neovolcánicas Nayaritas
- Altos de Jalisco
- Sierras de Jalisco
- Guadalajara
- Bajío Guanajuatense
- Llanuras Y Sierras de Querétaro E Hidalgo
- Chapala
- Sierras Y Bajíos Michoacanos
- Mil Cumbres
- Chiconquiaco
- Lagos Y Volcanes de Anáhuac
- Neo volcánica Tarasca
- Volcanes de Colima
- Escarpa Limítrofe del Sur

- Sierras del Sur de Puebla

Específicamente el SAR y el área del proyecto se localizan dentro de la Subprovincia Mil Cumbres, cuya descripción es la siguiente.

### **Subprovincia Mil Cumbres**

Se constituye por sierras volcánicas complicadas mesetas escalonadas y lomeríos de origen volcánico que dan origen a una gran diversidad de geoformas que dan a esta región accidentada y compleja. Los suelos dominantes son andosoles y residuales para litosol, regosol y suelos rojos arcillosos (Medina, 2010).

Esta subprovincia de extensión relativamente pequeña debe su nombre a la sierra ubicada en su extremo oeste, sobre la ruta Morelia-Zitácuaro. Se trata de una región accidentada y complicada por la diversidad de sus geoformas que descienden hacia el sur. Entre las principales elevaciones de esta región sobresalen los cerros: Las Palmas, con 3 050 m; El Picacho, con 3 640; Lodo Prieto, con 3 260; y Cualtenco, con 2 120 m de altitud.

Los sistemas de topoformas de la subprovincia Mil Cumbres en el estado son: sierra volcánica de laderas escarpadas, sierra volcánica de laderas tendidas, sierra compleja, lomerío de tobas con mesetas, lomerío de basalto con mesetas, meseta basáltica con lomeríos, llanura de vaso lacustre de piso rocoso o cementado y valle de laderas tendidas.

En la Figura IV.4. que se presenta a continuación se muestra la ubicación del SAR y el área del proyecto respecto a la Subprovincia Mil cumbres.

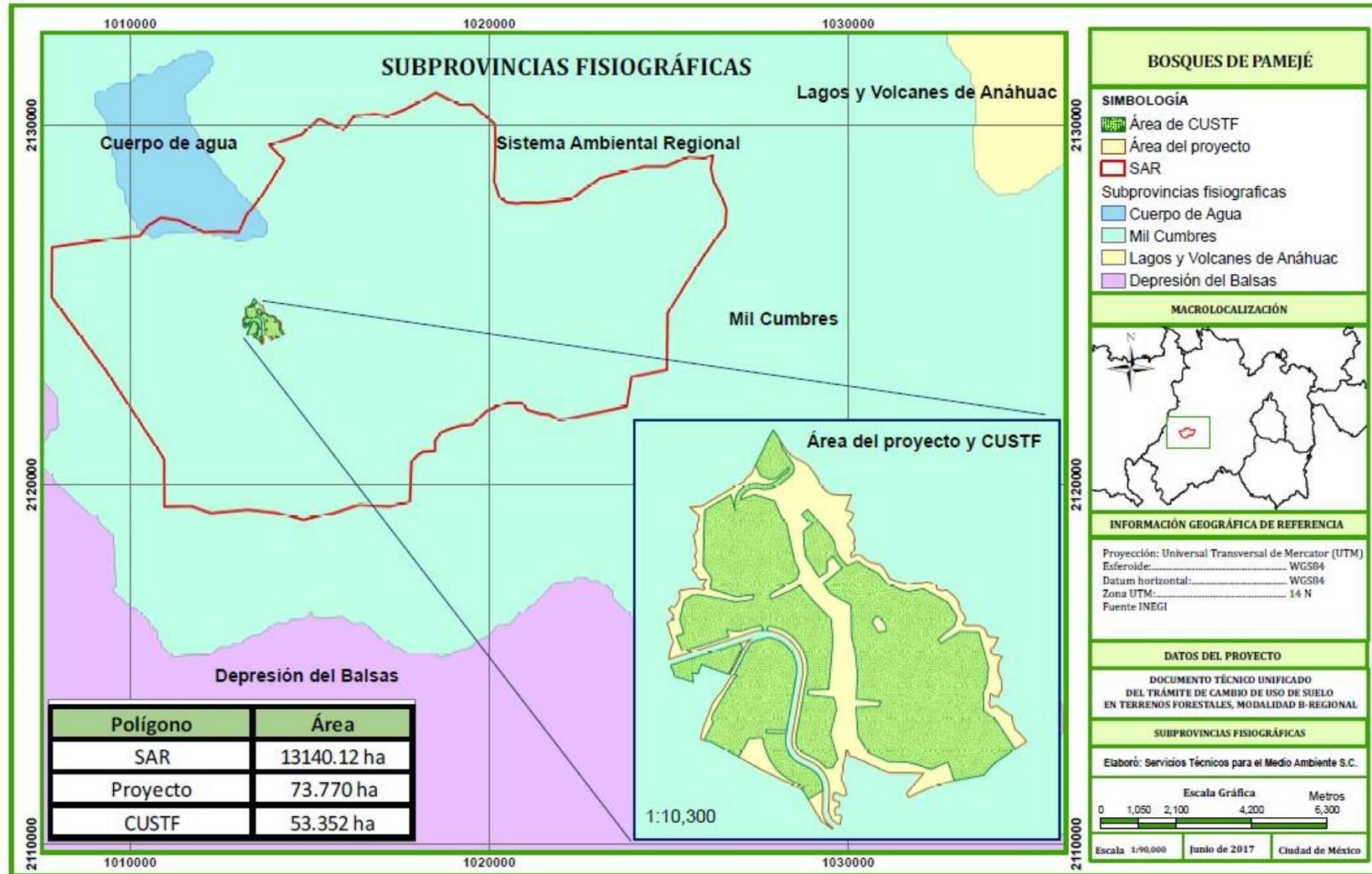


Figura IV. 4 Ubicación del SAR en la subprovincia fisiográfica Mil Cumbres.

#### IV.2.1.2.2. Fracturas y sismicidad.

Según el Conjunto de datos vectoriales de 1: 1,000,000 elaborado por INEGI, escala, 1: 1,000,000 en el SAR hay presencia de dos fracturas, cuyas longitudes son de 7.478 km (Fractura A) y 7.879 km (Fractura B) de dirección Noreste – Sureste como se observa en la Figura IV.5.

De igual manera se puede observar que la Fractura A se encuentra cercana al área del proyecto, a una distancia aproximada de 200 metros, el detalle se puede observar en la Figura IV.5.

Una fractura se define como un plano de ruptura de la roca. En general la formación de fracturas es causada por los siguientes procesos geológicos: Por movimientos y deformaciones corticales (epirogénesis y orogénesis). Por contracción y disecación de los sedimentos. Por liberación de tensión (stress release), cuando por el proceso de levantamiento y erosión la roca se acerca otra vez a la superficie o por tensiones paralelas a la superficie.

Por otra parte, según el Sistema Sismológico Nacional reporta baja sismicidad en la zona del año. De 1990 a la fecha no se han reportado eventos de gran magnitud. Un sismo de baja escala en el SAR reportado el 6 de junio del presente año a una distancia de 9 km al sur de Valle de Bravo, sin embargo, hay reporte de otros tres sismos cercanos al área del SAR (Tabla IV.2). En la Figura IV.5 se aprecia la ubicación del epicentro de los Sismos cercanos al SAR.

**Tabla IV. 2. Registro de sismos en el área cercana al SAR.**

No.	Fecha	Localización del epicentro	Magnitud (Escala Ritcher)	Coordenadas Geográficas decimales	
				Latitud	Longitud
1	06/06/2017	9 km al sur de Valle de Bravo	3.5	19.110	-100.120
2	18/05/2015	11 km al sur de Valle de Bravo	3.8	19.092	-100.131
3	24/09/2007	9 km al suroeste de Valle de Bravo	3.6	19.140	-100.200
4	05/07/2002	12 km al suroeste de Valle de Bravo	3.8	19.090	-100.160

**Fuente: Sistema Sismológico Nacional**

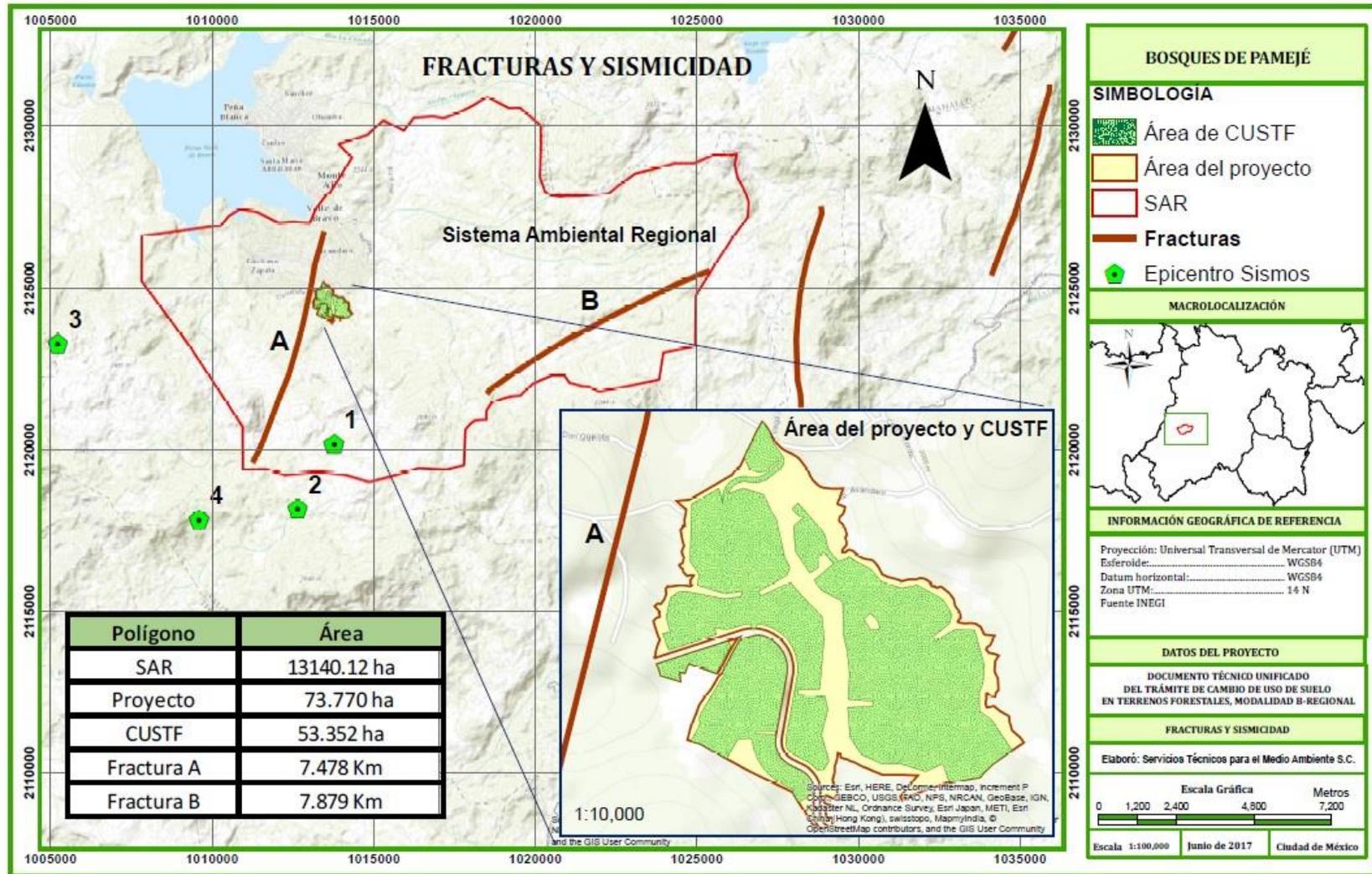


Figura IV. 5. Fracturas presentes en el SAR.

#### IV.2.1.2.3. Altimetría.

La pendiente y la altitud se calculó mediante el análisis de Modelos Digitales de Elevación a 15 metros proporcionados por INEGI (2010). Del análisis realizado, se obtuvo que, para el SAR, la pendiente promedio en porcentaje es de 19.05%, teniendo como pendiente máxima 152.4 % (para la clasificación se consideró el umbral máximo a 100 %) y una mínima de 0 %.

En la Figura IV.6 se presenta la distribución de los valores de pendiente del SAR; el rango predominante va de 0 a 20% y en la Figura IV.8 se observa espacialmente la distribución de los rangos de pendiente.

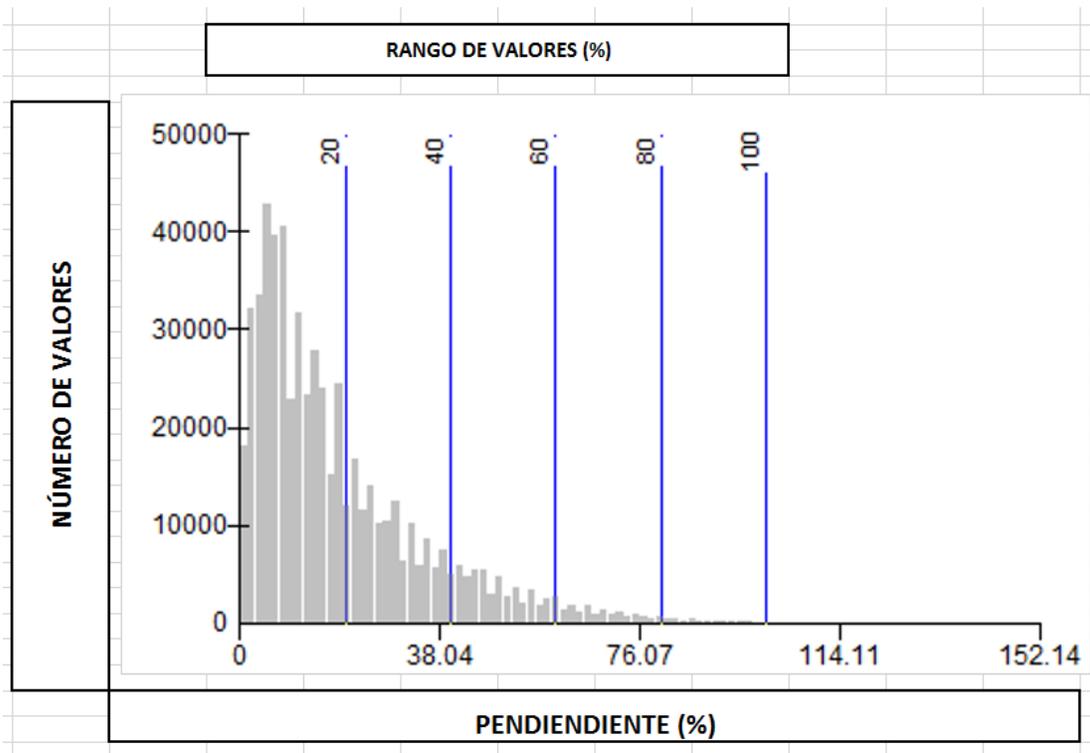
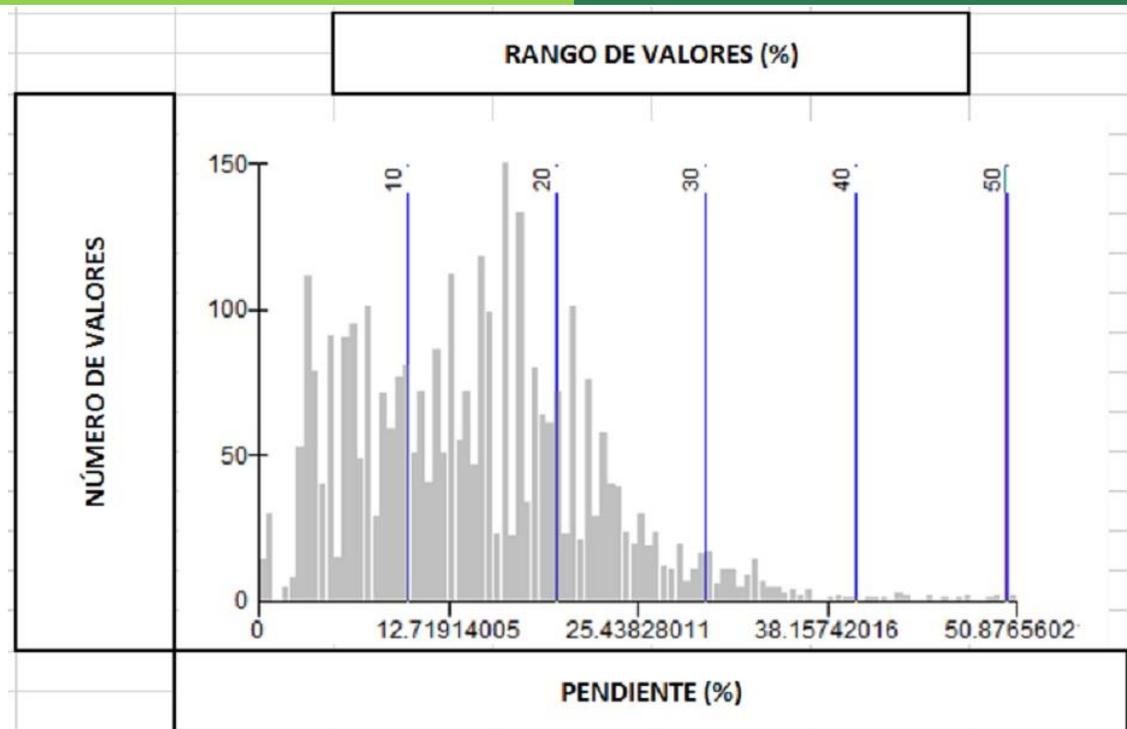


Figura IV. 6. Clasificación de los valores de pendiente del SAR.

Para el caso del área del proyecto la pendiente máxima es de 51 %, teniendo como promedio 14.4%. El rango de pendiente predominante va de los 0% a los 20 % como se observa en la Figura IV.7 y 4.8.



**Figura IV. 7. Clasificación de los valores de pendiente del área del Proyecto y CUSTF.**

Respecto a la altitud al rango de altitud del SAR, va desde los 1800 hasta los 3000 metros sobre el nivel del mar (msnm). En la Figura IV.7 se observa el SAR con curvas a nivel cada 50 metros.

Mientras que, en el área del proyecto, la altitud va de los 1940 metros hasta los 2000 metros como se puede apreciar en la Figura IV.9.

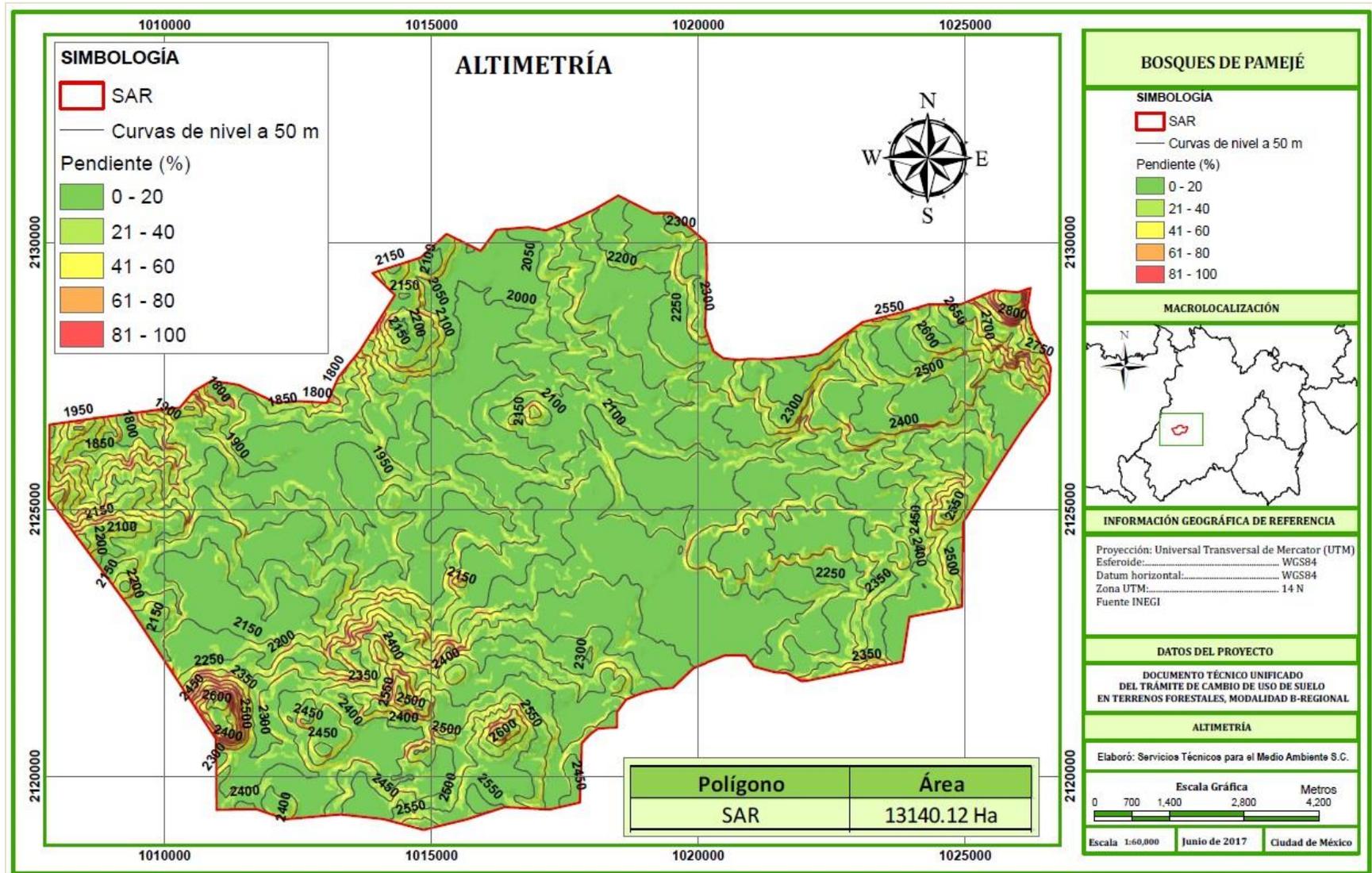


Figura IV. 8 Pendiente y altitud presente en el SAR.

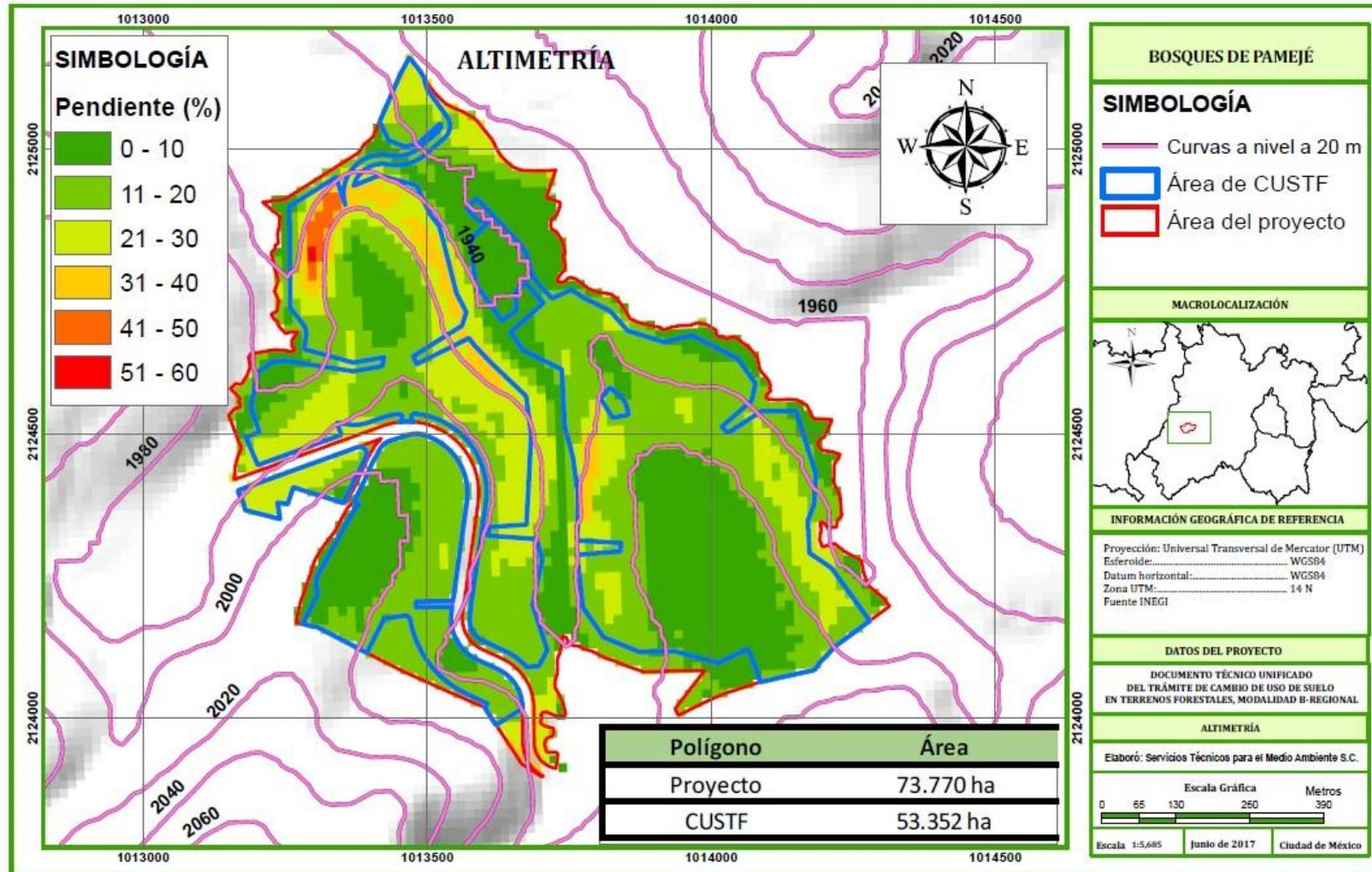


Figura IV. 9 Distribución de los rangos de pendiente en el área del proyecto y CUSTF.

### IV.2.1.3. Suelo.

A continuación, se describen las características relacionadas con el suelo.

#### IV.2.1.3.1. Geología.

El tipo de rocas presente en el SAR, según el Conjunto de datos vectoriales de 1: 1,000,000 elaborado por el INEGI, escala, 1: 1,000,000 es ígnea extrusiva básica, esquisto e ígnea extrusiva intermedia. En la Tabla IV.3. se desglosa el tipo de roca y el área que ocupa en el SAR, mientras que en la Figura IV.10 se presenta la distribución espacial.

Las superficies clasificadas según la geología presente en el SAR se muestran en la Tabla IV.3.

**Tabla IV. 3. Tipo de rocas presentes en el SAR.**

Clave	Clase	Tipo	Área (ha)
Q(lgeb)	Ígnea extrusiva	Ígnea extrusiva básica	10620.090
M(E)	Metamórfica	Esquisto	1669.100
Ts(lgei)	Ígnea extrusiva	Ígnea extrusiva básica	849.837
Ts(lgeb)	Ígnea extrusiva	Ígnea extrusiva intermedia	1.094
Total			<b>13140.121</b>

Por otra parte, en la totalidad de la superficie del proyecto el tipo de roca es esquisto y su distribución se muestra en la Figura IV.10.

A continuación, se hace una breve descripción del tipo de rocas presentes en el SAR y área del proyecto.

**Roca ígnea extrusiva**, o volcánica, se forma cuando el magma fluye hacia la superficie de la Tierra y hace erupción o fluye sobre la superficie de la Tierra en forma de lava; luego se enfría y forma las rocas. La lava que hace erupción hacia la superficie de la Tierra puede provenir de diferentes niveles del manto superior de la Tierra, entre 50 a 150 kilómetros por debajo de la superficie.

Cuando la lava hace erupción sobre la superficie de la Tierra, se enfría rápidamente. Si la lava se enfría en menos de un día o dos, los elementos que unen a los minerales no disponen de mucho tiempo. En su lugar, los elementos son congelados dentro del cristal volcánico. Con frecuencia, la lava se enfría después de unos cuantos días o semanas, y los minerales disponen de suficiente tiempo para formarse, pero no de tiempo para crecer y convertirse en grandes pedazos de cristal.

**Las rocas metamórficas** (del griego meta, cambio, y morphe, forma, "cambio de forma") resultan de la transformación de rocas preexistentes que han sufrido ajustes estructurales y mineralógicos bajo ciertas condiciones físicas o químicas, o una combinación de ambas, como son la temperatura, la presión y/o la actividad química de los fluidos agentes del metamorfismo.

Estos ajustes, impuestos comúnmente bajo la superficie, transforman la roca original sin que pierda su estado sólido generando una roca metamórfica. La roca generada depende de la composición y textura de la roca original, de los agentes del metamorfismo, así como del tiempo en que la roca original estuvo sometida a los efectos del llamado proceso metamórfico. Por la naturaleza de su origen puede haber una gradación completa entre las rocas metamórficas y las ígneas o sedimentarias de las que se formaron. El estudio de estas rocas provee información muy valiosa acerca de procesos geológicos que ocurrieron dentro de la Tierra y sobre su variación a través del tiempo.

**Esquisto** (del griego σχιστός, 'escindido') constituyen un grupo de rocas metamórficas de grado medio, notables principalmente por la preponderancia de minerales laminares tales como la mica, la clorita, el talco, la hornblenda, grafito y otros.

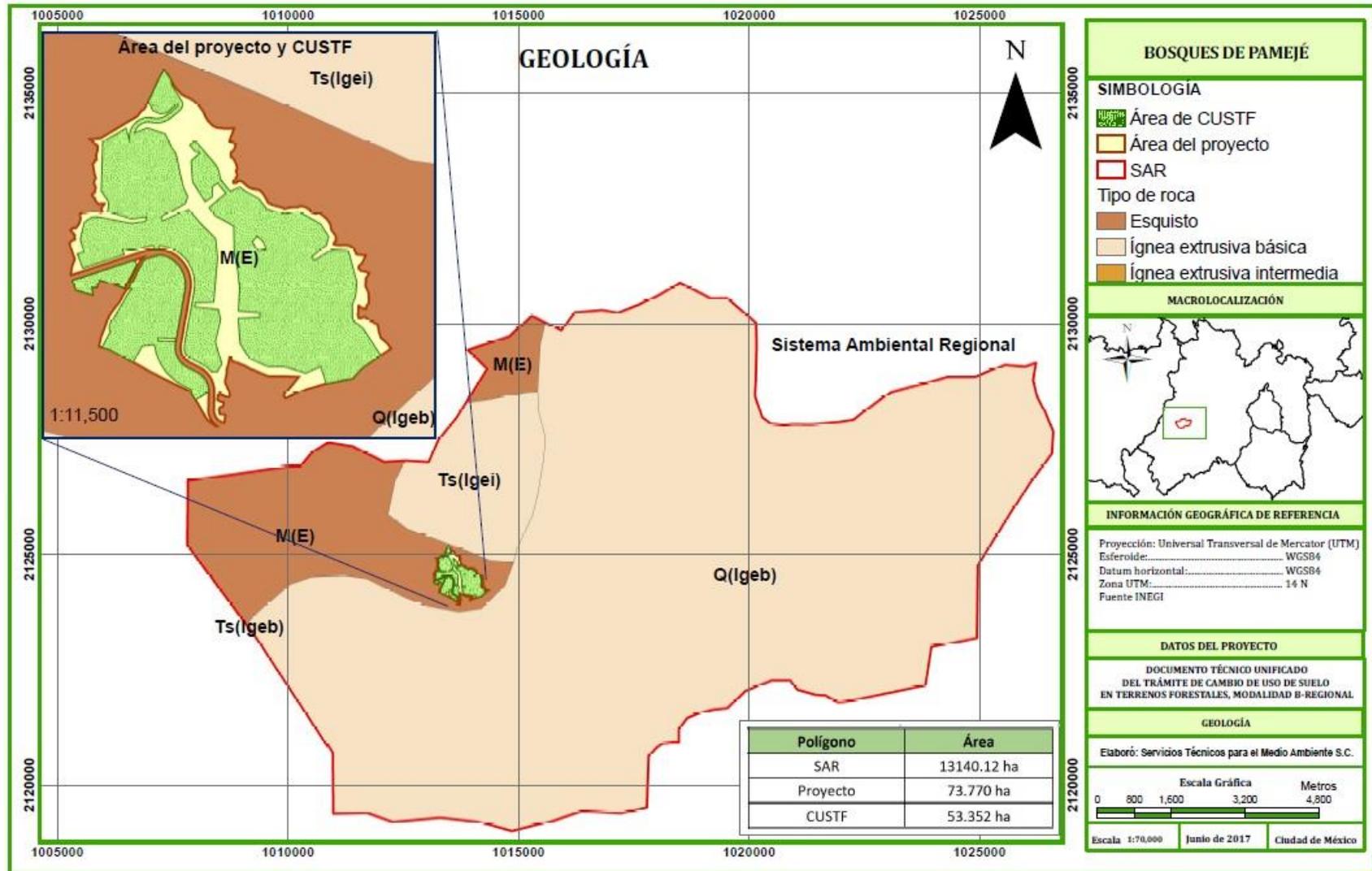


Figura IV. 10 Tipo de rocas presente en el SAR.

#### IV.2.1.3.2. Edafología.

De acuerdo con el Conjunto de datos vectoriales de Conjunto de datos vectoriales Perfiles de suelos, elaborado por el INEGI (2014), escala, 1: 1,000,000 los tipos de suelo que comprende al SAR y de acuerdo con la clasificación de la FAO/UNESCO/1988 modificada por la Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL) en 1970 son predominantemente 3: Acrisol órtico (Ao), Andosol húmico (Th) y Cambisol dístrico (Bd), mientras que para todo el área del proyecto el tipo de suelo presente es Andosol húmico, con clave específica Th+1/2/L (Andosol húmico (Th) + Andosol órtico (To); Textura: Media (2); Fase física del suelo: Lítica (L)).

Las características de cada tipo de suelo presentes en el SAR, así como el área que le corresponde para cada tipo de suelo se especifica en la Tabla IV.4.

**Tabla IV. 4. Tipos de suelos presentes en el SAR.**

Tipo de suelo	Clave	Área (ha)
Acrisol órtico (Ao); Textura: Gruesa (3)	Ao/3	2003.387
Acrisol órtico (Ao) + Andosol húmico (Th); Textura: Media (2)	Ao+Th/2	666.545
Acrisol órtico (Ao) + Andosol húmico (Th); Textura: Media (2); Fase física del suelo: Lítica profunda (LP)	Ao+Th/2/LP	696.642
Andosol húmico (Th); Textura: Media (2)	Th/2	898.711
Andosol húmico (Th); Textura: Media (2); Fase física del suelo: Pedregosa (P)	Th/2/P	186.002
Andosol húmico (Th) + Litosol (I); Textura: Media (2); Andosol húmico (Th); Textura: Media (2)	Th+I/2/L	2292.891
Andosol húmico (Th) + Andosol órtico (To); Textura: Media (2)	Th+To/2	3429.464
Andosol húmico (Th) + Andosol órtico (To); Textura: Media (2); Fase física del suelo: Lítica (L)	Th+To/2/L	2681.900
Andosol húmico (Th) + Andosol órtico (To) + Acrisol órtico (Ao); Textura: Media (2)	Th+To+Ao/2	148.750
Cambisol dístrico (Bd) + Regosol dístrico (Rd) + Litosol (I); Textura: Media (2); Fase física del suelo: Lítica (L)	Bd+Rd+I/2/L	0.282
Cambisol dístrico (Bd) + Andosol húmico (Th); Textura: Media (2); Fase física del suelo: Lítica (L)	Bd+Th/2/L	101.545
Cuerpo de Agua	---	34.002
<b>Total</b>		<b>13140.121</b>

Con base a lo anterior, a continuación, se describen los tipos de suelo presentes en el SAR y el área del proyecto; además en la Figura IV.11 se muestra la distribución de los tipos de suelo presentes.

**Acrisol órtico (Ao).** Del latín acris: agrio, ácido; y solum: suelo. Literalmente, suelo ácido.

Son suelos que se encuentran en zonas tropicales o templadas muy lluviosas. En condiciones naturales tienen vegetación de selva o bosque. Se caracterizan por tener acumulación de arcilla en el subsuelo, por sus colores rojos, amarillos o amarillos claros con manchas rojas, muy ácidos y pobres en nutrientes. Son adecuados para la explotación forestal; también se pueden dedicar a actividades agropecuarias, aunque el costo de fertilización y encalado es muy elevado (FAO-UNESCO, 1988).

En México se usan en la agricultura con rendimientos muy bajos, salvo los frutales tropicales como cacao, café o piña, en cuyo caso se obtienen rendimientos de medios a altos; también se usan en la ganadería con pastos inducidos o cultivados; sin embargo, el uso más adecuado para la conservación de estos suelos es el forestal. Son moderadamente susceptibles a la erosión

**Andosol húmico (Th).** De las palabras japonesas an: oscuro; y do: tierra. Literalmente, tierra negra. Suelos derivados de cenizas volcánicas, muy ligeros y con alta capacidad de retención de agua y nutrientes; por su alta susceptibilidad a la erosión, así como por la fuerte fijación de fósforo que presentan se deben destinar a la explotación forestal. En condiciones naturales presentan vegetación de bosque o selva. Tienen generalmente bajos rendimientos agrícolas debido a que retienen considerablemente el fósforo y éste no puede ser absorbido por las plantas. Sin embargo, con programas adecuados de fertilización consiguen rendimientos muy altos. Tienen también uso pecuario especialmente ovino; el uso más favorable para su conservación es el forestal. Son muy susceptibles a la erosión eólica (FAO-UNESCO, 1988).

**Cambisol dístrico (Bd).** Del latín cambiare: cambiar. Literalmente, suelo que cambia. Estos suelos son jóvenes, poco desarrollados y se pueden encontrar en cualquier tipo de vegetación o clima excepto en los de zonas áridas. Se caracterizan por presentar en el subsuelo una capa con terrones que presentan vestigios del tipo de roca subyacente y que además puede tener pequeñas acumulaciones de arcilla, carbonato de calcio, fierro o manganeso. También pertenecen a esta unidad algunos suelos muy delgados que están colocados directamente encima de un tepetate. Son muy abundantes, se destinan a muchos usos y sus rendimientos son variables pues dependen del clima donde se encuentre el suelo; el uso a que se puedan destinar es el agrícola y son de moderada a alta susceptibilidad a la erosión (FAO-UNESCO, 1988).

Con respecto al grado de erosión, el predio presenta un grado de erosión bajo, pues debido a la presencia de vegetación continua, la erosión hídrica y eólica es mínima, en general el predio no presenta erosión laminar ni erosión en cárcavas o surcos.

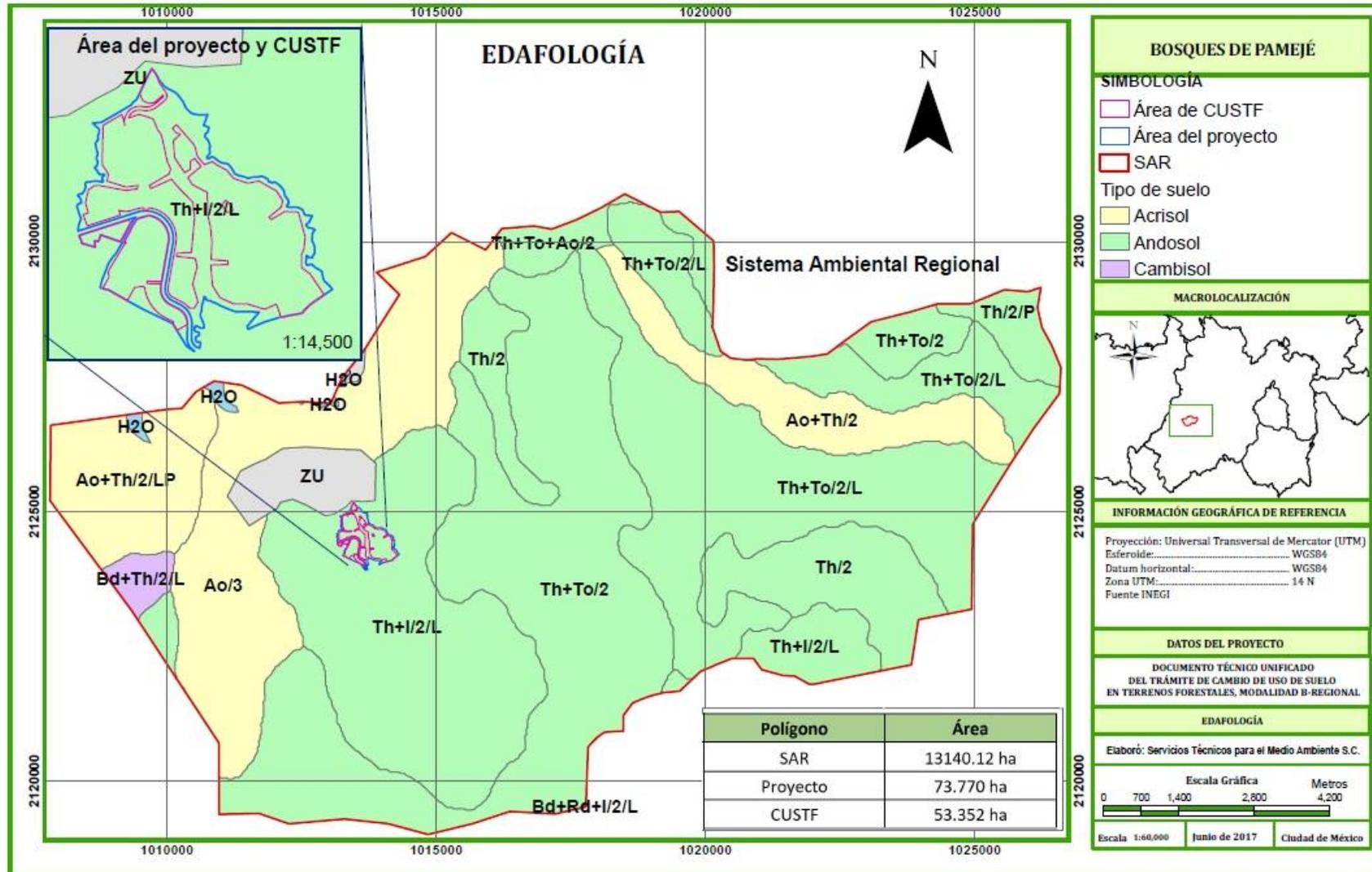


Figura IV. 11 Tipos de suelo presentes en el SAR y el área del proyecto

## Profundidad del suelo y pedregosidad

Para determinar la profundidad del suelo del área de construcción que corresponde con el área que se solicita para Cambio de Uso de Suelo, se realizó un muestreo simple aleatorio en el que se midió con una varilla de 1.2 metros de largo, la profundidad del suelo.

La coordenada de los sitios de muestreo se presenta en la Tabla IV.5.

**Tabla IV. 5. Coordenadas UTM de los sitios de muestreo de profundidad de suelo.**

Coordenadas UTM WGS84 Zona14 Q					
Sitio	X	Y	Sitio	X	Y
ST1	382669	2117261	ST11	381984	2117844
ST2	382702	2117326	ST12	381959	2117720
ST3	382638	2117384	ST13	381970	2117506
ST4	382637	2117412	ST14	382244	2117226
ST5	382632	2117488	ST15	382317	2117348
ST6	382483	2117452	ST16	382046	2118419
ST7	382300	2117868	ST17	381489	2118087
ST8	382228	2117981	ST18	381616	2117415
ST9	381978	2118373	ST19	382118	2116942
ST10	381967	2117997	ST20	383407	2117384

Del análisis de los datos se realizó un mapa de profundidad del suelo (Figura IV.12) y el porcentaje de distribución de la profundidad del suelo se muestra en la (Tabla IV. 6). Como se puede observar la profundidad del suelo predominante es de 70 cm, mientras que la profundidad promedio es de 64 cm. es necesario destacar que el área que la profundidad mínima que se encontró es de 40 cm.

**Tabla IV. 6. Distribución de la profundidad del suelo respecto al área de Cambio de Uso de Suelo.**

Profundidad (cm)	Área (ha)	Área (%)
40	0.002	0.004
45	0.108	0.202
50	0.130	0.244
55	0.116	0.218
60	2.324	4.356
65	11.889	22.284
70	27.039	50.680
75	8.271	15.502
80	2.547	4.774
85	0.553	1.037
90	0.373	0.699
<b>Total</b>	<b>53.352</b>	<b>100.000</b>

En el área del proyecto no presenta suelos con pedregosidad, y se constató con durante el levantamiento de la información de flora, fauna y de profundidad del suelo. (Anexo 23).

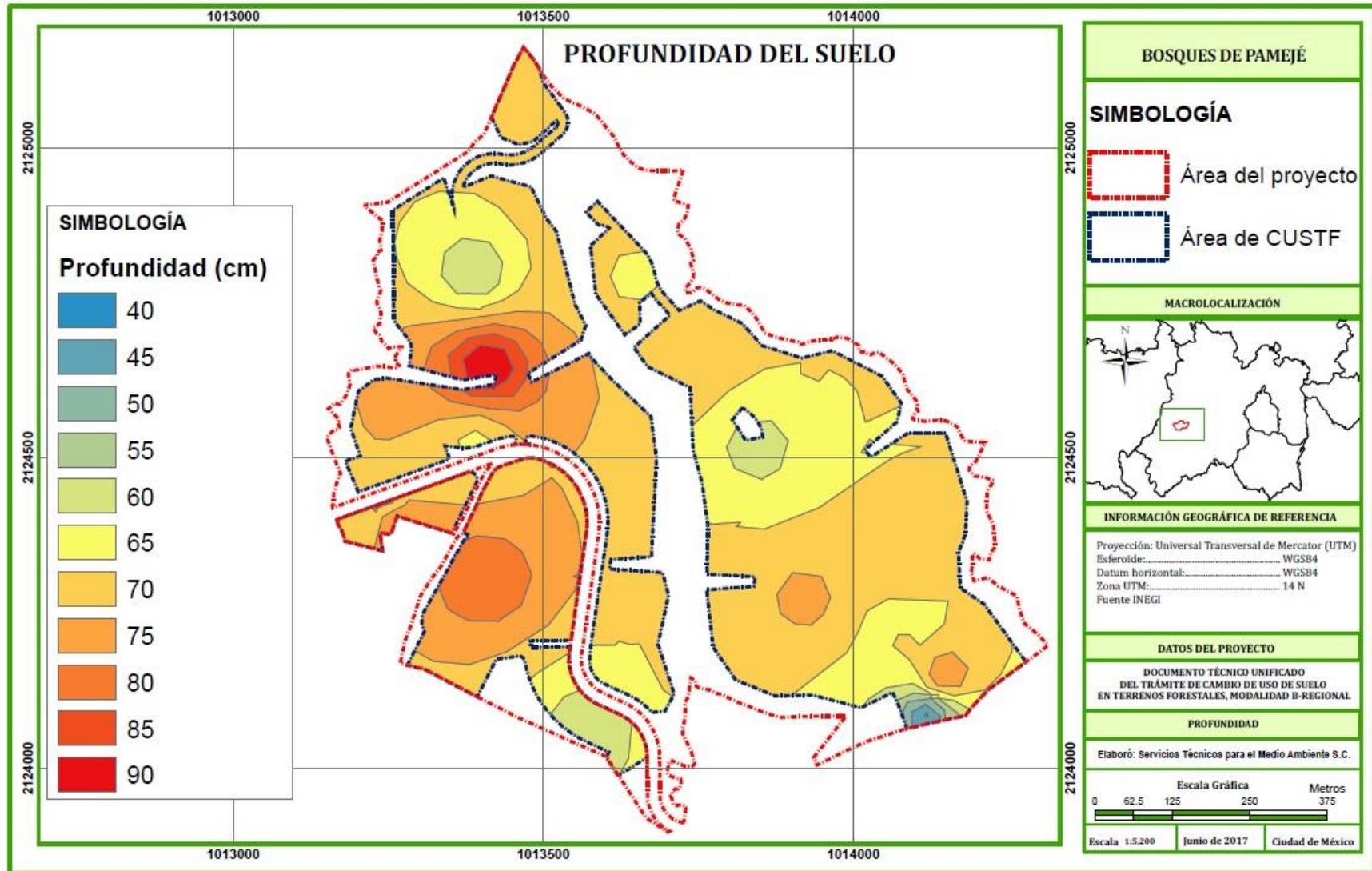


Figura IV. 12. Profundidad del suelo presente en el área de CUSTF.

#### **IV.2.1.4. Agua.**

A continuación, se describen los elementos relacionados con el recurso hídrico.

##### **IV.2.1.4.1. Hidrología superficial.**

###### **Sistema Ambiental Regional.**

El área del proyecto y el SAR se encuentra dentro de la Región Hidrográfica 18 Balsas, Cuenca G correspondiente al Río Cutzamala, subcuenca g Río Tilostoc (RH18Gg). Se define como una cuenca de tipo abierta.

En el SAR, los tipos de corrientes presentes manifiestan un tipo de red detrítica, cuyos principales afluentes son los arroyos Alameda, Los Hoyos, Peras altas y Los Saucos que desembocan hacia la presa "Valle de Bravo". Su ubicación espacial se presenta en la Figura IV.13.

###### **Área del proyecto**

En el área del proyecto hay tres corrientes sin nombres, dos perennes y una intermitente que atraviesan el predio de sur a norte.

Por otra parte, hay presencia de caudales artificiales dentro del área del proyecto en donde se puede observar la presencia de agua.

El detalle de las dos corrientes perennes y una intermitente que atraviesan el área del proyecto y el CUSTF se aprecian en la Figura IV.14. En el Anexo 23 se muestra las fotografías de las corrientes presentes en el área del proyecto.

La información que se presenta en párrafos posteriores ha sido tomada del INEGI (2001).

###### **Región Hidrográfica 18 Balsas**

La RH-18 Balsas se ubica al centro-sur de la República Mexicana. Colinda al norte con las regiones hidrológicas 12, 26 y 27; al este con la RH-28. al sur con la RH-20 y la RH-19, y al oeste con la RH-17 y la RH-16. Es drenada por un conjunto de corrientes intermitentes pequeñas y por corrientes perennes como el río Balsas; presenta un patrón de drenaje dendrítico subparalelo.

El río Balsas, conocido también como Atoyac, Mezcala o Zacatula, se considera importante en la República Mexicana dentro del contexto hidrológico, ubicándose al suroeste del estado de México. La región comprende las planicies de Coatepec Harinas, Llano Grande y Almoloya de Alquisiras, y la

integran parte de las siguientes cuatro cuencas: (A), Río Atoyac; (C), Río Balsas-Zirándaro; (F), Río Grande de Amacuzac y (G), Río Cutzamala.

### **Cuenca Río Cutzamala (G)**

La porción de la cuenca Río Cutzamala, que se localiza en territorio mexiquense se ubica al suroeste de la entidad, cubre 23.01% de la superficie estatal. Colinda al norte y este con la cuenca (A) de la RH-12 y la (F) de la RH-18, al sur con la cuenca (C) de la RH-18 y al oeste se continúa hacia los estados de Michoacán de Ocampo y de Guerrero.

El drenaje es de tipo dendrítico subparalelo, conformado por corrientes perennes y subcolectores intermitentes de segundo y tercer orden, su dirección de escurrimiento es de noreste a suroeste. La corriente más importante de esta cuenca es el río Cutzamala, el cual, a lo largo de sus 262 km de recorrido, recibe los siguientes nombres: Táximaroa, Turundeo, Río Grande, Tuxpan y Zitácuaro; es uno de los principales afluentes del río Balsas.

Se origina a 2 725 metros sobre el nivel del mar (msnm) y a 61.5 km al este de Morelia, Mich. En su recorrido llegan a esta corriente varios afluentes: Temascaltepec, Los Ciruelos, Bejucos y Topilar. Algunas corrientes sirven como límite político-administrativo; tal es el caso del río Tingambato, que aguas abajo, junto con el río Temascaltepec y en la confluencia con el río Pungarancho, delimitan los estados de México y Michoacán de Ocampo.

Dentro del territorio mexiquense, la cuenca se integra por las siguientes subcuencas: a, R. Cutzamala; b, R. Zitácuaro; c, R. Tuxpan; e, R. Ixtapan; f, R. Temascaltepec y g, R. Tilostoc.

Los principales embalses en la cuenca son la presa Valle de Bravo y la presa Villa Victoria. El uso al que se destina la captación del agua superficial en estos cuerpos receptores está destinado principalmente al suministro de energía eléctrica para el Sistema Hidroeléctrico Miguel Alemán. Cabe mencionar que en esta área se ha proyectado el "Plan Cutzamala", cuyo objetivo es suministrar de agua potable a la Ciudad de México con 24 m<sup>3</sup>/seg.

Las principales fuentes de contaminación para la cuenca son las áreas urbanas y la actividad agropecuaria; las primeras vierten sus aguas residuales a los cuerpos receptores; mientras que la segunda, con el afán de mejorar la producción, contamina con el uso de fertilizantes y plaguicidas a dichos cuerpos receptores, provocando una alteración ecológica de distintos grados. Sin embargo, el 70% del agua superficial de esta cuenca es sin duda la de mejor calidad en la entidad, por ello se utiliza principalmente para abastecimiento de agua potable, riego, generación de energía eléctrica, uso recreativo y deportivo, conservación de flora y fauna, y para la actividad agrícola.

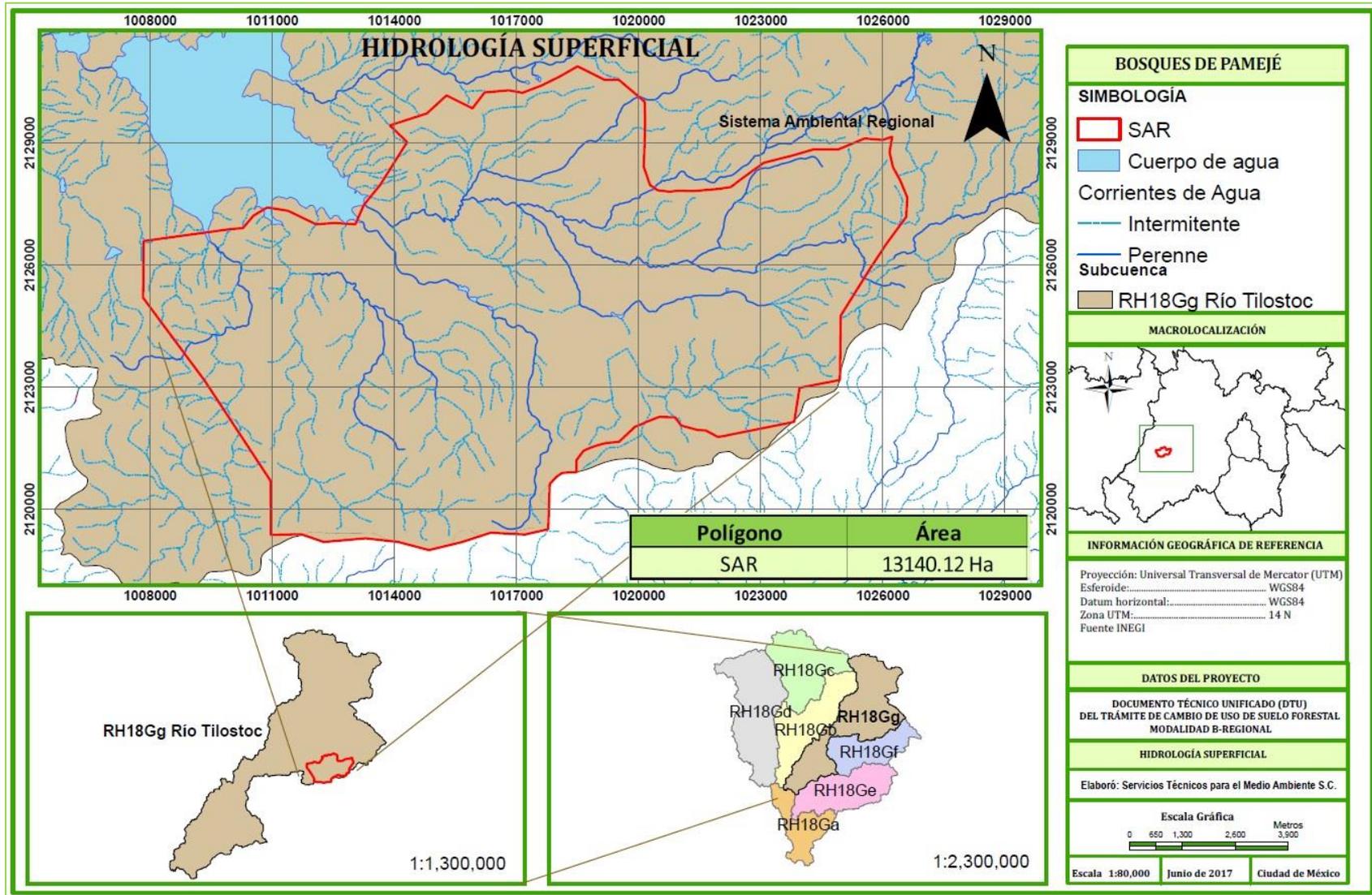


Figura IV. 13 Hidrología superficial del SAR.

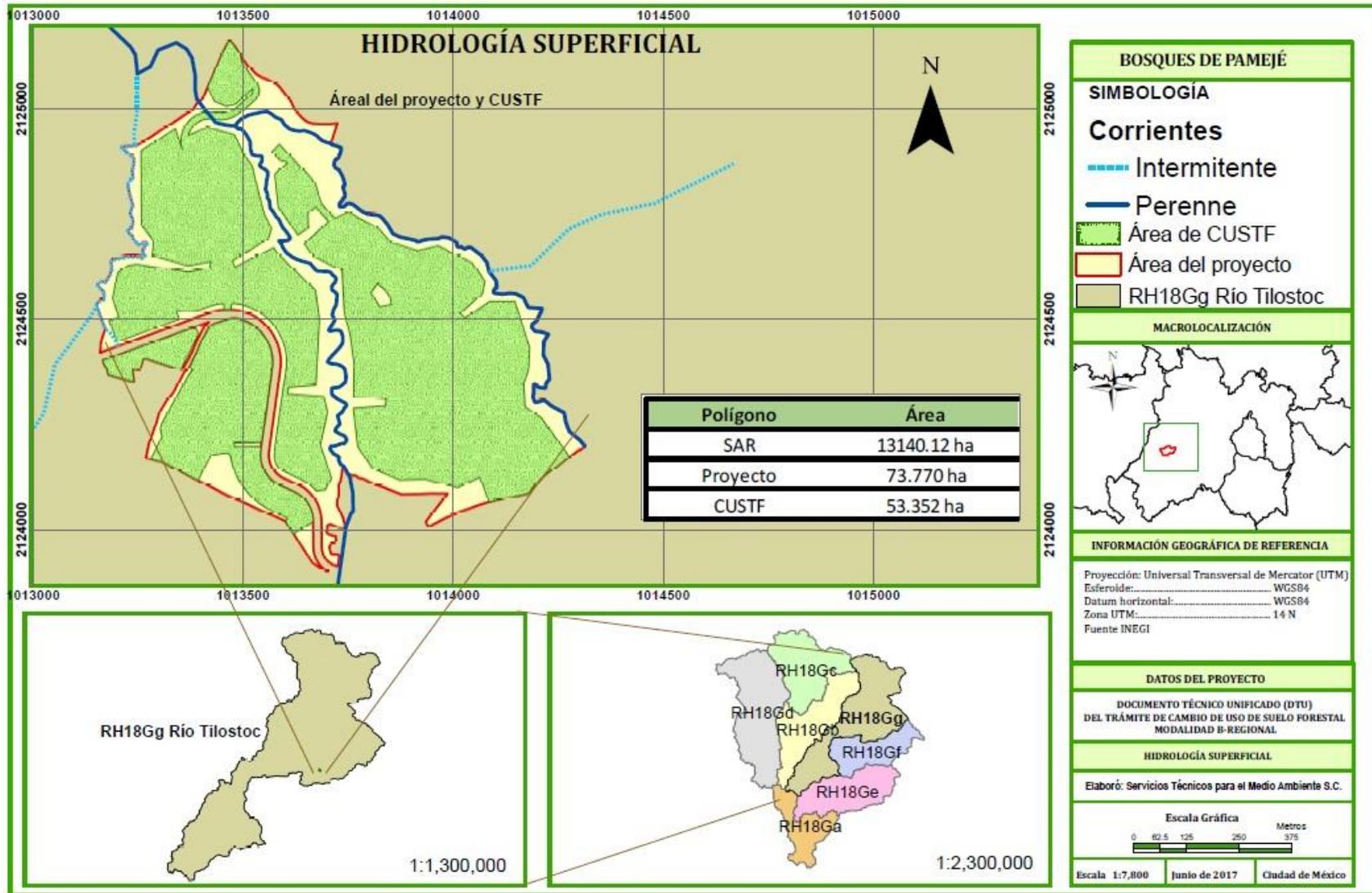


Figura IV. 14. Hidrología superficial del área del proyecto y CUSTF.

#### IV.2.1.4.2. Hidrología subterránea.

El acuífero subterráneo sobre el que se encuentra el SAR y el área del proyecto es Villa Victoria-Valle de Bravo, abarcando el 100% de la superficie del SAR y del área del proyecto.

Con base en la información de CONAGUA (2015), el acuífero Villa Victoria-Valle de Bravo, con clave 1505 en el Sistema de Información Geográfica para el Manejo del Agua Subterránea (SIGMAS) de la CONAGUA, se localiza en la porción oeste del estado de México, entre los paralelos 19° 03' 45.5" y 19° 34' 55.2" latitud norte y los meridianos 99° 45' 24.6" y 100° 23.0' 56.6" longitud oeste.

Tiene una superficie aproximada de 2 144 km<sup>2</sup>. Colinda al norte con el acuífero Ixtlahuaca-Atlacomulco, al sur con los acuíferos Temascaltepec y Tenancingo, al este con Valle de Toluca, todos ellos en el Estado de México. Al oeste limita con el acuífero Huetamo del estado de Michoacán.

Geopolíticamente abarca los municipios Donato Guerra, Villa de Allende, Santo Tomás e Ixtapan del Oro, Amanalco y Valle de Bravo; parcialmente los municipios Otzoloapan, San Felipe del Progreso, Temascaltepec, Villa Victoria, Zinacantepec y Almoloya de Juárez.

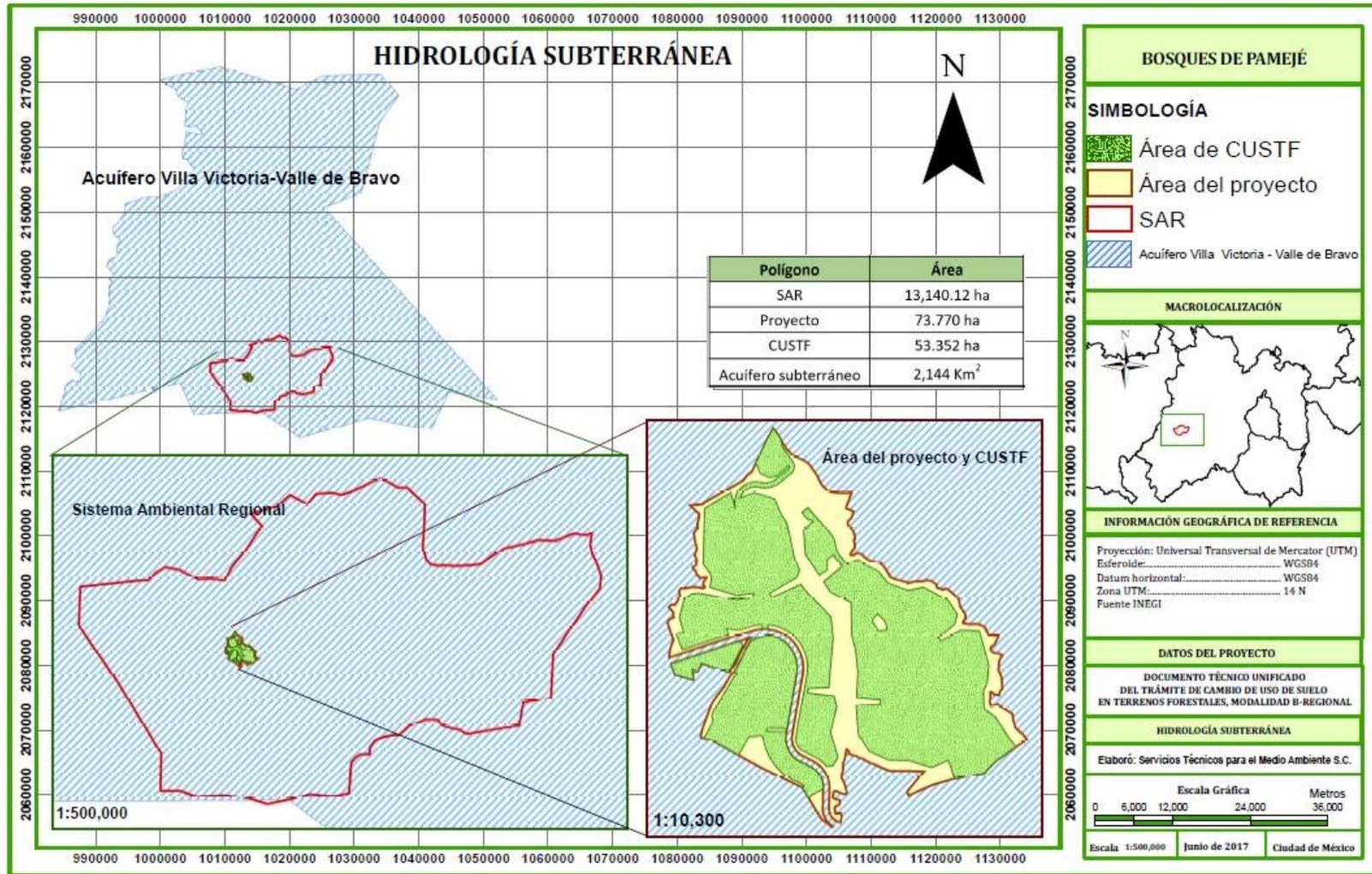
La disponibilidad media anual del agua subterránea publicada en el Registro Público de Agua al 30 de junio de 2014 se describe en la Tabla IV.7.

**Tabla IV. 7. Disponibilidad media anual de agua subterránea.**

Clave	Acuífero	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	Déficit
		Cifras en millones de metros cúbicos anuales					
1505	Villa Victoria- Valle de Bravo	334.9	331.5	2.31541	2.1	1.018459	0.000000

Donde: R: recarga media anual; DNCOM: Descarga natural comprometida; VCAS: volumen concesionado de agua subterránea; VEXTET: volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos; DAS: disponibilidad media anual de agua subterránea. Las definiciones de estos términos son las contenidas en los numerales 3 y 4 de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015.

La ubicación espacial del acuífero subterráneo Villa Victoria- Valle de Bravo con respecto al SAR y el área del proyecto se presenta en la Figura. 4.15.



Figura

IV. 15. Ubicación del acuífero subterráneo Villa Victoria- Valle de Bravo.

#### **IV.2.1.5. Aire.**

La contaminación del aire se puede definir como la presencia en la atmósfera de uno o más elementos, en cantidad suficiente, con ciertas características y una permanencia determinada, que puedan causar efectos indeseables tanto en el ser humano, la vegetación, los animales, las construcciones y los monumentos. Estos elementos pueden ser polvo, olores, humos o vapor.

Las fuentes de Contaminación Atmosférica, según informa Gómez, (1998); son principalmente el transporte que en los países desarrollados contribuye como fuente contaminante en un 45%; la incineración de desperdicios adiciona otro 5% a la contaminación total por lo que, para el caso del SAR, la quema de leña y el transporte serían las fuentes principales de contaminación atmosférica.

Cabe señalar que en el SAR existen zonas turísticas, por lo que el transporte es una de las causas de contaminación atmosférica. Además, hay localidades rurales que ocupan como fuente de energía la quema de la leña, es decir que hay liberación de CO<sub>2</sub> por combustión de material vegetal.

Por otra parte, la incidencia de Incendios forestales en los últimos años en el municipio de Valle Bravo, provocados por el cambio de uso de suelo, ocasiona emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.

#### **IV.2.2. Medio biótico.**

En esta sección del documento se presenta una breve descripción de los principales elementos del medio abiótico.

##### **IV.2.2.1. Flora.**

###### **IV.2.2.1.1 Análisis de Flora en el Sistema Ambiental Regional (SAR).**

En el Sistema Ambiental Regional (SAR) donde se ubica el área destinada para cambio de uso de suelo (CUSTF), se identifican tres tipos de vegetación y cuatro usos de suelo, según la carta de uso de suelo y vegetación de INEGI serie V (2011) (Figura IV.16)

Dentro del SAR el tipo de vegetación que domina en superficie es Bosque de Pino el cual cubre el 48.93 % de la superficie total del SAR, seguido por el uso de suelo de Agricultura de Temporal Anual el cual ocupa una superficie de 32.07 % y el tipo de vegetación de Bosque de Pino-encino que ocupa 12.42 % de superficie, mientras que los demás tipos uso de suelo y vegetación ocupan superficies menores al 4 % del total del SAR, tal y como se muestra en la Tabla IV.8.

**Tabla IV. 8. Superficie de los tipos de Vegetación y Uso de Suelo en el SAR.**

No.	Tipo de Uso de Suelo y Vegetación	Superficie (ha)	Superficie (%)
1	Bosque de pino	6, 429.36	48.93
2	Bosque de pino - encino	1, 631.37	12.42
3	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino	75.67	0.58
4	Agricultura de temporal anual	4, 214.48	32.07
5	Asentamientos humanos	163.20	1.24
6	Zona urbana	596.58	4.54
7	Cuerpo de agua	29.46	0.22
	<b>Total</b>	<b>13, 140.12</b>	<b>100</b>

En la Figura IV.16 se muestra la distribución de los tipos de vegetación presentes en el SAR.

#### **IV.2.2.1.1.1. Corredores biológicos.**

La Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo, define a un corredor biológico como "un espacio geográfico delimitado que proporciona conectividad entre paisajes, ecosistemas y hábitat, naturales o modificados, y asegura el mantenimiento de la diversidad biológica y los procesos ecológicos y evolutivos".

De acuerdo a los anterior, en el Sistema Ambiental Regional cuenta tiene una importante superficie perteneciente a el corredor biológico que representa el uso de suelo de Bosque de Pino (Figura IV.15), que representa alrededor del 48.93 % del SAR. Este tipo de vegetación se encuentra dentro del área correspondiente al Área Natural Protegida Estatal Santuario del Agua Valle de Bravo (se refirió en el Capítulo III), que a su vez tiene como finalidad conservar la flora, la fauna silvestre que existe en la zona.

#### **IV.2.2.1.1.2. Vegetación conservada.**

Todos los tipos de vegetación presentes en el SAR un cierto grado de alteración debido a las actividades turísticas de zona y por el cambio de usos de suelo para agricultura y ganadería a pesar de que el SAR se encuentra insertado en una ANP estatal (como se mencionó anteriormente).

Sin embargo, se puede destacar que las áreas mejor conservadas son las localizadas en los rangos de altitud más altos y alejados de los asentamientos humanos, que corresponden al tipo de vegetación de Bosque de Pino.

Es necesario mencionar que se puede observar presencia de ejemplares de árboles de edad avanzada, por lo que también son susceptibles al ataque de plagas y enfermedades y con ello el deterioro de la vegetación (Anexo 23).

Documento Técnico Unificado del trámite de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad B-Regional  
 “Bosques de Pamejé”

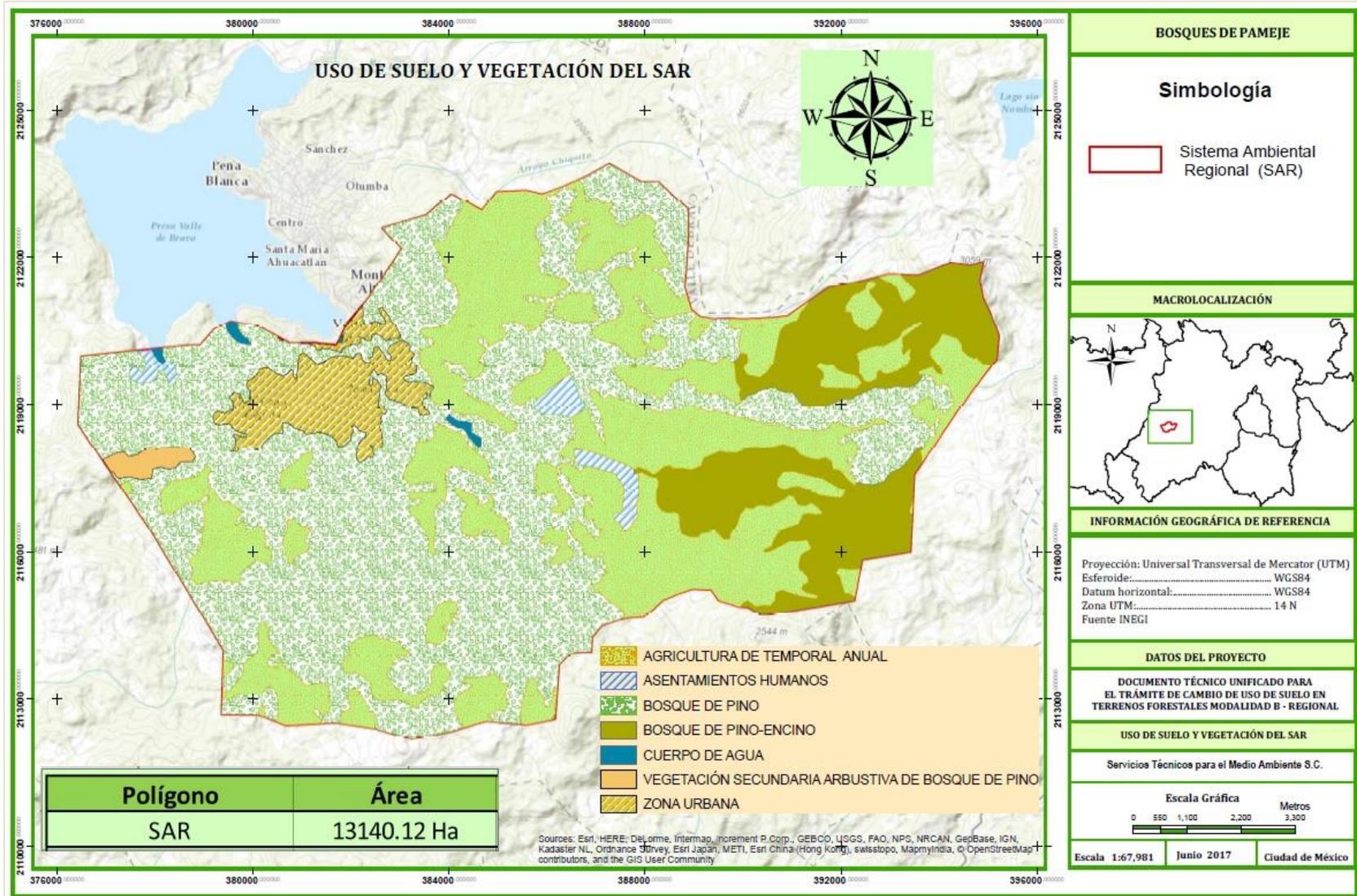


Figura IV. 16. Uso de suelo y vegetación del SAR. (INEGI, serie V).

A continuación, se realiza una breve descripción de los tipos de tipos de vegetación presentes en el SAR, con base en la clasificación de INEGI serie V.

### **Bosque de Pino**

Son comunidades características de las montañas, sin llegar a ser el tipo de vegetación predominante. En su mayoría tienden a estar asociadas con especies de encino para formar bosques de pino-encino, por lo que resultan menos frecuentes los rodales constituidos exclusivamente por el género *Pinus*. El bosque de pino se localiza en elevaciones por arriba de los 2 400 m.s.n.m y alcanza altitudes de hasta 2 900, cota donde suele mezclarse con el oyamel para formar rodales en los que ni el *Pinus* ni el *Abies* resultan claramente dominantes. Los pinares son comunidades donde el estrato más importante es el arbóreo, con alturas promedio entre los 20 y 30 m, y donde el género dominante (*Pinus*) "permite" la presencia eventual de individuos de los géneros *Quercus*, *Abies*, *Alnus*, *Buddleia* y *Arbutus*; en general tienen un sotobosque pobre en arbustos y el estrato herbáceo suele ser abundante y contiene principalmente especies de las familias Asteraceae y Gramineae.

### **Bosque de Pino - encino**

Este es el tipo de vegetación predominante en la cuenca de Valle de Bravo; se localiza en elevaciones por arriba de los 1 800 m.s.n.m y alcanza altitudes de hasta 2 700 m, donde empiezan a ser claramente dominantes las especies del género *Pinus*. Respecto a su estructura vertical, este tipo de vegetación presenta de dos a tres estratos: arbóreo, arbustivo y herbáceo. El estrato más importante es el arbóreo, con alturas promedio entre los 15 y los 25 m. Las especies dominantes en este tipo de vegetación pertenecen a los géneros *Pinus* y *Quercus*, y suelen ir acompañadas por especies de los géneros *Arbutus*, *Buddleia*, *Alnus* y *Cupressus*.

### **Vegetación secundaria**

En el área de la microcuenca presenta un tipo de vegetación en fase secundaria: vegetación secundaria arbustiva de Bosque de Pino. El INEGI define a la vegetación secundaria como el estado sucesional de la vegetación en el que hay indicios de que ha sido eliminada o perturbada a un grado que ha sido modificada sustancialmente.

Los tipos de vegetación secundaria se clasifican en tres tipos:

- **Vegetación secundaria arbórea:** fase sucesional secundaria de la vegetación, con predominancia de árboles. Es una fase relativamente madura. Con el tiempo puede dar lugar a una formación vegetal similar a la vegetación original.
- **Vegetación secundaria arbustiva:** fase sucesional secundaria de la vegetación con predominancia de arbustos. Puede ser sustituida o no por una fase arbórea. Con el tiempo puede dar lugar a una formación vegetal similar a la vegetación original

- **Vegetación secundaria herbácea:** primera fase sucesional secundaria de la vegetación, con predominancia de formas herbáceas. Puede ser sustituida o no por una fase arbustiva. Con el tiempo puede dar lugar a una formación vegetal similar a la vegetación original.

## Agricultura

En el SAR se distribuyen zonas de uso agrícola que, clasificados de acuerdo con el suministro de agua a los cultivos, son de tres tipos:

- **Temporal:** Cuando el agua necesaria para su desarrollo vegetativo es suministrada por la lluvia.
- **Riego:** Cuando el abastecimiento de agua utilizado para su desarrollo es suministrado por fuentes externas, por ejemplo, un pozo, una presa, un río, etcétera.
- **Humedad:** Cuando se aprovecha la humedad del suelo, independientemente del ciclo de las lluvias y que aún en época seca conservan la humedad, por ejemplo, zonas inundables, como pueden ser los lechos de los embalses cuando dejan de tener agua.

Por su duración, los cultivos se clasifican en:

- **Anuales:** Son aquellos cuyo ciclo vegetativo dura solamente un año o menos, por ejemplo, maíz, trigo, sorgo.
- **Semipermanentes:** Su ciclo vegetativo dura entre uno y diez años, como el caso de la papaya, la piña y la caña de azúcar.
- **Permanentes:** La duración del cultivo es superior a diez años, como el caso del agave, el coco y la mayoría de los frutales.

El tipo de agricultura que se ubica en el SAR corresponde a:

- Agricultura de Temporal Anual

## Otros usos de suelo

Otros usos de suelo que se encuentran en el SAR son los siguientes, si bien estos no corresponden a tipos de cobertura vegetal inciden en la distribución del área en el SAR;

- Asentamientos humanos
- Zona urbana
- Cuerpo de agua

#### **IV.2.2.1.1.2. Vegetación conservada.**

Todos los tipos de vegetación presentes en el SAR un cierto grado de alteración debido a las actividades turísticas de zona y por el cambio de usos de suelo para agricultura y ganadería a pesar de que el SAR se encuentra insertado en el ANP estatal (como se mencionó anteriormente).

Sin embargo, se puede destacar que las áreas mejor conservadas son las localizadas en los rangos de altitud más altos y alejados de los asentamientos humanos, que corresponden al tipo de vegetación de Bosque de Pino.

#### **IV. 2.2.1.1.3. Valores de importancia ecológica, parámetros bióticos y estimación de índices de diversidad y equitatividad de flora.**

##### **Diseño del sitio de muestreo y cálculo del tamaño de muestra.**

Para conocer la estructura y composición de la flora en el SAR y poder realizar los análisis correspondientes, se realizó un muestreo de campo el cual se siguió la siguiente metodología.

El tipo de muestreo utilizado para calcular la biodiversidad en el área de la microcuenca fue un **muestreo simple aleatorio**, el cual consiste en que, habiendo decidido que el tamaño de la muestra será de  $n$  unidades de muestreo (o simplemente de tamaño  $n$ ), le asigna la misma probabilidad de ser la elegida a cada una de todas las muestras posibles de ese tamaño. Es decir, cualquiera de las muestras distintas que podemos obtener de la población, tendrá la misma probabilidad de ser elegida (Roxana, *et al.*, 2009). Los sitios de muestreo que se realizaron se hicieron de forma circular.

Mediante la carta de uso de suelo y vegetación serie V del INEGI se definió el tipo de vegetación a muestrear, misma que se afectará en el área de CUSTF. Una vez teniendo definidas las áreas a muestrear se realizó la visita de campo, en donde se definieron 24 sitios de muestreo.

La superficie total muestreada fue de 2.400 ha, considerado que se muestrearon un total de 24 sitios, cada uno de una superficie de 0.100 ha, teniendo en cuenta que la superficie muestreada fuera casi igual a la realizada en el área de cambio de uso de suelo (CUSTF), de modo que los resultados obtenidos de los índices de diversidad en ambas unidades de análisis fuesen comparables y representativos.

Como ya se mencionó, los sitios de muestreo fueron circulares, con dimensiones de 17.84 metros de radio para el estrato arbóreo ( $1000 \text{ m}^2$ ); 6 metros de radio para el estrato arbustivo ( $113.09 \text{ m}^2$ ). Dentro de la misma área se realizó el muestreo del estrato herbáceo con 1m de radio ubicándolo en el centro del sitio de arbóreo (Figura IV.17).

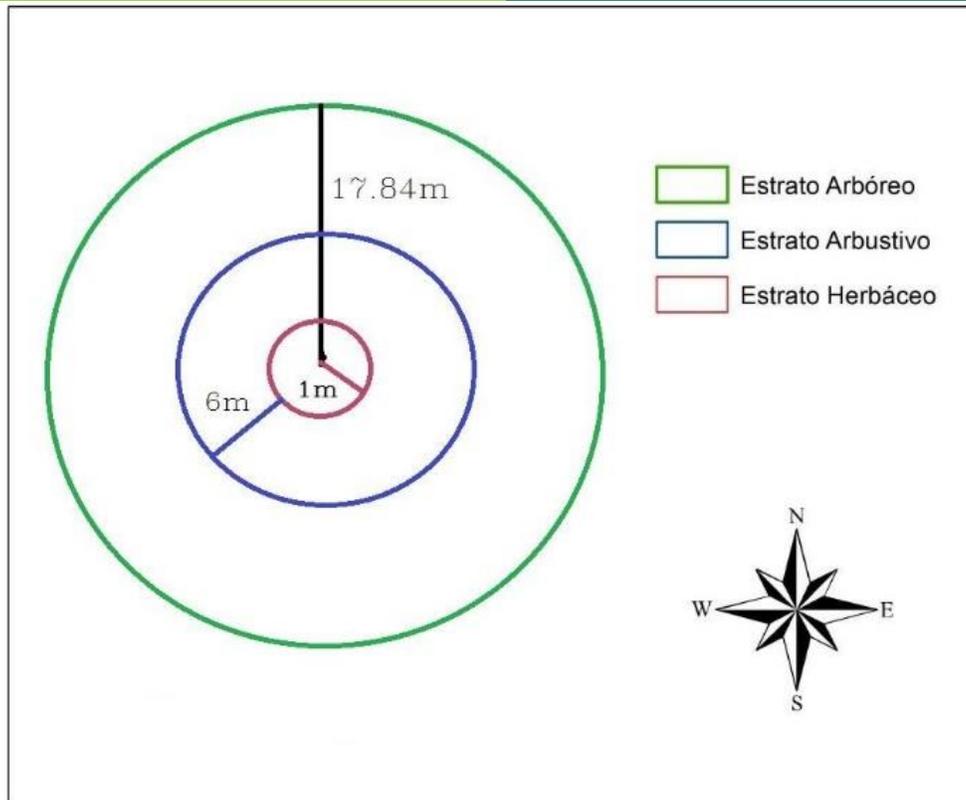


Figura IV. 17. Diseño de los sitios de muestreo.

Así mismo, en la Figura IV.18 se muestra la distribución de los sitios de muestreo y en la Tabla IV.9 se presentan las coordenadas de los sitios de muestreo en el SAR.

Tabla IV. 9. Coordenadas UTM WGS84 Zona 14Q de los centros de ubicación de cada uno de los sitios de muestreo y el listado de especies registradas por sitio.

Sitio	Coordenadas UTM WGS84 Zona 14 Q		INDIVIDUOS REGISTRADOS DURANTE EL MUESTREO											
	Punto central		Estrato Arbóreo				Estrato Arbustivo				Estrato Herbáceo			
	X	Y	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-59-SEMARNAT 2010	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-59-SEMARNAT-2010
MC1	379038	2118447	<i>Pinus montezumae</i> Lamb.	ocote macho	8	---	<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	Madroño	1	---	<i>Asplenium praemorsum</i> Sw.	Helecho	3	---
			<i>Carpinus caroliniana</i> Walter	Lechillo	18	A (No endemica)	<i>Clethra hartwegii</i> Britton	pácata	3	---	<i>Bromus carinatus</i> Hook. & Arn.	Avena	1	---
			<i>Quercus castanea</i> Née	Encino capulincillo	2	---	<i>Meliosma dentata</i> (Liebm.) Urb.	aguacatillo	4	---	<i>Oxalis tetraphylla</i> Cav.	Cruz de hierro	1	---
MC2	379037	2118217	<i>Carpinus caroliniana</i> Walter	Lechillo	2	A (No endemica)	<i>Quercus castanea</i> Née	Encino capulincillo	4	---	<i>Acer negundo</i> L.	Negundo	1	---
			<i>Pinus montezumae</i> Lamb.	ocote macho	10	---				---	<i>Asplenium praemorsum</i> Sw.	Helecho	1	---
			<i>Prunus serotina</i> Ehrh.	Capulín	4	---				---	<i>Bouvardia ternifolia</i> (Cav.) Schltld.	Trompetilla	1	---
			<i>Quercus castanea</i> Née	Encino capulincillo	6	---				---				---

Documento Técnico Unificado del trámite de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad B-Regional  
"Bosques de Pamejé"

Sitio	Coordenadas UTM WGS84 Zona 14 Q		INDIVIDUOS REGISTRADOS DURANTE EL MUESTREO											
	Punto central		Estrato Arbóreo				Estrato Arbustivo				Estrato Herbáceo			
	X	Y	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-59-SEMARNAT 2010	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-59-SEMARNAT-2010
MC3	379009	2117971	<i>Carpinus caroliniana Walter</i>	Lechillo	1	A (No endémica)	<i>Begonia gracilis Kunth</i>	ala de ángel	3	---	<i>Acer negundo L.</i>	Negundo	1	---
			<i>Pinus montezumae Lamb.</i>	ocote macho	18	---	<i>Prunella vulgari L.</i>	suelda	4	---	<i>Begonia gracilis Kunth</i>	ala de ángel	1	---
			<i>Quercus castanea Née</i>	Encino capulincillo	1	---	<i>Quercus castanea Née</i>	Encino capulincillo	1	---	<i>Lepechinia caulescens (ortega) Epling</i>	Betónica	1	---
						---				---	<i>Penstemon campanulatus (Cav.) Willd.</i>	Aretillo	1	---
						---				---	<i>Prunella vulgari L.</i>	suelda	1	---
MC4	378992	2117862	<i>Pinus montezumae Lamb.</i>	ocote macho	17	---	<i>Asplenium praemorsum Sw.</i>	Helecho	1	---				---
			<i>Quercus castanea Née</i>	Encino capulincillo	3	---	<i>Quercus castanea Née</i>	Encino capulincillo	4	---				---
MC5	380029	2119683	<i>Pinus montezumae Lamb.</i>	ocote macho	5	---	<i>Alnus acuminata Kunth</i>	Aile	3	---	<i>Acer negundo L.</i>	Negundo	1	---

Documento Técnico Unificado del trámite de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad B-Regional  
"Bosques de Pamejé"

Sitio	Coordenadas UTM WGS84 Zona 14 Q		INDIVIDUOS REGISTRADOS DURANTE EL MUESTREO											
	Punto central		Estrato Arbóreo				Estrato Arbustivo				Estrato Herbáceo			
	X	Y	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-59-SEMARNAT 2010	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-59-SEMARNAT-2010
			<i>Quercus castanea</i> Née	Encino capulincillo	27	---	<i>Quercus castanea</i> Née	Encino capulincillo	1	---	<i>Asplenium praemorsum</i> Sw.	Helecho	1	---
MC6	379933	2119631	<i>Clethra mexicana</i> DC	Jaboncillo	3	---	<i>Pinus douglasiana</i> Martínez	ocote	1	---				---
			<i>Pinus montezumae</i> Lamb.	ocote macho	11	---	<i>Quercus castanea</i> Née	Encino capulincillo	3	---				---
			<i>Prunus serotina</i> Ehrh.	Capulín	1	---				---				---
			<i>Quercus castanea</i> Née	Encino capulincillo	7	---				---				---
MC7	379846	2119766	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	Aile	4	---	<i>Begonia gracilis</i> Kunth	ala de angel	3	---	<i>Aristida schiedeana</i> Trin. & Rupr.	Pasto tres barbas abierto	1	---
			<i>Clethra mexicana</i> DC	Jaboncillo	2	---	<i>Pinus montezumae</i> Lamb.	ocote macho	1	---	<i>Asplenium praemorsum</i> Sw.	Helecho	1	---
			<i>Pinus montezumae</i> Lamb.	ocote macho		---	<i>Quercus castanea</i> Née	Encino capulincillo	2	---	<i>Oxalis tetraphylla</i> Cav.	Cruz de hierro	1	---

Documento Técnico Unificado del trámite de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad B-Regional  
"Bosques de Pamejé"

Sitio	Coordenadas UTM WGS84 Zona 14 Q		INDIVIDUOS REGISTRADOS DURANTE EL MUESTREO											
	Punto central		Estrato Arbóreo				Estrato Arbustivo				Estrato Herbáceo			
	X	Y	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-59-SEMARNAT 2010	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-59-SEMARNAT-2010
			<i>Quercus castanea</i> Née	Encino capulincillo	21	---				---				---
MC8	380044	2119968	<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	Madroño	5	---	<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	Madroño	1	---	<i>Aristida schiedeana</i> Trin. & Rupr.	Pasto tres barbas abierto	1	---
			<i>Pinus montezumae</i> Lamb.	ocote macho	6	---	<i>Clethra hartwegii</i> Britton	pácata	1	---	<i>Begonia gracilis</i> Kunth	ala de angel	1	---
			<i>Quercus castanea</i> Née	Encino capulincillo	11	---	<i>Lepechinia caulescens</i> (Ortega) Epling	Betónica	3	---	<i>Oxalis jacquiniana</i> Kunth	agritos	1	---
			<i>Quercus glaucoides</i> M. Martens & Galeotti	Encino blanco	7	---				---	<i>Prunella vulgari</i> L.	suelda	1	---
			<i>Quercus laeta</i> Liebm.	Encino chino	3	---				---				
MC9	379973	2120172	<i>Clethra mexicana</i> DC	Jaboncillo	1	---	<i>Begonia gracilis</i> Kunth	ala de angel	1	---	<i>Begonia gracilis</i> Kunth	ala de angel	1	---
			<i>Pinus montezumae</i> Lamb.	ocote macho	5	---	<i>Prunella vulgari</i> L.	suelda	3	---	<i>Polypodium madrese</i> J. Sm.	Helecho común	1	---

Documento Técnico Unificado del trámite de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad B-Regional  
"Bosques de Pamejé"

Sitio	Coordenadas UTM WGS84 Zona 14 Q		INDIVIDUOS REGISTRADOS DURANTE EL MUESTREO											
	Punto central		Estrato Arbóreo				Estrato Arbustivo				Estrato Herbáceo			
	X	Y	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-59-SEMARNAT 2010	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-59-SEMARNAT-2010
			<i>Quercus castanea</i> Née	Encino capulincillo	14	---				---	<i>Prunella vulgari</i> L.	sueda	1	---
			<i>Quercus glaucooides</i> M. Martens & Galeotti	Encino blanco	4	---				---				
MC10	380710	2117974	<i>Pinus montezumae</i> Lamb.	ocote macho	18	---	<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	Madroño	4	---	<i>Aristida schiedeana</i> Trin. & Rupr.	Pasto tres barbas abierto	1	---
			<i>Pinus patula</i> Schiede ex Schlttdl. & Cham.	pino triste	4	---	<i>Clethra hartwegii</i> Britton	pácata	2	---	<i>Polypodium madreense</i> J. Sm.	Helecho común	1	---
			<i>Quercus castanea</i> Née	Encino capulincillo	3	---				---				
MC11	383413	2118599	<i>Pinus montezumae</i> Lamb.	ocote macho	14	---	<i>Quercus castanea</i> Née	Encino capulincillo	2	---	<i>Aristida schiedeana</i> Trin. & Rupr.	Pasto tres barbas abierto	1	---
			<i>Quercus castanea</i> Née	Encino capulincillo	7	---				---				
MC12	385027	2118487	<i>Alnus jorulensis</i> Humboldt, Bonpland & Kunth	Alnus	2	---	<i>Lepechinia caulescens</i> (Ortega) Epling	Betónica	4	---	<i>Oxalis tetraphylla</i> Cav.	Cruz de hierro	1	---

Documento Técnico Unificado del trámite de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad B-Regional  
"Bosques de Pamejé"

Sitio	Coordenadas UTM WGS84 Zona 14 Q		INDIVIDUOS REGISTRADOS DURANTE EL MUESTREO											
	Punto central		Estrato Arbóreo				Estrato Arbustivo				Estrato Herbáceo			
	X	Y	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-59-SEMARNAT 2010	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-59-SEMARNAT-2010
			<i>Dendropanax arboreus (L.) Decne. &amp; Planch. (</i>	cajeta	1	---	<i>Quercus castanea Née</i>	Encino capulincillo	1	---				---
			<i>Pinus douglasiana Martínez</i>	ocote	9	---				---				---
			<i>Quercus castanea Née</i>	Encino capulincillo	5	---				---				---
MC13	385573	2118020	<i>Alnus jorulensis Humboldt, Bonpland &amp; Kunth</i>	Alnus	1	---	<i>Clethra mexicana DC</i>	jaboncillo	1	---	<i>Ipomoea batatas (L.) Lam.</i>	camote	1	---
			<i>Pinus douglasiana Martínez</i>	ocote	14	---	<i>Lepechinia caulescens (Ortega) Epling</i>	Betónica	1	---	<i>Lepechinia caulescens (ortega) Epling</i>	Betónica	1	---
			<i>Quercus castanea Née</i>	Encino capulincillo	5	---				---	<i>Polypodium madrense J. Sm.</i>	Helecho común	1	---
MC14	385623	2117777	<i>Buddleja cordata Kunth</i>	Tepozán	1	---	<i>Clethra hartwegii Britton</i>	pácata	1	---	<i>Aristida schiedeana Trin. &amp; Rupr.</i>	Pasto tres barbas abierto	1	---

Documento Técnico Unificado del trámite de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad B-Regional  
"Bosques de Pamejé"

Sitio	Coordenadas UTM WGS84 Zona 14 Q		INDIVIDUOS REGISTRADOS DURANTE EL MUESTREO											
	Punto central		Estrato Arbóreo				Estrato Arbustivo				Estrato Herbáceo			
	X	Y	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-59-SEMARNAT 2010	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-59-SEMARNAT-2010
			<i>Pinus douglasiana</i> Martínez	ocote	3	---	<i>Quercus castanea</i> Née	Encino capulincillo	3	---	<i>Lepechinia caulescens</i> (ortega) Epling	Betónica	1	---
			<i>Pinus montezumae</i> Lamb.	ocote macho	15	---				---				---
			<i>Quercus castanea</i> Née	Encino capulincillo	4	---				---				---
MC15	385953	2118221	<i>Cupressus lucitanica</i> Mill	Ciprés lusitánico	1	---	<i>Baccharis conferta</i> Kunth	Azoyate	2	---				---
			<i>Clethra mexicana</i> DC	Jaboncillo	1	---	<i>Prunus serotina</i> Ehrh.	Capulín	1	---				---
			<i>Pinus greggi</i> Engelm. ex Parl.	palo prieto	7	---	<i>Quercus castanea</i> Née	Encino capulincillo	1	---				---
			<i>Pinus leiophylla</i> Schl. & Cham.	tlacocote	8	---				---				---
			<i>Pinus montezumae</i> Lamb.	ocote macho		---				---				---
			<i>Quercus castanea</i> Née	Encino capulincillo	6	---				---				---

Documento Técnico Unificado del trámite de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad B-Regional  
"Bosques de Pamejé"

Sitio	Coordenadas UTM WGS84 Zona 14 Q		INDIVIDUOS REGISTRADOS DURANTE EL MUESTREO											
	Punto central		Estrato Arbóreo				Estrato Arbustivo				Estrato Herbáceo			
	X	Y	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-59-SEMARNAT 2010	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-59-SEMARNAT-2010
MC16	392484	2117484	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	Aile	11	---	<i>Baccharis salicifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	jarilla	2	---	<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.	camote	1	---
			<i>Pinus montezumae</i> Lamb.	ocote macho	8	---	<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.	Fresno	1	---	<i>Oxalis tetraphylla</i> Cav.	Cruz de hierro	1	---
			<i>Quercus castanea</i> Née	Encino capulincillo	9	---	<i>Quercus castanea</i> Née	Encino capulincillo	1	---	<i>Polypodium madrese</i> J. Sm.	Helecho común	1	---
MC17	383881	2122461	<i>Pinus teocote chied. ex</i> <i>Schltl. &amp; Cham.</i>	pino colorado	10	---	<i>Archibaccharis serratifolia</i> (Kunth) S.F.Blake	Hierba del carbonero	10	---				---
			<i>Quercus laurina</i> Bonpl	chilillo	3	---	<i>Pinus pseudostrabus</i> Lindl.	Pino blanco	2	---				---
						---	<i>Solanum myriacanthum</i> Dunal	Pavón	1	---				---
MC18	384048	2120981	<i>Pinus teocote chied. ex</i> <i>Schltl. &amp; Cham.</i>	pino colorado	28	---	<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	Madroño	2	---				---

Documento Técnico Unificado del trámite de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad B-Regional  
"Bosques de Pamejé"

Sitio	Coordenadas UTM WGS84 Zona 14 Q		INDIVIDUOS REGISTRADOS DURANTE EL MUESTREO											
	Punto central		Estrato Arbóreo				Estrato Arbustivo				Estrato Herbáceo			
	X	Y	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-59-SEMARNAT 2010	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-59-SEMARNAT-2010
			<i>Quercus castanea Née</i>	Encino capulincillo	3	---	<i>Archibaccharis serratifolia (Kunth) S.F.Blake</i>	Hierba del carbonero	6	---				---
						---	<i>Cleyera integrifolia (Benth.) Choisy</i>	Flor de tila	2	---				---
						---	<i>Prunus serotina Ehrh.</i>	Capulín	1	---				---
						---	<i>Rubus ulmifolius Schott</i>	Zarza	2	---				---
MC19	386084	2121725	<i>Arbutus xalapensis Kunth</i>	Madroño	1	---	<i>Cleyera integrifolia (Benth.) Choisy</i>	Flor de tila	5	---	<i>Caesalpinia platyloba S.Watson</i>	palo colorado	1	---
			<i>Cleyera integrifolia (Benth.) Choisy</i>	Flor de tila	2	---	<i>Quercus castanea Née</i>	Encino capulincillo	1	---	<i>Cleyera integrifolia (Benth.) Choisy</i>	Flor de tila	1	---
			<i>Pinus teocote chied. ex Schltl. &amp; Cham.</i>	pino colorado	3	---	<i>Quercus laurina Bonpl</i>	Chilillo	6	---				---

Documento Técnico Unificado del trámite de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad B-Regional  
"Bosques de Pamejé"

Sitio	Coordenadas UTM WGS84 Zona 14 Q		INDIVIDUOS REGISTRADOS DURANTE EL MUESTREO											
	Punto central		Estrato Arbóreo				Estrato Arbustivo				Estrato Herbáceo			
	X	Y	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-59-SEMARNAT 2010	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-59-SEMARNAT-2010
			<i>Quercus castanea</i> Née	Encino capulincillo	1	---	<i>Ternstroemia lineata</i> D.C	Flor de tila	5	---				---
			<i>Quercus laurina</i> Bonpl	chilillo	24	---								
MC20	386624	2122211	<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	Madroño	7	---	<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	Madroño	6	---	<i>Begonia gracilis</i> Kunth	ala de angel	1	---
			<i>Pinus pseudostrabus</i> Lindl.	Pino blanco	1	---	<i>Pinus patula</i> Schiede ex Schtdl. & Cham.	Pino triste	8	---				---
			<i>Pinus teocote</i> chied. ex Schtdl. & Cham.	pino colorado	14	---				---				---
			<i>Quercus laurina</i> Bonpl	chilillo	3	---				---				---
MC21	387438	2122838	<i>Pinus patula</i> Schiede ex Schtdl. & Cham.	pino triste	26	---	<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	Madroño	1	---	<i>Aristida schiedeana</i> Trin. & Rupr.	Pasto tres barbas abierto	1	---
						---	<i>Archibaccharis serratifolia</i> (Kunth) S.F.Blake	Hierba del carbonero	5	---				---

Documento Técnico Unificado del trámite de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad B-Regional  
 “Bosques de Pamejé”

Sitio	Coordenadas UTM WGS84 Zona 14 Q		INDIVIDUOS REGISTRADOS DURANTE EL MUESTREO											
	Punto central		Estrato Arbóreo				Estrato Arbustivo				Estrato Herbáceo			
	X	Y	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-59-SEMARNAT 2010	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-59-SEMARNAT-2010
						---	<i>Pinus patula Schiede ex Schltld. &amp; Cham.</i>	Pino triste	9	---				---
						---	<i>Quercus castanea Née</i>	Encino capulincillo	3	---				---
						---	<i>Solanum myriacanthum Dunal</i>	Pavón		---				---
						---	<i>Ternstroemia lineata D.C</i>	Flor de tila	1	---				---
MC22	383541	2122488	<i>Arbutus xalapensis Kunth</i>	Madroño	1	---			1	---	<i>Dryopteris carthusiana (Vill.) H.P. Fuchs</i>	helecho	3	---
			<i>Prunus serotina Ehrh.</i>	Capulín	1	---				---				---
			<i>Pinus leiophylla Schl. &amp; Cham.</i>	tlacocote	2	---				---				---
			<i>Pinus montezumae Lamb.</i>	ocote macho	1	---				---				---

Documento Técnico Unificado del trámite de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad B-Regional  
"Bosques de Pamejé"

Sitio	Coordenadas UTM WGS84 Zona 14 Q		INDIVIDUOS REGISTRADOS DURANTE EL MUESTREO												
	Punto central		Estrato Arbóreo				Estrato Arbustivo				Estrato Herbáceo				
	X	Y	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-59-SEMARNAT 2010	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-59-SEMARNAT-2010	
			<i>Pinus montezumae</i> Lamb.	ocote macho	4	---				---				---	
			<i>Quercus rugosa</i> Née	Roble	1	---				---					---
MC23	383999	2121042	<i>Pinus leiophylla</i> Schl. & Cham.	tlacocote	1	---	<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	Madroño	1	---	<i>Dryopteris carthusiana</i> (Vill.) H.P. Fuchs	helecho	1	---	
			<i>Pinus leiophylla</i> Schl. & Cham.	tlacocote	5	---	<i>Baccharis conferta</i> Kunth	Azoyate	1	---				---	
			<i>Quercus laeta</i> Liebm.	Encino chino	2	---				---					---
			<i>Quercus rugosa</i> Née	Roble	5	---				---					---
MC24	386062	2121657	<i>Pinus leiophylla</i> Schl. & Cham.	tlacocote	2	---				---	<i>Aristida schiedeana</i> Trin. & Rupr.	Pasto tres barbas abierto	1	---	
			<i>Pinus montezumae</i> Lamb.	ocote macho	4	---				---	<i>Caesalpinia decapetala</i> (Roth) Alston	Chirimoya	1	---	

Documento Técnico Unificado del trámite de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad B-Regional  
 “Bosques de Pamejé”

Sitio	Coordenadas UTM WGS84 Zona 14 Q		INDIVIDUOS REGISTRADOS DURANTE EL MUESTREO											
	Punto central		Estrato Arbóreo				Estrato Arbustivo				Estrato Herbáceo			
	X	Y	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-59-SEMARNAT 2010	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-59-SEMARNAT-2010
			<i>Quercus castanea</i> Née	Encino capulincillo	1	---				---	<i>Salvia elegans</i> Vahl	Hierba de burro	1	---
			<i>Quercus rugosa</i> Née	Roble	3	---				---				---

Documento Técnico Unificado del trámite de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad B-Regional  
 “Bosques de Pamejé”

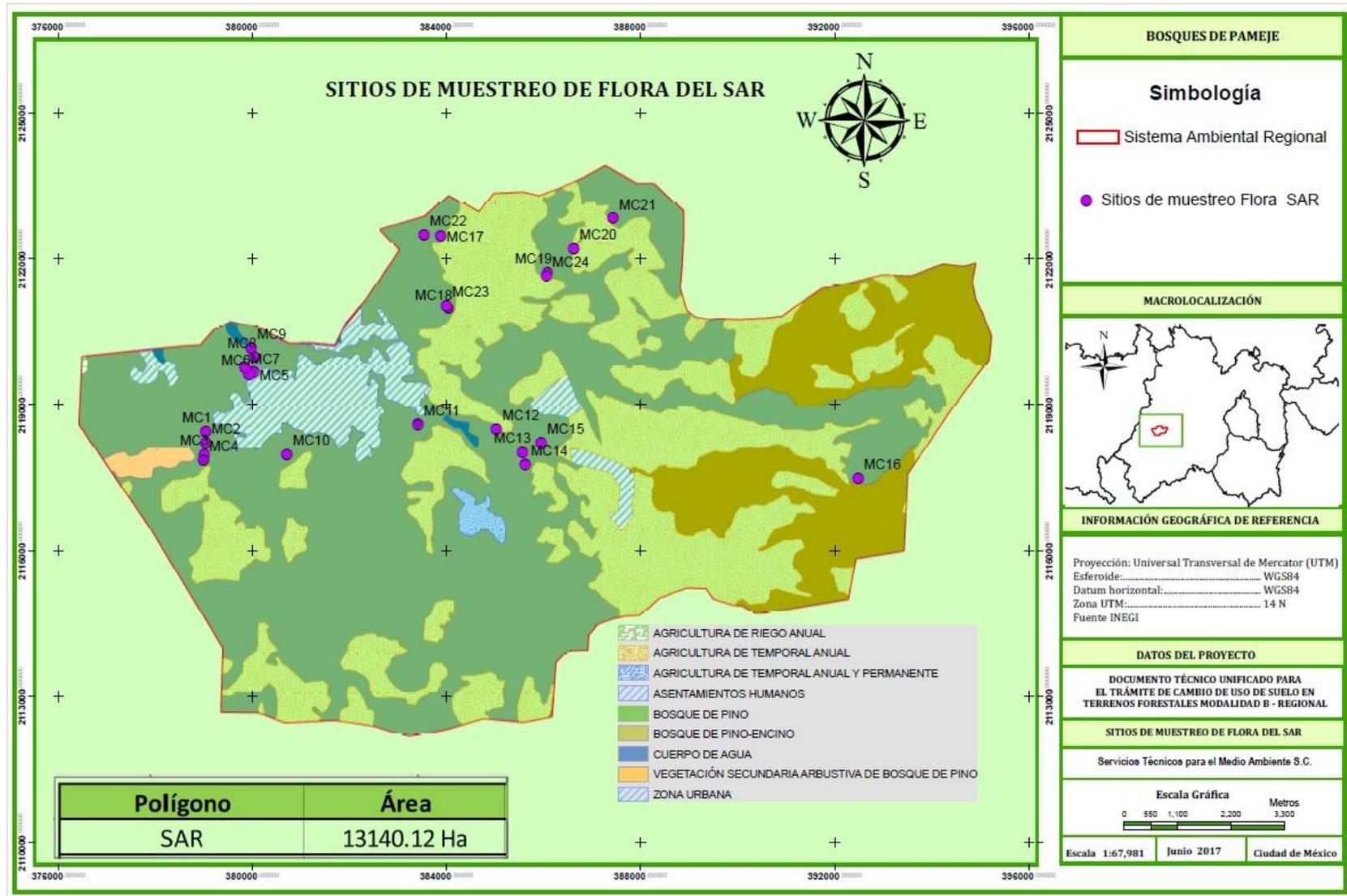


Figura IV. 18. Distribución de los sitios de muestreo en el SAR.

### **Variables evaluadas.**

Las variables que fueron evaluadas en los estratos arbóreo y arbustivo fueron las siguientes; diámetro normal y basal (cm) respectivamente, altura (m), diámetro de copa 1 (N-S) y diámetro de copa 2 (E- W); todos estos datos fueron recopilados para cada uno de los individuos muestreados dentro de la Microcuenca hidrológica. Con base en esta información y al uso de tablas dinámicas de Microsoft Excel, se obtuvo el número total de especies presentes, así como la densidad, frecuencias y promedio de cobertura (promedio de diámetro de copa 1 y diámetro de copa 2), también se calculó la riqueza de especies, índices de valor de importancia, índice de Shannon-Wiener e índice de Equidad de Pielou.

En el caso del estrato herbáceo, solo se analizaron tres variables: el número de individuos por especie, altura y el porcentaje de cobertura, dicha información fue suficiente para realizar los cálculos de Riqueza de especies, índices de valor de importancia, índice de Shannon- Wiener e índice de Equidad de Pielou.

### **Procesamiento de la información**

Los datos obtenidos del muestreo realizado en campo dentro del SAR fueron capturados en hojas de cálculo de Microsoft Excel, donde mediante tablas dinámicas se obtuvieron los datos de una forma sintetizada, que permitieron hacer cálculos del valor de importancia y los diferentes índices que se presentan en este apartado.

Una vez obtenido los resultados del muestreo, la metodología utilizada para la obtención del valor de importancia se realizó con base en los siguientes parámetros:

**Densidad:** Número de individuos expresado por unidad de área.

**Densidad relativa:** Se refiere al número de individuos de una especie expresado como una proporción de la densidad total de todas las especies. Dado que algunas veces se presentan problemas en la determinación de los individuos, sobre todo en el estrato herbáceo, en donde algunos individuos crecen en agrupaciones (clon) o se reproducen vegetativamente en forma de rizomas o estolones, y el concepto de individuo causa dudas, entonces, se contaron los retoños (ápices) o los tallos individuales; si los vegetales crecen en forma de clones (caso particular de las gramíneas), se contó todo el clon (macollo) como una unidad y fue tratado como un individuo.

**Frecuencia:** Número de veces que una especie ocurre en las distintas muestras.

**Frecuencia relativa:** Se refiere a la aparición de una especie, expresada como una proporción de la frecuencia total de todas las especies.

**Dominancia:** Proporción de terreno ocupado por una proyección vertical del contorno de las partes aéreas del vegetal hacia el suelo (*dominancia en estructura vertical*), otra forma de expresarla es

también por el área cubierta por la extensión foliar del vegetal (*Cobertura, dominancia en estructura horizontal*).

**Dominancia relativa:** Es la proporción de la dominancia de una especie comparada con la dominancia total de todas las especies.

**Valor de Importancia:** Parámetro que estima el aporte o significación ecológica de cada especie en la comunidad. El valor máximo es 300%, mientras más se acerque una especie a este valor, mayor será su importancia ecológica y dominio florístico sobre las demás especies presentes y es igual a la suma de la dominancia la abundancia y la frecuencia (House P., et al 2006).

En la Tabla IV.10 se muestra un resumen de la obtención de los parámetros, analizándose desde la perspectiva de los tres estratos que se encontraron en SAR (arbóreo, arbustivo y herbáceo).

**Tabla IV. 10. Parámetros ecológicos de las comunidades vegetales del SAR.**

Parámetros	Estratos		
	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo
<b>Densidad (D)</b>	Número de individuos por unidad de superficie.	Número de individuos por unidad de superficie.	Número de individuos por unidad de superficie.
<b>Densidad relativa (DR)</b>	(Individuos de una especie / total de individuos) X 100.	(Individuos de una especie / total de individuos) X 100.	(Individuos de una especie / total de individuos) X 100.
			Ej. Pastos: (Número de macollos de una especie/total de individuos) x 100.
<b>Frecuencia (F)</b>	Número de veces que una especie ocurre en las distintas muestras	Número de veces que una especie ocurre en las distintas muestras	Número de veces que una especie ocurre en las distintas muestras.
<b>Frecuencia relativa (FR)</b>	Frecuencia de una especie/ Frecuencia total de las especies x 100.	Frecuencia de una especie/ Frecuencia total de las especies x 100.	Frecuencia de una especie/ Frecuencia total de las especies x 100.
<b>Dominancia (Do)</b>	Dominancia en estructura horizontal: cobertura de copa de cada especie por unidad de superficie.	Dominancia en estructura horizontal: cobertura de copa de cada especie por unidad de superficie.	Dominancia en estructura vertical: Altura promedio de cada especie.
<b>Dominancia relativa (DoR)</b>	(Dominancia de una especie / Dominancia de todas las especies) X 100.	(Dominancia de una especie / Dominancia de todas las especies) X 100.	(Dominancia de una especie / Dominancia de todas las especies) X 100.
<b>Valor de importancia (IVIE)</b>	Densidad relativa + Frecuencia relativa + Dominancia relativa	Densidad relativa + Frecuencia relativa + Dominancia relativa	Densidad relativa + Frecuencia relativa + Dominancia relativa

De acuerdo con la metodología para la obtención del valor de importancia para los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo, se puede concluir que dicho parámetro se elaboró sumando los valores relativos de: densidad relativa, frecuencia relativa y dominancia relativa, manera través de la siguiente expresión:

$$\text{VALOR DE IMPORTANCIA} = \text{Densidad Relativa} + \text{Frecuencia Relativa} + \text{Dominancia Relativa}$$

#### IV.2.2.1.1.4. Resultados del Análisis del índice de valor de importancia ecológica.

A continuación, se presentan los índices de valor de importancia de cada una de las especies, así como las variables calculadas para cada una (Densidad por hectárea (D), densidad relativa (DR), frecuencia (F), frecuencia relativa (FR), dominancia (Do), dominancia relativa (DoR), estos resultados se presentan por estrato. **Se anexan hojas de cálculo en formato Excel (ANEXO 7).**

##### **Estrato arbóreo**

Se registraron 547 individuos distribuidos en 22 especies, de las cuales una se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010; bajo categoría A (Amenazada).

Los resultados obtenidos de los índices de valor de importancia ecológica para este estrato se presentan en la Tabla IV.11 y para una mejor interpretación de los resultados se presenta la Figura IV.18 con las especies y sus respectivos índices de valor de importancia ecológica.

Tabla IV. 11. Valor de importancia del estrato arbóreo de las especies registradas.

No.	Especie	NOM-059- SEMARNAT- 2010	Densidad (24 sitios)	Densidad (Ind/ha)	DR	F	FR	Do	DoR	(IVIE)
1	<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	---	14	6	2.56	4	4.76	15.56	2.03	9.35
2	<i>Cupressus lucitanica</i> Mill	---	1	0	0.18	1	1.19	28.27	3.69	5.06
3	<i>Pinus leiophylla</i> Schl. & Cham.	---	18	8	3.29	5	5.95	48.72	6.36	15.60
4	<i>Pinus montezumae</i> Lamb.	---	171	71	31.26	17	20.24	46.27	6.04	57.54
5	<i>Quercus laeta</i> Liebm.	---	5	2	0.91	2	2.38	19.14	2.50	5.79
6	<i>Quercus rugosa</i> Née	---	9	4	1.65	3	3.57	26.45	3.45	8.67
7	<i>Carpinus caroliniana</i> Walter	A (No endemica)	21	9	3.84	3	3.57	26.50	3.46	10.87
8	<i>Quercus castanea</i> Née	---	113	47	20.66	19	22.62	36.14	4.72	48.00
9	<i>Prunus serotina</i> Ehrh.	---	6	3	1.10	3	3.57	19.61	2.56	7.23
10	<i>Clethra mexicana</i> DC	---	7	3	1.28	4	4.76	24.85	3.24	9.29
11	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	---	15	6	2.74	2	2.38	23.92	3.12	8.25
12	<i>Quercus glaucoides</i> M. Martens & Galeotti	---	11	5	2.01	2	2.38	24.89	3.25	7.64
13	<i>Pinus patula</i> Schiede ex Schltdl. & Cham.	---	30	13	5.48	2	2.38	34.85	4.55	12.41
14	<i>Alnus jorulensis</i> Humboldt, Bonpland & Kunth	---	3	1	0.55	2	2.38	44.18	5.77	8.70
15	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.	---	1	0	0.18	1	1.19	50.27	6.56	7.94
16	<i>Pinus douglasiana</i> Martínez	---	26	11	4.75	3	3.57	66.59	8.69	17.02
17	<i>Buddleja cordata</i> Kunth	---	1	0	0.18	1	1.19	56.75	7.41	8.78
18	<i>Pinus greggi</i> Engelm. ex Parl.	---	7	3	1.28	1	1.19	30.82	4.02	6.49
19	<i>Pinus teocote</i> chied. ex Schltdl. & Cham.	---	55	23	10.05	4	4.76	60.22	7.86	22.68

Documento Técnico Unificado del trámite de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad B-Regional  
 “Bosques de Pamejé”

No.	Especie	NOM-059- SEMARNAT- 2010	Densidad (24 sitios)	Densidad (Ind/ha)	DR	F	FR	Do	DoR	(IVIE)
20	<i>Quercus laurina Bonpl</i>	---	30	13	5.48	3	3.57	27.53	3.59	12.65
21	<i>Cleyera integrifolia (Benth.) Choisy</i>	---	2	1	0.37	1	1.19	30.68	4.01	5.56
22	<i>Pinus pseudostrobus Lindl.</i>	---	1	0	0.18	1	1.19	23.76	3.10	4.48
<b>Total</b>			<b>547</b>	<b>228</b>	<b>100.00</b>	<b>84</b>	<b>100.00</b>	<b>765.96</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>

\* A: Amenazada.

De acuerdo con los resultados presentados en la Tabla IV.11 y Figura IV.19, las especies mayor representadas son *Pinus montezumae Lamb.* la cual presentó un IVIE de 57.54 y *Quercus castanea Née* con un IVIE de 48; mientras que los demás, presentaron un IVIE menor a 22.

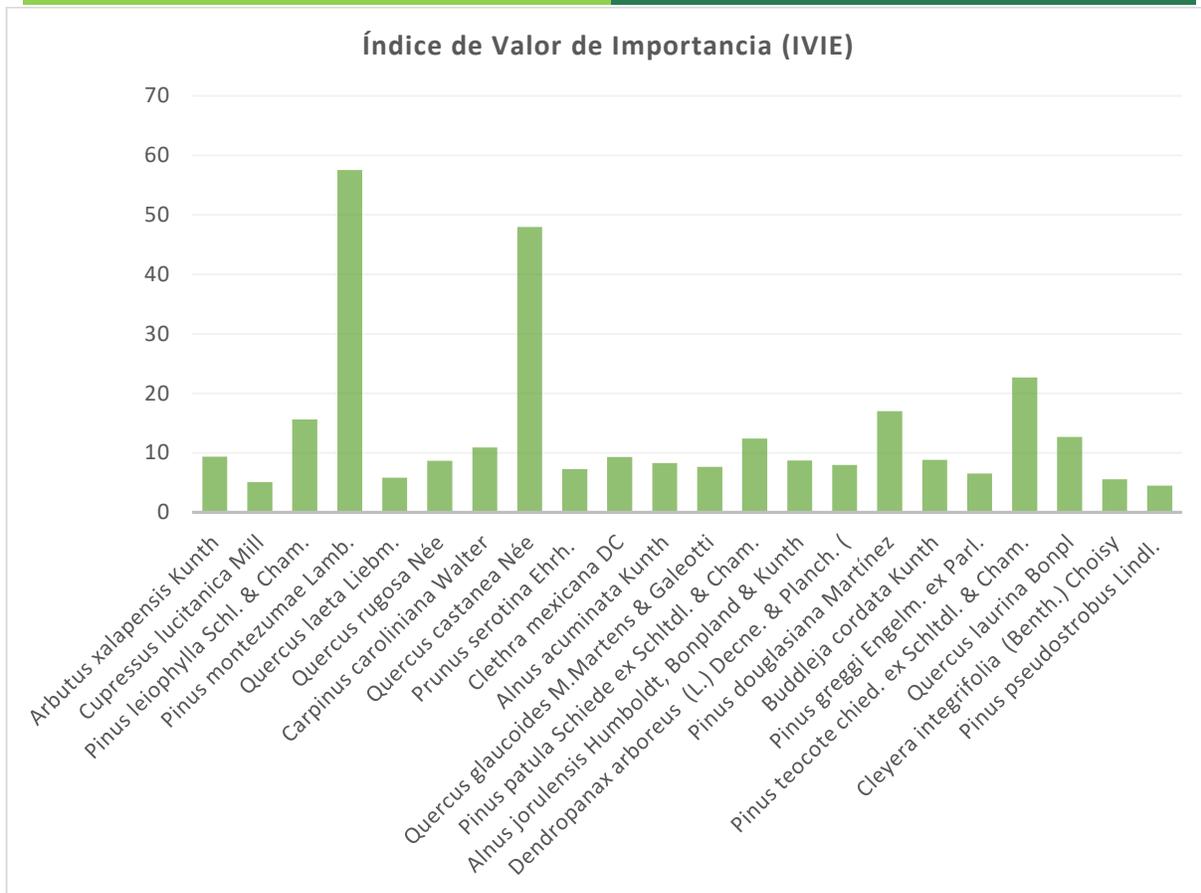


Figura IV. 19. Gráfica del Valor de importancia del estrato arbóreo.

### Estrato arbustivo

En la Tabla IV.12 se presentan los resultados obtenidos del valor de importancia ecológica para el estrato arbustivo, en este estrato se registraron 154 individuos distribuidos en 24 especies, de las cuales no se ubicaron especies en la NOM-059 SEMARNAT -2010.

Tabla IV. 12. Valor de importancia del estrato arbustivo de las especies registradas.

No.	Especie	NOM-059- SEMARNAT- 2010	Densidad (24 sitios)	Densidad (Ind/ha)	DR	F	FR	Do	DoR	(IVIE)
1	<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	---	16	59	10.39	7	12.07	1.20	0.18	22.64
2	<i>Baccharis conferta</i> Kunth	---	3	11	1.95	2	3.45	0.34	0.05	5.45
3	<i>Clethra hartwegii</i> Britton	---	7	26	4.55	4	6.90	0.12	0.02	11.46
4	<i>Ternstroemia lineata</i> D.C	---	6	22	3.90	2	3.45	2.16	0.32	7.67
5	<i>Meliosma dentata</i> (Liebm.) Urb.	---	4	15	2.60	1	1.72	0.24	0.04	4.36
6	<i>Quercus castanea</i> Née	---	27	99	17.53	13	22.41	60.29	9.04	48.99
7	<i>Begonia gracilis</i> Kunth	---	7	26	4.55	3	5.17	0.16	0.02	9.74
8	<i>Prunella vulgaris</i> L.	---	7	26	4.55	2	3.45	0.14	0.02	8.01
9	<i>Asplenium praemorsum</i> Sw.	---	1	4	0.65	1	1.72	0.13	0.02	2.39
10	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	---	3	11	1.95	1	1.72	572.56	85.88	89.55
11	<i>Pinus douglasiana</i> Martínez	---	1	4	0.65	1	1.72	0.10	0.01	2.39
12	<i>Pinus montezumae</i> Lamb.	---	1	4	0.65	1	1.72	0.15	0.02	2.40
13	<i>Lepechinia caulescens</i> (Ortega) Epling	---	8	29	5.19	3	5.17	0.20	0.03	10.40
14	<i>Clethra mexicana</i> DC	---	1	4	0.65	1	1.72	12.57	1.88	4.26
15	<i>Prunus serotina</i> Ehrh.	---	2	7	1.30	2	3.45	0.53	0.08	4.83
16	<i>Baccharis salicifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	---	2	7	1.30	1	1.72	0.10	0.02	3.04
17	<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.	---	1	4	0.65	1	1.72	0.06	0.01	2.38
18	<i>Archibaccharis serratifolia</i> (Kunth) S.F. Blake	---	21	77	13.64	3	5.17	1.07	0.16	18.97
19	<i>Pinus pseudostrobus</i> Lindl.	---	2	7	1.30	1	1.72	0.44	0.07	3.09
20	<i>Solanum myriacanthum</i> Dunal	---	2	7	1.30	2	3.45	4.74	0.71	5.46
21	<i>Cleyera integrifolia</i> (Benth.) Choisy	---	7	26	4.55	2	3.45	0.92	0.14	8.13
22	<i>Rubus ulmifolius</i> Schott	---	2	7	1.30	1	1.72	0.16	0.02	3.05
23	<i>Quercus laurina</i> Bonpl	---	6	22	3.90	1	1.72	5.94	0.89	6.51
24	<i>Pinus patula</i> Schiede ex Schltdl. & Cham.	---	17	63	11.04	2	3.45	2.43	0.36	14.85
<b>Total</b>			<b>154</b>	<b>567</b>	<b>100.00</b>	<b>58</b>	<b>100.00</b>	<b>666.72</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>

De acuerdo con los resultados presentados en la Tabla IV.12 y Figura IV.20, las especies mayor representadas fueron *Alnus acuminata* Kunth la cual presentó un IVIE de 89.55 y *Quercus castanea* Née con un IVIE de 48.99; mientras que los demás presentaron un IVIE menor que 22.

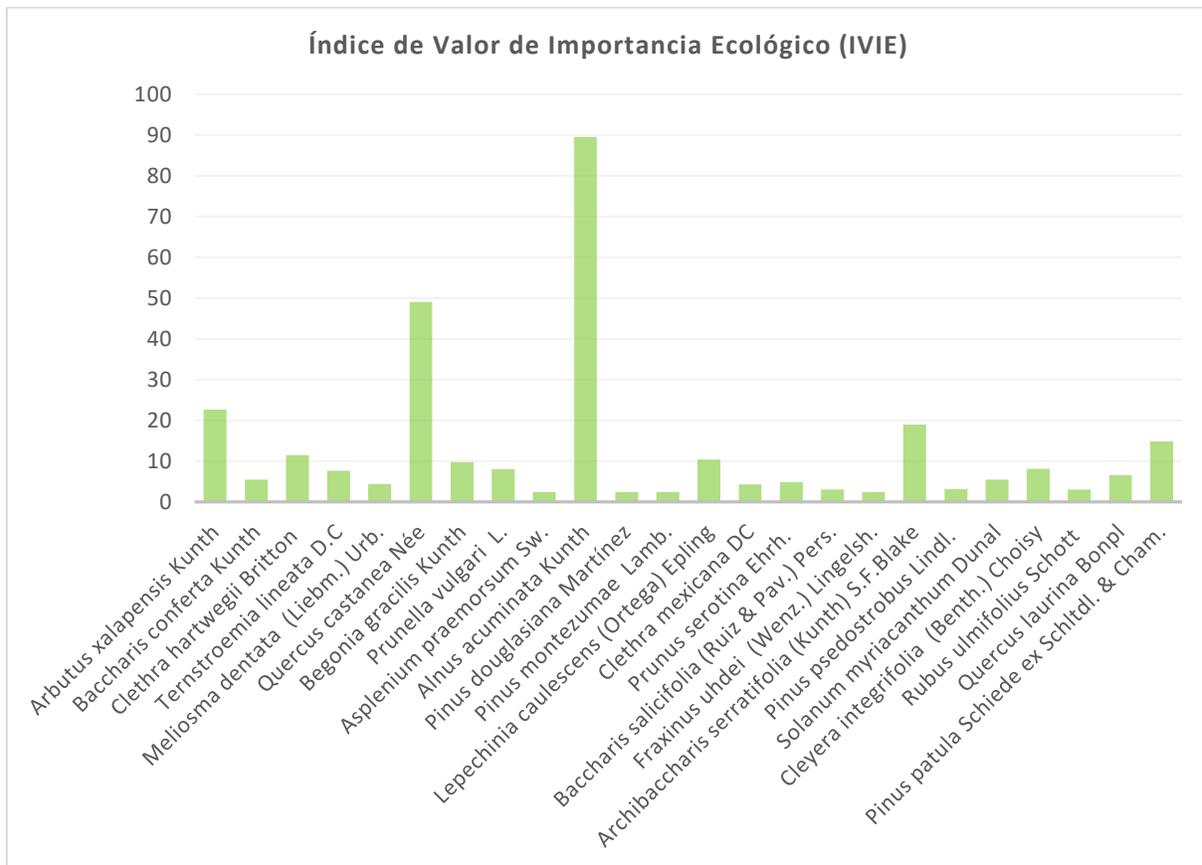


Figura IV. 20. Gráfica del Valor de importancia del estrato arbustivo.

### Estrato herbáceo

En la Tabla IV.13 se presentan los resultados obtenidos del valor de importancia ecológica para el estrato herbáceo; para este estrato se registraron 421 individuos distribuidos en 18 especies, de las cuales no se registraron especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla IV. 13. Valor de importancia del estrato herbáceo de las especies registradas.

No.	Especie	NOM-059- SEMARNAT- 2010	Densidad (24 sitios)	Densidad (Ind/ha)	DR	F	FR	Do	DoR	(IVIE)
1	<i>Acer negundo L.</i>	---	14	1,857	3.33	3	6.82	10.00	3.75	13.89
2	<i>Dryopteris carthusiana (Vill.) H.P. Fuchs</i>	---	92	12,202	21.85	2	4.55	8.33	3.12	29.52
3	<i>Lepechinia caulescens (ortega) Epling</i>	---	10	1,326	2.38	3	6.82	13.67	5.12	14.31
4	<i>Salvia elegans Vahl</i>	---	37	4,907	8.79	1	2.27	10.00	3.75	14.81
5	<i>Asplenium praemorsum Sw.</i>	---	22	2,918	5.23	4	9.09	12.75	4.78	19.09
6	<i>Bromus carinatus Hook. &amp; Arn.</i>	---	7	928	1.66	1	2.27	30.00	11.24	15.17
7	<i>Oxalis tetraphylla Cav.</i>	---	15	1,989	3.56	4	9.09	8.00	3.00	15.65
8	<i>Bouvardia ternifolia (Cav.) Schlttdl.</i>	---	6	796	1.43	1	2.27	10.00	3.75	7.44
9	<i>Begonia gracilis Kunth</i>	---	25	3,316	5.94	4	9.09	20.25	7.59	22.61
10	<i>Penstemon campanulatus (Cav.) Willd.</i>	---	20	2,653	4.75	1	2.27	40.00	14.98	22.01
11	<i>Prunella vulgaris L.</i>	---	11	1,459	2.61	3	6.82	8.67	3.25	12.68
12	<i>Aristida schiedeana Trin. &amp; Rupr.</i>	---	110	14,589	26.13	7	15.91	19.29	7.22	49.26
13	<i>Oxalis jacquiniana Kunth</i>	---	2	265	0.48	1	2.27	1.00	0.37	3.12
14	<i>Polypodium madrese J. Sm.</i>	---	18	2,387	4.28	4	9.09	17.50	6.56	19.92
15	<i>Ipomoea batatas (L.) Lam.</i>	---	15	1,989	3.56	2	4.55	37.50	14.05	22.16
16	<i>Caesalpinia platyloba S. Watson</i>	---	4	531	0.95	1	2.27	5.00	1.87	5.10
17	<i>Cleyera integrifolia (Benth.) Choisy</i>	---	3	398	0.71	1	2.27	10.00	3.75	6.73
18	<i>Caesalpinia decapetala (Roth) Alston</i>	---	10	1,326	2.38	1	2.27	5.00	1.87	6.52
<b>Total</b>			<b>421</b>	<b>55,837</b>	<b>100.00</b>	<b>44</b>	<b>100.00</b>	<b>266.95</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>

Con base en la información presentada en la Figura IV.21 y en la Tabla IV.13, la especie que presentó un valor alto en cuanto a los índices de importancia ecológica fue *Aristida schiedeana Trin. & Rupr.* que presentó un IVIE de 49.26, seguido de *Dryopteris carthusiana (Vill.) H.P. Fuchs* con un IVIE de 29.52, *Begonia gracilis* Kunth con un IVIE de 22.51 y *Ipomoea batatas (L.) Lam.* con un IVIE de 22.16, mientras que las demás presentaron IVIE con valores menores a 21

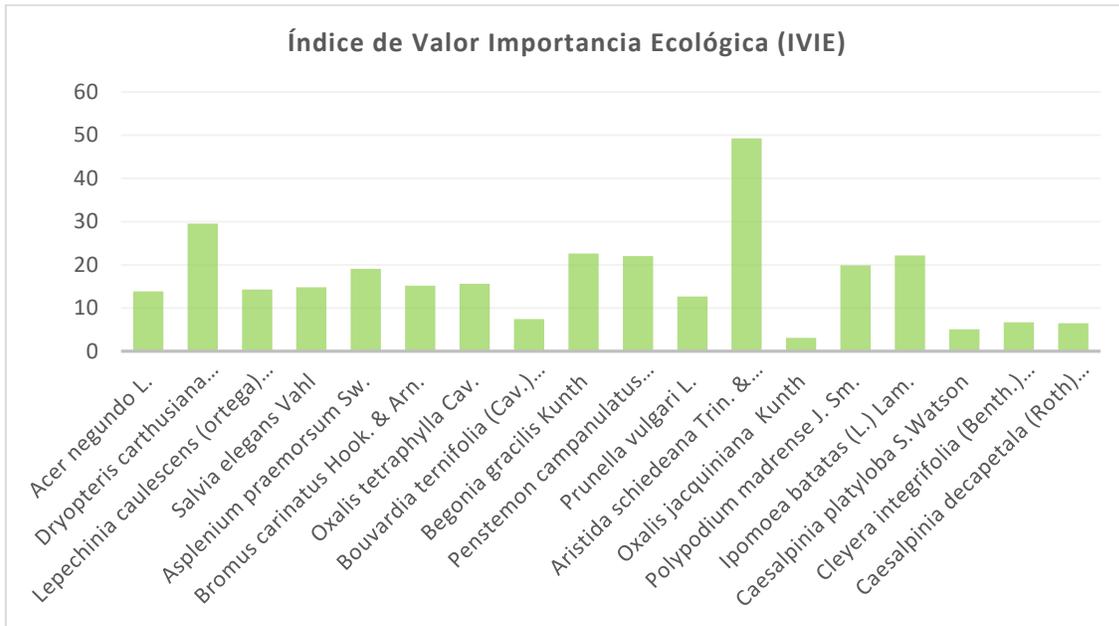


Figura IV. 21. Valor de importancia del estrato herbáceo.

#### IV.2.2.1.1.5. Cálculo del índice de diversidad y similitud de especies.

Los índices de diversidad incorporan en un solo valor a la riqueza específica y a la equitatividad. En algunos casos un valor dado de un índice de diversidad puede provenir de distintas combinaciones de riqueza específica y equitatividad. Es decir, que el mismo índice de diversidad puede obtenerse de una comunidad con baja riqueza y alta equitatividad como de una comunidad con alta riqueza y baja equitatividad. Esto significa que el valor del índice aislado no permite conocer la importancia relativa de sus componentes (riqueza y equitatividad). Algunos de los índices de diversidad más ampliamente utilizados son; el índice de Simpson (DSi), y el índice de Shannon-Wiener (H’).

Para poder realizar la comparación y describir la diversidad de las comunidades presentes en el SAR se utilizó el índice de Shannon - Wiener y la equitatividad de Pielou, el primero es el índice más utilizado en ecología para el análisis de comunidades.

Con el propósito de ampliar la descripción de la metodología utilizada para la obtención del índice de Shannon-Wiener y Equitatividad de Pielou para la flora del SAR, se hace una descripción más

detallada de dichas metodologías. Primeramente, se describe el índice de Shannon –Wiener y posteriormente la de equitatividad de Pielou.

### Índice de Shannon-Wiener

El cálculo del índice de Shannon-Wiener para los diferentes estratos presentes en el SAR, se llevó a cabo bajo los principios que definen dicho concepto, el cual ayuda a describir la diversidad de comunidades, así como para denotar cambios sucesionales.

El Índice de Shannon-Wiener expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección, mediante la siguiente fórmula (House P., et al 2006).

$$H = -\sum P_i \ln P_i$$

Dónde:

**H**= Índice de diversidad de Shannon-Wiener.

**P<sub>i</sub>**= Abundancia proporcional de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

**LnP<sub>i</sub>**= logaritmo natural de pi.

De acuerdo con lo anterior se puede concluir que el procedimiento metodológico para la obtención del Índice de Shannon-Wiener se aplica el logaritmo natural (Ln) a la densidad relativa (pi) de cada una de las especies registradas para las comunidades, posteriormente al resultado anterior se multiplica por la densidad relativa de la especie (pi), obteniéndose con ello el valor de índice de Shannon-Wiener.

El Índice de Shannon-Wiener describe un parámetro de 0-5 donde 0 (Cero o nulo) refiere que dos individuos en el sitio pertenecen todos a la misma especie, mientras que 5 (máximo) indica que hay mayor diversidad de especies.

El máximo valor de este índice para un número determinado de especies se calcula de la siguiente manera:

$$H_{min} = 0, H_{max} = \ln S$$

Como **pi** es la proporción que hay de cada especie, su valor máximo es 1 y su mínimo se aproxima a 1 Para cualquier base al logaritmo de 1 es 0 y el Log de cualquier valor entre 0 y uno es negativo (House P., et al 2006).

## Equitatividad de Pielou

Como se mencionó anteriormente, dentro de una comunidad el valor del índice de diversidad dependerá de la riqueza y la abundancia de especies. Sin embargo, para algunas aplicaciones puede interesar exclusivamente la regularidad o uniformidad con que los individuos están distribuidos dentro de las especies, y no tanto cuantas especies hay. Es posible calcular las medidas de uniformidad (también llamada en algunos libros similitud) de una comunidad mediante una ecuación sencilla usando el índice de Pielou:

$$\text{Pielou } J = H/\ln(S)$$

Dónde:

**J**= Equitatividad de Pielou.

**H** = Índice de diversidad de Shannon.

**Ln (S)**= Logaritmo natural del número de especies (o riqueza).

Al igual que con la diversidad, el índice de uniformidad considera que todas las especies de la comunidad están representadas en la muestra. Pielou adopta valores entre 0 y 1, el número 1 indica que todas las especies son igualmente abundantes y el 0 señala la ausencia de uniformidad (Martella M.B., et al., 2012).

En resumen, para obtener la **equitatividad de Pielou** se divide el índice de Shannon-Wiener sobre el logaritmo natural (Ln) de la riqueza (S).

Los resultados obtenidos de los índices antes descritos para el único tipo de vegetación analizado (Bosque de Pino) se presentan a continuación, estos resultados se presentan por estrato. Finalmente se presenta una comparación de la diversidad de especies entre estratos. **Se anexan hojas de cálculo en formato Excel (ANEXO 7).**

### Estrato arbóreo

En la Tabla IV.14, se presentan los valores de diversidad del índice de Shannon-Wiener para el estrato arbóreo. La riqueza específica de este estrato fue de 22 especies, obteniendo un índice de diversidad de 2.259, lo que indica que la comunidad tiene diversidad media.

**Tabla IV. 14. Valores de diversidad de especies que conforman el estrato arbóreo.**

No.	Especie	Densidad (Ind/ha)	PI	LN de PI	-PI*LN(PI)
1	<i>Arbutus xalapensis Kunth</i>	6	0.026	-3.665	0.094
2	<i>Cupressus lucitanica Mill</i>	0	0.002	-6.304	0.012
3	<i>Pinus leiophylla Schl. &amp; Cham.</i>	8	0.033	-3.414	0.112

No.	Especie	Densidad (Ind/ha)	PI	LN de PI	-PI*LN(PI)
4	<i>Pinus montezumae</i> Lamb.	71	0.313	-1.163	0.364
5	<i>Quercus laeta</i> Liebm.	2	0.009	-4.695	0.043
6	<i>Quercus rugosa</i> Née	4	0.016	-4.107	0.068
7	<i>Carpinus caroliniana</i> Walter	9	0.038	-3.260	0.125
8	<i>Quercus castanea</i> Née	47	0.207	-1.577	0.326
9	<i>Prunus serotina</i> Ehrh.	3	0.011	-4.513	0.049
10	<i>Clethra mexicana</i> DC	3	0.013	-4.359	0.056
11	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	6	0.027	-3.596	0.099
12	<i>Quercus glaucoides</i> M. Martens &	5	0.020	-3.907	0.079
13	<i>Pinus patula</i> Schiede ex Schltld. &	13	0.055	-2.903	0.159
14	<i>Alnus jorulensis</i> Humboldt,	1	0.005	-5.206	0.029
15	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne.	0	0.002	-6.304	0.012
16	<i>Pinus douglasiana</i> Martínez	11	0.048	-3.046	0.145
17	<i>Buddleja cordata</i> Kunth	0	0.002	-6.304	0.012
18	<i>Pinus greggi</i> Engelm. ex Parl.	3	0.013	-4.359	0.056
19	<i>Pinus teocote</i> chied. ex Schltld. &	23	0.101	-2.297	0.231
20	<i>Quercus laurina</i> Bonpl	13	0.055	-2.903	0.159
21	<i>Cleyera integrifolia</i> (Benth.) Choisy	1	0.004	-5.611	0.021
22	<i>Pinus pseudostrobus</i> Lindl.	0	0.002	-6.304	0.012
<b>Total</b>		<b>228</b>	<b>1.00</b>	<b>---</b>	<b>2.259</b>

Una vez obtenido la riqueza y el índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ) se obtuvo la diversidad máxima ( $H$  máx.) y Equidad de Pielou ( $J$ ) (Tabla IV.15).

**Tabla IV. 15. Valores de diversidad y equitatividad de especies del estrato arbóreo.**

Riqueza específica (S)	22
Índice de Shannon-Wiener (H)	2.259
Diversidad máxima (H max)	3.091
Equidad de Pielou (J)	0.731
Diferencia diversidad	0.832

De acuerdo con la Tabla IV.15 para que esta comunidad alcance su máxima diversidad (3.091) le falta 0.832, es decir, la diversidad que presenta el SAR es media. Así también, se tiene que la comunidad presenta una equitatividad de 0.731 lo que refleja que la distribución de individuos es de equitatividad alta.

### Estrato arbustivo

En la Tabla IV.16, se presentan los valores del índice de Shannon-Wiener para el estrato arbustivo. Para este estrato se presenta una riqueza específica de 24 especies, con un índice de diversidad de 2.718, lo que indica que la comunidad analizada es de diversidad media.

**Tabla IV. 16. Valores de diversidad de especies que conforman el estrato arbustivo.**

No.	Especie	Densidad (Ind/ha)	PI	LN de PI	-PI*LN(PI)
1	<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	59	0.1	-2.264	0.235
2	<i>Baccharis conferta</i> Kunth	11	0.0	-3.938	0.077
3	<i>Clethra hartwegii</i> Britton	26	0.0	-3.091	0.141
4	<i>Ternstroemia lineata</i> D.C	22	0.0	-3.245	0.126
5	<i>Meliosma dentata</i> (Liebm.) Urb.	15	0.0	-3.651	0.095
6	<i>Quercus castanea</i> Née	99	0.1	-1.741	0.305
7	<i>Begonia gracilis</i> Kunth	26	0.0	-3.091	0.141
8	<i>Prunella vulgaris</i> L.	26	0.0	-3.091	0.141
9	<i>Asplenium praemorsum</i> Sw.	4	0.0	-5.037	0.033
10	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	11	0.0	-3.938	0.077
11	<i>Pinus douglasiana</i> Martínez	4	0.0	-5.037	0.033
12	<i>Pinus montezumae</i> Lamb.	4	0.0	-5.037	0.033
13	<i>Lepechinia caulescens</i> (Ortega)	29	0.0	-2.958	0.154
14	<i>Clethra mexicana</i> DC	4	0.0	-5.037	0.033
15	<i>Prunus serotina</i> Ehrh.	7	0.0	-4.344	0.056
16	<i>Baccharis salicifolia</i> (Ruiz & Pav.)	7	0.0	-4.344	0.056
17	<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.	4	0.0	-5.037	0.033
18	<i>Archibaccharis serratifolia</i> (Kunth)	77	0.1	-1.992	0.272
19	<i>Pinus pseudostrabus</i> Lindl.	7	0.0	-4.344	0.056
20	<i>Solanum myriacanthum</i> Dunal	7	0.0	-4.344	0.056
21	<i>Cleyera integrifolia</i> (Benth.) Choisy	26	0.0	-3.091	0.141
22	<i>Rubus ulmifolius</i> Schott	7	0.0	-4.344	0.056
23	<i>Quercus laurina</i> Bonpl	22	0.0	-3.245	0.126
24	<i>Pinus patula</i> Schiede ex Schltdl. &	63	0.1	-2.204	0.243
<b>Total</b>		<b>567</b>	<b>1.0</b>	<b>---</b>	<b>2.718</b>

Una vez obtenido la riqueza y el índice de Shannon-Wiener (H') se calculó la diversidad máxima (H max) y Equidad de Pielou (J).

**Tabla IV. 17. Valores de diversidad y equitatividad de especies del estrato arbustivo.**

Riqueza específica (S)	24
Índice de Shannon-Wiener (H)	2.718
Diversidad máxima (H max)	3.178
Equidad de Pielou (J)	0.855
Diferencia diversidad	0.460

De acuerdo con la Tabla IV.17 se puede observar que para que esta comunidad alcance su máxima diversidad (3.178) le falta 0.460. Así también, se tiene que la comunidad presenta una equitatividad de 0.855 y refleja que la distribución de individuos altamente uniforme (equitativo).

### Estrato herbáceo

En la Tabla IV.18, se presenta los valores del índice de Shannon-Wiener para el estrato herbáceo. Para este estrato se presenta una riqueza específica de 18 especies, con un índice de diversidad de 2.355, lo que indica que la comunidad analizada es de diversidad media.

**Tabla IV. 18. Valores de diversidad de especies que conforman el estrato herbáceo**

No.	Especie	Densida (Ind/ha)	PI	LN de PI	-PI*LN(PI)
1	<i>Acer negundo L.</i>	1,857	0.033	-3.404	0.113
2	<i>Dryopteris carthusiana (Vill.) H.P. Fuchs</i>	12,202	0.219	-1.521	0.332
3	<i>Lepechinia caulescens (ortega) Epling</i>	1,326	0.024	-3.740	0.089
4	<i>Salvia elegans Vahl</i>	4,907	0.088	-2.432	0.214
5	<i>Asplenium praemorsum Sw.</i>	2,918	0.052	-2.952	0.154
6	<i>Bromus carinatus Hook. &amp; Arn.</i>	928	0.017	-4.097	0.068
7	<i>Oxalis tetraphylla Cav.</i>	1,989	0.036	-3.335	0.119
8	<i>Bouvardia ternifolia (Cav.) Schldl.</i>	796	0.014	-4.251	0.061
9	<i>Begonia gracilis Kunth</i>	3,316	0.059	-2.824	0.168
10	<i>Penstemon campanulatus (Cav.) Willd.</i>	2,653	0.048	-3.047	0.145
11	<i>Prunella vulgaris L.</i>	1,459	0.026	-3.645	0.095
12	<i>Aristida schiedeana Trin. &amp; Rupr.</i>	14,589	0.261	-1.342	0.351
13	<i>Oxalis jacquiniana Kunth</i>	265	0.005	-5.349	0.025
14	<i>Polypodium madrense J. Sm.</i>	2,387	0.043	-3.152	0.135
15	<i>Ipomoea batatas (L.) Lam.</i>	1,989	0.036	-3.335	0.119
16	<i>Caesalpinia platyloba S. Watson</i>	531	0.010	-4.656	0.044
17	<i>Cleyera integrifolia (Benth.) Choisy</i>	398	0.007	-4.944	0.035
18	<i>Caesalpinia decapetala (Roth) Alston</i>	1,326	0.024	-3.740	0.089
<b>Total</b>		<b>55,837</b>	<b>1</b>	<b>---</b>	<b>2.355</b>

Una vez obtenidos la riqueza y el índice de Shannon-Wiener (H') se estimó la diversidad máxima (H máx.) y Equidad de Pielou (J) cuyos los resultados se muestran en la Tabla IV.19.

**Tabla IV. 19. Valores de diversidad y equitatividad de especies del estrato herbáceo.**

Riqueza específica (S)	18
Índice de Shannon-Wiener (H)	2.355
Diversidad máxima (H max)	2.890
Equidad de Pielou (J)	0.815
Diferencia diversidad	0.535

De acuerdo con la Tabla IV.19, para que esta comunidad alcance su máxima diversidad (2.890) le falta 0.535. Así también, se tiene que la comunidad presenta una equitatividad de 0.815 lo cual refleja que la distribución de individuos es altamente equitativa.

#### IV.2.2.1.1.6. Resumen del análisis de flora en el SAR; especies en la NOM-059 SEMARNAT- 2010, índices de valor de importancia Ecológica (IVIE), riqueza específica e índices de Shannon-Wiener y equitatividad de Pielou.

#### Especies de Flora registradas en los sitios de muestreo y que se encuentran listadas en la NOM-059 SEMARNAT- 2010.

Respecto a las especies listadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, de acuerdo con los registros de campo presentados en apartados anteriores y en la Tabla IV.20, se pudo notar que la única especie que se encuentra enlistadas en dicha norma es *Carpinus caroliniana* Walter. bajo la categoría de A (Amenazada). Es importante mencionar que, a pesar de ser una especie registrada en el área del SAR, se prestará principal atención hacia ella, con el fin de evitar daños que pongan en riesgo su distribución y hábitat.

**Tabla IV. 20. Flora registrada en los sitios de muestreo y que se encuentra listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.**

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Distribución
<i>Carpinus caroliniana</i> Walter.	Lechillo	A	No Endémica

\*A: Amenazada.

#### Índices de Valor de Importancia Ecológica (IVIE).

De acuerdo con los cálculos realizados de los índices de valor de importancia ecológica de las especies (IVIE) se tiene que las especies mejor representadas en el único tipo de vegetación (Bosque de Pino) analizado son las siguientes:

Para el estrato arbóreo las especies mejor representadas fueron *Pinus montezumae* Lamb. la cual presentó un IVIE de 55.38 y *Quercus castanea* Née con un IVIE de 47.05; mientras que las demás, presentaron un IVIE menor que 21; en el estrato arbustivo, las especies mejor representadas fueron *Alnus acuminata* Kunth. la cual presentó un IVIE de 89.55 y *Quercus castanea* Née con un IVIE de 48.99; mientras que los demás presentaron un IVIE menor a 22; así mismo en el estrato herbáceo, las especies mejo representadas fueron *Aristida schiedeana* Trin. & Rupr. que presento un IVIE de 49.26, seguido de *Dryopteris carthusiana* (Vill.) H.P. Fuchs con un IVIE de 29.52, *Begonia gracilis* Kunth con un IVIE de 22.61, mientras que las demás presentaron IVIE con valores menores a 22.

#### Riqueza específica e Índice de Shannon-Wiener y equitatividad de Pielou.

En la Tabla IV.21, se presenta un resumen de índices de diversidad y riqueza específica para el SAR en donde se analizó un solo tipo de vegetación.

Tabla IV. 21. Resumen de diversidad florística, por estrato del SAR.

Tipo de vegetación	Estrato	Riqueza específica (S)	Índice de Shannon-Wiener (H)	Equidad de Pielou (J)
Bosque de Pino	Arbóreo	22	2.259	0.731
	Arbustivo	24	2.718	0.855
	Herbáceo	18	2.355	0.815
<b>Total</b>		<b>64</b>	---	---

Con base en los resultados obtenidos de diversidad florística en el SAR, se registró una riqueza específica de 22 individuos en el estrato arbóreo, con una diversidad de especies de 2.259 y una equitatividad de especies de 0.731; para el caso del estrato arbustivo, se registró una riqueza específica de 24 individuos, con una diversidad de especies de 2.718 y una equitatividad de 0.855; por último, en el estrato herbáceo se registró una riqueza específica de 18 con una diversidad de especies de 2.355 y una equitatividad de 0.815.

Finalmente, con base en el análisis de diversidad realizado, en general en los diferentes estratos analizados, presentan una diversidad media con valores que oscilan de 2.259 a 2.718, con un índice de Pielou con valor alto, lo que refleja presencia de especies dominantes en cada ecosistema.

#### IV.2.2.1.2. Análisis del área sujeta a Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF).

México posee una de las floras más variables de América, debido a que su territorio se sitúa entre la zona templada del Norte y la zona tropical con una considerable extensión de zona subtropical. La variedad de la flora mexicana refleja en cierto modo la increíble diversidad de climas y suelos, causada por la accidentada topografía y la compleja estructura geológica de su suelo. Los tipos de vegetación que cubren el multiforme territorio de la republica van desde las selvas altas de las

regiones húmedas del sureste y vertiente del atlántico hasta la vegetación de las zonas de desiertos áridos de partes de chihuahua, sonora y baja california, y los desiertos fríos de las partes más elevadas de los volcanes de la llamada cadena volcánica transversal (Miranda, *et al S/F*).

Los tipos de vegetación en México han sido clasificados por diferentes nombres, según los autores, sin embargo, para el presente estudio se consideró la clasificación de uso de suelo y vegetación del INEGI serie V, éste realizado de acuerdo con el sistema de clasificación propuesto por Rzendowski (1978).

La vegetación presente en el área de estudio (CUSTF), de acuerdo con la clasificación de vegetación y uso de suelo de INEGI serie V y con base en los resultados de la visita de campo, corresponde al tipo de vegetación de Bosque de Pino.

Como se puede observar en la Tabla IV.22, la superficie que ocupa este tipo de vegetación en el área de proyecto es de 53.352 ha, lo cual representa el 100% de la superficie total del área destinada a Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF).

**Tabla IV. 22. Superficie que ocupa el tipo de Uso de suelo y vegetación en el CUSTF.**

Tipo de Uso de Suelo y Vegetación	Superficie (ha)	Superficie (%)
Bosque de Pino	53.352	100%
<b>Total</b>	<b>53.352</b>	<b>100%</b>

En la Figura IV.22 se muestra la distribución de los tipos de vegetación en el predio sujeto a CUSTF.

#### **IV.2.2.1.1.1. Corredores biológicos.**

Como se mencionó con anterioridad, el área del proyecto se encuentra en el tipo de vegetación de bosque de pino.

De acuerdo a lo anterior, en el Sistema Ambiental Regional cuenta con una importante superficie perteneciente a el corredor biológico que representa el uso de suelo de Bosque de Pino (Figura IV.15), que representa alrededor del 48.93 % del SAR. Este tipo de vegetación se encuentra dentro del área correspondiente al Área Natural Protegida Estatal Santuario del Agua Valle de Bravo (se refirió en el Capítulo III), que a su vez tiene como finalidad conservar la flora, la fauna silvestre que existe en la zona.

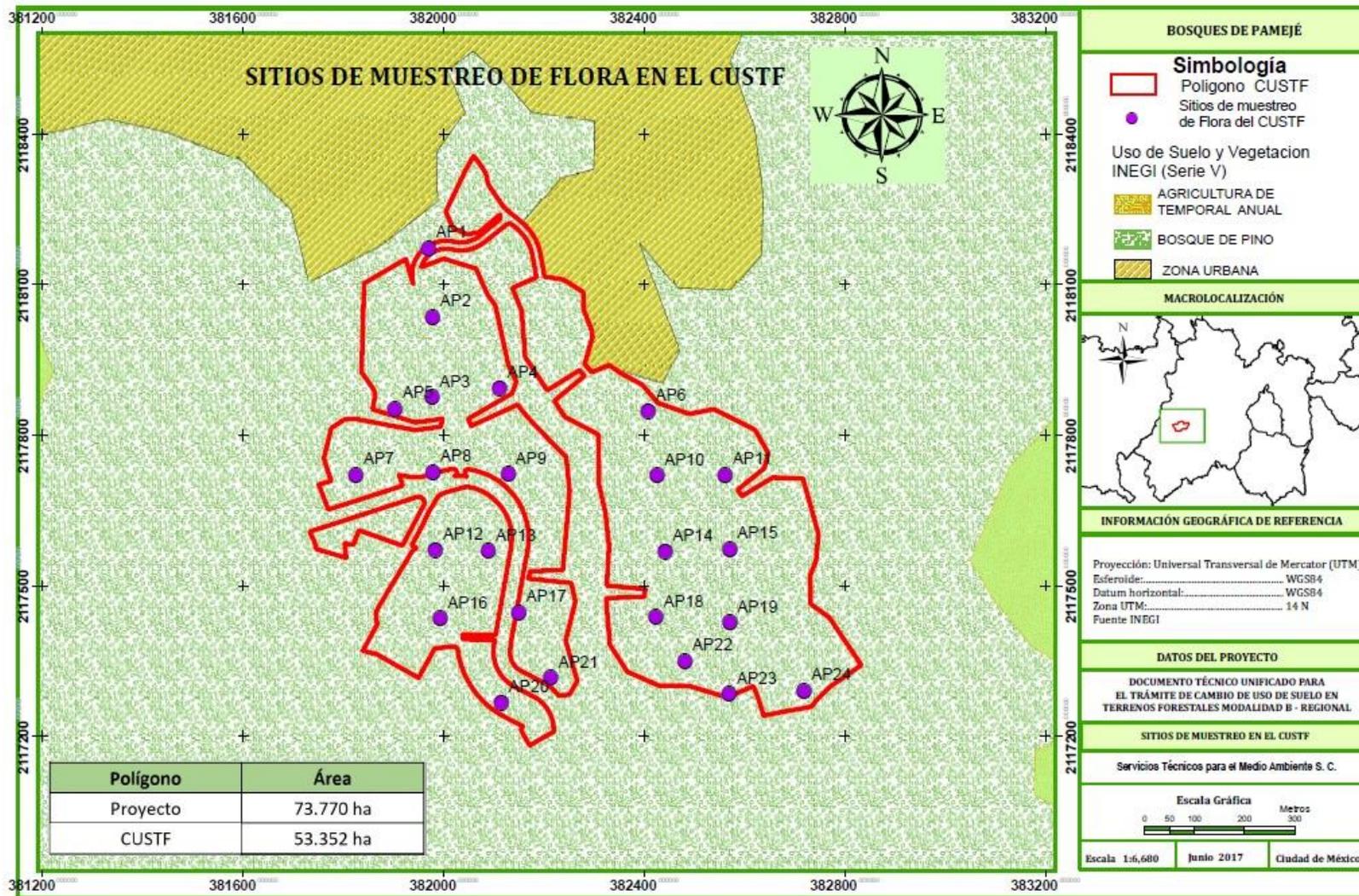
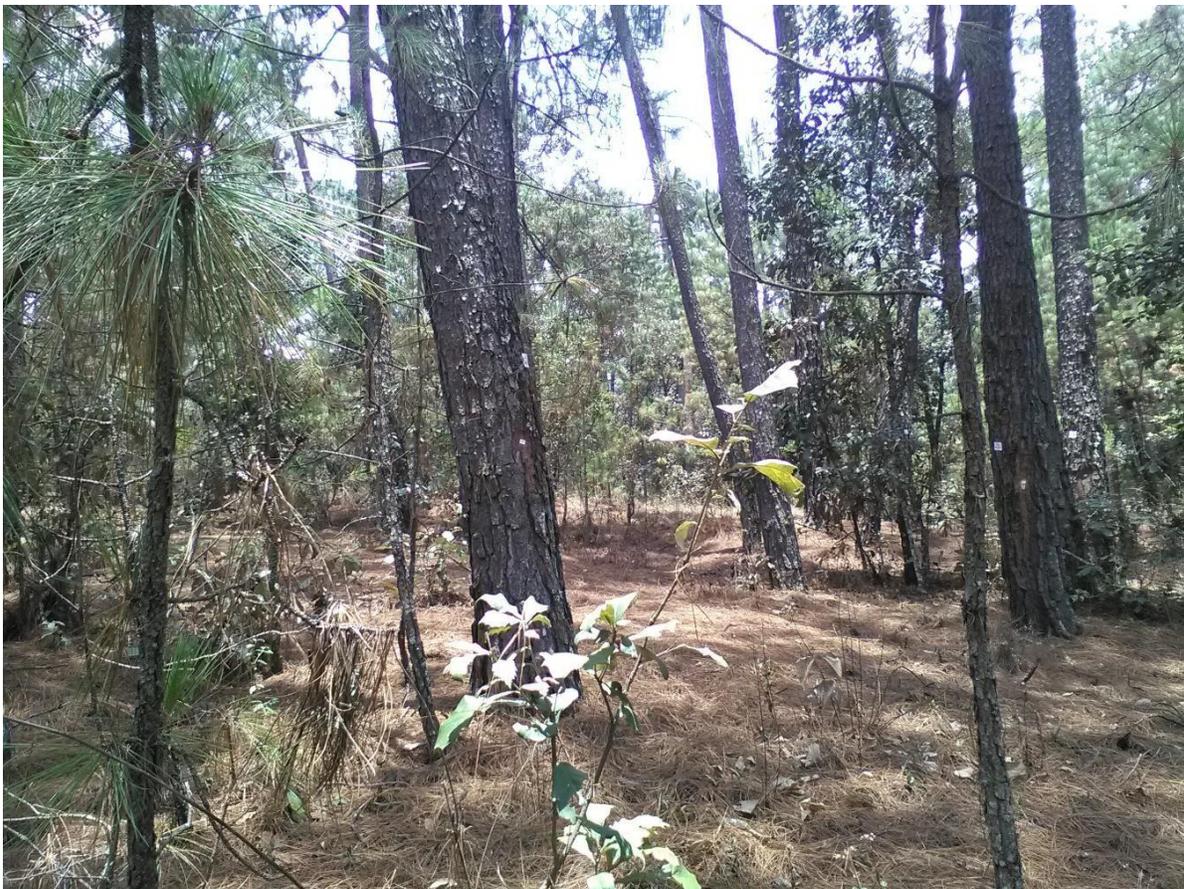


Figura IV. 22. Distribución de los tipos de Uso de suelo y vegetación en el CUSTF.

A continuación, se realiza una breve explicación del tipo de vegetación presente en el área sujeta a cambio de uso de suelo.

### **Bosque de Pino**

Son comunidades características de las montañas, sin llegar a ser el tipo de vegetación predominante. En su mayoría es tienden a estar asociados con especies de encino para formar bosques de pino-encino, por lo que resultan menos frecuentes los rodales constituidos exclusivamente por el género *Pinus*. El bosque de pino se localiza en elevaciones por arriba de los 2 400 m.s.n.m y alcanza altitudes de hasta 2 900, cota donde suele mezclarse con el oyamel para formar rodales en los que ni el *Pinus* ni el *Abies* resultan claramente dominantes. Los pinares son comunidades donde el estrato más importante es el arbóreo, con alturas promedio entre los 20 y 30 m, y donde el género dominante (*Pinus*) "permite" la presencia eventual de individuos de los géneros *Quercus*, *Abies*, *Alnus*, *Buddleia* y *Arbutus*; en general tienen un sotobosque pobre en arbustos y el estrato herbáceo suele ser abundante y contiene principalmente especies de las familias Asteraceae y Gramineae.



**Figura IV. 23.Foto Panorámica del tipo de vegetación correspondiente a Bosque de Pino.**

## Estado de Conservación

Con el objetivo de precisar el estado de conservación de la zona del proyecto se hace el siguiente análisis:

A pesar de que la cubierta vegetal puede cambiar por causas naturales, las actividades humanas son el factor principal de la degradación, ya que influyen considerablemente en los niveles de desertificación, deforestación, fragmentación del hábitat y pérdida de la diversidad.

Existen diversos criterios para medir el grado de conservación de la vegetación, en ellos básicamente se analiza el efecto de factores externos sobre los componentes de los ecosistemas; en este caso la vegetación. (Ventura, 2011)

Para ello se consideran tres grados de alteración:

**Nivel I:** También denominada fase incipiente, es cuando el estado de alteración se encuentra en sus primeras etapas; la presión sobre los recursos del ecosistema es de baja magnitud. Es decir, el ecosistema puede por sí solo recuperar las condiciones de estabilidad entre sus componentes.

**Nivel II:** Cuando el sitio se encuentra desequilibrado de manera significativa pero aún existen elementos del ecosistema inicial y que se pueden tomar de referencia para intuir cuales fueron los componentes iniciales del sistema.

**Nivel III:** Es el menos deseable y el más destructivo puesto que áreas que estuvieron cubiertas con vegetación primaria, en un periodo muy corto de tiempo han perdido sus elementos y su estabilidad. Cuando se manifiesta este nivel de alteración, se considera muy crítico porque el ecosistema difícilmente recupera las condiciones propias del lugar, por lo que con la restauración ecológica difícilmente restablecerá por completo el equilibrio entre sus componentes.

De acuerdo con los niveles de alteración, aproximadamente el 100% de la superficie se encuentra en nivel I, es decir, en fase incipiente, el proceso de degradación es casi inexistente, entendiéndose como degradación de la vegetación, al proceso en el cual se pierden las especies originales y se promueve la generación de vegetación secundaria, entre ellas las malezas o arvenses.

Además de esto, se puede constatar que parte del área se encuentra sujeta a presiones antropogénicas por la cercanía de la mancha urbana, y la construcción de asentamientos humanos, lo cual hace que el proceso de degradación de la vegetación sea más evidente y propicia la transformación de los ecosistemas originales, a terrenos de uso no forestal.

Determinación de valores de importancia ecológica, parámetros bióticos y estimación de índices de diversidad y equitatividad por especies de flora

#### **IV.2.2.1.1.2. Vegetación conservada**

El área que se solicita para cambio de usos de suelo se encuentra insertado en una propiedad privada, por lo que actualmente se encuentra protegido por una barda perimetral, por lo que no se realizan actividades de ningún tipo, sin embargo, por la edad del arbolado (arbolado maduro) se identificaron áreas del proyecto con arbolado derribado, provocado por vientos eventuales, en especial en las áreas que se solicitan para cambio de uso de suelo.

Es necesario mencionar que al haber presencia de árboles de edad avanzada son susceptibles al ataque de plagas y enfermedades y con ello el deterioro de la vegetación. En el Anexo 23 se muestra las fotografías con la condición de las áreas que presentan deterioro.

Por otra parte, las áreas mejor conservadas y donde hay una mayor diversidad de especies, corresponden al área por donde pasan las corrientes superficiales que anteriormente se mencionaron y señalaron (Figura IV.24). De igual forma, en el Anexo 23 se muestra las condiciones de las áreas mejor conservadas).

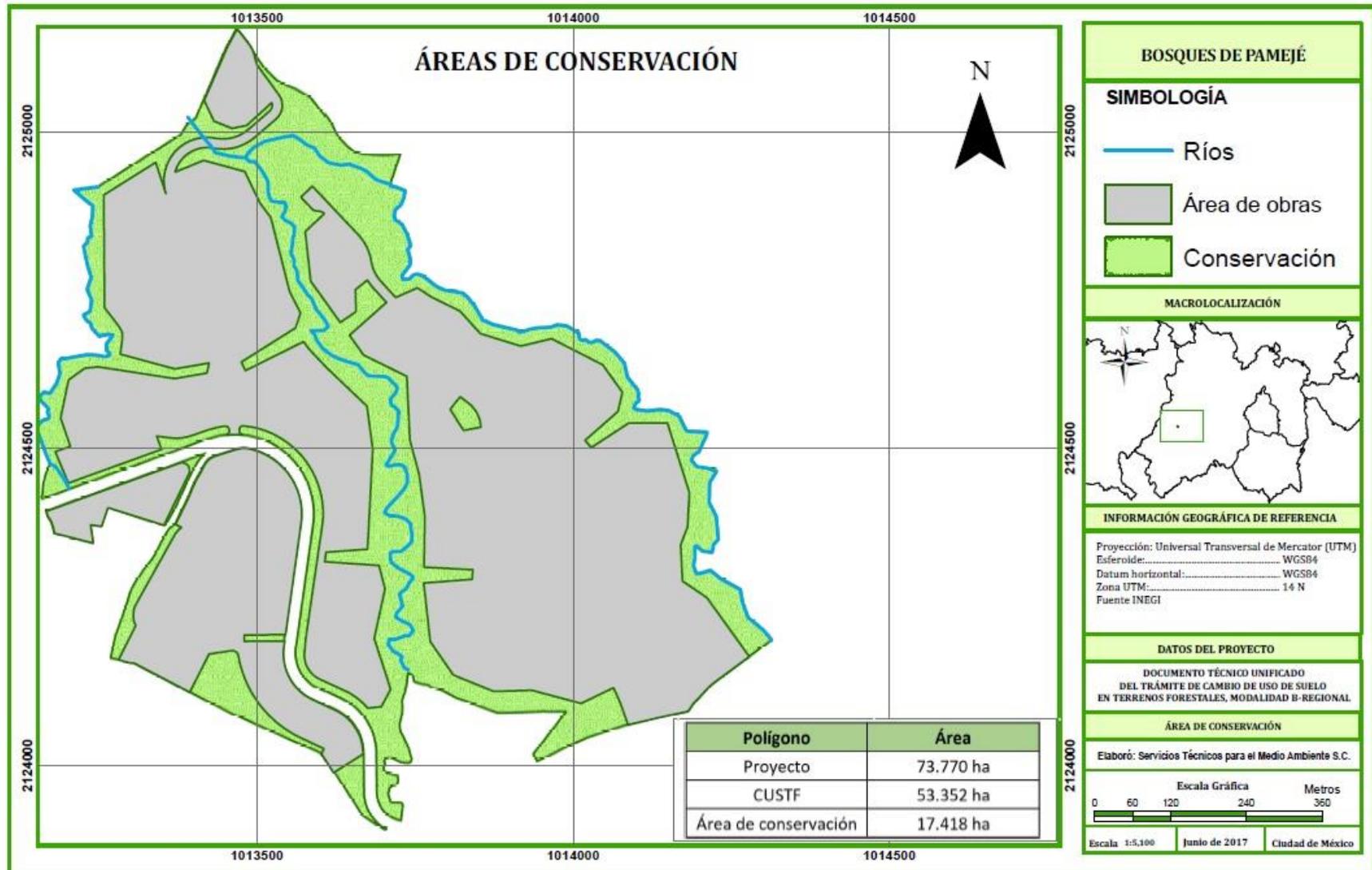


Figura IV. 24. Áreas de conservación en el área del Proyecto.

#### IV.3.1.3.1 Diseño de muestreo y cálculo del tamaño de muestra

Para conocer la estructura y composición de la flora en el área sujeta a CUSTF y poder realizar los análisis correspondientes a diversidad de especies con respecto al SAR, se realizó un muestreo de campo el cual se siguió la siguiente metodología.

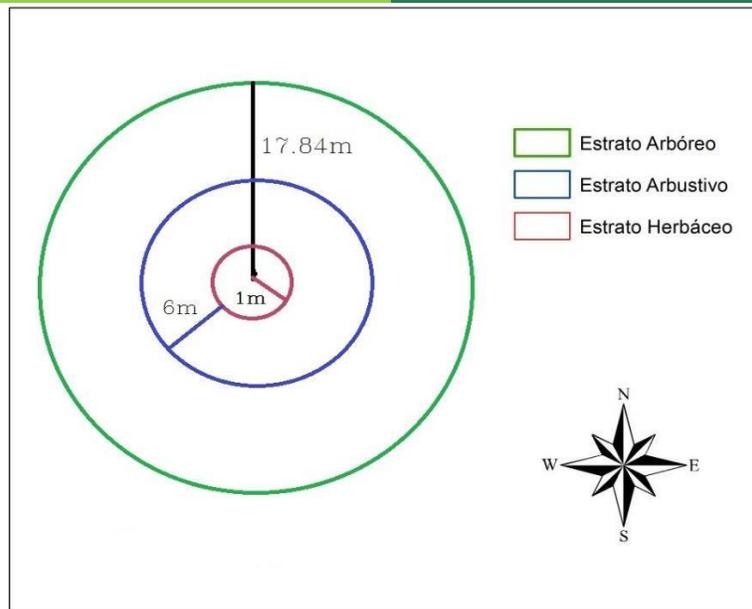
En primera instancia se definió el tipo de muestreo a utilizar, el cual fue un muestreo sistemático, es decir, se escoge un sitio al azar (al inicio del tramo), y se establecen otros puntos a una determinada distancia hasta completar la muestra (Casal y Mateu, 2003). De acuerdo con lo anterior, en gabinete se establecieron 24 sitios de muestreo dentro del área de cambio de uso de suelo a una distancia de 130 metros aproximadamente.

Los sitios de muestreo pueden tener la forma que más convenga a las posibilidades y tiempo disponibles, de tal manera que podemos tener sitios cuadrados, rectangulares, circulares, triangulares, romboidales, irregulares, etcétera, aunque las tres formas geométricas que más se han utilizado en inventarios forestales son: cuadradas, circulares y rectangulares, pues resultaría muy laboriosa la delimitación en el terreno de cualquier otra forma diferente a las antes citadas; representaría la utilización de más tiempo y costo, principalmente (Romahn y Ramírez, 2010).

Normalmente, en inventarios forestales se han utilizado intensidades de muestreo del orden de 1%, 0.5% y 0.1%, en función de varios factores; superficie por inventariar, factores económicos, precisión requerida, etcétera. La intensidad varía según la precisión con que se deseen medir las características del bosque (Romahn y Ramírez, 2010).

Para identificar el tamaño óptimo de la parcela se consideró la variación en el número de especies encontradas en parcelas, las cuales se fijaron en sitios circulares, duplicando su tamaño subsecuentemente hasta eliminar la variación en la presencia de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas en el área de influencia del proyecto (Franco, 1985). Se determinó que el tamaño óptimo de la parcela de muestreo era de forma circular de 17.84 m de radio con un área de 1000 m<sup>2</sup> (0.10 hectáreas), así mismo se determinó para los demás estratos, los cuales tuvieron las dimensiones siguientes: 6 metros de radio para el estrato arbustivo, muestreando así para este estrato un área de 113.09 m<sup>2</sup>. Dentro de la misma área se realizó el muestreo del estrato herbáceo con 1 m de radio ubicándolo en el centro del sitio de 1000 m<sup>2</sup>

En la Figura IV.25 se muestra el diseño de muestreo utilizado para la toma de datos en campo en cada sitio de muestreo.



**Figura IV. 25. Diseño de muestreo en el área de CUSTF.**

De acuerdo con las dimensiones de los sitios de muestreo y considerando que se muestrearon un total de 24 sitios de muestreo, el tamaño de muestra fue 2.40 hectáreas para el estrato arbóreo, lo que representa una intensidad de muestreo del 4.49 %, respecto al área de cambio de uso de suelo (53.352 hectáreas).

En el siguiente mapa (Figura IV.26) se muestra la distribución de los sitios de muestreo en el área sujeta a cambio de uso de suelo, y en la Tabla IV.23 se muestra la distribución de los sitios.

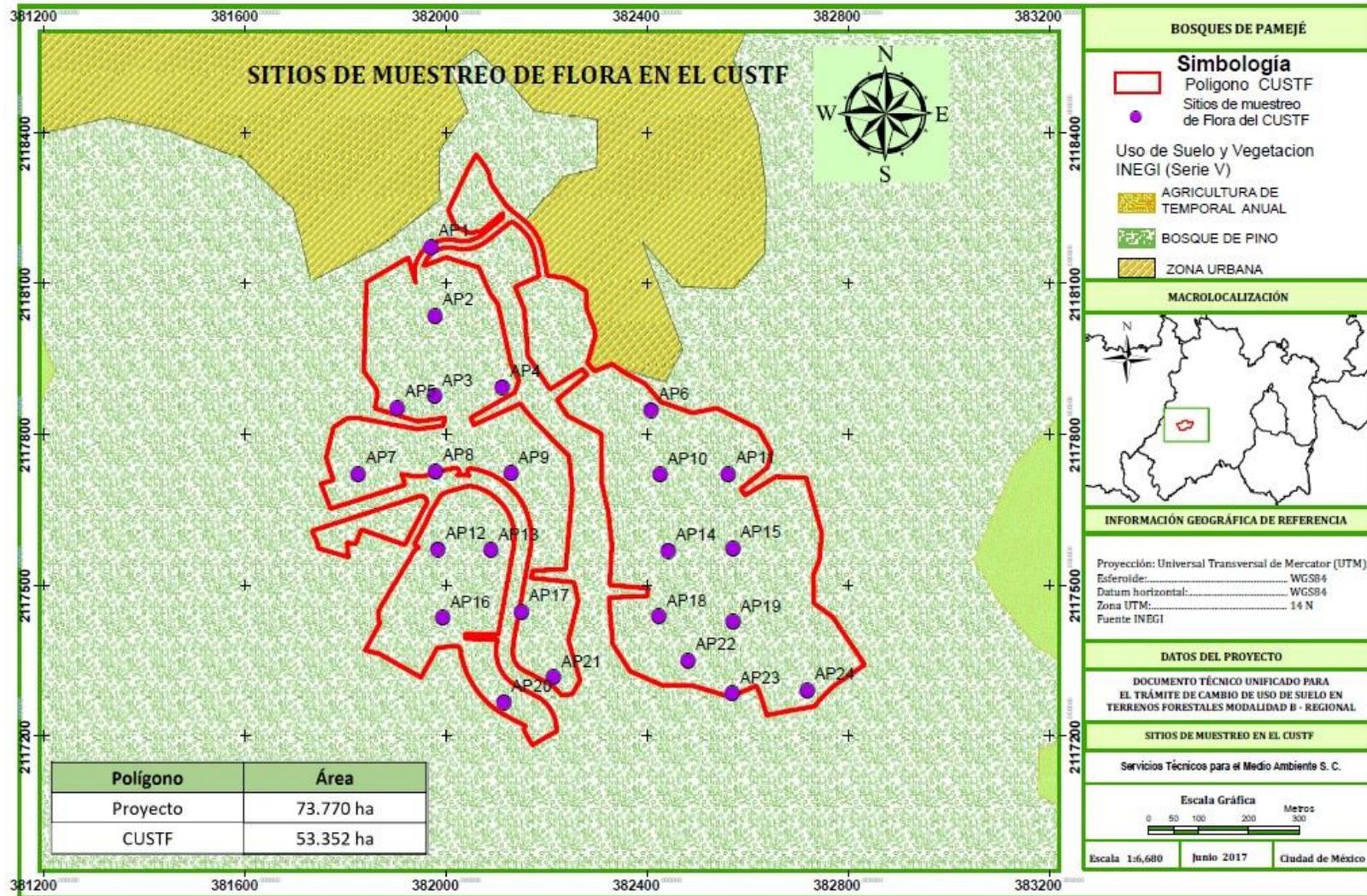


Figura IV. 26. Distribución de sitios de muestreo del área de cambio de uso de suelo.

Tabla IV. 23. Coordenadas de los sitios de muestreo en el área de cambio de uso de suelo (CUSTF). Ver “ANEXO 12”.

Sitio	Coordenadas UTM WGS84 Zona 14 Q		INDIVIDUOS REGISTRADOS DURANTE EL MUESTREO											
	Punto central		Estrato Arbóreo				Estrato Arbustivo				Estrato Herbáceo			
	X	Y	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-59-SEMARNAT 2010	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-59-SEMARNAT-2010
AP1	381969	2118171	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	Aile	19	---	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	Aile	3	---	<i>Smilax moranensis</i> M.Martens & Galeotti	Cabrestillo	1	---
			<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	Madroño	3	---				---				---
			<i>Pinus montezumae</i> Lamb.	ocote macho	4	---				---				---
			<i>Quercus laurina</i> Bonpl	Chilillo	1	---				---				---
AP2	381977	2118034	<i>Pinus pseudostrabus</i> Lindl.	Pino blanco	6	---	<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	Madroño	2	---	<i>Begonia gracilis</i> Kunth	ala de angel	19	---
			<i>Pinus teocote</i> chield. ex Schltl. & Cham.	Pino colorado	19	---	<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.	Fresno	2	---	<i>Penstemon campanulatus</i> (Cav.) Willd.	Hierba del chincual	2	---
			<i>Quercus laurina</i> Bonpl	Chilillo	7	---	<i>Pinus pseudostrabus</i> Lindl.	Pino blanco	6	---				---

Documento Técnico Unificado del trámite de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad B-Regional  
"Bosques de Pamejé"

Sitio	Coordenadas UTM WGS84 Zona 14 Q		INDIVIDUOS REGISTRADOS DURANTE EL MUESTREO												
	Punto central		Estrato Arbóreo				Estrato Arbustivo				Estrato Herbáceo				
	X	Y	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-59-SEMARNAT 2010	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-59-SEMARNAT-2010	
						---	<i>Pinus teocote chied. ex Schltl. &amp; Cham.</i>	Pino colorado	5	---					
						---	<i>Quercus laurina Bonpl</i>	Chilillo	3	---				---	
AP3	381976	2117874	<i>Clethra mexicana DC</i>	Jaboncillo	2	---	<i>Quercus glaucoides M.Martens &amp; Galeotti</i>	Encino blanco	8	---	<i>Asplenium praemorsum Sw.</i>	Helecho	1	---	
			<i>Pinus greggi Engelm. ex Parl.</i>	Palo prieto	10	---				---	<i>Bouteloua curtipendula Griff.</i>	Zacate banderilla	14	---	
			<i>Pinus leiophylla Schl. &amp; Cham.</i>	Tlacocote	3	---				---	<i>Oxalis tetraphylla Cav.</i>	Cruz de hierro	3	---	
			<i>Pinus pseudostrobus Lindl.</i>	Pino blanco	1	---				---					---
			<i>Quercus castanea Née</i>	Encino capulincillo	14	---				---					---
			<i>Quercus rugosa Née</i>	Roble	2	---				---					---

Documento Técnico Unificado del trámite de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad B-Regional  
"Bosques de Pamejé"

Sitio	Coordenadas UTM WGS84 Zona 14 Q		INDIVIDUOS REGISTRADOS DURANTE EL MUESTREO											
	Punto central		Estrato Arbóreo				Estrato Arbustivo				Estrato Herbáceo			
	X	Y	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-59-SEMARNAT 2010	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-59-SEMARNAT-2010
AP4	382111	2117893	<i>Clethra mexicana DC</i>	Jaboncillo	1	---	<i>Prunella vulgaris L.</i>	suelda	3	---	<i>Adiantum andicola Liebm.</i>	Culantrillo	4	---
			<i>Passiflora incarnata L.</i>	Flor de la pasión	1						<i>Cleyera integrifolia (Benth.) Choisy</i>	Flor de tila	3	
			<i>Pinus montezumae Lamb.</i>	ocote macho	1						<i>Ipomoea batatas (L.) Lam.</i>	Camote	1	
											<i>Melissa officinalis L.</i>	Hoja de limón	3	---
			<i>Quercus insignis M.Martens &amp; Galeotti</i>	Encino chicalaba	7	---				---	<i>Penstemon campanulatus (Cav.) Willd.</i>	Hierba del chincual	3	---
AP5	381902	2117851	<i>Arbutus xalapensis Kunth</i>	Madroño	2	---	<i>Arbutus xalapensis Kunth</i>	Madroño	3	---	<i>Begonia gracilis Kunth</i>	ala de angel	30	---
			<i>Pinus teocote chield. ex Schltl. &amp; Cham.</i>	Pino colorado	14	---	<i>Quercus castanea Née</i>	Encino capulincillo	2					
			<i>Quercus castanea Née</i>	Encino capulincillo	1	---	<i>Quercus laurina Bonpl</i>	Chilillo	2					

Documento Técnico Unificado del trámite de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad B-Regional  
"Bosques de Pamejé"

Sitio	Coordenadas UTM WGS84 Zona 14 Q		INDIVIDUOS REGISTRADOS DURANTE EL MUESTREO											
	Punto central		Estrato Arbóreo				Estrato Arbustivo				Estrato Herbáceo			
	X	Y	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-59-SEMARNAT 2010	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-59-SEMARNAT-2010
			<i>Quercus laurina Bonpl</i>	Chilillo	9	---				---				---
AP6	382407	2117847	<i>Alnus acuminata Kunth</i>	Aile	1	---				---	<i>Lepechinia caulescens (ortega) Epling</i>	Bretónica	2	---
			<i>Pinus douglasiana Martínez</i>	ocote	12	---				---	<i>Caesalpinia decapetala (Roth) Alston</i>	Chirimoya	2	---
			<i>Pinus montezumae Lamb.</i>	ocote macho	5	---				---	<i>Cleyera integrifolia (Benth.) Choisy</i>	Flor de tila	8	---
			<i>Quercus insignis M.Martens &amp; Galeotti</i>	Encino chicalaba	1	---				---	<i>Lepechinia caulescens (ortega) Epling</i>	Bretónica	13	---
AP7	381824	2117720	<i>Alnus jorulensis Humboldt, Bonpland &amp; Kunth</i>	Alnus	1	---	<i>Pinus montezumae Lamb.</i>	ocote macho	4	---	<i>Begonia gracilis Kunth</i>	ala de angel	1	---
			<i>Buddleja cordata Kunth</i>	Tepozán	1	---	<i>Quercus castanea Née</i>	Encino capulincillo	7	---	<i>lathyrus odoratus L.</i>	Arvejilla	3	---

Documento Técnico Unificado del trámite de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad B-Regional  
"Bosques de Pamejé"

Sitio	Coordenadas UTM WGS84 Zona 14 Q		INDIVIDUOS REGISTRADOS DURANTE EL MUESTREO											
	Punto central		Estrato Arbóreo				Estrato Arbustivo				Estrato Herbáceo			
	X	Y	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-59-SEMARNAT 2010	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-59-SEMARNAT-2010
			<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch. (	cajeta	2	---				---	<i>Oxalis tetraphylla</i> Cav.	Cruz de hierro	1	---
			<i>Pinus montezumae</i> Lamb.	ocote macho	22									
			<i>Quercus castanea</i> Née	Encino capulincillo	16	---				---				---
AP8	381978	2117725	<i>Alnus jorulensis</i> Humboldt, Bonpland & Kunth	Alnus	1	---				---				---
			<i>Pinus greggi</i> Engelm. ex Parl.	Palo prieto	12	---				---				---
			<i>Quercus castanea</i> Née	Encino capulincillo	19	---				---				---
			<i>Quercus glaucoides</i> M.Martens & Galeotti	Encino blanco	3	---				---				---

Documento Técnico Unificado del trámite de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad B-Regional  
"Bosques de Pamejé"

Sitio	Coordenadas UTM WGS84 Zona 14 Q		INDIVIDUOS REGISTRADOS DURANTE EL MUESTREO												
	Punto central		Estrato Arbóreo				Estrato Arbustivo				Estrato Herbáceo				
	X	Y	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-59-SEMARNAT 2010	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-59-SEMARNAT-2010	
AP9	382128	2117721	<i>Clethra mexicana DC</i>	Jaboncillo	2	---	<i>Clethra mexicana DC</i>	Jaboncillo	1	---	<i>Bouteloua curtipendula Griff.</i>	Zacate banderilla	4	---	
			<i>Pinus leiophylla Schl. &amp; Cham.</i>	Tlacocote	8	---	<i>Quercus glaucooides M.Martens &amp; Galeotti</i>	Encino blanco	3	---	<i>Penstemon campanulatus (Cav.) Willd.</i>	Hierba del chincual	2	---	
			<i>Pinus montezumae Lamb.</i>	ocote macho	1	---				---					---
			<i>Quercus castanea Née</i>	Encino capulincillo	9										
			<i>Quercus glaucooides M.Martens &amp; Galeotti</i>	Encino blanco	18	---				---					---
AP10	382425	2117718	<i>Fraxinus uhdei (Wenz.) Lingelsh.</i>	Fresno	1	---	<i>Pinus douglasiana Martínez</i>	ocote	1	---	<i>Aristida schiedeana Trin. &amp; Rupr.</i>	Pasto tres barbas abierto	13	---	
			<i>Meliosma dentata (Liebm.) Urb.</i>	aguacatillo	6	---	<i>Quercus castanea Née</i>	Encino capulincillo	5	---					---
			<i>Pinus douglasiana Martínez</i>	ocote	10	---									

Documento Técnico Unificado del trámite de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad B-Regional  
"Bosques de Pamejé"

Sitio	Coordenadas UTM WGS84 Zona 14 Q		INDIVIDUOS REGISTRADOS DURANTE EL MUESTREO												
	Punto central		Estrato Arbóreo				Estrato Arbustivo				Estrato Herbáceo				
	X	Y	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-59-SEMARNAT 2010	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-59-SEMARNAT-2010	
			<i>Pinus montezumae</i> Lamb.	ocote macho	1	---									
			<i>Quercus castanea</i> Née	Encino capulincillo	11	---									
			<i>Quercus glaucoides</i> M.Martens & Galeotti	Encino blanco	1	---					---				---
AP11	382561	2117720	<i>Clethra mexicana</i> DC	Jaboncillo	1	---	<i>Begonia gracilis</i> Kunth	ala de angel	4	---	<i>Bouvardia ternifolia</i> (Cav.) Schltdl.	Trompetilla	2	---	
			<i>Pinus montezumae</i> Lamb.	ocote macho	8	---	<i>Cestrum roseum</i> (Vahl) R.Br.	Zorrillo	4		<i>Caesalpinia decapetala</i> (Roth) Alston	Chirimoya	3		
			<i>Quercus castanea</i> Née	Encino capulincillo	17	---				---	<i>Lepechinia caulescens</i> (ortega) Epling	Bretónica	8	---	
AP12	381983	2117570	<i>Pinus douglasiana</i> Martínez	ocote	3	---				---				---	
			<i>Pinus montezumae</i> Lamb.	ocote macho	2	---					---				---

Documento Técnico Unificado del trámite de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad B-Regional  
"Bosques de Pamejé"

Sitio	Coordenadas UTM WGS84 Zona 14 Q		INDIVIDUOS REGISTRADOS DURANTE EL MUESTREO											
	Punto central		Estrato Arbóreo				Estrato Arbustivo				Estrato Herbáceo			
	X	Y	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-59-SEMARNAT 2010	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-59-SEMARNAT-2010
			<i>Quercus castanea</i> Née	Encino capulincillo	8	---				---				---
						---				---				---
AP13	382088	2117568	<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	Madroño	1	---	<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	Madroño	1	---				---
			<i>Pinus douglasiana</i> Martínez	ocote	11	---	<i>Clethra hartwegii</i> Britton	Pácata	1	---				---
			<i>Pinus montezumae</i> Lamb.	ocote macho	5	---	<i>Lepechinia caulescens</i> (Ortega) Epling	Betónica	1	---				---
			<i>Quercus castanea</i> Née	Encino capulincillo	7	---	<i>Quercus castanea</i> Née	Encino capulincillo	7	---				---
AP14	382441	2117567	<i>Pinus douglasiana</i> Martínez	ocote	13	---	<i>Pinus douglasiana</i> Martínez	ocote	4	---				---
			<i>Quercus castanea</i> Née	Encino capulincillo	9	---				---				---
AP15	382570	2117571	<i>Pinus douglasiana</i> Martínez	ocote	9	---	<i>Baccharis salicifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	Jarilla	3	---				---

Documento Técnico Unificado del trámite de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad B-Regional  
"Bosques de Pamejé"

Sitio	Coordenadas UTM WGS84 Zona 14 Q		INDIVIDUOS REGISTRADOS DURANTE EL MUESTREO											
	Punto central		Estrato Arbóreo				Estrato Arbustivo				Estrato Herbáceo			
	X	Y	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-59-SEMARNAT 2010	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-59-SEMARNAT-2010
			<i>Pinus montezumae</i> Lamb.	ocote macho	8	---	<i>Lepechinia caulescens</i> (Ortega) Epling	Betónica	2	---				---
			<i>Quercus castanea</i> Née	Encino capulincillo	4	---				---				
AP16	381992	2117433	<i>Clethra mexicana</i> DC	Jaboncillo	1	---				---				---
			<i>Pinus montezumae</i> Lamb.	ocote macho	15	---				---				---
			<i>Quercus castanea</i> Née	Encino capulincillo	2	---				---				---
AP17	382149	2117445	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	Aile	9	---	<i>Clethra mexicana</i> DC	Jaboncillo	1	---	<i>Acer negundo</i> L.	Negundo	3	---
			<i>Meliosma dentata</i> (Liebm.) Urb.	aguacatillo	2	---	<i>Solanum myriacanthum</i> Dunal	Pavón	3	---				---
			<i>Pinus montezumae</i> Lamb.	ocote macho	11	---				---				---
			<i>Quercus castanea</i> Née	Encino capulincillo	7	---				---				---

Documento Técnico Unificado del trámite de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad B-Regional  
"Bosques de Pamejé"

Sitio	Coordenadas UTM WGS84 Zona 14 Q		INDIVIDUOS REGISTRADOS DURANTE EL MUESTREO												
	Punto central		Estrato Arbóreo				Estrato Arbustivo				Estrato Herbáceo				
	X	Y	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-59-SEMARNAT 2010	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-59-SEMARNAT-2010	
AP18	382423	2117436	<i>Pinus douglasiana</i> Martínez	ocote	17	---	<i>Quercus castanea</i> Née	Encino capulincillo	7	---	<i>Aristida schiedeana</i> Trin. & Rupr.	Pasto tres barbas abierto	6	---	
			<i>Pinus montezumae</i> Lamb.	ocote macho	1	---				---					---
			<i>Quercus castanea</i> Née	Encino capulincillo	9	---				---					---
AP19	382570	2117425	<i>Pinus douglasiana</i> Martínez	ocote	9	---	<i>Baccharis conferta</i> Kunth	Azoyate	3	---	AP19	<i>Aristida schiedeana</i> Trin. & Rupr.	Pasto tres barbas abierto	---	
			<i>Quercus castanea</i> Née	Encino capulincillo	15	---	<i>Baccharis salicifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	Jarilla	1	---	AP19	<i>Polypodium subpetiolatum</i> Hook.	Helecho dulce	---	
AP20	382114	2117266	<i>Pinus montezumae</i> Lamb.	ocote macho	11	---	<i>Begonia gracilis</i> Kunth	ala de angel	3	---	<i>Begonia gracilis</i> Kunth	ala de angel	2	---	
			<i>Quercus castanea</i> Née	Encino capulincillo	1	---	<i>Lepechinia caulescens</i> (Ortega) Epling	Betónica	2	---	<i>Lepechinia caulescens</i> (ortega) Epling	Bretónica	15	---	

Documento Técnico Unificado del trámite de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad B-Regional  
"Bosques de Pamejé"

Sitio	Coordenadas UTM WGS84 Zona 14 Q		INDIVIDUOS REGISTRADOS DURANTE EL MUESTREO											
	Punto central		Estrato Arbóreo				Estrato Arbustivo				Estrato Herbáceo			
	X	Y	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-59-SEMARNAT 2010	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-59-SEMARNAT-2010
						---	<i>Prunella vulgaris L.</i>	suelda	2	---	<i>Penstemon campanulatus (Cav.) Willd.</i>	Hierba del chincual	12	---
						---	<i>Quercus castanea Née</i>	Encino capulincillo	2	---				---
AP21	382213	2117315	<i>Buddleja cordata Kunth</i>	Tepozán	5	---	<i>Begonia gracilis Kunth</i>	ala de angel	3	---	<i>Aristida schiedeana Trin. &amp; Rupr.</i>	Pasto tres barbas abierto	6	---
			<i>Meliosma dentata (Liebm.) Urb.</i>	aguacatillo	5	---				---	<i>Begonia gracilis Kunth</i>	ala de angel	68	---
			<i>Pinus montezumae Lamb.</i>	ocote macho	12	---				---	<i>Ipomoea batatas (L.) Lam.</i>	Camote	1	---
						---				---	<i>Oxalis tetraphylla Cav.</i>	Cruz de hierro	6	---
AP22	382481	2117348	<i>Dendropanax arboreus (L.) Decne. &amp; Planch. (</i>	cajeta	3	---	<i>Quercus castanea Née</i>	Encino capulincillo	3	---	<i>Aristida schiedeana Trin. &amp; Rupr.</i>	Pasto tres barbas abierto	9	---
			<i>Pinus montezumae Lamb.</i>	ocote macho	12	---				---				---

Documento Técnico Unificado del trámite de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad B-Regional  
"Bosques de Pamejé"

Sitio	Coordenadas UTM WGS84 Zona 14 Q		INDIVIDUOS REGISTRADOS DURANTE EL MUESTREO											
	Punto central		Estrato Arbóreo				Estrato Arbustivo				Estrato Herbáceo			
	X	Y	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-59-SEMARNAT 2010	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-59-SEMARNAT-2010
			<i>Quercus castanea</i> Née	Encino capulincillo	26	---				---				---
AP23	382569	2117283	<i>Pinus greggi</i> Engelm. ex Parl.	Palo prieto	14	---	<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.	Fresno	2	---	<i>Aristida schiedeana</i> Trin. & Rupr.	Pasto tres barbas abierto	10	---
			<i>Pinus montezumae</i> Lamb.	ocote macho	1	---	<i>Quercus castanea</i> Née	Encino capulincillo	4	---				---
			<i>Quercus castanea</i> Née	Encino capulincillo	26	---				---				---
AP24	382718	2117289	<i>Clethra mexicana</i> DC	Jaboncillo	6	---				---				---
			<i>Meliosma dentata</i> (Liebm.) Urb.	aguacatillo	18	---				---				---
			<i>Pinus patula</i> Schiede ex Schltld. & Cham.	Pino liso	26	---				---				---
			<i>Pinus pseudostrobus</i> Lindl.	Pino blanco	2	---				---				---
			<i>Quercus castanea</i> Née	Encino capulincillo	5	---				---				---

Documento Técnico Unificado del trámite de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad B-Regional  
 “Bosques de Pamejé”

Sitio	Coordenadas UTM WGS84 Zona 14 Q		INDIVIDUOS REGISTRADOS DURANTE EL MUESTREO											
	Punto central		Estrato Arbóreo				Estrato Arbustivo				Estrato Herbáceo			
	X	Y	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-59-SEMARNAT 2010	Nombre científico	Nombre común	No. Ind.	Listadas en la NOM-59-SEMARNAT-2010
			<i>Quercus glaucoides</i> <i>M.Martens &amp; Galeotti</i>	Encino blanco	1	---				---				

#### IV.2.2.1.2.1. Variables evaluadas

Las variables que fueron evaluadas en los estratos arbóreo y arbustivo fueron las siguientes; diámetro normal y basal (cm) respectivamente, altura (m), diámetro de copa 1 (N-S) y diámetro de copa 2 (E- W), todos estos datos fueron recopilados para cada uno de los individuos muestreados dentro del SAR. Con base en esta información y al uso de tablas dinámicas de Excel, se obtuvo el número total de especies presentes, densidad, frecuencias y promedio de cobertura (promedio de diámetro de copa 1 y diámetro de copa 2), así mismo se calculó la riqueza de especies, índices de valor de importancia, índice de Shannon-Wiener e índice de Equidad de Pielou.

Para el caso del estrato herbáceo, solo se analizaron tres variables; el número de individuos por especie, altura y el porcentaje de cobertura. Dicha información fue suficiente para poder realizar los cálculos de Riqueza de especies, índices de valor de importancia, índice de Shannon- Wiener e índice de Equidad de Pielou.

#### Procesamiento de la información

Los datos obtenidos del muestreo realizado en campo dentro del área sujeta para Cambio de Uso de Suelo en Terrenos forestales (CUSTF), fueron capturados en hojas de cálculo Excel, donde mediante tablas dinámicas se obtuvieron los datos de una forma sintetizada, que permitieron hacer cálculos del valor de importancia y los diferentes índices.

Una vez obtenido los resultados del muestreo, la metodología utilizada para la obtención del valor de importancia fue realizada con base en los siguientes parámetros que se aprecian en la Tabla IV.24 analizándose desde la perspectiva de los tres estratos que se encontraron en el CUSTF (arbóreo, arbustivo y herbáceo).

**Tabla IV. 24. Obtención de los parámetros ecológicos de las comunidades vegetales del CUSTF.**

Parámetros	Estratos		
	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo
<b>Densidad (D)</b>	Número de individuos por unidad de superficie.	Número de individuos por unidad de superficie.	Número de individuos por unidad de superficie.
<b>Densidad relativa (DR)</b>	(Individuos de a especie / total de individuos) X 100.	(Individuos de una especie / total de individuos) X 100.	(Individuos de una especie / total de individuos) X 100.
			Ej. Pastos: (Número de macollos de una especie/total de individuos) x 100.
<b>Frecuencia (F)</b>	Número de veces que una especie ocurre en las distintas muestras	Número de veces que una especie ocurre en las distintas muestras	Número de veces que una especie ocurre en las distintas muestras.

Parámetros	Estratos		
	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo
<b>Frecuencia relativa (FR)</b>	Frecuencia de una especie/ Frecuencia total de las especies x 100.	Frecuencia de una especie/ Frecuencia total de las especies x 100.	Frecuencia de una especie/ Frecuencia total de las especies x 100.
<b>Dominancia (Do)</b>	Dominancia en estructura horizontal: cobertura de copa de cada especie por unidad de superficie.	Dominancia en estructura horizontal: cobertura de copa de cada especie por unidad de superficie.	Dominancia en estructura vertical: Altura promedio de cada especie.
<b>Dominancia relativa (DoR)</b>	(Dominancia de una especie / Dominancia de todas las especies) X 100.	(Dominancia de una especie / Dominancia de todas las especies) X 100.	(Dominancia de una especie / Dominancia de todas las especies) X 100.
<b>Valor de importancia (IVIE)</b>	Densidad relativa + Frecuencia relativa + Dominancia relativa	Densidad relativa + Frecuencia relativa + Dominancia relativa	Densidad relativa + Frecuencia relativa + Dominancia relativa

De acuerdo con la metodología para la obtención del valor de importancia para los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo, se puede concluir que dicho parámetro se elaboró sumando los valores relativos de: densidad relativa, frecuencia relativa y dominancia relativa, con la expresión siguiente:

$$\text{VALOR DE IMPORTANCIA} = \text{Densidad Relativa} + \text{Frecuencia Relativa} + \text{Dominancia Relativa}$$

### Resultados y Análisis del índice de valor de importancia ecológica

De acuerdo con los datos recabados en campo, se estimó la abundancia de los sitios de muestreo por estrato las cuales correspondieron a la vegetación de Bosque de Pino.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la abundancia de los sitios de muestreo, la densidad por hectárea (D), la densidad relativa (DR), frecuencia (F), frecuencia relativa (FR), dominancia (D), dominancia relativa (DoR) y por último el índice el valor de importancia ecológica (IVIE), estos resultados se presentan por estrato. Se anexan hojas de cálculo en formato Excel (ANEXO 12).

#### Estrato arbóreo

Como ya se mencionó anteriormente para el área del CUSTF, solo se encuentra un tipo de vegetación Bosque de Pino en el cual, se levantaron 24 sitios de muestreo en la que se registró 669 individuos distribuidos en 21 especies como se muestra en la Tabla IV.25, de las cuales ninguna se encontró enlistada en la NOM-059- SEMARNAT-2010.

Tabla IV. 25. Valor de importancia del estrato arbóreo de las especies registradas.

No.	Especie	NOM-059- SEMARNAT- 2010	Densidad (24 sitios)	Densidad (Ind/ha)	DR	F	FR	Do	DoR	(IVIE)
1	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	---	29	12	4.33	3	3.37	12.30	1.93	9.63
2	<i>Alnus jorulensis</i> Humboldt, Bonpland & Kunth	---	2	1	0.30	2	2.25	14.85	2.33	4.87
3	<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	---	6	3	0.90	3	3.37	42.95	6.73	11.00
4	<i>Buddleja cordata</i> Kunth	---	6	3	0.90	2	2.25	73.56	11.53	14.68
5	<i>Clethra mexicana</i> DC	---	13	5	1.94	6	6.74	19.82	3.11	11.79
6	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch. (	---	5	2	0.75	2	2.25	18.92	2.97	5.96
7	<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.	---	1	0	0.15	1	1.12	6.38	1.00	2.27
8	<i>Meliosma dentata</i> (Liebm.) Urb.	---	31	13	4.63	4	4.49	20.73	3.25	12.38
9	<i>Passiflora incarnata</i> L.	---	1	0	0.15	1	1.12	4.91	0.77	2.04
10	<i>Pinus douglasiana</i> Martínez	---	84	35	12.56	8	8.99	44.71	7.01	28.56
11	<i>Pinus greggi</i> Engelm. ex Parl.	---	36	15	5.38	3	3.37	29.75	4.66	13.42
12	<i>Pinus leiophylla</i> Schl. & Cham.	---	11	5	1.64	2	2.25	26.70	4.19	8.08
13	<i>Pinus montezumae</i> Lamb.	---	120	50	17.94	17	19.10	56.41	8.84	45.88
14	<i>Pinus patula</i> Schiede ex Schltdl. & Cham.	---	26	11	3.89	1	1.12	20.94	3.28	8.29
15	<i>Pinus pseudostrobus</i> Lindl.	---	9	4	1.35	3	3.37	68.22	10.70	15.41
16	<i>Pinus teocote</i> chied. ex Schltdl. & Cham.	---	33	14	4.93	2	2.25	34.18	5.36	12.54
17	<i>Quercus castanea</i> Née	---	206	86	30.79	19	21.35	33.45	5.24	57.38
18	<i>Quercus glaucoides</i> M. Martens & Galeotti	---	23	10	3.44	4	4.49	55.24	8.66	6.59
19	<i>Quercus insignis</i> M. Martens & Galeotti	---	8	3	1.20	2	2.25	21.10	3.31	6.75
20	<i>Quercus laurina</i> Bonpl	---	17	7	2.54	3	3.37	19.18	3.01	8.92
21	<i>Quercus rugosa</i> Née	---	2	1	0.30	1	1.12	13.53	2.12	3.54
<b>Total</b>			<b>669</b>	<b>279</b>	<b>100.00</b>	<b>89</b>	<b>100.00</b>	<b>637.82</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>

De acuerdo con la Figura IV.27 y la Tabla IV.25., se observa que las especies mayor representadas en el estrato arbóreo son *Quercus castanea* Née que presentó un valor de importancia de 57.38 y *Pinus montezumae* Lamb. con un valor de 45.88 mientras que las demás especies presentaron un valor menor a 28.

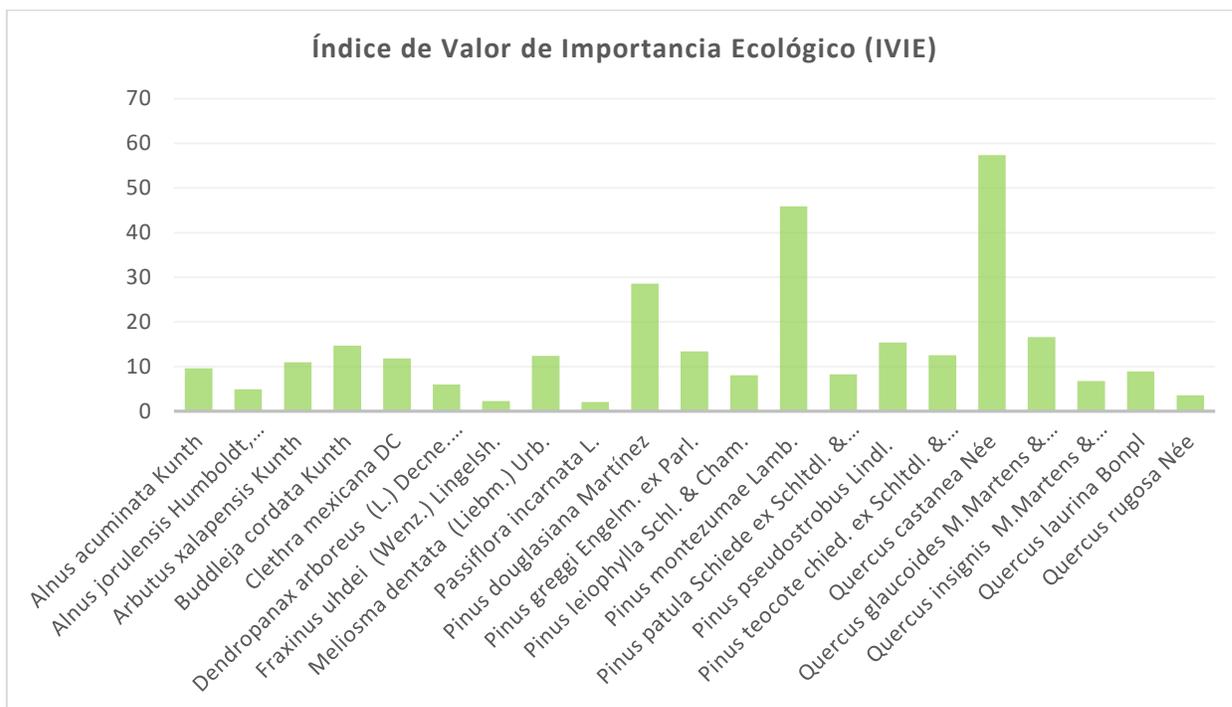


Figura IV. 27. Índices de valor de importancia del estrato arbóreo.

### Estrato arbustivo

En este estrato se registraron 123 individuos distribuidos en 19 especies, se revisó la NOM-059- SEMARNAT-2010 y para estas especies no se registró ninguna en dicha norma (Tabla IV.24).

En la Tabla IV.26 se presentan los índices de valor de importancia ecológica de las especies que registraron en campo.

Tabla IV. 26. Valor de importancia del estrato arbustivo de las especies registradas.

No.	Especie	NOM-059- SEMARNAT- 2010	Densidad (24 sitios)	Densidad (Ind/ha)	DR	F	FR	Do	DoR	(IVIE)
1	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	---	3	11	2.44	1	2.56	0.22	1.76	6.77
2	<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	---	6	22	4.88	3	7.69	1.05	8.24	20.81
3	<i>Baccharis conferta</i> Kunth	---	3	11	2.44	1	2.56	0.59	4.65	9.66
4	<i>Baccharis salicifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	---	4	15	3.25	2	5.13	0.61	4.80	13.18
5	<i>Begonia gracilis</i> Kunth	---	10	37	8.13	3	7.69	0.15	1.21	17.03
6	<i>Cestrum roseum</i> (Vahl) R.Br.	---	4	15	3.25	1	2.56	3.02	23.86	29.67
7	<i>Clethra hartwegii</i> Britton	---	1	4	0.81	1	2.56	0.10	0.76	4.14
8	<i>Clethra mexicana</i> DC	---	2	7	1.63	2	5.13	0.16	1.23	7.99
9	<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.	---	4	15	3.25	2	5.13	2.06	16.24	24.62
10	<i>Lepechinia caulescens</i> (Ortega) Epling	---	5	18	4.07	3	7.69	0.17	1.32	13.08
11	<i>Pinus douglasiana</i> Martínez	---	5	18	4.07	2	5.13	0.13	1.04	10.24
12	<i>Pinus montezumae</i> Lamb.	---	4	15	3.25	1	2.56	0.20	1.55	7.36
13	<i>Pinus psedostrobus</i> Lindl.	---	6	22	4.88	1	2.56	1.12	8.80	16.24
14	<i>Pinus teocote chied. ex Schltdl. &amp; Cham.</i>	---	5	18	4.07	1	2.56	0.52	4.06	10.69
15	<i>Prunella vulgari</i> L.	---	5	18	4.07	2	5.13	0.77	6.06	15.26
16	<i>Quercus castanea</i> Née	---	37	136	30.08	8	20.51	0.97	7.61	58.21
17	<i>Quercus glaucoides</i> M. Martens & Galeotti	---	11	41	8.94	2	5.13	0.15	1.21	15.28
18	<i>Quercus laurina</i> Bonpl	---	5	18	4.07	2	5.13	0.59	4.62	13.82
19	<i>Solanum myriacanthum</i> Dunal	---	3	11	2.44	1	2.56	0.12	0.97	5.97
<b>Total</b>			<b>123</b>	<b>453</b>	<b>100.00</b>	<b>39</b>	<b>100.00</b>	<b>12.68</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>

De acuerdo con los resultados presentados en la Tabla IV.26. y en la Figura IV.28, se observa que las especies mejor representadas es *Quercus castanea Née* la cual presentó un IVIE de 58.21, seguido de *Cestrum roseum (Vahl) R.Br.* con un IVIE de 29.67, mientras que las demás especies presentaron un IVIE menor a 20.

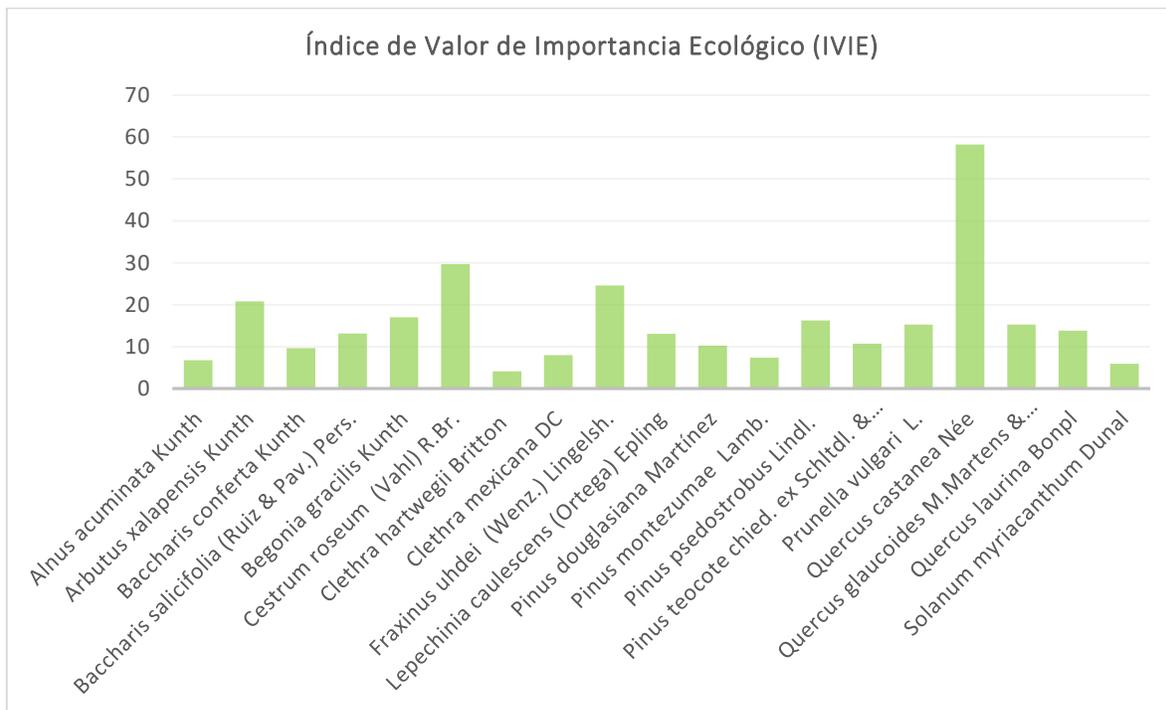


Figura IV. 28. Valor de importancia del estrato arbustivo.

### Estrato herbáceo

En este estrato se registraron 290 individuos distribuidos en 17 especies, se revisó la NOM-059- SEMARNAT-2010 y para estas especies no se registró ninguna en dicha Norma.

En la Tabla IV.27 se presentan los índices de valor de importancia ecológica de las especies registradas en campo.

Tabla IV. 27. Valor de importancia del estrato herbáceo de las especies registradas.

No.	Especie	NOM-059- SEMARNAT- 2010	Densidad (24 sitios)	Densidad (Ind/ha)	DR	F	FR	Do	DoR	(IVIE)
1	<i>Lepechinia caulescens (ortega) Epling</i>	---	38	5,040	13.10	4	10.53	15.25	10.37	34.00
2	<i>Acer negundo L.</i>	---	3	398	1.03	1	2.63	5.00	3.40	7.07
3	<i>Adiantum andicola Liebm.</i>	---	4	531	1.38	1	2.63	11.00	7.48	11.49
4	<i>Aristida schiedeana Trin. &amp; Rupr.</i>	---	47	6,234	16.21	6	15.79	25.83	17.57	49.56
5	<i>Asplenium praemorsum Sw.</i>	---	1	133	0.34	1	2.63	1.00	0.68	3.66
6	<i>Begonia gracilis Kunth</i>	---	120	15,915	41.38	5	13.16	12.40	8.43	62.97
7	<i>Bouteloua curtipendula Griff.</i>	---	18	2,387	6.21	2	5.26	25.00	17.00	28.47
8	<i>Bouvardia ternifolia (Cav.) Schltld.</i>	---	2	265	0.69	1	2.63	2.00	1.36	4.68
9	<i>Caesalpinia decapetala (Roth) Alston</i>	---	5	663	1.72	2	5.26	6.00	4.08	11.07
10	<i>Cleyera integrifolia (Benth.) Choisy</i>	---	11	1,459	3.79	2	5.26	16.50	11.22	20.28
11	<i>Ipomoea batatas (L.) Lam.</i>	---	2	265	0.69	2	5.26	8.00	5.44	11.39
12	<i>Iathyrus odoratus L.</i>	---	3	398	1.03	1	2.63	3.00	2.04	5.71
13	<i>Melissa officinalis L.</i>	---	3	398	1.03	1	2.63	2.00	1.36	5.03
14	<i>Oxalis tetraphylla Cav.</i>	---	10	1,326	3.45	3	7.89	1.33	0.91	12.25
15	<i>Penstemon campanulatus (Cav.) Willd.</i>	---	19	2,520	6.55	4	10.53	9.75	6.63	23.71
16	<i>Polypodium subpetiolatum Hook.</i>	---	3	398	1.03	1	2.63	2.00	1.36	5.03
17	<i>Smilax moranensis M. Martens &amp; Galeotti</i>	---	1	133	0.34	1	2.63	1.00	0.68	3.66
<b>Total</b>			<b>290</b>	<b>38,462</b>	<b>100.00</b>	<b>38</b>	<b>100.00</b>	<b>147.07</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>

De acuerdo con los resultados presentados en la Figura IV.29 y en la Tabla IV.27, se observa que la especie mejor representada es *Bouteloua curtipendula* la cual presentó un IVIE de 178.270, seguido de *Cenchrus ciliaris* con un IVIE de 87.436, mientras que los de más presentaron un IVIE menor a 88.

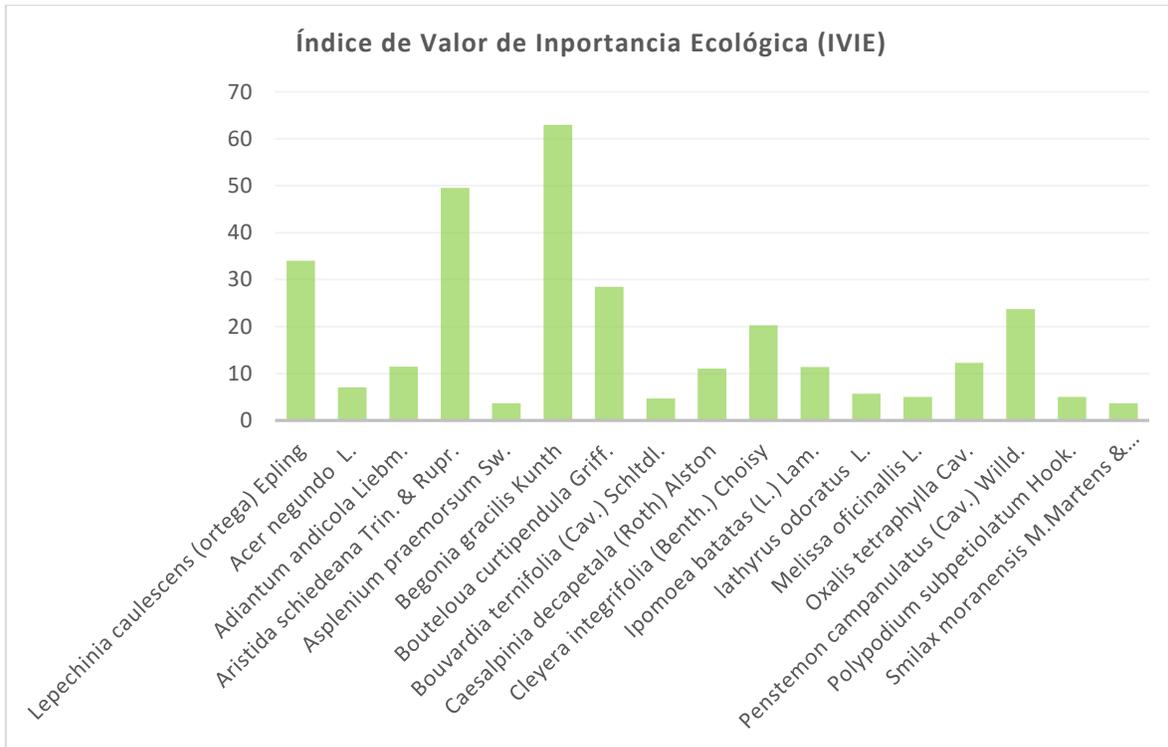


Figura IV. 29. Valor de importancia del estrato herbáceo.

#### IV.2.2.1.2.2. Cálculo del índice de diversidad y similitud de especies.

Para poder realizar la comparación y describir la diversidad de las comunidades presentes en el área de cambio de uso de suelo se utilizó el índice de Shannon - Wiener y la equitatividad de Pielou, el primero es el índice más utilizado en ecología para el análisis de comunidades.

Con el propósito de ampliar la descripción de la metodología utilizada para la obtención del índice de Shannon-Wiener y Equitatividad de Pielou para la flora de la unidad de análisis (CUSTF), se hace una descripción más detallada de dichas metodologías. Primeramente, se describe el índice de Shannon -Wiener y posteriormente la de equitatividad de Pielou.

#### Índice de Shannon-Wiener

El cálculo del índice de Shannon-Wiener en los diferentes estratos presentes en el área de cambio de uso de suelo, se llevó a cabo bajo los principios que definen dicho concepto, el cual ayuda a describir la diversidad de comunidades, así como para denotar cambios sucesionales.

El Índice de Shannon-Wiener expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección, mediante la siguiente fórmula (House P., *et al* 2006)

Dónde:

$$H = -\sum p_i \ln p_i$$

**H**= Índice de diversidad de Shannon-Wiener.

**P<sub>i</sub>**= Abundancia proporcional de la especie *i*, es decir, el número de individuos de la especie *i* dividido entre el número total de individuos de la muestra.

**Ln<sub>p<sub>i</sub></sub>**= logaritmo natural de *p<sub>i</sub>*. De acuerdo con lo anterior se puede señalar que el procedimiento metodológico para la obtención del Índice de Shannon-Wiener se aplica el logaritmo natural (ln) a la densidad relativa (*p<sub>i</sub>*) de cada una de las especies registradas para las comunidades, posteriormente al resultado anterior se multiplica por la densidad relativa de la especie (*p<sub>i</sub>*), obteniéndose con ello el valor de índice de Shannon-Wiener.

El Índice de Shannon-Wiener nos describe un parámetro de 0-5 donde 0 (Cero o nulo) refiere que dos individuos en el sitio pertenecen todos a la misma especie, mientras que 5 (máximo) nos indica que hay mayor diversidad de especies.

El máximo valor de este índice para un número determinado de especies se calcula de la siguiente manera:

$$H_{\min} = 0, H'_{\max} = \ln S$$

Como *p<sub>i</sub>* es la proporción que hay de cada especie, su valor máximo es 1 y su mínimo se aproxima a 1. Para cualquier base al logaritmo de 1 es 0 y el Log de cualquier valor entre 0 y uno es negativo. Al cambiar el signo se facilita el entendimiento del índice (House P., *et al* 2006).

### **Equitatividad de Pielou**

Como se mencionó anteriormente, dentro de una comunidad el valor del índice de diversidad dependerá de la riqueza y la abundancia de especies. Sin embargo, para algunas aplicaciones puede interesar exclusivamente la regularidad o uniformidad con que los individuos están distribuidos dentro de las especies, y no tanto cuantas especies hay. Es posible calcular las medidas de uniformidad (también llamada en algunos libros similitud) de una comunidad mediante una ecuación sencilla usando el índice de Pielou:

$$\text{Pielou}' J = H / \ln(S)$$

Donde:

**J**= Equitatividad de Pielou.

**H** = Índice de diversidad de Shannon.

**Ln (S)**= Logaritmo natural del número de especies (o riqueza)

Al igual que con la diversidad el índice de uniformidad considera que todas las especies de la comunidad están representadas en la muestra. Pielou adopta valores entre 0 y 1, el número 1 indica que todas las especies son igualmente abundantes y el 0 señala la ausencia de uniformidad (Martella M.B., *et al.*, 2012).

En resumen, la equitatividad de Pielou solamente se divide el índice de Shannon-Wiener sobre el logaritmo natural (Ln) de la riqueza (S).

#### IV.2.2.1.2.3. Resultados y análisis del índice de diversidad y similitud de especies.

Los resultados obtenidos de los índices antes descritos se presentan por estrato, asimismo, se presenta un resumen de estos índices y finalmente se muestra un análisis comparativo de la diversidad de especies entre estos estratos del CUSTF con las del área del SAR determinando la representatividad de las especies que permitan, en su caso, que no se afecte la biodiversidad. **Se anexan hojas de cálculo en formato Excel (ANEXO 12).**

#### Estrato arbóreo

En la Tabla IV.28, se muestran los resultados obtenidos para la determinación del índice de Shannon- Wiener para el estrato arbóreo.

**Tabla IV. 28. Valores de diversidad de especies que conforman el estrato arbóreo.**

No.	Especie	Densidad (Ind/ha)	PI	LN de PI	-PI*LN(PI)
1	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	12	0.043	-3.138	0.136
2	<i>Alnus jorulensis</i> Humboldt, Bonpland & Kunth	1	0.003	-5.813	0.017
3	<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	3	0.009	-4.714	0.042
4	<i>Buddleja cordata</i> Kunth	3	0.009	-4.714	0.042
5	<i>Clethra mexicana</i> DC	5	0.019	-3.941	0.077
6	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch. (	2	0.007	-4.896	0.037
7	<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.	0	0.001	-6.506	0.010
8	<i>Meliosma dentata</i> (Liebm.) Urb.	13	0.046	-3.072	0.142
9	<i>Passiflora incarnata</i> L.	0	0.001	-6.506	0.010
10	<i>Pinus douglasiana</i> Martínez	35	0.126	-2.075	0.261
11	<i>Pinus greggi</i> Engelm. ex Parl.	15	0.054	-2.922	0.157

No.	Especie	Densidad (Ind/ha)	PI	LN de PI	-PI*LN(PI)
12	<i>Pinus leiophylla</i> Schl. & Cham.	5	0.016	-4.108	0.068
13	<i>Pinus montezumae</i> Lamb.	50	0.179	-1.718	0.308
14	<i>Pinus patula</i> Schiede ex Schltdl. & Cham.	11	0.039	-3.248	0.126
15	<i>Pinus pseudostrobus</i> Lindl.	4	0.013	-4.309	0.058
16	<i>Pinus teocote chied. ex Schltdl. &amp; Cham.</i>	14	0.049	-3.009	0.148
17	<i>Quercus castanea</i> Née	86	0.308	-1.178	0.363
18	<i>Quercus glaucoides</i> M. Martens & Galeotti	10	0.034	-3.370	0.116
19	<i>Quercus insignis</i> M. Martens & Galeotti	3	0.012	-4.426	0.053
20	<i>Quercus laurina</i> Bonpl	7	0.025	-3.673	0.093
21	<i>Quercus rugosa</i> Née	1	0.003	-5.813	0.017
<b>Total</b>		<b>279</b>	<b>1.00</b>	<b>---</b>	<b>2.281</b>

Una vez obtenidos los valores de riqueza y el índice de Shannon-Wiener (H') se calculó la diversidad máxima (H max) y Equidad de Pielou (J).

**Tabla IV. 29. Valores de diversidad y equitatividad de especies.**

Riqueza específica (S)	21
Índice de Shannon-Wiener (H)	2.281
Diversidad máxima (H max)	3.045
Equidad de Pielou (J)	0.749
Diferencia diversidad	0.763

De acuerdo con los resultados presentados en la Tabla IV.29, para este estrato se tiene una riqueza específica de 21 especies, obteniendo así un índice de diversidad de 2.281, lo que refleja que la comunidad analizada es de diversidad media y para poder alcanzar su máxima diversidad le faltan 0.763; en cuanto a la equitatividad de Pielou, esta comunidad presentó un valor de 0.749, lo que significa que presenta una equitatividad alta de especies.

Estos valores indican que el ecosistema analizado se encuentra en un estado de conservación nivel I (explicado en párrafos anteriores), es decir, en un grado de degradación incipiente o inicial, que a pesar de haber perdido algunas especies que caracteriza este tipo de vegetación, aún conserva gran parte de su diversidad y puede recuperarse de manera independiente sin ayuda del hombre, hasta llegar a sus fases iniciales.

#### **Estrato arbustivo**

En la Tabla IV.30 se muestran los resultados del índice de Shannon-Wiener del estrato arbustivo.

**Tabla IV. 30. Valores de diversidad de especies que conforman el estrato arbustivo.**

No.	Especie	Densidad (Ind/ha)	PI	LN de PI	-PI*LN(PI)
1	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	11	0.024	-3.714	0.091
2	<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	22	0.049	-3.020	0.147
3	<i>Baccharis conferta</i> Kunth	11	0.024	-3.714	0.091
4	<i>Baccharis salicifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	15	0.033	-3.426	0.111
5	<i>Begonia gracilis</i> Kunth	37	0.081	-2.510	0.204
6	<i>Cestrum roseum</i> (Vahl) R.Br.	15	0.033	-3.426	0.111
7	<i>Clethra hartwegii</i> Britton	4	0.008	-4.812	0.039
8	<i>Clethra mexicana</i> DC	7	0.016	-4.119	0.067
9	<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.	15	0.033	-3.426	0.111
10	<i>Lepechinia caulescens</i> (Ortega) Epling	18	0.041	-3.203	0.130
11	<i>Pinus douglasiana</i> Martínez	18	0.041	-3.203	0.130
12	<i>Pinus montezumae</i> Lamb.	15	0.033	-3.426	0.111
13	<i>Pinus pseudostrabus</i> Lindl.	22	0.049	-3.020	0.147
14	<i>Pinus teocote</i> chied. ex Schtdl. & Cham.	18	0.041	-3.203	0.130
15	<i>Prunella vulgari</i> L.	18	0.041	-3.203	0.130
16	<i>Quercus castanea</i> Née	136	0.301	-1.201	0.361
17	<i>Quercus glaucoides</i> M. Martens & Galeotti	41	0.089	-2.414	0.216
18	<i>Quercus laurina</i> Bonpl	18	0.041	-3.203	0.130
19	<i>Solanum myriacanthum</i> Dunal	11	0.024	-3.714	0.091
<b>Total</b>		<b>453</b>	<b>1.000</b>	<b>---</b>	<b>2.550</b>

Una vez obtenido la riqueza y el índice de Shannon-Wiener (H') se calculó la diversidad máxima (H max) y Equidad de Pielou (J).

**Tabla IV. 31. Valores de diversidad y equitatividad de especies.**

Riqueza específica (S)	19
Índice de Shannon-Wiener (H)	2.550
Diversidad máxima (H max)	2.944
Equidad de Pielou (J)	0.866
Diferencia diversidad	0.394

De acuerdo con estos resultados presentados en la Tabla IV.31, para este estrato se determinó una riqueza específica de 19 especies, obteniendo así un índice de diversidad de 2.550, lo que nos indica que la comunidad analizada es de medianamente diversa y para poder alcanzar su máxima diversidad le faltan 0.394; en cuanto a la equitatividad de Pielou, esta comunidad presentó un valor de 0.866, lo que nos indica que presenta una equitatividad alta de especies.

Estos valores nos indica que el ecosistema analizado se encuentra en un estado de conservación nivel I (explicado en párrafos anteriores), es decir, en un grado de degradación incipiente o inicial, aunque sean pocas especies, estos ecosistemas se caracterizan por tener ya sea una diversidad mayor en especies arbustivas y menor en especies arbóreas o viceversa, pero nunca las dos; es decir, nunca se presentará un ecosistema diverso en ambos estratos en una misma área.

### Estrato herbáceo

En la Tabla IV.32 se muestran los resultados del índice de Shannon-Wiener del estrato herbáceo.

**Tabla IV. 32. Valores de diversidad de especies que conforman el estrato herbáceo.**

No.	Especie	Densidad (Ind/ha)	PI	LN de PI	-PI*LN(PI)
1	<i>Lepechinia caulescens (ortega) Epling</i>	5,040	0.131	-2.032	0.266
2	<i>Acer negundo L.</i>	398	0.010	-4.571	0.047
3	<i>Adiantum andicola Liebm.</i>	531	0.014	-4.284	0.059
4	<i>Aristida schiedeana Trin. &amp; Rupr.</i>	6,234	0.162	-1.820	0.295
5	<i>Asplenium praemorsum Sw.</i>	133	0.003	-5.670	0.020
6	<i>Begonia gracilis Kunth</i>	15,915	0.414	-0.882	0.365
7	<i>Bouteloua curtipendula Griff.</i>	2,387	0.062	-2.780	0.173
8	<i>Bouvardia ternifolia (Cav.) Schtdl.</i>	265	0.007	-4.977	0.034
9	<i>Caesalpinia decapetala (Roth) Alston</i>	663	0.017	-4.060	0.070
10	<i>Cleyera integrifolia (Benth.) Choisy</i>	1,459	0.038	-3.272	0.124
11	<i>Ipomoea batatas (L.) Lam.</i>	265	0.007	-4.977	0.034
12	<i>lathyrus odoratus L.</i>	398	0.010	-4.571	0.047
13	<i>Melissa oficinallis L.</i>	398	0.010	-4.571	0.047
14	<i>Oxalis tetraphylla Cav.</i>	1,326	0.034	-3.367	0.116
15	<i>Penstemon campanulatus (Cav.) Willd.</i>	2,520	0.066	-2.725	0.179
16	<i>Polypodium subpetiolatum Hook.</i>	398	0.010	-4.571	0.047
17	<i>Smilax moranensis M. Martens &amp;</i>	133	0.003	-5.670	0.020
<b>Total</b>		<b>38,462</b>	<b>1</b>	<b>---</b>	<b>1.944</b>

Una vez obtenido la riqueza y el índice de Shannon-Wiener (H') se calculó la diversidad máxima (H max) y Equidad de Pielou (J). Los valores generales de diversidad y equitatividad se presentan en laTabla IV.33.

**Tabla IV. 33. Valores de diversidad y equitatividad de especies.**

Riqueza específica (S)	17
Índice de Shannon-Wiener (H)	1.944
Diversidad máxima (H max)	2.833
Equidad de Pielou (J)	0.686
Diferencia diversidad	0.890

De acuerdo con la Tabla IV.33, este estrato tuvo una riqueza específica de 17 especies, obteniendo así un índice de diversidad de 1.944, lo que nos indica que la comunidad analizada es de baja diversidad y para poder alcanzar su máxima diversidad le faltan 0.890; en cuanto a la equitatividad de Pielou, esta comunidad presentó un valor de 0.686, lo que nos indica que presenta una equitatividad media de especies.

Estos valores indican que el ecosistema analizado no presenta una buena diversidad de especies herbáceas, debido a que existe una diversidad media en especies arbóreas y arbustivas considerable, es decir, las especies arbóreas y arbustivas poseen una dominancia media lo que impide el paso de luz en los estratos bajos, impidiendo así la proliferación de especies arvenses.

**Resumen del análisis de flora en el área sujeta para cambio de uso de suelo (CUSTF); especies en la NOM-059 SEMARNAT-2010, índices de valor de importancia Ecológica (IVIE), riqueza específica, índice de Shannon-Wiener y equitatividad de Pielou.**

**Especies de Flora registradas en los sitios de muestreo y que se encuentran listadas en la NOM-059 SEMARNAT- 2010.**

Respecto a las especies listadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, de acuerdo con los registros de campo) presentados en apartados anteriores, se pudo notar que ninguna se encuentra en dicha norma.

Cabe resaltar que, aunque no se encontró ninguna enlistada en la **NOM-059-SEMARNAT-2010** se aplicara el Programa de rescate, reubicación y reforestación de flora silvestre, reubicando estas especies del área del proyecto a sitios cercanos, brindado los mejores cuidados para asegurar su supervivencia (**Se anexa programa de rescate, reubicación y reforestación de flora silvestre ANEXO 16**).

En la Tabla IV.34 se muestran las especies presentes en el área de CUSTF y que no se encuentran registradas en la NOM-059-SEMARNAT 2010.

**Tabla IV. 34. Flora registrada en los sitios de muestreo y que no se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.**

Área de Cambio de Uso de Suelo					
Estrato arbóreo		Estrato arbustivo		Estrato herbáceo	
No.	Especie	No.	Especie	No.	Especie
1	<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	1	<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	1	<i>Acer negundo</i> L.
2	<i>Pinus leiophylla</i> Schl. & Cham.	2	<i>Baccharis conferta</i> Kunth	2	<i>Lepechinia caulescens</i> (ortega) Epling
3	<i>Pinus montezumae</i> Lamb.	3	<i>Clethra hartwegii</i> Britton	3	<i>Asplenium praemorsum</i> Sw.
4	<i>Quercus rugosa</i> Née	4	<i>Quercus castanea</i> Née	4	<i>Oxalis tetraphylla</i> Cav.
5	<i>Quercus castanea</i> Née	5	<i>Begonia gracilis</i> Kunth	5	<i>Bouvardia ternifolia</i> (Cav.) Schltld.
6	<i>Clethra mexicana</i> DC	6	<i>Prunella vulgari</i> L.	6	<i>Begonia gracilis</i> Kunth
7	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	7	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	7	<i>Penstemon campanulatus</i> (Cav.) Willd.
8	<i>Quercus glaucoides</i> M. Martens & Galeotti	8	<i>Pinus douglasiana</i> Martínez	8	<i>Aristida schiedeana</i> Trin. & Rupr.
9	<i>Pinus patula</i> Schiede ex Schltld. & Cham.	9	<i>Pinus montezumae</i> Lamb.	9	<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.
10	<i>Alnus jorulensis</i> Humboldt, Bonpland & Kunth	10	<i>Lepechinia caulescens</i> (Ortega) Epling	10	<i>Cleyera integrifolia</i> (Benth.) Choisy
11	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch. (	11	<i>Clethra mexicana</i> DC	11	<i>Caesalpinia decapetala</i> (Roth) Alston
12	<i>Pinus douglasiana</i> Martínez	12	<i>Baccharis salicifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	12	<i>Adiantum andicola</i> Liebm.
13	<i>Buddleja cordata</i> Kunth	13	<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.	13	<i>Bouteloua curtipendula</i> Griff.
14	<i>Pinus greggi</i> Engelm. ex Parl.	14	<i>Pinus pseudo-strobus</i> Lindl.	14	<i>Lathyrus odoratus</i> L.
15	<i>Pinus teocote</i> chied. ex Schltld. & Cham.	15	<i>Solanum myriacanthum</i> Dunal	15	<i>Melissa officinalis</i> L.
16	<i>Quercus laurina</i> Bonpl	16	<i>Quercus laurina</i> Bonpl	16	<i>Polypodium subpetiolatum</i> Hook.
17	<i>Pinus pseudo-strobus</i> Lindl.	17	<i>Cestrum roseum</i> (Vahl) R.Br.	17	<i>Smilax moranensis</i> M. Martens & Galeotti
18	<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.	18	<i>Pinus teocote</i> chied. ex Schltld. & Cham.		
19	<i>Quercus insignis</i> M. Martens & Galeotti	19	<i>Quercus glaucoides</i> M. Martens & Galeotti		
20	<i>Meliosma dentata</i> (Liebm.) Urb.				
21	<i>Passiflora incarnata</i> L.				

### Índices de valor de importancia Ecológica (IVIE).

De acuerdo con los cálculos realizados de los índices de valor de importancia ecológica de las especies (IVIE) se tiene que las especies mejor representadas en los diferentes estratos analizados son las siguientes:

La especie mejor representada para el estrato arbóreo fue *Quercus castanea Née* con un IVIE de 57.38; *Quercus castanea Née* con un IVIE de 58.21 en el estrato arbustivo y, en el estrato herbáceo fue la especie de *Begonia gracilis Kunth* con un IVIE de 62.97.

#### Índice de Shannon-Wiener y equitatividad de Pielou.

Con base en cálculos realizados para la diversidad de especies en el área de CUSTF, en los tres estratos analizados se obtuvo los siguientes índices presentados en la Tabla IV.35.

**Tabla IV. 35. Resumen de diversidad florística, por estrato de la unidad de análisis (CUSTF).**

Tipo de vegetación	Estrato	Riqueza específica (S)	Índice de Shannon-Wiener (H)	Equidad de Pielou (J)
Bosque de Pino	Arbóreo	21	2.281	0.749
	Arbustivo	19	2.55	0.866
	Herbáceo	17	1.944	0.686
<b>Total</b>		<b>57</b>	---	---

Con base en los resultados obtenidos de diversidad florística en el área del CUSTF en la Tabla IV.33, se registró una riqueza específica de 21 individuos en el estrato arbóreo, con una diversidad de especies de 2.281 y una equitatividad de especies de 0.749; para el caso del estrato arbustivo, se registró una riqueza específica de 19 individuos, con una diversidad de especies de 2.550 y una equitatividad de 0.866; por último, en el estrato herbáceo se registró una riqueza específica de 17 con una diversidad de especies de 1.944 y una equitatividad de 0.686.

Finalmente, con base en el análisis de diversidad realizado, en general en los diferentes estratos analizados, presentan una diversidad de baja a media con valores que oscilan de 1.944 a 2.550, con un índice de Pielou que va de 0.686 a 0.866, lo que nos quiere decir que se da la presencia de especies dominantes en cada ecosistema.

#### IV.2.2.1.2.4. Análisis comparativo de los predios donde tendrá lugar el CUSTF con el SAR, determinando la representatividad de las especies que determinen, en su caso, que no se afecta la biodiversidad.

En este apartado se presenta un análisis comparativo de las especies presentes en el área de cambio de uso de suelo con el SAR donde se ubica el proyecto, estos datos se resumen por estratos, **posteriormente se presenta un análisis comparativo de la diversidad en el área de CUSTF y del SAR.**

## Representatividad de especies en el área de CUSTF y SAR.

Con base en la Tabla IV.36, se observa que todas las especies presentes en el área de cambio de uso de suelo se encuentran representadas en el área del SAR.

**Tabla IV. 36. Comparativa de especies arbóreas en el área de CUSTF y el SAR.**

Sistema Ambiental		Área de Cambio de Uso de Suelo	
No.	Especie	No.	Especie
<b>Estrato arbóreo</b>			
1	<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	1	<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth
2	<i>Cupressus lucitanica</i> Mill		
3	<i>Pinus leiophylla</i> Schl. & Cham.	2	<i>Pinus leiophylla</i> Schl. & Cham.
4	<i>Pinus montezumae</i> Lamb.	3	<i>Pinus montezumae</i> Lamb.
5	<i>Quercus laeta</i> Liebm.		
6	<i>Quercus rugosa</i> Née	4	<i>Quercus rugosa</i> Née
7	<i>Carpinus caroliniana</i> Walter		
8	<i>Quercus castanea</i> Née	5	<i>Quercus castanea</i> Née
9	<i>Prunus serotina</i> Ehrh.		
10	<i>Clethra mexicana</i> DC	6	<i>Clethra mexicana</i> DC
11	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	7	<i>Alnus acuminata</i> Kunth
12	<i>Quercus glaucoides</i> M. Martens & Galeotti	8	<i>Quercus glaucoides</i> M. Martens & Galeotti
13	<i>Pinus patula</i> Schiede ex Schltl. & Cham.	9	<i>Pinus patula</i> Schiede ex Schltl. & Cham.
14	<i>Alnus jorulensis</i> Humboldt, Bonpland & Kunth	10	<i>Alnus jorulensis</i> Humboldt, Bonpland & Kunth
15	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch. (	11	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch. (
16	<i>Pinus douglasiana</i> Martínez	12	<i>Pinus douglasiana</i> Martínez
17	<i>Buddleja cordata</i> Kunth	13	<i>Buddleja cordata</i> Kunth
18	<i>Pinus greggi</i> Engelm. ex Parl.	14	<i>Pinus greggi</i> Engelm. ex Parl.
19	<i>Pinus teocote</i> chied. ex Schltl. & Cham.	15	<i>Pinus teocote</i> chied. ex Schltl. & Cham.
20	<i>Quercus laurina</i> Bonpl	16	<i>Quercus laurina</i> Bonpl
21	<i>Cleyera integrifolia</i> (Benth.) Choisy		
22	<i>Pinus pseudostrobus</i> Lindl.	17	<i>Pinus pseudostrobus</i> Lindl.
		18	<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.
		19	<i>Quercus insignis</i> M. Martens & Galeotti
		20	<i>Meliosma dentata</i> (Liebm.) Urb.
		21	<i>Passiflora incarnata</i> L.
<b>Estrato arbustivo</b>			
1	<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	1	<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth
2	<i>Baccharis conferta</i> Kunth	2	<i>Baccharis conferta</i> Kunth
3	<i>Clethra hartwegii</i> Britton	3	<i>Clethra hartwegii</i> Britton
4	<i>Ternstroemia lineata</i> D.C		
5	<i>Meliosma dentata</i> (Liebm.) Urb.		

Documento Técnico Unificado del trámite de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad B-Regional  
"Bosques de Pamejé"

Sistema Ambiental		Área de Cambio de Uso de Suelo	
No.	Especie	No.	Especie
6	<i>Quercus castanea</i> Née	4	<i>Quercus castanea</i> Née
7	<i>Begonia gracilis</i> Kunth	5	<i>Begonia gracilis</i> Kunth
8	<i>Prunella vulgari</i> L.	6	<i>Prunella vulgari</i> L.
9	<i>Asplenium praemorsum</i> Sw.		
10	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	7	<i>Alnus acuminata</i> Kunth
11	<i>Pinus douglasiana</i> Martínez	8	<i>Pinus douglasiana</i> Martínez
12	<i>Pinus montezumae</i> Lamb.	9	<i>Pinus montezumae</i> Lamb.
13	<i>Lepechinia caulescens</i> (Ortega) Epling	10	<i>Lepechinia caulescens</i> (Ortega) Epling
14	<i>Clethra mexicana</i> DC	11	<i>Clethra mexicana</i> DC
15	<i>Prunus serotina</i> Ehrh.	12	
16	<i>Baccharis salicifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	13	<i>Baccharis salicifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.
17	<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.	14	<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.
18	<i>Archibaccharis serratifolia</i> (Kunth) S.F. Blake		
19	<i>Pinus psedostrobus</i> Lindl.	15	<i>Pinus psedostrobus</i> Lindl.
20	<i>Solanum myriacanthum</i> Dunal	16	<i>Solanum myriacanthum</i> Dunal
21	<i>Cleyera integrifolia</i> (Benth.) Choisy		
22	<i>Rubus ulmifolius</i> Schott		
23	<i>Quercus laurina</i> Bonpl	17	<i>Quercus laurina</i> Bonpl
24	<i>Pinus patula</i> Schiede ex Schltdl. & Cham.		
		18	<i>Cestrum roseum</i> (Vahl) R.Br.
		19	<i>Pinus teocote</i> chied. ex Schltdl. & Cham.
		20	<i>Quercus glaucoides</i> M. Martens & Galeotti
Estrato herbáceo			
1	<i>Acer negundo</i> L.	1	<i>Acer negundo</i> L.
2	<i>Dryopteris carthusiana</i> (Vill.) H.P. Fuchs		
3	<i>Lepechinia caulescens</i> (ortega) Epling	2	<i>Lepechinia caulescens</i> (ortega) Epling
4	<i>Salvia elegans</i> Vahl		
5	<i>Asplenium praemorsum</i> Sw.	3	<i>Asplenium praemorsum</i> Sw.
6	<i>Bromus carinatus</i> Hook. & Arn.		
7	<i>Oxalis tetraphylla</i> Cav.	4	<i>Oxalis tetraphylla</i> Cav.
8	<i>Bouvardia ternifolia</i> (Cav.) Schltdl.	5	<i>Bouvardia ternifolia</i> (Cav.) Schltdl.
9	<i>Begonia gracilis</i> Kunth	6	<i>Begonia gracilis</i> Kunth
10	<i>Penstemon campanulatus</i> (Cav.) Willd.	7	<i>Penstemon campanulatus</i> (Cav.) Willd.
11	<i>Prunella vulgari</i> L.		
12	<i>Aristida schiedeana</i> Trin. & Rupr.	8	<i>Aristida schiedeana</i> Trin. & Rupr.
13	<i>Oxalis jacquiniana</i> Kunth		
14	<i>Polypodium madrese</i> J. Sm.		
15	<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.	9	<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.
16	<i>Caesalpinia platyloba</i> S. Watson		

Sistema Ambiental		Área de Cambio de Uso de Suelo	
No.	Especie	No.	Especie
17	<i>Cleyera integrifolia (Benth.) Choisy</i>	10	<i>Cleyera integrifolia (Benth.) Choisy</i>
18	<i>Caesalpinia decapetala (Roth) Alston</i>	11	<i>Caesalpinia decapetala (Roth) Alston</i>
		12	<i>Adiantum andicola Liebm.</i>
		13	<i>Bouteloua curtipendula Griff.</i>
		14	<i>lathyrus odoratus L.</i>
		15	<i>Melissa oficinallis L.</i>
		16	<i>Polypodium subpetiolatum Hook.</i>
		17	<i>Smilax moranensis M. Martens &amp; Galeotti</i>

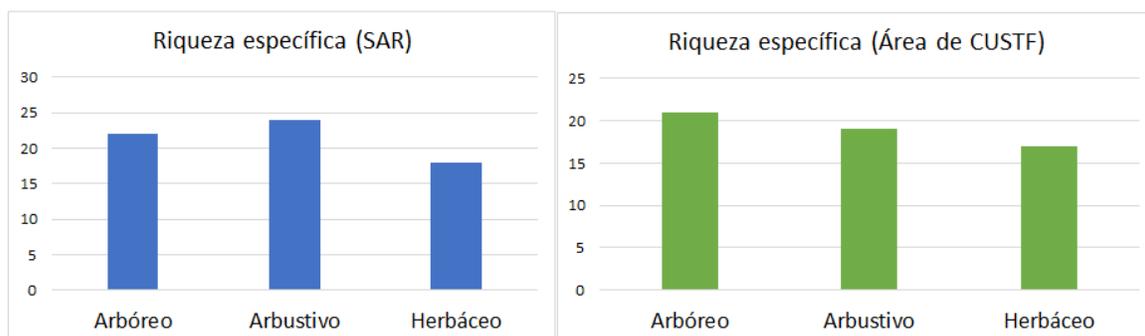
**Riqueza de especies (s) en el área de CUSTF y el SAR**

Con base en los datos presentados anteriormente y en la Tabla IV.37, en general la riqueza específica en el SAR para la vegetación de Bosque de Pino es de 22 especies en el estrato arbóreo, 24 especies en el estrato arbustivo, 18 especies de herbáceas; mientras que en el área de CUSTF es de 21, 19 y 17 especies respectivamente. Es decir, el SAR tiene mayor riqueza específica en el estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo.

**Tabla IV. 37. Comparativa de riqueza de especies (s) en el área de CUSTF y el SAR**

Riqueza de especies (S)						
Tipo de vegetación	SAR			Área de CUSTF		
	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo
Bosque de Pino	22	24	18	21	19	17

Los resultados obtenidos indican que el SAR presentó mayor riqueza de especies que el área de CUSTF en los tres estratos.



**Figura IV. 30. Riqueza específica en las unidades de análisis (SAR y CUSTF).**

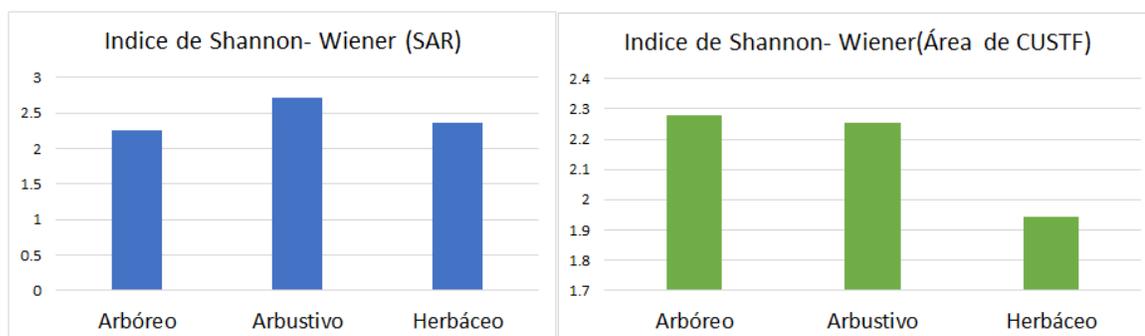
### Comparativa del índice de diversidad de Shannon-Wiener en el área de CUSTF y el SAR

A continuación, en la Tabla IV.38, se presentan los índices de Shannon- Wiener de cada unidad de análisis por estrato

**Tabla IV. 38. Índices de Shannon-Wiener por estrato en el área de CUSTF y la microcuenca.**

Índice de Shanon - Wiener						
Tipo de vegetación	SAR			Área de CUSTF		
	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo
Bosque de Pino	2.259	2.718	2.355	2.281	2.255	1.944

Con base en la tabla anterior y la Figura IV.31, se observa que en el SAR los índices de diversidad de Shannon- Wiener en los tres estratos analizados siempre son mayor que los del área de CUSTF.



**Figura IV. 31. Riqueza específica en las unidades de análisis (SAR y CUSTF).**

### Comparativa de la equitatividad de especies en el área de CUSTF y el SAR

Ahora bien, en la siguiente Tabla IV.39 se resume la equitatividad por estrato en cada unidad de análisis.

**Tabla IV. 39. Equitatividad de Pielou por estrato en el área de CUSTF y el SAR.**

Equidad de Pielou (J)						
Tipo de vegetación	SAR			Área de CUSTF		
	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo
Bosque de Pino	0.731	0.855	0.815	0.749	0.866	0.686

En cuanto a la equitatividad de especies en el SAR como lo muestra la Figura IV.29, en el estrato herbáceo se tuvo una distribución de especies mayor con respecto a los valores obtenidos en el área de CUSTF, mientras que, en el resto de los estratos, el CUSTF se presentaron valores mayores que en los presentados en el SAR.

Sin embargo, de acuerdo con los rangos que definen a dicho parámetro (Equitatividad de Pielou) donde los valores cercanos a 0 indican poca diversidad y los valores cercanos a 1.0 representa una

gran diversidad, es decir, todas las especies son igualmente abundantes, los valores indican que las comunidades de análisis son medianamente equitativas, es decir, existe la presencia de especies dominantes para cada ecosistema estudiado.

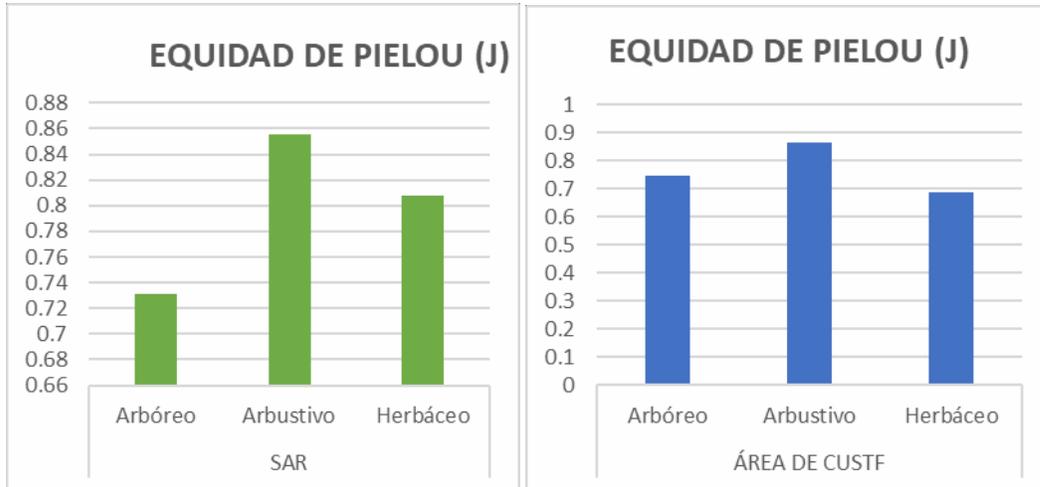


Figura IV. 32. Equitatividad de especies en las comunidades de las unidades de análisis (SAR y CUSTF).

Finalmente, de acuerdo con los resultados obtenidos, la información indica que la mayoría de las especies registradas en el área de cambio de uso de suelo se encuentran representadas en SAR. Y de acuerdo con los índices de diversidad (riqueza específica, diversidad de Shannon- Wiener y equitatividad de Pielou) antes descritas de las comunidades vegetales para cada unidad de análisis, el SAR presenta mayor riqueza y diversidad de especies con respecto al área de CUSTF.

Por lo tanto, se concluye que el área del SAR presenta una composición florística con variabilidad mayor con respecto al área de CUSTF, por lo que la ejecución del proyecto no compromete la diversidad.

#### IV.2.2.2. Fauna.

La ubicación de la República Mexicana está dividida por dos regiones Zoogeográficas: la región Neártica y la Neotropical, lo que permite que en conjunto tenga una fauna muy diversa, con afinidad a ambas regiones. Sin embargo, no existe una división tajante en la fauna de una u otra región, ya que la efectividad de dispersarse depende de la adaptación y poder de desplazamiento de los animales, además, de que varía según el tiempo y las circunstancias. Lo anterior señalado provoca que en ambas regiones puedan encontrarse especies típicas de una u otra región.

El Estado de México tiene una diversidad considerable de hábitats, los cuales están determinados por la variabilidad en la topografía y su ubicación geográfica. Existe una amplia variación climática en el estado, lo cual permite la existencia de una gran diversidad de vegetación, además de que la topografía hace que se generen microclimas y un tipo de vegetación en pequeñas superficies, que

van desde los hábitats típicos de matorral y escasa vegetación, hasta los bosques de coníferas mixtos. También cuenta con pequeñas superficies de selvas medianas caducifolias; extensas áreas de bosques de encino, de pino, de coníferas mixtos (*Pinus spp.*, *Abies spp.*, *Cupressus spp.*) y vegetación de galería (Madrigal 1977, González Elizondo 1983). La economía del estado depende mucho de las actividades ganadera, agrícola y forestal, por lo que existen hábitats modificados que también son importantes como zonas de alimentación y descanso de la fauna silvestre.

#### **Diversidad de especies de Ornitofauna (Aves) en el estado de México.**

El estado de México posee una diversidad alta de especies de avifauna, registrándose un total de 20 órdenes, 65 familias, 273 géneros y 490 especies, que han sido registradas y/o colectadas en el Estado de México (Ceballos, 2009).

Estos datos equivalen al 45.7% de las 1076 especies de aves reportadas por Escalante et al. (1996) para México, colocando al Estado de México entre los 10 primeros lugares en riqueza de aves de nuestro país (Ceballos, 2009).

A pesar de no tener una distribución original en la entidad mexiquense, algunas de las especies que corresponden a las categorías que denominamos como escapes e introducidas pueden estar en proceso de expansión. La mayoría de las especies de estas dos categorías pertenecen a las familias Psittacidae (pericos, cotorros y loros) y Anatidae (patos, gansos y cisnes), (Ceballos, 2009).

#### **Diversidad de especies de Mastofauna (Mamíferos) en el estado de México.**

Los mamíferos del Estado de México incluyen a 125 especies nativas, que representan a ocho órdenes (73% de la fauna nacional excluyendo a los marinos), 21 familias (57%) y 77 géneros (48%). Estas especies representan 26% de las especies de mamíferos terrestres en el país (Ceballos, 2009). El conocimiento de este grupo en el Estado de México se ha incrementado considerablemente en los últimos 25 años, de 79 especies en 1983 (Ramírez Pulido, et al., 1983) a 103 en 1996 (Ramírez Pulido, et al., 1995, 1997), a 118 en 1998 (Chávez y Ceballos, 1998) y a 121 en 2000 (González-Ruiz et al., 2000), (Ceballos, 2009).

#### **Diversidad de especies de Herpetofauna (Anfibios y Reptiles) en el estado de México.**

El Estado de México posee una gran diversidad de especies de estos dos grupos, 51 especies de anfibios y 93 de reptiles, a pesar de sólo contar con el 1% del territorio nacional (INEGI, 2003). En los últimos años, como resultado de nuevos estudios (Casas Andreu y Aguilar, 1998; Casas Andreu, et al. 1998; Casas Andreu, et al., 2002 a y b; Gobierno del Estado de México, 1993; Valdespino y García Collazo, 2000 a, b y c), se ha aumentado el número de especies reportadas para la entidad, con diez especies más que lo reportado por Casas Andreu et al., 1997, (Ceballos, 2009).

En general, la diversidad biológica en el estado de México es alta, con un registro de 490 especies de aves, 125 especies de mamíferos, 51 especies de anfibios y 93 especies de reptiles.

Sin embargo, no es posible determinar una cantidad específica de la riqueza de la fauna silvestre del estado, ya que no se han estudiado a fondo dichos temas.

Para el presente proyecto, la observación y muestreo de fauna dentro del Sistema Ambiental Regional delimitada se llevó a cabo en tres etapas, como se hace mención a continuación.

**Primera etapa:** En esta etapa se realizó la búsqueda y consulta de publicaciones relacionadas con la zona de estudio, con la finalidad de integrar un listado preliminar de la fauna silvestre misma que se presenta a continuación.

**Segunda etapa:** Durante esta etapa se realizó el trabajo de campo. El trabajo consistió en muestreos y observaciones de reptiles, aves y mamíferos en los transectos ubicados de manera aleatoria dentro del SAR delimitada. Los reptiles, aves y mamíferos se muestrearon a través de recorridos diurnos. Así mismo, se tomó registro de aquellas especies avistadas.

**Tercera etapa:** Durante esta parte, la información recabada de la bibliografía se complementó con la obtenida en campo, integrándose así el listado final potencial de las especies de vertebrados que podrían localizarse en el SAR.

A continuación, se describe el diseño de muestreo utilizado.

#### **IV.2.2.2.1. Diseño de muestreo para el Área del Proyecto y el SAR.**

Respecto a la metodología utilizada para el muestreo de fauna, se utilizó el método de transectos en franja, ya que se considera que es viable y nos permite obtener información exacta del área muestreada, llevando un conteo total de cada individuo observado directamente o de forma indirecta dentro del área delimitada de cada transecto.

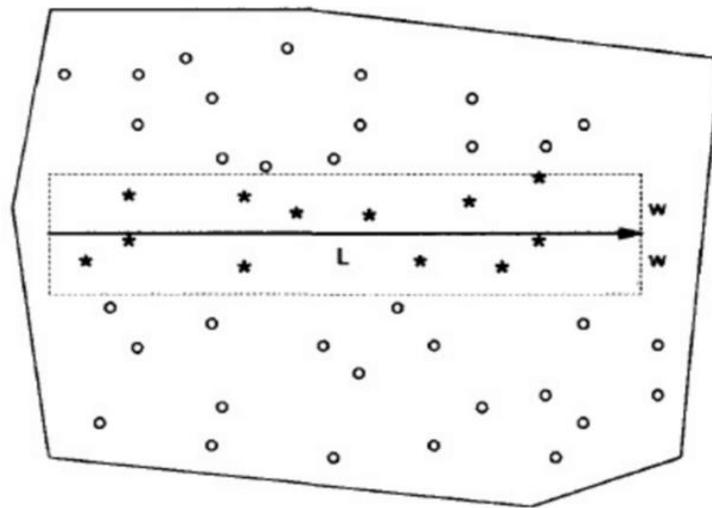
A continuación, se hace una descripción del método de muestreo realizado:

#### **Muestreo de transecto en franja.**

De acuerdo con Ruiz (S/A), este método consiste en una modificación del muestreo de cuadrante que facilita la tarea de contar todos los individuos en la unidad de muestreo (Figura IV.28). El "cuadrante" es una faja angosta y larga en forma de rectángulo que es recorrida por el (los) observador(es) a través de la línea central, contando todos los individuos dentro de la franja muestral de anchura  $2W$  (ancho efectivo), esto último se refiere a la anchura en ambos

lados de la línea del transecto. La visibilidad es afectada por los siguientes factores: cobertura vegetal, relieve, hora y técnica de muestreo (a pie, caballo, vehículo terrestre o aéreo).

Los transectos pueden ser ubicados de manera sistemática o de manera aleatoria, para el caso de este muestreo se eligió hacerlo de manera aleatoria como se muestra en la Figura IV.33. Se realizaron un total de 20 transectos con una longitud de 300 metros (L) por 30 metros de ancho (2w) los cuales fueron distribuidos de la siguiente manera; 20 transectos para la vegetación de Bosque de Pino muestreándose una superficie total muestreada de 0.180 km<sup>2</sup>.



**Figura IV. 33. Diagrama de un transecto en franja establecido en un área determinada. El largo (L = 300 m) y ancho (2w = 30 m) son establecidos desde el inicio del muestreo. Los O representan los animales que no se deben contar, aun cuando se observen; mientras que los \* son los animales que se deben contar dado que están dentro de los límites de los transectos.**

Las consideraciones usadas para este tipo de muestreo son las siguientes:

1. Todos los individuos contenidos en el área muestreada tienen la misma probabilidad de ser detectados ( $p = 1.0$ ).
2. Cualquiera de los individuos están aleatoriamente distribuidos sobre el área muestreada, o el transecto fue ubicado de manera aleatoria en el área.
3. Todos los individuos (ambos sexos y todas las edades) son igualmente probables a ser ahuyentados. El avistamiento de un organismo no influye en el avistamiento de otros organismos.
4. Ningún animal es contado más de una vez.

Este procedimiento de muestreo puede ser aplicado a animales de todos tamaños, en una variedad de hábitat. Incluso animales que ordinariamente están ocultos pueden ser contados si ellos son ahuyentados por el observador. Este método aporta información bastante confiable y puede ser utilizado para estimar índices de densidad poblacional.

Las caminatas en los transectos se realizaron en los horarios de mayor actividad de los diferentes grupos faunísticos. Dado a su comportamiento y a la biología de cada tipo de organismo, se adaptó la metodología y el horario más adecuado (Tabla IV.40). Cabe señalar como punto importante respecto a la temporalidad, este muestreo fue realizado en la época de invierno, utilizando un esfuerzo de muestreo de aproximadamente 5 días.

**Tabla IV. 40. Horarios de mayor actividad de los diferentes grupos faunísticos.**

<b>Grupo de fauna</b>	<b>Horario de mayor actividad</b>
Aves	6:00 – 9:00 horas y 16:00 – 18:00 horas (Perovic et al.; 2008)
Mamíferos	Diurnos, crepusculares, nocturnos (Painter et al., 1999)
Anfibios	9:00 – 11:00 horas y 21:00 a 23:00 horas (Sanabria et al., 2007)
Reptiles	9:00 – 12:00 y 16:00 y 22:00 horas (Navas, 1999)

A continuación, se explican con mayor detalle las actividades realizadas durante el muestreo, para la obtención de información de acuerdo con el grupo faunístico.

#### **IV.2.2.2.2. Descripción del método para cada grupo de fauna en el SAR.**

##### **Mamíferos**

Para la localización e identificación de especies, se realizaron recorridos en a lo largo de los transectos establecidos durante todo el día (Figura IV.30). Durante los recorridos se hizo una búsqueda de rastros, huellas y madrigueras, con el objetivo de realizar la búsqueda activa de los individuos de mamíferos silvestres que pudieran estar presentes en el área de estudio.

Como actividad complementaria a los recorridos realizados, en los sitios considerados como apropiados para una buena observación y captura temporal, se colocaron trampas tipo Sherman y Tomahawk, así como la colocación de redes de niebla y cámaras trampa para la captura he identificación de estas especies, las cuales permanecieron activas durante turnos diurnos para la obtención de información más confiable (Figura IV.34).



**Figura IV. 34. Colocación de trampas y redes ornitológicas (para aves).**



**Figura IV. 30. Avistamiento de Mastofauna.**

## Aves

Para este grupo se utilizaron dos métodos:

- Realizar recorridos de observación.
- Colocación de redes de niebla.

Los recorridos a lo largo de los transectos se iniciaron mediante una caminata a partir de las 7 a.m. hasta las 10:00 a.m. y después de las 4:00 p.m., ya que este grupo puede ser observado con mayor facilidad en las primeras horas de la mañana y al atardecer, debido a que es cuando las aves presentan sus más altos rangos de actividad, facilitando de esta forma la observación e identificación de cada individuo, dichos recorridos se realizaron en el área de los transectos determinados para la microcuenca.

Para la observación de las aves se utilizaron binoculares, una cámara fotográfica para la captura ilustrativa de cada especie encontrada durante la caminata, así como también se usó cuaderno de notas. Así mismo, se realizó la identificación de especies por medio del canto, huellas y nidos (Figura IV.35).

Posteriormente y con base en la experiencia del personal se identificaron las especies, con el apoyo de guías de campo.



Figura IV. 35. Avistamiento de aves dentro del SAR.

## Reptiles

Este grupo faunístico presenta un comportamiento diario, que como ya se mencionó los mejores horarios para la observación de las especies que ocupan el área de estudio (SAR), es de 9 a 11 de la mañana, cuando los individuos salen de sus refugios para calentarse al sol, posteriormente en función de la territorialidad que tengan se desplazan para alimentarse.

Para el estudio de este grupo también se utilizó la técnica de búsqueda activa, en la cual se realizaron recorridos en el interior de los transectos revisándose huecos, debajo de la hojarasca, debajo de troncos y piedras, que son los sitios donde se esconden la mayoría de especies de reptiles.

Cada vez que se observó un individuo se le identificó con la ayuda de guías de campo y/o con manuales previamente elaborados, de igual forma se tomaron fotografías de los ejemplares encontrados.



**Figura IV. 36. Avistamiento de reptiles dentro del SAR.**

Respecto a los transectos en franja, los principales factores que afectan la exactitud y precisión de los resultados que arrojan cuando se aplica la metodología, son los siguientes:

1. Qué tan conspicuos o visibles son los individuos.
2. Condiciones meteorológicas.
3. Actividad de la especie en relación con la hora del día o estación del año.
4. Conteos duplicados de individuos que se desplazan hacia adelante durante el recorrido del transecto después de ser ahuyentados
5. Variación en el efecto de la cobertura del hábitat para la detectabilidad de los individuos.
6. Distancia desde el individuo o grupo avistado.

Por lo anterior se puede decir que la metodología aplicada para el muestreo de fauna fue idónea para los grupos faunísticos analizados ya que se siguió con estricto apego a esta, los resultados obtenidos, pueden asociarse principalmente a factores climáticos o condiciones físicas del ecosistema, así como del comportamiento mismo de la fauna.

En la Figura IV.37 se presenta la ubicación de los transectos, de igual forma en la Tabla IV.41 se muestran las coordenadas de dichos transectos, así como el tipo de vegetación correspondiente.

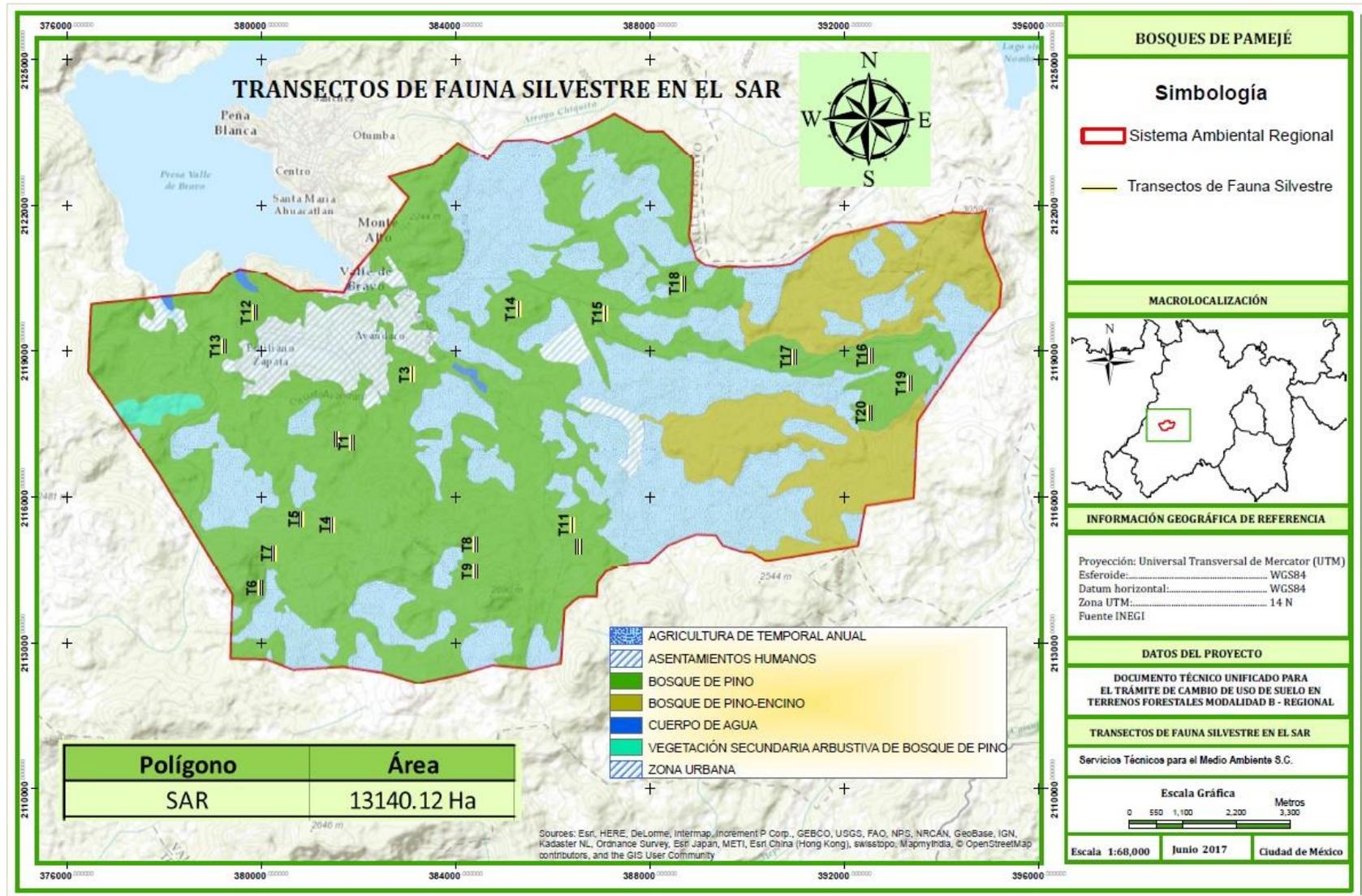


Figura IV. 37. Ubicación de los transectos dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR) delimitada.

**Tabla IV. 41. Número de transectos y coordenadas del punto de comienzo y final de donde se realizó el muestreo de fauna silvestre en el SAR delimitada.**

Transecto	Longitud (Km)	Coordenadas UTM WGS84 (Zona 14 Q)				Tipo de vegetación
		Inicio		Final		
		X	Y	X	Y	
T1	0.3	381859	2116965	381859	2117265	Bosque de pino
T2	0.3	381560	2117046	381560	2117346	Bosque de pino
T3	0.3	383110	2118370	383110	2118670	Bosque de pino
T4	0.3	381474	2115284	381474	2115584	Bosque de pino
T5	0.3	380833	2115397	380833	2115697	Bosque de pino
T6	0.3	379975	2113978	379975	2114278	Bosque de pino
T7	0.3	380268	2114696	380268	2114996	Bosque de pino
T8	0.3	384397	2114875	384397	2115175	Bosque de pino
T9	0.3	384397	2114325	384397	2114625	Bosque de pino
T10	0.3	386532	2114839	386532	2115139	Bosque de pino
T11	0.3	386395	2115280	386395	2115580	Bosque de pino
T12	0.3	379855	2119652	379855	2119952	Bosque de pino
T13	0.3	379219	2118957	379219	2119257	Bosque de pino
T14	0.3	385290	2119719	385290	2120019	Bosque de pino
T15	0.3	387085	2119627	387085	2119927	Bosque de pino
T16	0.3	392523	2118762	392523	2119062	Bosque de pino
T17	0.3	390954	2118738	390954	2119038	Bosque de pino
T18	0.3	388669	2120241	388669	2120541	Bosque de pino
T19	0.3	393328	2118189	393328	2118489	Bosque de pino
T20	0.3	392508	2117584	392508	2117884	Bosque de pino

#### IV.2.2.2.3. Riqueza potencial de fauna silvestre.

De acuerdo con la revisión bibliográfica realizada, se puede afirmar que la fauna potencial que puede distribuirse en el Sistema Ambiental Regional en estudio se compone de especies de vertebrados pertenecientes al grupo de ornitofauna con 46 especies, seguido del grupo de mastofauna con 18 especies y 15 especies de herpetofauna (Tabla IV.42).

**Tabla IV. 42. Representatividad de los principales vertebrados terrestres, cuya distribución potencial corresponde al Sistema Ambiental Regional.**

Grupo faunístico	Especies	Categoría de riesgo	Endémica
Ornitofauna	46	2	2
Mastofauna	18	0	0
Herpetofauna	15	4	7
<b>Total</b>	<b>79</b>	<b>6</b>	<b>9</b>

#### Riqueza potencial de aves en el SAR.

De acuerdo con la revisión bibliográfica realizada en documentos técnicos y en la base de datos de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), la riqueza potencial de aves en el SAR en estudio es la que se muestra en la Tabla IV.43. Ahí se puede observar que de las especies registradas aproximadamente 6 de ellas se encuentran bajo estatus con alguna categoría de riesgo en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, con tres bajo la categoría **A** (Amenazadas) y tres en categoría **Pr** (Bajo protección especial).

**Tabla IV. 43. Lista de fauna silvestre que potencialmente ocurre en el SAR delimitada.**

Grupo faunístico	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Ornitofauna	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote Común	No endémica
	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote Aura	No endémica
	<i>Himantopus mexicanus</i>	Candelerero Americano	No endémica
	<i>Colinus virginianus</i>	Codorniz Cotuí	No endémica
	<i>Columbina inca</i>	Tórtola Cola Larga	No endémica
	<i>Columbina passerina</i>	Tórtola Coquita	No endémica
	<i>Columbina talpacoti</i>	Tórtola Rojiza	No endémica
	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma Arroyera	No endémica
	<i>Coccyzus minor</i>	Cuculillo Manglero	No endémica
	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolote Bajeño	No endémica
	<i>Cynanthus latirostris</i>	Colibrí Pico Ancho	No endémica
	<i>Momotus mexicanus</i>	Momoto Corona Café	No endémica
	<i>Melanerpes chrysogenys</i>	Carpintero Enmascarado	Endémica
	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero Lineado	No endémica
	<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	Trepatroncos Bigotudo	No endémica
	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero Cardenal	No endémica
	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Papamoscas Triste	No endémica
	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Papamoscas Tirano	No endémica
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis Bienteveo	No endémica
	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis Gregario	No endémica
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Gritón	No endémica
	<i>Tyrannus verticalis</i>	Tirano	No endémica
	<i>Vireo flavoviridis</i>	Vireo Verde amarillo	No endémica
	<i>Calocitta formosa</i>	Urraca-Hermosa Cara Blanca	No endémica
	<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	Matraca Nuca Rufa	No endémica
	<i>Setophaga petechia</i>	Chipe Amarillo	No endémica
	<i>Setophaga coronata</i>	Chipe Coronado	No endémica
	<i>Parkesia noveboracensis</i>	Chipe Charquero	No endémica
<i>Granatellus venustus</i>	Gránatelo mexicano	No endémica	
<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero Brincador	No endémica	
<i>Passerina caerulea</i>	Picogordo Azul	No endémica	

Documento Técnico Unificado del trámite de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad B-Regional  
 “Bosques de Pamejé”

Grupo faunístico	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
	<i>Passerina ciris</i>	Colorín Sietecolores	Pr (No Endémica)
	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate Mexicano	No endémica
	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo Ojo Rojo	No endémica
	<i>Icterus spurius</i>	Bolsero Castaño	No endémica
	<i>Turdus migratorius</i>	Mirto Primavera	No endémica
	<i>Tyrannus vociferans</i>	Tirano Gritón	No endémica
	<i>Sialia mexicana</i>	Azulejo Garganta Azul	No endémica
	<i>Carpodacus mexicanus</i>	Pinzón Mexicano	No endémica
	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma Aliblanca	No endémica
	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma Huilota	No endémica
	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión Común	No endémica
	<i>Melanerpes formicivorus</i>	Carpintero Bellotero	No endémica
	<i>Bubo virginianus</i>	Búho Cornudo	No endémica
	<i>Dendrortyx macroura</i>	Codorniz Coluda Neovolcánica	A (Endémica)
<i>Icterus pustulatus</i>	Bolsero Dorso Rayado	No endémica	
<b>Mastofauna</b>	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	No endémica
	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo	No endémica
	<i>Sylvilagus cunicularius</i>	Conejo	No endémica
	<i>Sciurus aureogaster</i>	Ardilla	No endémica
	<i>Baiomys musculus</i>	Ratón	No endémica
	<i>Neotoma mexicana</i>	Rata	No endémica
	<i>Sigmodon mascotensis</i>	Ratón	No endémica
	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra	No endémica
	<i>Bassariscus astutus</i>	Cacomixtle	No endémica
	<i>Nasua narica</i>	Tejón	No endémica
	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	No endémica
	<i>Balantiopteryx plicata</i>	Murciélago	No endémica
	<i>Pteronotus davyi</i>	Murciélago	No endémica
	<i>Dermanura tolteca</i>	Murciélago	No endémica
	<i>Tadarida brasiliensis</i>	Murciélago	No endémica
	<i>Molossus rufus</i>	Murciélago	No endémica
	<i>Myotis californicus</i>	Murciélago	No endémica
<i>Myotis thysanodes</i>	Murciélago	No endémica	
<b>Herpetofauna</b>	<i>Rhinella marina</i>	Sapo Gigante	No endémica
	<i>Ollotis occidentalis</i>	Sapo	Endémica
	<i>Graugastor occidentalis</i>	Rana	No endémica
	<i>Pachymedusa dacnicolor</i>	Ranita Verde	Endémica
	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Besucona	No endémica
	<i>Phyllodactylus tuberculatus</i>	Guecko	No endémica
	<i>Sceloporus variabilis</i>	Roño	No endémica
	<i>Anolis liogaster</i>	Lagartija	Endémica
	<i>Aspidoscelis communis</i>	Lagartija	Pr (Endémica)

Grupo faunístico	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
	<i>Leptophis diplotropis</i>	Bejuquilla	A (Endémica)
	<i>Pituophis lineatucollis</i>	Cincuate	No endémica
	<i>Salvadora mexicana</i>	Cuijera	E (Endémica)
	<i>Ramphotyphlops braminus</i>	Culebrilla Ciega	No endémica
	<i>Agkistrodon bilineatus</i>	Jicamilla	A (No endémica)
	<i>Crotalus durissus</i>	Víbora De Cascabel	Pr (Endémica)

\*A: Amenazada; Pr: Sujeta a Protección especial.

#### IV.2.2.2.4. Resultados de los muestreos de campo.

De acuerdo con la información recabada de campo a continuación se presentan los resultados obtenidos para cada grupo faunístico muestreado dentro del SAR delimitada para el estudio.

#### Bosque de Pino.

Durante el muestreo de fauna silvestre realizado en la vegetación de Bosque de Pino dentro del SAR, se registraron: 41 especies de vertebrados. El grupo mejor representado es el de ornitofauna con 26 especies, cuando los grupos de mastofauna y herpetofauna presentaron un número de 8 y 7 especies cada grupo respectivamente (Tabla IV.44).

Tabla IV. 44. Representatividad de los principales vertebrados terrestres, registrados durante el inventario de fauna silvestre en la unidad de análisis (SAR).

Grupo faunístico	Especies	Categoría de riesgo	Endémica
<b>Ornitofauna</b>	26	1	2
<b>Mastofauna</b>	8	0	0
<b>Herpetofauna</b>	7	5	1

#### Ornitofauna

En la Tabla IV.45 se muestra la riqueza de especies de aves, registradas en los sitios de muestreo en el SAR, un total de 84 individuos avistados, correspondientes a 26 especies. De las especies obtenidas únicamente *Dendrortyx macroura* (Codorniz coluda neovolcánica) y *Passerina ciris* (Colorín sietecolores) se encuentran listadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, bajo el estatus de la categoría de riesgo de **A= Amenazada** y **Pr= Sujeta a Protección especial**, respectivamente tal y como se muestra en la Tabla IV.43.

**Tabla IV. 45. Lista de aves que se registraron en los sitios de muestreo en el SAR dentro de la vegetación de Bosque de Pino.**

Especie	Nombre común	No. Individuos	NOM-059-SEMARNAT-2010
<i>Turdus migratorius</i>	Mirto Primavera	4	---
<i>Tyrannus vociferans</i>	Tirano Gritón	3	---
<i>Sialia mexicana</i>	Azulejo Garganta Azul	2	---
<i>Melanerpes formicivorus</i>	Carpintero Bellotero	3	---
<i>Bubo virginianus</i>	Búho Cornudo	1	---
<i>Dendrortyx macroura</i>	Codorniz Coluda Neovolcánica	5	A (Endémica)
<i>Carpodacus mexicanus</i>	Pinzón Mexicano	3	---
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma Aliblanca	5	---
<i>Zenaida macroura</i>	Paloma Huilota	2	---
<i>Passer domesticus</i>	Gorrión Común	7	---
<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo Ojo Rojo	3	---
<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote	3	---
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate	4	---
<i>Icterus spurius</i>	Bolsero	2	---
<i>Icterus pustulatus</i>	Bolsero	2	---
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero Cardenal	3	---
<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Papamoscas Triste	2	---
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis Bienteveo	3	---
<i>Myiozetetes similis</i>	Luis Gregario	3	---
<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano	4	---
<i>Tyrannus verticalis</i>	Tirano Pálido	3	---
<i>Setophaga petechia</i>	Chipe Amarillo	4	---
<i>Setophaga coronata</i>	Chipe Coronado	5	---
<i>Parkesia noveboracensis</i>	Chipe Charquero	3	---
<i>Passerina caerulea</i>	Picogordo Azul	2	---
<i>Passerina ciris</i>	Colorín Sietecolores	3	Pr (No Endémica)
<b>Total</b>		<b>84</b>	---

\*A: Amenazada. Pr: Sujeta a Protección especial.

## Mastofauna

Con base en el muestreo realizado en el SAR, en la Tabla IV.46. se muestra la riqueza de especies obtenidas para el grupo de mamíferos presentes dentro del ecosistema de Bosque de Pino, registrándose un total de 64 individuos, representados por 8 especies diferentes, no habiendo registro alguna de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo estatus con categoría de riesgo.

**Tabla IV. 46. Lista de Mamíferos que se registraron en los sitios de muestreo en el SAR.**

Especie	Nombre común	No. Individuos	NOM-059-SEMARNAT-2010
<i>Bassariscus astutus</i>	Cacomixtle	1	---
<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	2	---
<i>Baiomys musculus</i>	Ratón	2	---
<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Armadillo	1	---
<i>Sylvilagus cunicularius</i>	Conejo	1	---
<i>Neotoma mexicana</i>	Rata	1	---
<i>Sigmodon mascotensis</i>	Ratón	1	---
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra	1	---
<b>Total</b>		<b>10</b>	---

### Herpetofauna

En la Tabla IV.47 se da a conocer la riqueza de especies de reptiles y anfibios que se registraron en los sitios de muestreo en el SAR, dentro de la vegetación de Bosque de Pino. El número de individuos avistados fue de 16, representados en 7 especies. De dichas especies avistadas, una de ellas se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría de Pr=Sujetas a protección especial.

**Tabla IV. 47. Lista de Anfibios y Reptiles que se registraron en los sitios de muestreo en el SAR.**

Especie	Nombre común	No. Individuos	NOM-059-SEMARNAT-2010
<i>Rhinella marina</i>	Sapo	1	---
<i>Ollotis occidentalis</i>	Sapo de los pinos	1	---
<i>Graugastor occidentalis</i>	Rana ladadora	2	---
<i>Hemidactylus frenatus</i>	Besucona	3	---
<i>Phyllodactylus tuberculatus</i>	Guecko	3	---
<i>Sceloporus variabilis</i>	Roño	2	---
<i>Aspidoscelis communis</i>	Lagartija	4	Pr (Endémica)
<b>Total</b>		<b>16</b>	---

#### IV.2.2.2.5. Parámetros bióticos y estimación de índices de diversidad y equidad por especies de fauna en el SAR.

Para poder realizar un análisis de diversidad de fauna dentro del SAR fue necesario evaluar variables como el número de individuos avistados Con base en tipología (excreta, huella, avistamiento y evidencia auditiva). Esto nos llevó a poder calcular la riqueza de especies, índice de Shannon-Wiener e índice de Equidad de Pielou.

Los datos obtenidos del muestreo realizado en campo dentro del área de estudio (SAR), fueron capturados en hoja de cálculo Excel, en donde se obtuvieron los datos de una forma resumida, lo

que nos permitió hacer cálculos de los diferentes índices de diversidad, que posteriormente se presentarán mediante el uso de tablas, gráficas. etc.

Los índices de diversidad incorporan en un solo valor a la riqueza específica y a la Equitatividad. En algunos casos un valor dado de un índice de diversidad puede provenir de distintas combinaciones de riqueza específica y equitatividad, es decir, que el mismo índice de diversidad puede obtenerse de una comunidad con baja riqueza y alta equitatividad como de una comunidad con alta riqueza y baja equitatividad. Esto significa que el valor del índice aislado no permite conocer la importancia relativa de sus componentes (riqueza y equitatividad). Algunos de los índices de diversidad más ampliamente utilizados son (1) el índice de Simpson (DSi), y (2) el índice de Shannon-Wiener (H'), que para el caso presente del proyecto denominado "Bosques de Pamejé", se utilizó este último (Índice de Shannon-Wiener <H'>).

Con el propósito de ampliar la descripción de la metodología utilizada para la obtención del índice de Shannon-Wiener y Equitatividad de Pielou para fauna del SAR, en los siguientes apartados se realizará una descripción detallada de dichas metodologías, iniciando primeramente con aquella que permitió obtener el Índice de Shannon-Wiener para fauna y en seguida Equitatividad de Pielou:

#### **Índice de Shannon-Wiener.**

Este es el índice más utilizado en ecología para comparar y describir la diversidad de comunidades, así como para denotar cambios sucesionales.

La metodología utilizada para el cálculo del índice de Shannon-Wiener de la fauna presente dentro del SAR en estudio, se llevó a cabo bajo los principios que definen dicho concepto, el cual ayuda a describir la diversidad de comunidades, así como para denotar la riqueza de la zona.

El Índice de Shannon-Wiener expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección, mediante la siguiente fórmula se realizan los cálculos, (House P., et al 2006).

$$H' = -\sum p_i \cdot \ln p_i$$

Dónde:

**$p_i$** = abundancia proporcional de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

**$\ln$**  = Logaritmo natural de  $p_i$ .

El Índice de Shannon-Wiener nos describe un parámetro de 0-5, donde 0 (Cero o nulo) refiere que dos individuos en el sitio pertenecen todos a la misma especie, mientras que 5 (máximo) indica que hay mayor diversidad de especies.

El máximo valor de este índice para un número determinado de especies se calcula de la siguiente manera:

$$H_{min} = 0, H'_{max} = \ln S$$

Como  $p_i$  es la proporción que hay de cada especie, su valor máximo es 1 y su mínimo se aproxima a 0. Para cualquier base al logaritmo de 1 es 0 y el Log de cualquier valor entre 0 y uno es negativo (House P., et al 2006).

### Uniformidad de Pielou

Como se mencionó anteriormente, dentro de una comunidad el valor del índice de diversidad dependerá de la riqueza y la abundancia de especies. Sin embargo, para algunas aplicaciones puede interesar exclusivamente la regularidad o uniformidad con que los individuos están distribuidos dentro de las especies, y no tanto cuantas especies hay. Es posible calcular las medidas de uniformidad (también llamada en algunos libros equitatividad) de una comunidad mediante una ecuación sencilla usando el índice de Pielou:

$$Pielou' J = H/\ln(S)$$

Dónde:

**H** = Índice de diversidad de Shannon – Wiener

**S** = Número de especies (o riqueza)

**ln** = Logaritmo natural

Al igual que con la diversidad el índice de uniformidad considera que todas las especies de la comunidad están representadas en la muestra. Pielou adopta valores entre 0 y 1, el número 1 indica que todas las especies son igualmente abundantes y el 0 señala la ausencia de uniformidad (MartellaM.B., et al., 2012).

De acuerdo con lo anterior se puede concluir que el procedimiento metodológico para la obtención del Índice de Shannon-Wiener fue mediante la aplicación del logaritmo natural (ln) a la densidad relativa ( $p_i$ ) de cada una de las especies registradas para la comunidad faunística en estudio, posteriormente al resultado anterior se multiplicó de nuevo por la densidad relativa de la especie ( $p_i$ ), obteniéndose con ello el valor de índice de Shannon-Wiener, y para la equitatividad de Pielou solamente se divide el índice de Shannon-Wiener/ln de la riqueza (S). Al respecto se anexa la hoja de cálculo en formato Excel (**Anexo 8**).

## Densidad

Para el cálculo de la densidad de fauna silvestre se utilizó la siguiente fórmula, esta propuesta por Gallina y López, 2011:

$$D = n/2wL$$

Dónde:

**D** = Densidad

**W** = Ancho medio del transecto

**L** = Longitud total del transecto

### IV.2.2.2.6. Estimación de índices de diversidad y equidad en el SAR.

Con base en el análisis de la información recabada de campo, a continuación, se presentan los resultados respectivos de biodiversidad divididos por grupo faunístico.

## Ornitofauna

De acuerdo con la información recabada, se registró un total de 26 especies, con un total de 84 individuos avistados. De esta manera al aplicar la metodología antes descrita se obtuvieron los siguientes valores de densidad para el cálculo de la diversidad faunística (Tabla IV.48).

Tabla IV. 48. Registros de Ornitofauna en el SAR.

N°	Nombre Científico	Nombre Común	Ind. Avistado en el muestreo	Densidad (Km <sup>2</sup> )	*2WL	AR
1	<i>Turdus migratorius</i>	Mirto Primavera	4	22	0.180	4.76
2	<i>Tyrannus vociferans</i>	Tirano Gritón	3	17	0.180	3.57
3	<i>Sialia mexicana</i>	Azulejo Garganta Azul	2	11	0.180	2.38
4	<i>Melanerpes formicivorus</i>	Carpintero Bellotero	3	17	0.180	3.57
5	<i>Bubo virginianus</i>	Búho Cornudo	1	6	0.180	1.19
6	<i>Dendrortyx macroura</i>	Codorniz Coluda Neovolcánica	5	28	0.180	5.95
7	<i>Carpodacus mexicanus</i>	Pinzón Mexicano	3	17	0.180	3.57
8	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma Aliblanca	5	28	0.180	5.95
9	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma Huilota	2	11	0.180	2.38
10	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión Común	7	39	0.180	8.33
11	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo Ojo Rojo	3	17	0.180	3.57
12	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote	3	17	0.180	3.57
13	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate	4	22	0.180	4.76
14	<i>Icterus spurius</i>	Bolsero	2	11	0.180	2.38
15	<i>Icterus pustulatus</i>	Bolsero	2	11	0.180	2.38
16	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero Cardenal	3	17	0.180	3.57

N°	Nombre Científico	Nombre Común	Ind. Avistado en el muestreo	Densidad (Km <sup>2</sup> )	*2WL	AR
17	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Papamoscas Triste	2	11	0.180	2.38
18	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis Bienteveo	3	17	0.180	3.57
19	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis Gregario	3	17	0.180	3.57
20	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano	4	22	0.180	4.76
21	<i>Tyrannus verticalis</i>	Tirano Pálido	3	17	0.180	3.57
22	<i>Setophaga petechia</i>	Chipe Amarillo	4	22	0.180	4.76
23	<i>Setophaga coronata</i>	Chipe Coronado	5	28	0.180	5.95
24	<i>Parkesia noveboracensis</i>	Chipe Charquero	3	17	0.180	3.57
25	<i>Passerina caerulea</i>	Picogordo Azul	2	11	0.180	2.38
26	<i>Passerina ciris</i>	Colorín Sietecolores	3	17	0.180	3.57
<b>Total</b>			<b>84</b>	<b>467</b>	<b>---</b>	<b>100.00</b>

Nota: \*2WL es igual a la superficie muestreada; AR: Abundancia Relativa.

Para una representación más clara de la densidad de dichas especies, a continuación, se muestra una gráfica de los individuos observados durante el recorrido realizado (Figura IV.38).

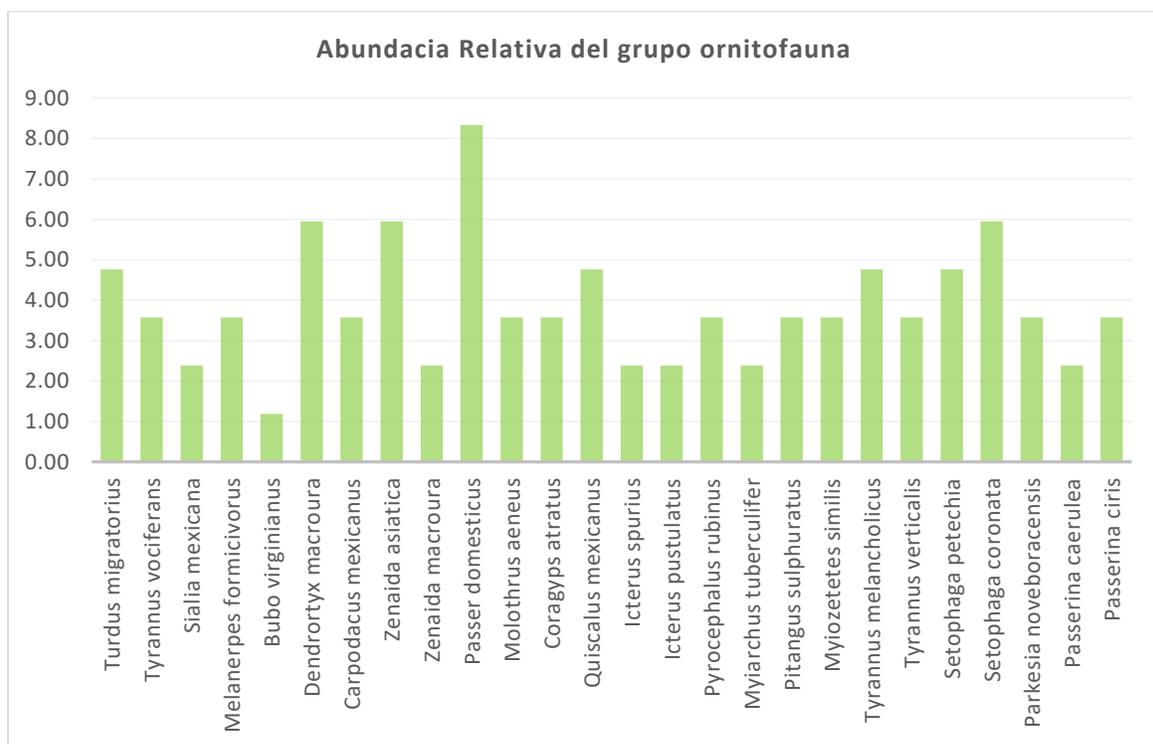


Figura IV. 38. Proporción de la abundancia relativa de Ornitofauna registrada en el SAR.

En la gráfica se puede notar que las especies registradas durante el muestreo, las que presenta la mayor abundancia es *Passer domesticus* representada con el 8.33 %, seguida de *Dendrotyx macroura*, *Zenaida asiatica* y *Setophaga coronata* las cuales presentan el mismo valor (5.95 %), mientras que el resto de las especies presentan porcentajes menores al 5%.

Para la determinación del índice de biodiversidad para este grupo faunístico se tomó en cuenta la densidad por km<sup>2</sup>, obteniendo los resultados que se muestran en la Tabla IV.49.

**Tabla IV. 49. Índice de diversidad de Ornitofauna para el SAR en estudio.**

No.	Especie	Densidad (km <sup>2</sup> )	PI	LN DE PI	-PI*LN(PI)
1	<i>Turdus migratorius</i>	22	0.048	-3.045	0.145
2	<i>Tyrannus vociferans</i>	17	0.036	-3.332	0.119
3	<i>Sialia mexicana</i>	11	0.024	-3.738	0.089
4	<i>Melanerpes formicivorus</i>	17	0.036	-3.332	0.119
5	<i>Bubo virginianus</i>	6	0.012	-4.431	0.053
6	<i>Dendrotyx macroura</i>	28	0.060	-2.821	0.168
7	<i>Carpodacus mexicanus</i>	17	0.036	-3.332	0.119
8	<i>Zenaida asiatica</i>	28	0.060	-2.821	0.168
9	<i>Zenaida macroura</i>	11	0.024	-3.738	0.089
10	<i>Passer domesticus</i>	39	0.083	-2.485	0.207
11	<i>Molothrus aeneus</i>	17	0.036	-3.332	0.119
12	<i>Coragyps atratus</i>	17	0.036	-3.332	0.119
13	<i>Quiscalus mexicanus</i>	22	0.048	-3.045	0.145
14	<i>Icterus spurius</i>	11	0.024	-3.738	0.089
15	<i>Icterus pustulatus</i>	11	0.024	-3.738	0.089
16	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	17	0.036	-3.332	0.119
17	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	11	0.024	-3.738	0.089
18	<i>Pitangus sulphuratus</i>	17	0.036	-3.332	0.119
19	<i>Myiozetetes similis</i>	17	0.036	-3.332	0.119
20	<i>Tyrannus melancholicus</i>	22	0.048	-3.045	0.145
21	<i>Tyrannus verticalis</i>	17	0.036	-3.332	0.119
22	<i>Setophaga petechia</i>	22	0.048	-3.045	0.145
23	<i>Setophaga coronata</i>	28	0.060	-2.821	0.168
24	<i>Parkesia noveboracensis</i>	17	0.036	-3.332	0.119
25	<i>Passerina caerulea</i>	11	0.024	-3.738	0.089
26	<i>Passerina ciris</i>	17	0.036	-3.332	0.119
<b>Índice de Shannon – Wiener</b>					<b>3.187</b>

Con base en los datos presentados anteriormente se tiene que el índice de diversidad de Shannon-Wiener es de 3.187, lo que nos indica que el grupo de aves en el ecosistema de Bosque de Pino es considerado como diversidad alta.

De acuerdo con este índice se calculó la equitatividad de especies (Tabla IV.50).

**Tabla IV. 50. Índices de diversidad de Ornitofauna en el SAR.**

Riqueza específica (S)	26
Índice de Shannon-Wiener (H)	3.187
Diversidad máxima (H máx.)	3.258
Equidad de Pielou (J)	0.978
Diferencia diversidad	0.072

Como se dijo anteriormente, la diversidad de este grupo es alta dado el valor obtenido de 3.187, mientras que la equitatividad presente es de 0.978, lo cual refleja que las especies registradas tienden a presentar una abundancia muy similar. Así mismo, la diversidad máxima es de 3.258 siendo muy cercana a la actual.

### Mastofauna

Para este grupo faunístico se tiene una riqueza específica de 8 especies, se un total de 10 individuos avistados, dentro de la vegetación de Bosque de Pino (Tabla IV.51).

**Tabla IV. 51. Registros de mastofauna en el SAR.**

N°	Nombre Científico	Nombre Común	Ind. Avistados en el Muestreo	Densidad (Km <sup>2</sup> )	*2WL	AR
1	<i>Bassariscus astutus</i>	Cacomixtle	1	6	0.180	10.00
2	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	2	11	0.180	20.00
3	<i>Baiomys musculus</i>	Ratón	2	11	0.180	20.00
4	<i>Dasyus novemcinctus</i>	Armadillo	1	6	0.180	10.00
5	<i>Sylvilagus cunicularius</i>	Conejo	1	6	0.180	10.00
6	<i>Neotoma mexicana</i>	Rata	1	6	0.180	10.00
7	<i>Sigmodon mascotensis</i>	Ratón	1	6	0.180	10.00
8	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra	1	6	0.180	10.00
<b>Total</b>			<b>10</b>	<b>56</b>	<b>---</b>	<b>100.00</b>

**Nota: \*2WL es igual a la superficie muestreada; AR: Abundancia Relativa.**

En la Figura IV.39 se presenta una gráfica con la abundancia relativa de los individuos muestreados durante el recorrido realizado en el SAR dentro de la vegetación de Bosque de Pino, para una mejor interpretación de los resultados obtenidos.

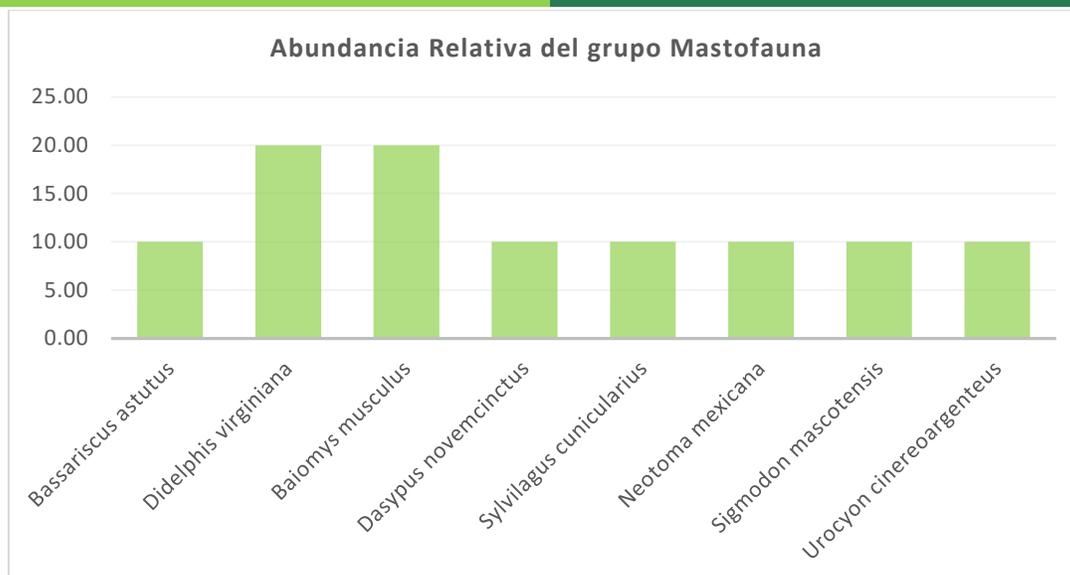


Figura IV. 39. Proporción de la abundancia relativa de Mastofauna registrada en el SAR.

De acuerdo con la gráfica anterior, las especies que presentaron la mayor abundancia fueron *Didelphis virginiana* y *Baiomys musculus* representada con el 20 % cada una, mientras que el resto de las especies presentan porcentajes del 10%.

Con base en los datos presentados anteriormente se obtuvieron los resultados de diversidad para este grupo faunístico que se indican en la Tabla IV.52.

Tabla IV. 52. Índice de diversidad de mastofauna en el SAR.

No.	Especie	Densidad (km <sup>2</sup> )	PI	LN DE PI	-PI*LN(PI)
1	<i>Bassariscus astutus</i>	6	0.100	-2.303	0.230
2	<i>Didelphis virginiana</i>	11	0.200	-1.609	0.322
3	<i>Baiomys musculus</i>	11	0.200	-1.609	0.322
4	<i>Dasyus novemcinctus</i>	6	0.100	-2.303	0.230
5	<i>Sylvilagus cunicularius</i>	6	0.100	-2.303	0.230
6	<i>Neotoma mexicana</i>	6	0.100	-2.303	0.230
7	<i>Sigmodon mascotensis</i>	6	0.100	-2.303	0.230
8	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	6	0.100	-2.303	0.230
<b>Índice de Shannon – Wiener</b>					<b>2.025</b>

De acuerdo con los datos presentados en la tabla anterior se obtuvo que la diversidad faunística para el grupo de mamíferos corresponde a 2.025 de acuerdo con el Índice de Shannon-Wiener, este índice nos indica que la diversidad es considerada como media.

Así mismo de acuerdo con este índice se obtuvo la equitatividad de Pielou el cual se presenta en la Tabla IV.53.

**Tabla IV. 53. Índices de diversidad de mastofauna en el SAR.**

Riqueza específica (S)	8
Índice de Shannon-Wiener (H)	2.025
Diversidad máxima (H máx.)	2.079
Equidad de Pielou (J)	0.974
Diferencia diversidad	0.054

Para este grupo faunístico la equitatividad de especies fue de 0.974, este valor indica que la equitatividad de especies es alta, por lo tanto, cuenta con especies que tienden a ser muy similares entre sí, sin embargo, estas no son muy numerosas. De la misma manera la diversidad máxima para este grupo es de 2.079 siendo muy cercana a la actual.

### Herpetofauna

De acuerdo con el muestreo realizado en campo, para este grupo faunístico se registró un total de 7 especies con un total de 16 individuos avistados. De esta manera al aplicar la metodología antes descrita se obtuvieron los siguientes valores de densidad para el cálculo de la diversidad faunística (Tabla IV.54).

**Tabla IV. 54. Registros de Herpetofauna dentro de SAR.**

N°	Nombre Científico	Nombre Común	Ind. Avistados en el Muestreo	Densidad (Km <sup>2</sup> )	*2WL	AR
1	<i>Rhinella marina</i>	Sapo	1	6	0.180	6.25
2	<i>Ollotis occidentalis</i>	Sapo de los pinos	1	6	0.180	6.25
3	<i>Graugastor occidentalis</i>	Rana ladadora	2	11	0.180	12.50
4	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Besucona	3	17	0.180	18.75
5	<i>Phyllodactylus tuberculatus</i>	Guecko	3	17	0.180	18.75
6	<i>Sceloporus variabilis</i>	Roño	2	11	0.180	12.50
7	<i>Aspidoscelis communis</i>	Lagartija	4	22	0.180	25.00
<b>Total</b>			<b>16</b>	<b>89</b>	<b>---</b>	<b>100.00</b>

Con base en la información recabada, a continuación, se presenta una gráfica de la abundancia relativa de los individuos muestreados durante el recorrido realizado en el SAR dentro de la vegetación de Bosque de Pino (Figura IV.36).

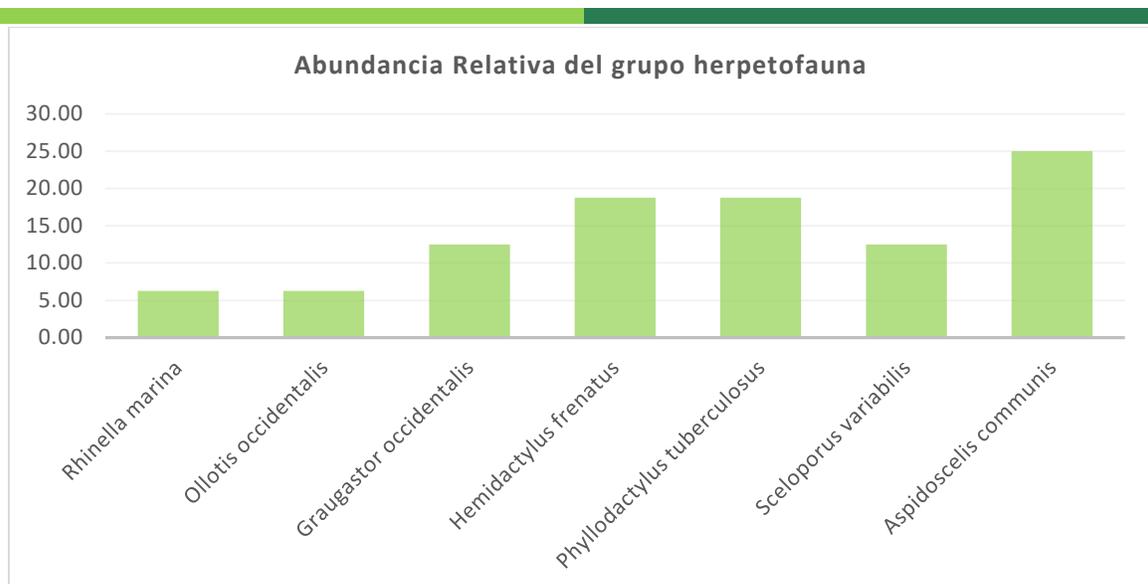


Figura IV. 40. Proporción de la abundancia relativa de Mastofauna registrada en el SAR.

Como se muestra en la gráfica anterior, la especie que presenta la mayor abundancia dentro de este grupo faunístico es: *Aspidoscelis communis* representada con el 25 %, seguida por *Hemidactylus frenatus* y *Phyllodactylus tuberculatus* representadas con el 18.75 % cada una de ellas, mientras que el resto de las especies presentan porcentajes menores del 13%.

Con base en la información obtenida en la tabla y gráfica anterior, se procedió a realizar el cálculo de los índices de diversidad para este grupo faunístico, los cuales se presentan en la Tabla IV.55.

Tabla IV. 55. Índice de diversidad de Herpetofauna en el SAR.

No.	Especie	Densidad (km <sup>2</sup> )	PI	LN DE PI	-PI*LN(PI)
1	<i>Rhinella marina</i>	6	0.063	-2.773	0.173
2	<i>Ollotis occidentalis</i>	6	0.063	-2.773	0.173
3	<i>Graugastor occidentalis</i>	11	0.125	-2.079	0.260
4	<i>Hemidactylus frenatus</i>	17	0.188	-1.674	0.314
5	<i>Phyllodactylus tuberculatus</i>	17	0.188	-1.674	0.314
6	<i>Sceloporus variabilis</i>	11	0.125	-2.079	0.260
7	<i>Aspidoscelis communis</i>	22	0.250	-1.386	0.347
<b>Índice de Shannon – Wiener</b>					<b>1.841</b>

De acuerdo con los resultados obtenidos anteriormente se tiene que el índice de diversidad de Shannon- Wiener es de 1.841, lo cual indica que el grupo de herpetofauna en el ecosistema de Bosque de Pino presenta una diversidad media de acuerdo con el rango establecido.

Con la obtención de este índice se procedió a calcular la equitatividad de especies, obteniendo así los resultados que se muestran en la Tabla IV.56.

**Tabla IV. 56. Índices de diversidad de Herpetofauna en el SAR.**

Riqueza específica (S)	7
Índice de Shannon-Wiener (H)	1.841
Diversidad máxima (H máx.)	1.946
Equidad de Pielou (J)	0.946
Diferencia diversidad	0.105

### Conclusión

En la Tabla IV.57 se muestran los resultados por cada grupo faunístico de forma generalizada.

**Tabla IV. 57. Tabla general de los índices de diversidad para tres grupos faunísticos.**

	Ornitofauna	Mastofauna	Herpetofauna
Riqueza específica (S)	26	8	7
Índice de Shannon-Wiener (H)	<b>3.187</b>	<b>2.025</b>	<b>1.841</b>
Diversidad máxima (H máx.)	3.258	2.079	1.946
Equidad de Pielou (J)	0.978	0.974	0.946
Diferencia diversidad	0.072	0.054	0.105

Con base en los resultados obtenidos se puede decir que, para el ecosistema de Bosque de Pino, el grupo que presenta mayor riqueza está representado por el grupo de ornitofauna con una riqueza específica de 26 especies, cuando los grupos de mastofauna y herpetofauna se encuentran representados por 8 y 7 especies respectivamente cada grupo. Se puede observar lo mismo con los índices de diversidad de Shannon-Wiener, los cuales son 3.187, 2.025 y 1.841 respectivamente, presentándose una diversidad alta en el grupo de ornitofauna, mientras que los otros grupos cuentan con diversidad media de acuerdo con los rangos establecidos, mostrando mayor equitatividad en los datos el grupo de ornitofauna con un valor de 0.978 considerado como uniformidad alta.

#### IV.2.2.2.7. Descripción del método para cada grupo de fauna en el Área del Proyecto:

##### Mamíferos

Para la localización e identificación de especies, se realizaron recorridos en a lo largo de los transectos establecidos durante todo el día. Durante los recorridos se hizo una búsqueda de rastros, huellas y madrigueras, con el objetivo de realizar la búsqueda activa de los individuos de mamíferos silvestres que pudieran estar presentes en el área de estudio.

Como actividad complementaria a los recorridos realizados, en los sitios considerados como apropiados para una buena observación y captura temporal, se colocaron trampas tipo Sherman y

Tomahawk, para la captura y identificación de estas especies, las cuales permanecieron activas durante turnos diurnos para la obtención de información más confiable (Figura IV.41).



Figura IV. 41. Colocación de trampas Tomahawk, cámaras trampa, trampas Sherman y redes ornitológicas (para aves).



Figura IV. 42. Avistamiento de Mastofauna en el Área del Proyecto.

### Aves

Para este grupo se utilizaron dos métodos:

- Recorridos de observación.
- Colocación de redes de niebla.

Los recorridos a lo largo de los transectos se iniciaron mediante una caminata a partir de las 7 a.m. hasta las 10:00 a.m. y después de las 4:00 p.m., ya que este grupo puede ser observado con mayor facilidad en las primeras horas de la mañana y al atardecer, debido a que es cuando las aves presentan sus más altos rangos de actividad, facilitando de esta forma la observación e identificación de cada individuo, dichos recorridos se realizaron en el área de los transectos determinados para la microcuenca.

En la observación de las aves se utilizaron binoculares, una cámara fotográfica para la captura ilustrativa de cada especie encontrada durante la caminata, así como también se usó cuaderno de notas. Así mismo, se realizó la identificación de especies por medio del canto, huellas y nidos.

Posteriormente y con base en la experiencia del personal se identificaron las especies, con el apoyo de guías de campo.



Figura IV. 43. Avistamiento de aves dentro del Área del Proyecto.

### Reptiles

Este grupo faunístico presenta un comportamiento diario, como ya se mencionó los mejores horarios para la observación de las especies que ocupan el área de estudio (Área del Proyecto), es de 9 a 11 de la mañana, cuando los individuos salen de sus refugios para calentarse al sol, en función de la territorialidad que tengan se desplazan para alimentarse.

En el estudio de este grupo también se utilizó la técnica de búsqueda activa, en la cual se realizaron recorridos en el interior de los transectos revisándose huecos, debajo de la hojarasca, debajo de troncos y piedras, que son los sitios donde se esconden la mayoría de especies de reptiles.

Cada vez que se observó un individuo se le identificó con la ayuda de guías de campo y/o con manuales previamente elaborados, de igual forma se tomaron fotografías de los ejemplares encontrados. En la Figura IV.44 se puede ver un ejemplo de los reptiles avistados dentro del área del proyecto.



Figura IV. 44. Avistamiento de reptiles dentro del Área del Proyecto.

Respecto a los transectos en franja, los principales factores que afectan la exactitud y precisión de los resultados que arrojan cuando se aplica la metodología, son los siguientes:

1. Qué tan notables o visibles son los individuos.
2. Condiciones meteorológicas.
3. Actividad de la especie en relación con la hora del día o estación del año.
4. Conteos duplicados de individuos que se desplazan hacia adelante durante el recorrido del transecto después de ser ahuyentados
5. Variación en el efecto de la cobertura del hábitat para la detectabilidad de los individuos.
6. Distancia desde el individuo o grupo avistado.

Por lo anterior la metodología aplicada para el muestreo de fauna, fue idónea para los grupos faunísticos analizados ya que se siguió con estricto apego a esta, los resultados obtenidos, pueden asociarse principalmente a factores climáticos o condiciones físicas del ecosistema, así como del comportamiento mismo de la fauna.

En la Figura IV.45 se presenta la ubicación de los transectos, de igual forma en la Tabla IV.58 se muestran las coordenadas de dichos transectos, así como al tipo de vegetación al que corresponde.

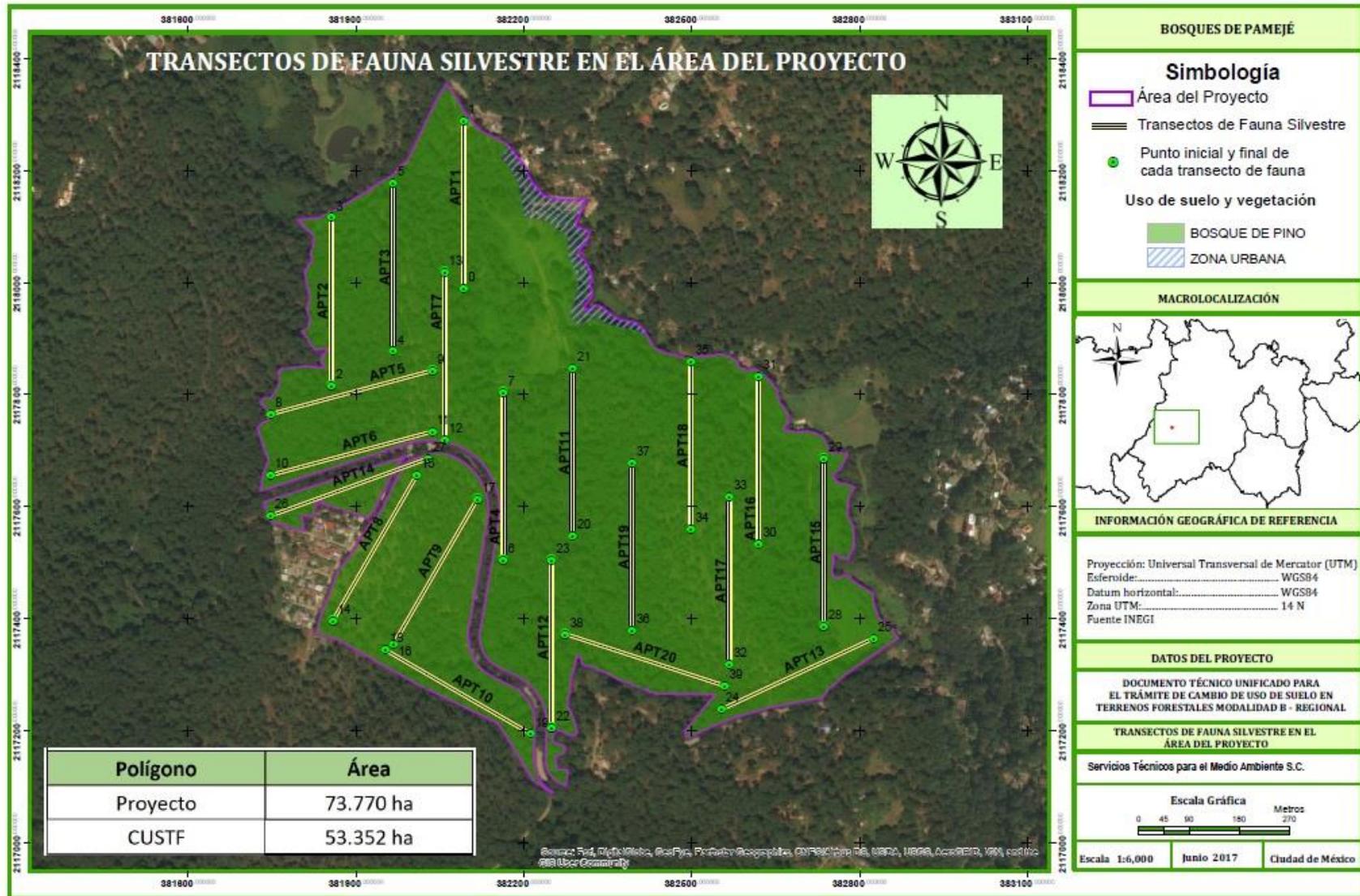


Figura IV. 45. Ubicación de los transectos dentro del Área del Proyecto.

**Tabla IV. 58. Número de transectos y coordenadas del punto de muestreo de la fauna (inicio y final) en el Área del Proyecto.**

Transecto	Longitud (Km)	Coordenadas UTM WGS84 (Zona 14 Q)				Tipo de vegetación
		Inicio		Final		
		X	Y	X	Y	
1	0.3	382092	2117990	382092	2118290	Bosque de Pino
2	0.3	381855	2117817	381855	2118117	Bosque de Pino
3	0.3	381966	2117878	381966	2118178	Bosque de Pino
4	0.3	382163	2117505	382163	2117805	Bosque de Pino
5	0.3	381747	2117766	382037	2117844	Bosque de Pino
6	0.3	381747	2117657	382037	2117734	Bosque de Pino
7	0.3	382058	2117720	382058	2118020	Bosque de Pino
8	0.3	381859	2117397	382009	2117657	Bosque de Pino
9	0.3	381967	2117355	382117	2117614	Bosque de Pino
10	0.3	381952	2117344	382212	2117194	Bosque de Pino
11	0.3	382287	2117548	382287	2117848	Bosque de Pino
12	0.3	382250	2117206	382250	2117506	Bosque de Pino
13	0.3	382553	2117238	382825	2117365	Bosque de Pino
14	0.3	381747	2117584	382029	2117687	Bosque de Pino
15	0.3	382737	2117387	382737	2117687	Bosque de Pino
16	0.3	382620	2117533	382620	2117833	Bosque de Pino
17	0.3	382567	2117318	382567	2117618	Bosque de Pino
18	0.3	382499	2117560	382499	2117860	Bosque de Pino
19	0.3	382393	2117379	382393	2117679	Bosque de Pino
20	0.3	382274	2117373	382559	2117280	Bosque de Pino

\*APT: Área del Proyecto \_ Transecto.

#### IV.2.2.2.8. Resultados de los muestreos de campo.

De acuerdo con la información recabada de campo, a continuación, se presentan los resultados obtenidos para cada grupo faunístico muestreado dentro del Área del CUSTF.

#### Bosque de Pino.

Durante el muestreo de fauna silvestre realizado en la vegetación de Bosque de Pino dentro del Área del Proyecto, se registraron: 22 especies de vertebrados. El grupo mejor representado es el de ornitofauna con 14 especies, cuando los grupos de mastofauna y herpetofauna presentaron un número de 5 y 3 especies cada grupo respectivamente (Tabla IV.59).

**Tabla IV. 59. Representatividad de los principales vertebrados terrestres, registrados durante el inventario de fauna silvestre en la unidad de análisis (Área del Proyecto).**

Grupo faunístico	Especies	Categoría de riesgo	Endémica
<b>Ornitofauna</b>	14	1	0
<b>Mastofauna</b>	5	0	0
<b>Herpetofauna</b>	3	0	0

### Ornitofauna

En la Tabla IV.60 se muestra la riqueza de especies de aves, registradas en los sitios de muestreo en el Área del Proyecto, obteniéndose un total de 42 individuos avistados, correspondientes a 14 especies. De las especies obtenidas únicamente *Passerina ciris* (Colorín sietecolores) se encuentra listada en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, bajo el estatus de la categoría de riesgo **Pr= Sujeta a Protección especial**.

**Tabla IV. 60. Lista de aves que se registraron en los sitios de muestreo en el Área del Proyecto dentro de la vegetación de Bosque de Pino.**

Especie	Nombre común	No. Individuos	NOM-059-SEMARNAT-2010
<i>Turdus migratorius</i>	Mirto Primavera	3	---
<i>Tyrannus vociferans</i>	Tirano Gritón	4	---
<i>Melanerpes formicivorus</i>	Carpintero Bellotero	1	---
<i>Carpodacus mexicanus</i>	Pinzón Mexicano	2	---
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma Aliblanca	4	---
<i>Zenaida macroura</i>	Paloma Huilota	3	---
<i>Passer domesticus</i>	Gorrión Común	5	---
<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo Ojo Rojo	2	---
<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote	4	---
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate	6	---
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero Cardenal	3	---
<i>Tyrannus verticalis</i>	Tirano Pálido	2	---
<i>Parkesia noveboracensis</i>	Chipe Charquero	1	---
<i>Passerina ciris</i>	Colorín Sietecolores	2	Pr (No Endémica)
<b>Total</b>		<b>42</b>	---

### Mastofauna

Con base en el muestreo realizado en el Área del Proyecto, en la Tabla IV.61, se muestra la riqueza de especies obtenidas para el grupo de mamíferos presentes dentro del ecosistema de Bosque de Pino, donde se registró un total de 9 individuos, representados por 5 especies diferentes, sin registro alguno de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo estatus con categoría de riesgo.

**Tabla IV. 61. Lista de Mamíferos que se registraron en los sitios de muestreo en el Área del Proyecto.**

Especie	Nombre común	No. Individuos	NOM-059-SEMARNAT-2010
<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	1	---
<i>Baiomys musculus</i>	Ratón	3	---
<i>Sylvilagus cunicularius</i>	Conejo	1	---
<i>Neotoma mexicana</i>	Rata	2	---
<i>Sigmodon mascotensis</i>	Ratón	2	---
<b>Total</b>		<b>9</b>	---

## Herpetofauna

En la Tabla IV.62, se da a conocer la riqueza de especies de reptiles y anfibios que se registraron en los sitios de muestreo en el Área del Proyecto, dentro de la vegetación de Bosque de Pino. El número de individuos avistados fue de 8, representados en 3 especies. De dichas especies avistadas, ninguna de ellas se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo alguna categoría.

**Tabla IV. 62. Lista de Anfibios y Reptiles que se registraron en los sitios de muestreo en el SAR.**

Especie	Nombre común	No. Individuos	NOM-059-SEMARNAT-2010
<i>Ollotis occidentalis</i>	Sapo de los pinos	1	---
<i>Hemidactylus frenatus</i>	Besucona	4	---
<i>Sceloporus variabilis</i>	Roño	3	---
<b>Total</b>		<b>8</b>	---

### IV.2.2.2.9. Parámetros bióticos y estimación de índices de diversidad y equidad por especies de fauna en el Área del Proyecto.

Para poder realizar un análisis de diversidad de fauna dentro del Área del Proyecto fue necesario evaluar variables como el número de individuos avistados Con base en tipología (Excreta, huella, avistamiento y evidencia auditiva). Esto nos llevó a poder calcular la riqueza de especies, índice de Shannon-Wiener e índice de Equidad de Pielou.

Los datos obtenidos del muestreo realizado en campo dentro del área de estudio (Área del Proyecto), fueron capturados en hoja de cálculo Excel, en donde se obtuvieron los datos de una forma resumida, lo que nos permitió hacer cálculos de los diferentes índices de diversidad, que posteriormente se presentarán mediante el uso de tablas, gráficas. etc.

Los índices de diversidad incorporan en un solo valor a la riqueza específica y a la Equitatividad. En algunos casos un valor dado de un índice de diversidad puede provenir de distintas combinaciones de riqueza específica y equitatividad, es decir, que el mismo índice de diversidad puede obtenerse de una comunidad con baja riqueza y alta equitatividad como de una comunidad con alta riqueza y baja equitatividad. Esto significa que el valor del índice aislado no permite conocer la importancia

relativa de sus componentes (riqueza y equitatividad). Algunos de los índices de diversidad más ampliamente utilizados son (1) el índice de Simpson (DSi), y (2) el índice de Shannon-Wiener (H'), que para el caso presente del proyecto denominado "Bosques de Pamejé", se utilizó este último (Índice de Shannon-Wiener <H'>) cuyas fórmulas con las siguientes:

#### **Índice de Shannon-Wiener.**

Mediante la siguiente fórmula se realizan los cálculos, (House P., et al 2006).

$$H' = -\sum p_i \cdot \ln p_i$$

Dónde:

**p<sub>i</sub>**= abundancia proporcional de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

**ln** = Logaritmo natural de p<sub>i</sub>.

El máximo valor de este índice para un número determinado de especies se calcula de la siguiente manera:

$$H_{\min} = 0, H'_{\max} = \ln S$$

Como **p<sub>i</sub>** es la proporción que hay de cada especie, su valor máximo es 1 y su mínimo se aproxima a 0. Para cualquier base al logaritmo de 1 es 0 y el Log de cualquier valor entre 0 y uno es negativo (House P., et al 2006).

#### **Uniformidad de Pielou.**

La fórmula para calcular el índice de Pielou'J es la siguiente:

$$Pielou' J = H / \ln(S)$$

Dónde:

**H** = Índice de diversidad de Shannon – Wiener

**S** = Número de especies (o riqueza)

**ln** = Logaritmo natural

Se anexa la hoja de cálculo en formato Excel (ANEXO 7) en donde se presenta la aplicación de las fórmulas antes descritas a los datos obtenidas en campo del componente fauna.

## Densidad

Para el cálculo de la densidad de fauna silvestre se utilizó la siguiente fórmula, propuesta por Gallina y López, 2011:

$$D = n/2wL$$

Dónde:

**D** = Densidad

**W** = Ancho medio del transecto

**L** = Longitud total del transecto

### IV.2.2.2.10. Estimación de índices de diversidad y equidad en el Área del Proyecto.

Con base en el análisis de la información recopilada en campo, a continuación, se presentan los resultados respectivos de biodiversidad divididos por grupo faunístico.

## Ornitofauna

De acuerdo con la información recabada, se registró un total de 14 especies, con un total de 42 individuos avistados. De esta manera al aplicar la metodología antes descrita se obtuvieron los siguientes valores de densidad para el cálculo de la diversidad faunística (Tabla IV.63).

**Tabla IV. 63. Registros de Ornitofauna en el Área del Proyecto.**

N°	Nombre Científico	Nombre Común	Ind. Avistados en el Muestreo	Densidad (Km2)	*2WL	AR
1	<i>Turdus migratorius</i>	Mirto Primavera	3	17	0.180	7.14
2	<i>Tyrannus vociferans</i>	Tirano Gritón	4	22	0.180	9.52
3	<i>Melanerpes formicivorus</i>	Carpintero Bellotero	1	6	0.180	2.38
4	<i>Carpodacus mexicanus</i>	Pinzón Mexicano	2	11	0.180	4.76
5	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma Aliblanca	4	22	0.180	9.52
6	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma Huilota	3	17	0.180	7.14
7	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión Común	5	28	0.180	11.90
8	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo Ojo Rojo	2	11	0.180	4.76
9	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote	4	22	0.180	9.52
10	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate	6	33	0.180	14.29
11	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero Cardenal	3	17	0.180	7.14
12	<i>Tyrannus verticalis</i>	Tirano Pálido	2	11	0.180	4.76
13	<i>Parkesia noveboracensis</i>	Chipe Charquero	1	6	0.180	2.38
14	<i>Passerina ciris</i>	Colorín Sietecolores	2	11	0.180	4.76
<b>Total</b>			<b>42</b>	<b>233</b>	<b>---</b>	<b>100.00</b>

**Nota: \*2WL es igual a la superficie muestreada; AR: Abundancia Relativa.**

Para una representación más clara de la densidad de dichas especies, en la Figura IV.46 se grafican los individuos observados durante el recorrido realizado.

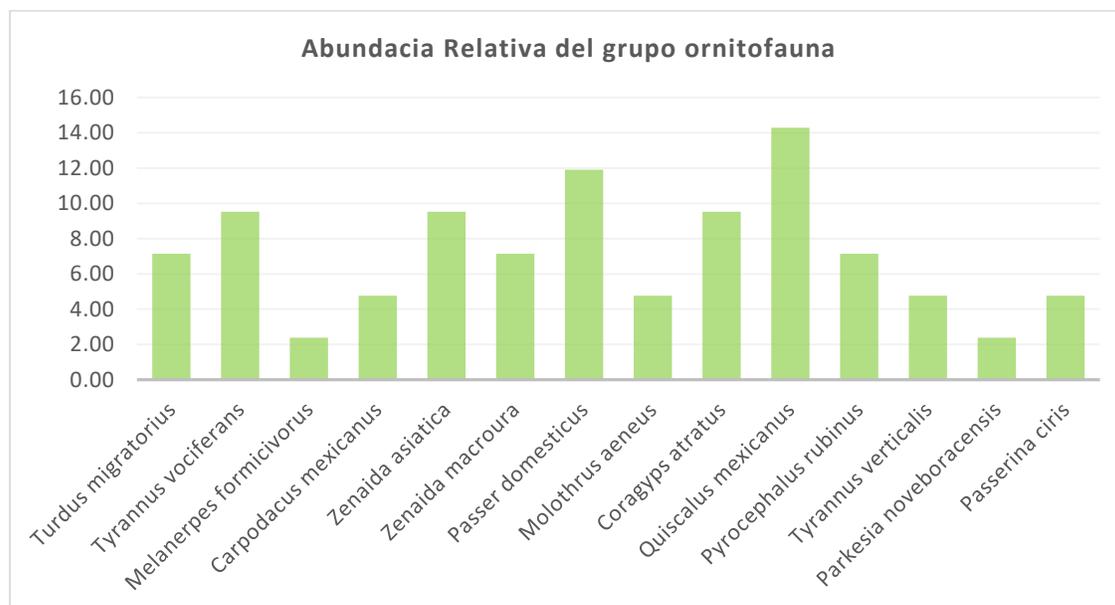


Figura IV. 46. Gráfica de la proporción de la abundancia relativa de ornitofauna registrada en el área del proyecto.

En la gráfica 4.46 se puede notar que las especies registradas durante el muestreo, las que presenta la mayor abundancia es *Quiscalus mexicanus* representada con 14.29 %, seguida de *Passer domesticus* el cual presenta un valor de 11.90, mientras que el resto de las especies presentan porcentajes menores al 10 %.

Para la determinación del índice de biodiversidad para este grupo faunístico se tomó en cuenta la densidad por km<sup>2</sup>, obteniendo así los resultados que se presentan en la Tabla IV.64.

Tabla IV. 64. Índice de diversidad de Ornitofauna para el Área del Proyecto.

No.	Especie	Densidad (km <sup>2</sup> )	PI	LN DE PI	-PI*LN(PI)
1	<i>Turdus migratorius</i>	17	0.071	-2.639	0.189
2	<i>Tyrannus vociferans</i>	22	0.095	-2.351	0.224
3	<i>Melanerpes formicivorus</i>	6	0.024	-3.738	0.089
4	<i>Carpodacus mexicanus</i>	11	0.048	-3.045	0.145
5	<i>Zenaida asiatica</i>	22	0.095	-2.351	0.224
6	<i>Zenaida macroura</i>	17	0.071	-2.639	0.189
7	<i>Passer domesticus</i>	28	0.119	-2.128	0.253
8	<i>Molothrus aeneus</i>	11	0.048	-3.045	0.145
9	<i>Coragyps atratus</i>	22	0.095	-2.351	0.224
10	<i>Quiscalus mexicanus</i>	33	0.143	-1.946	0.278

No.	Especie	Densidad (km <sup>2</sup> )	PI	LN DE PI	-PI*LN(PI)
11	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	17	0.071	-2.639	0.189
12	<i>Tyrannus verticalis</i>	11	0.048	-3.045	0.145
13	<i>Parkesia noveboracensis</i>	6	0.024	-3.738	0.089
14	<i>Passerina ciris</i>	11	0.048	-3.045	0.145
<b>Índice de Shannon – Wiener</b>					<b>2.527</b>

Con base en los datos presentados anteriormente se tiene que el índice de diversidad de Shannon-Wiener es de 2.527, lo que nos indica que el grupo de aves en el ecosistema de Bosque de Pino es considerado como diversidad media.

De acuerdo con este índice se calculó la equitatividad de especies. Los resultados de todos los cálculos de los índices de diversidad para ornitofauna se presentan en la Tabla IV.65.

**Tabla IV. 65. Índices de diversidad de Ornitofauna en el Área del Proyecto.**

Riqueza específica (S)	14
Índice de Shannon-Wiener (H)	2.527
Diversidad máxima (H máx.)	2.639
Equidad de Pielou (J)	0.957
Diferencia diversidad	0.112

Como se dijo anteriormente, la diversidad de este grupo es media con un valor de 2.527, mientras que la equitatividad presente es de 0.957, lo que nos refleja que las especies registradas tienden a presentar una abundancia muy similar. Así mismo, la diversidad máxima es de 2.639 siendo muy cercana a la actual.

## Mastofauna

Para este grupo faunístico se tiene una riqueza específica de 5 especies, registrándose un total de 9 individuos avistados, dentro de la vegetación de Bosque de Pino. (Tabla IV. 66).

**Tabla IV. 66. Registros de mastofauna en el Área del Proyecto.**

N°	Nombre Científico	Nombre Común	Ind. Avistados en el Muestreo	Densidad (Km2)	*2WL	AR
1	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	1	6	0.180	11.11
2	<i>Baiomys musculus</i>	Ratón	3	17	0.180	33.33
3	<i>Sylvilagus cunicularius</i>	Conejo	1	6	0.180	11.11
4	<i>Neotoma mexicana</i>	Rata	2	11	0.180	22.22
5	<i>Sigmodon mascotensis</i>	Ratón	2	11	0.180	22.22
<b>Total</b>			<b>9</b>	<b>50</b>	<b>---</b>	<b>100.00</b>

**Nota: \*2WL es igual a la superficie muestreada; AR: Abundancia Relativa.**

En la Figura IV.47 se muestra la abundancia relativa de los individuos muestreados durante el recorrido realizado en el Área del Proyecto dentro de la vegetación de Bosque de Pino, para una mejor interpretación de los resultados obtenidos.

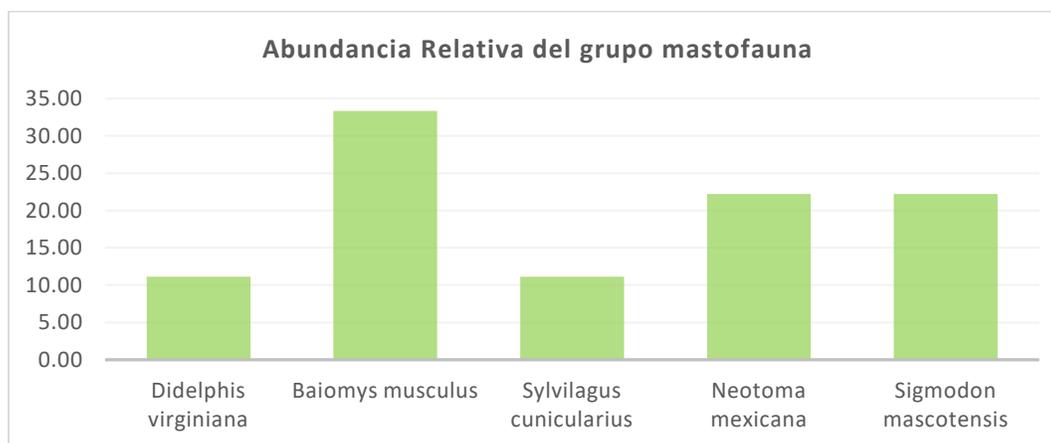


Figura IV. 47. Gráfica de la proporción de la abundancia relativa de mastofauna registrada en el área del proyecto.

De acuerdo con la Figura IV.47, las especies que presentan la mayor abundancia son *Baiomys musculus* representada con el 33.33 %, mientras que el resto de las especies presentan porcentajes menores al del 23 %.

Con base en los datos presentados anteriormente se obtuvieron los siguientes resultados de diversidad para este grupo faunístico.

Tabla IV. 67. Índice de diversidad de mastofauna en el Área del Proyecto.

No.	Especie	Densidad (km <sup>2</sup> )	PI	LN DE PI	-PI*LN(PI)
1	<i>Didelphis virginiana</i>	6	0.111	-2.197	0.244
2	<i>Baiomys musculus</i>	17	0.333	-1.099	0.366
3	<i>Sylvilagus cunicularius</i>	6	0.111	-2.197	0.244
4	<i>Neotoma mexicana</i>	11	0.222	-1.504	0.334
5	<i>Sigmodon mascotensis</i>	11	0.222	-1.504	0.334
<b>Índice de Shannon - Wiener</b>					<b>1.523</b>

De acuerdo con los datos presentados en la tabla anterior la diversidad faunística para el grupo de mamíferos corresponde a 1.523 de acuerdo con el Índice de Shannon-Wiener, este índice nos indica que la diversidad es considerada como baja.

Así mismo con base en este índice se obtiene la equitatividad de Pielou. Todos los índices de diversidad se presentan en la Tabla IV.68.

**Tabla IV. 68. Índices de diversidad de mastofauna en el Área del Proyecto.**

Riqueza específica (S)	5
Índice de Shannon-Wiener (H)	1.523
Diversidad máxima (H máx.)	1.609
Equidad de Pielou (J)	0.946
Diferencia diversidad	0.086

Para este grupo faunístico se tiene que la equitatividad de especies es de 0.946. Este valor nos indica que la equitatividad de especies es alta, por lo tanto, cuenta con especies que tienden a ser muy similares entre sí, sin embargo, estas no son muy numerosas. De la misma manera la diversidad máxima para este grupo es de 1.609 siendo muy cercana a la actual.

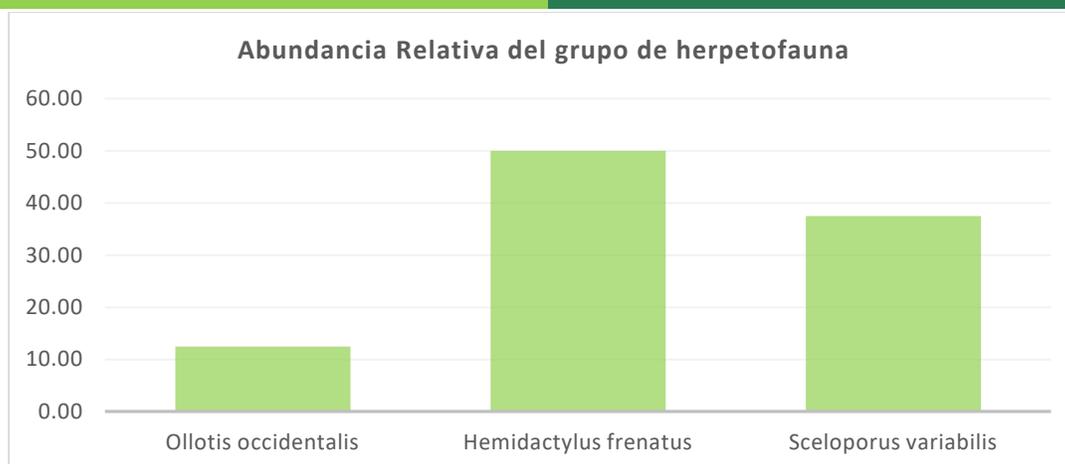
### Herpetofauna

De acuerdo con el muestreo realizado en campo, para este grupo faunístico se registró un total de 3 especies con 8 individuos avistados. De esta manera al aplicar la metodología antes descrita se obtuvieron los siguientes valores de densidad para el cálculo de la diversidad faunística (Tabla IV.69).

**Tabla IV. 69. Registros de herpetofauna dentro del área del proyecto.**

N°	Nombre Científico	Nombre Común	Ind. Avistados en el Muestreo	Densidad (Km2)	*2WL	AR
1	<i>Ollotis occidentalis</i>	Sapo de los pinos	1	6	0.180	12.50
2	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Besucona	4	22	0.180	50.00
3	<i>Sceloporus variabilis</i>	Roño	3	17	0.180	37.50
<b>Total</b>			<b>8</b>	<b>44</b>	---	<b>100</b>

Con base en la información recabada, en la Figura IV.48 se presenta una gráfica de la abundancia relativa de los individuos muestreados durante el recorrido realizado en el Área del Proyecto dentro de la vegetación de Bosque de Pino.



**Figura IV. 48. Proporción de la abundancia relativa de mastofauna registrada en el área del proyecto.**

Como se muestra en la gráfica anterior, la especie que presenta la mayor abundancia dentro de este grupo faunístico es: *Hemidactylus frenatus* representada con el 50.00 %, seguida por *Sceloporus variabilis* con un valor de 37.50 % y por último *Ollotis occidentalis* con un valor de 15.50 %.

Con base en la información obtenida en la tabla y gráfica anterior, se procedió a realizar el cálculo de los índices de diversidad para este grupo faunístico, los cuales se presentan a continuación.

**Tabla IV. 70. Índice de diversidad de Herpetofauna en el Área del Proyecto.**

No.	Especie	Densidad (km <sup>2</sup> )	PI	LN DE PI	-PI*LN(PI)
1	<i>Ollotis occidentalis</i>	6	0.125	-2.079	0.260
2	<i>Hemidactylus frenatus</i>	22	0.500	-0.693	0.347
3	<i>Sceloporus variabilis</i>	17	0.375	-0.981	0.368
<b>Índice de Shannon – Wiener</b>					<b>0.974</b>

De acuerdo con los resultados obtenidos anteriormente se observar que el índice de diversidad de Shannon- Wiener es de 0.974, lo que nos indica que el grupo de herpetofauna en el ecosistema de Bosque de Pino presenta una diversidad baja de acuerdo con el rango establecido.

Los resultados de los índices de diversidad estimados para la herpetofauna se presentan en la Tabla IV.71.

**Tabla IV. 71. Índices de diversidad de Herpetofauna en el área del Proyecto.**

Riqueza específica (S)	3
Índice de Shannon-Wiener (H)	0.974
Diversidad máxima (H máx.)	1.099
Equidad de Pielou (J)	0.887
Diferencia diversidad	0.124

Para este grupo faunístico se tiene que la equitatividad de especies es de 0.887, este valor nos indica que la equitatividad de especies medianamente alta, por lo tanto, cuenta con especies que tienden a un poco similares entre sí, sin embargo, estas no son numerosas. De la misma manera la diversidad máxima para este grupo es de 1.099, es cual no es muy lejano del actual.

### Conclusión.

Con base en la información obtenida de los cálculos antes realizados, a continuación, se muestran los resultados por cada grupo faunístico de forma generalizada.

**Tabla IV. 72. Tabla general de los índices de diversidad para tres grupos faunísticos.**

	Ornitofauna	Mastofauna	Herpetofauna
Riqueza específica (S)	14	5	3
Índice de Shannon-Wiener (H)	2.527	1.523	0.974
Diversidad máxima (H máx.)	2.639	1.609	1.099
Equidad de Pielou (J)	0.957	0.946	0.887
Diferencia diversidad	0.112	0.086	0.124

Los resultados obtenidos se muestran que para el ecosistema de Bosque de Pino, el grupo que presenta mayor riqueza está representado por el grupo de ornitofauna con una riqueza específica de 14 especies, cuando los grupos de mastofauna y herpetofauna se encuentran representados por 5 y 3 especies respectivamente cada grupo, de igual forma se puede observar lo mismo con los índices de diversidad de Shannon-Wiener, los cuales son 2.527, 1.523 y 0.974 respectivamente, presentándose una diversidad media en el grupo de ornitofauna, mientras que los otros grupos cuentan con diversidad baja de acuerdo con los rangos establecidos, mostrando mayor equitatividad en los datos el grupo de ornitofauna con un valor de 0.957 considerado como uniformidad alta.

#### **IV.2.2.2.11. Análisis comparativo del Área del Proyecto donde se llevará a cabo el CUSTF con el Sistema Ambiental Regional, determinando la representatividad de las especies que determinen, en su caso que no se afecta la biodiversidad.**

Al llevar a cabo el análisis de los datos obtenidos de los muestreos realizados en campo para la fauna, se realizó la comparación del área del Sistema Ambiental con el área del Proyecto, arrojando los siguientes resultados, los cuales se presentan de forma general para cada grupo faunístico dentro de las áreas de estudio.

De acuerdo con la información recabada del ecosistema de Bosque de Pino, en la tabla que se presenta a continuación, se muestran los resultados de diversidad que se obtuvieron para los tres grupos faunísticos, tanto para el SAR como para el área del Proyecto, lo que facilita poder realizar

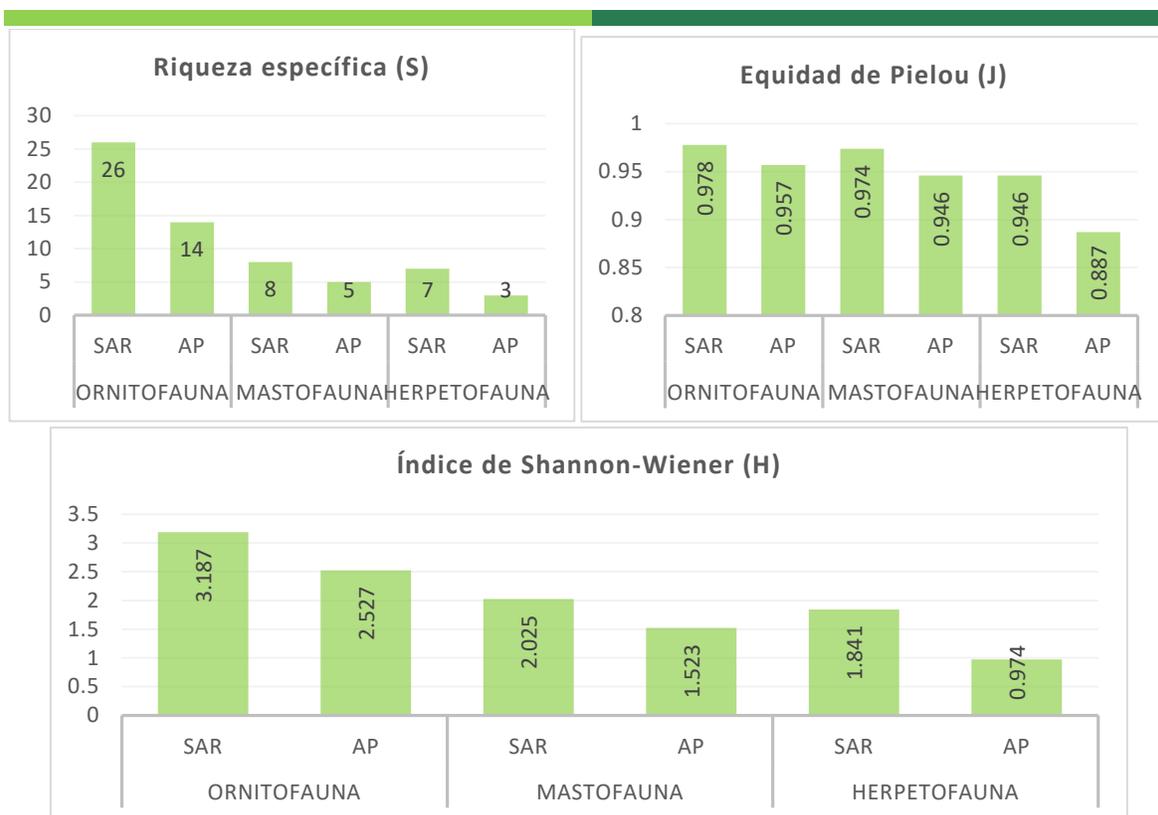
la comparación entre ambas zonas y determinar cuál de ellas cuenta con la mayor riqueza y diversidad específica (Tabla IV.73).

**Tabla IV. 73. Índices de Diversidad y Equitatividad.**

	ORNITOFAUNA		MASTOFAUNA		HERPETOFAUNA	
	SAR	AP	SAR	AP	SAR	AP
<b>Riqueza específica (S)</b>	26	14	8	5	7	3
<b>Índice de Shannon-Wiener (H)</b>	<b>3.187</b>	<b>2.527</b>	<b>2.025</b>	<b>1.523</b>	<b>1.841</b>	<b>0.974</b>
<b>Diversidad máxima (H máx.)</b>	3.258	2.639	2.079	1.609	1.946	1.099
<b>Equidad de Pielou (J)</b>	0.978	0.957	0.974	0.946	0.946	0.887
<b>Diferencia diversidad</b>	0.072	0.112	0.054	0.086	0.105	0.124

Con los resultados hasta aquí presentados, se puede decir que el grupo faunístico más representativo de la zona es el grupo de ornitofauna, cuya riqueza específica fue de 26 especies en el área del SAR y 14 en el Área del Proyecto, en todos los grupos analizados, siempre fue más abundante la riqueza específica en el área del SAR que en el Área del Proyecto. Para el caso del índice de diversidad de Shannon- Wiener se aprecia que la ornitofauna es el grupo que alcanza una diversidad alta dentro del SAR y una diversidad media en el área del Proyecto, mientras que los grupos de mastofauna y herpetofauna presentan una diversidad media en la SAR y una diversidad baja en el área del Proyecto, siendo más uniforme los datos de la ornitofauna para ambas zonas estudiadas.

Con la información de la Tabla IV.73. se presentan los resultados de forma gráfica, para una mejor interpretación de dichos datos.



**Figura IV. 49. Comparación de Índice de diversidad de Shannon-Wiener, Riqueza específica y Equitatividad de Pielou.**

De acuerdo con las gráficas se puede decir que; es el grupo de ornitofauna el más representativo tanto para el Sistema Ambiental Regional como para el área del Proyecto, presentándose con los más altos valores de diversidad en el SAR, en lo que respecta a los otros grupos faunísticos es notable observar que tanto la riqueza específica y diversidad de Shannon- Wiener son más altos dentro del área del SAR, sin embargo, con el índice de equidad de Pielou los grupos de ornitofauna y mastofauna no mostraron mucha diferencia con respecto al obtenido en el Área del Proyecto.

#### IV.2.2.2.12. Rutas migratorias.

La migración de las aves es uno de los ciclos naturales en los que cada año millones de aves realizan espectaculares viajes de miles de kilómetros. Es común observar que, a finales del mes de octubre, algunas aves pueden venir de lugares tan lejanos como Alaska o la Patagonia, quedándose solo unas en México y otras estando solo de paso rumbo a centro y Sudamérica o bien de regreso a sus áreas de reproducción en el norte, de manera que, en marzo, habrán partido de nuevo.

Cabe pensar que una de las razones principales para la migración es que las aves que migran en el invierno están huyendo del frío, sin embargo, hoy sabemos que el factor principal para explicar la conducta migratoria de las aves es la dramática disminución en la disponibilidad de alimento en esa época del año en esas zonas septentrionales y australes del planeta. En pocas palabras, en el

invierno hay poca comida disponible para muchas especies de aves, la mayoría insectívoras, así que antes de que la comida se vuelva escasa, ahorran energía acumulando grasa en el cuerpo y emprenden un peligroso viaje rumbo a otras regiones donde conseguir su alimento. Regresándose a sus lugares de origen, dado que, en verano, las regiones templadas también son cálidas y los recursos alimenticios, insectos y otros invertebrados, flores y frutos, se vuelven extraordinariamente abundantes, es por ello, que muchas especies de aves han evolucionado para aprovechar esta gran abundancia y reproducirse exitosamente.

La migración como fenómeno natural es afectada por factores bióticos y abióticos. Las variaciones en el clima, la conducta o la experiencia de cada individuo pueden alterar los patrones de migración de una temporada a otra, por ello, aunque es difícil establecer a ciencia cierta la ruta exacta que seguirá un ave o población en su migración, todas las especies siguen patrones generales o rutas migratorias. De manera general en Norteamérica se reconocen cuatro rutas migratorias principales: la ruta del Pacífico (azul), ruta del Centro (rosa), la ruta del Mississippi (amarillo) y la ruta del Atlántico (naranja), (Figura IV.50).

En México algunas de estas rutas se unen para formar tres e incluso se cruzan por ejemplo en el Istmo de Tehuantepec. Por su parte, la ruta del Pacífico reúne a las aves que se reproducen en el occidente de Norteamérica, migran por toda la costa oeste de Canadá y Estados Unidos y siguen su camino hacia el sur a través de la Costa Pacífica de México. La ruta Central, que congrega aves de las grandes praderas norteamericanas, pasa por México a través de la Sierra Madre Oriental, y Occidental y a por el Altiplano Central. Las aves que migran por la gran cuenca del Río Mississippi provienen de las Costas Orientales de Canadá y Estados Unidos, se unen en el Golfo de México y el Caribe con la ruta Atlántica en dirección a Centro y Sudamérica.

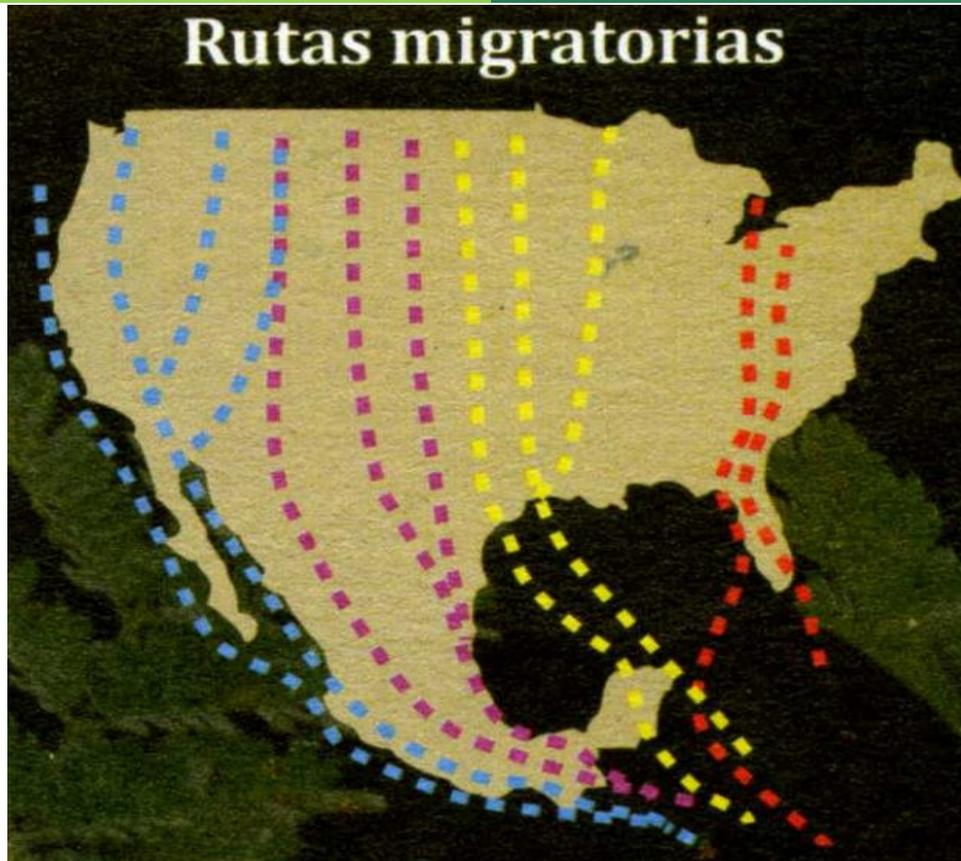


Figura IV. 50. Principales rutas de migración de aves.

En México se encuentran 28 sitios prioritarios en donde se encuentran las aves migratorias de Norteamérica, distribuido en: 7 en la ruta migratoria del golfo, 14 en la del pacífico y 7 en la ruta central. La población invernal de las aves acuáticas migratorias en México se distribuye en los humedales de la zona costera del pacifico, en los estados de Baja California norte y sur, Sonora, Sinaloa y Nayarit; en la zona del golfo en los Estados de Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche y Yucatán y de las aves en los humedales interiores de las tierras altas del norte, en los estados de Chihuahua y Durango y del centro en los estados de Jalisco y Michoacán.

Con base en la información revisada, se puede decir que las aves migratorias buscan para su comodidad lugares con buena humedad y una fuente de alimento. Cabe resaltar que el área donde se realizará el proyecto, de acuerdo con las condiciones que presenta no es un ecosistema con mucha demanda para estas especies, sin embargo, no se puede negar que puede ser una zona dentro de la ruta migratoria por la que crucen algunas especies como son *Turdus migratorius*, *Tyrannus verticalis* y *Pyrocephalus rubinus*, dichas especies son consideradas como migratorias de paso, las cuales fueron registradas dentro del área del Proyecto, así como también se pudo observar a *Parkesia noveboracensis*, especies catalogadas como visitantes de invierno, por lo cual se puede decir que el desarrollo del presente proyecto no provocará daño alguno a las especies antes mencionadas, ya que estas solamente suelen estar de manera temporal y de paso en busca de otros

sitios con mejores condiciones para invernar, de acuerdo con esto se puede concluir que al llevar a cabo dicho proyecto no se afectará la diversidad de la fauna en lo referente a la migración de aves, ya que las zonas aledañas al proyecto cuentan con mejores condiciones y pueden albergar a la fauna presente en esta área.

#### IV.2.2.3 Medio socioeconómico.

##### Evolución demográfica

El territorio municipal de Valle de Bravo se localiza al poniente del Estado de México, es uno de los siete municipios que conforman la Región VII, denominada Valle de Bravo. Cuenta con una extensión territorial de 1,997.49 Km<sup>2</sup> que corresponde al 8.9% l territorio estatal.

De acuerdo con el Sistema Nacional de Información Municipal (SNIM) la población del municipio de 1990 a 2010, casi se duplicó, al pasar de 36,135 a 61,599 habitantes en 20 años; como se muestra en la Tabla IV.74.

**Tabla IV. 74. Población municipal de Valle de Bravo de 1990 a 2010.**

	1990	1995	2000	2005	2010
<b>Hombres</b>	17,848	23,564	28,212	25,882	30,296
<b>Mujeres</b>	18,287	23,938	29,163	27,020	31,303
<b>Total</b>	<b>36,135</b>	<b>47,502</b>	<b>57,375</b>	<b>52,902</b>	<b>61,599</b>

De acuerdo con los resultados de la Encuesta Intercensal (INEGI, 2015) la población municipal asciende a 65, 703 y representa el 0.4 % de la población estatal. De los cuales 48.7 % son hombres y 51.3 son mujeres, es decir que por cada 100 mujeres hay 94 hombres, tal como se muestra en la Figura IV.51.

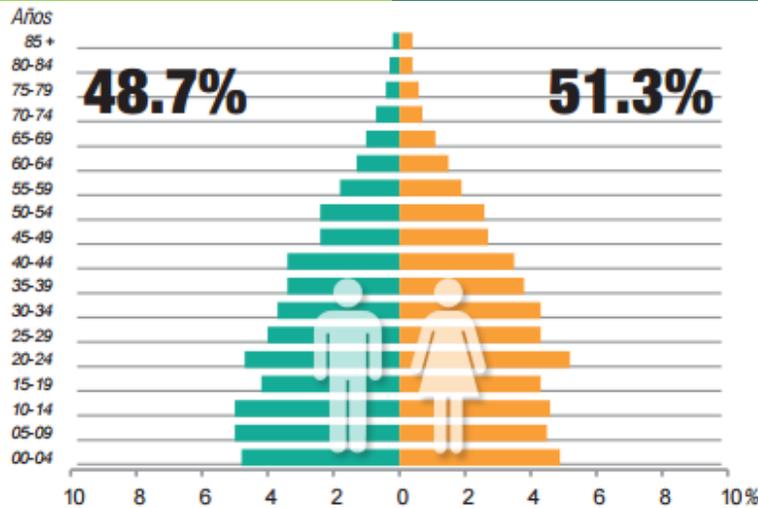


Figura IV. 51. Estructura por edad y sexo de población municipal de Valle de Bravo.

Los procesos económicos que surgieron a partir del auge de la industria de la construcción y el turismo, a partir del último cuarto del siglo pasado, han dado lugar a un tejido social complejo, que se caracteriza por la diversidad socioeconómica y cultural de la población que se asienta en el municipio.

#### Porcentaje de población que habla alguna lengua indígena.

La Ley de Derechos y Cultura Indígena del Estado de México, reconoce la existencia de cinco grupos étnicos en el territorio mexiquense: Matlazinca, Mazahua, Nahuatl, Otomí y Tlahuica. En Valle de Bravo se registran habitantes de los cinco grupos, así como de otras etnias con representación a nivel nacional, como la mixteca y zapoteca. El grupo con mayor población es el Mazahua, que en el año 2000 representaba 83 % de la población total indígena, le seguía el Otomí y el Náhuatl con el 9 y 4 % respectivamente.

#### Natalidad y mortalidad.

El nivel de vida de una población, siempre se refleja en las estadísticas de nacimientos y defunciones, a través de estas se puede evaluar la calidad de la alimentación, la eficiencia de los servicios de salud, la infraestructura en los servicios básicos, entre otras cuestiones. Cuando en un lugar bajan los índices de mortalidad infantil y aumenta la esperanza de vida, se puede hablar de un mejoramiento en la calidad de vida.

En el municipio de Valle de Bravo el promedio de hijos nacidos vivos por grupo de edad de mujeres de 15 a 49 años es de 2 el promedio de hijos nacidos vivos y 3.6 % el porcentaje de niños fallecidos

## Migración

La migración es un fenómeno que afecta la dinámica de crecimiento y la composición por sexo y edad de la población. Genera cambios sociales y económicos en los lugares de origen y destino. Los desplazamientos cotidianos de la población por su impacto en volumen, distribución de la población y conexión funcional de municipios, ciudades o zonas hacen necesario contar con información sobre las personas que ingresan o salen del territorio. De acuerdo con lo anterior, se calculó el saldo neto migratorio de la entidad y el municipio para los años 2000 y 2010. En el año 2000 el Estado de México presentó un saldo neto migratorio positivo de 33.3 %, atrajo 38.55% del total de su población y expulsó únicamente 5.25%.

En el 2010 presentó un ligero decremento del saldo neto migratorio del 0.47%, resultado de una disminución del número de habitantes que ingresaron a la entidad, por un lado, y por otro, del incremento de la población que salió de ella. El saldo neto migratorio de Valle de Bravo incrementó de 4.88 % en el año 2000 a 5.38% en 2010.

Con fundamento en la Información económica y estatal del estado de México, el producto interno bruto (PIB) del estado de México representó el 9.47 % con respecto al total nacional, de las cual el 9.5 % lo aportó el municipio de valle de bravo en la segunda economía del país, solo detrás del Distrito Federal (Tabla IV.75).

**Tabla IV. 75. Participación por actividad económica, en valores corrientes, 2015.**

Entidad Federativa	Millones de pesos a precios corrientes (2015)	Participación en %
Aguascalientes	217,761	1.27
Baja California	517,006	3.02
Baja California Sur	133,350	0.78
Campeche	444,726	2.6
Coahuila de Zaragoza	608,255	3.55
Colima	103,892	0.61
Chiapas	293,793	1.72
Chihuahua	518,190	3.03
Ciudad de México	2,866,253	16.74
Durango	213,694	1.25
Guanajuato	762,722	4.45
Guerrero	260,166	1.52
Hidalgo	301,181	1.76
Jalisco	1,168,953	6.83
México	1,622,190	9.47
Michoacán de Ocampo	411,735	2.4
Morelos	201,382	1.18

Entidad Federativa	Millones de pesos a precios corrientes (2015)	Participación en %
Nayarit	119,719	0.7
Nuevo León	1,290,227	7.53
Oaxaca	274,464	1.6
Puebla	554,108	3.24
Querétaro	402,294	2.35
Quintana Roo	283,498	1.66
San Luis Potosí	346,221	2.02
Sinaloa	376,477	2.2
Sonora	507,066	2.96
Tabasco	397,845	2.32
Tamaulipas	523,993	3.06
Tlaxcala	98,204	0.57
Veracruz de Ignacio de la Llave	854,065	4.99
Yucatán	269,305	1.57
Zacatecas	184,058	1.07

El municipio de Valle de Bravo, lugar donde se ubicará el proyecto “Bosque de Pamejé”, ocupa un lugar especial en el contexto regional y estatal, se distingue por su gran potencial de desarrollo económico y social, variables que están en función a la belleza de sus paisajes, riqueza de su territorio, capacidad de la población y la dinámica de su economía.

De acuerdo con INEGI (Sistema de Cuentas Nacionales de México 2008. Participación por actividad económica, en valores corrientes, 2015), las actividades primarias tienen una aportación promedio del 33.42%, las actividades secundarias un 26.11% y el porcentaje restante corresponde a los no especificados, cabe mencionar que no toda la población es económicamente activa ni tienen la ocupación del trabajo (Ver Tabla IV.76 y 4.78).

**Tabla IV. 76. Distribución de la población por condición de actividad económica según sexo, 2010.**

Indicadores de participación económica	Total	Hombres	Mujeres	%	
				Hombres	Mujeres
Población económicamente activa (PEA) <sup>(1)</sup>	24,895	16,716	8,179	67.15	32.85
Ocupada	23,465	15,547	7,918	66.26	33.74
Desocupada	1,430	1,169	261	81.75	18.25
Población no económicamente activa <sup>(2)</sup>	20,483	5,125	15,358	25.02	74.98

**Tabla IV. 77. Distribución de la población ocupada por situación en el trabajo según sexo, 2000.**

Situación en el trabajo	Total	Hombres	Mujeres	Representa de la población ocupada		
				Total	Hombres	Mujeres
Empleado(a) u obrero(a)	10,715	6,951	3,764	63.51%	41.20%	22.31%
Jornalero(a), peón o peona	1,295	1,257	38	7.68%	7.45%	0.23%
Patrón o patrona	388	257	131	2.30%	1.52%	0.78%
Trabajador(a) por su cuenta	3,170	2,283	887	18.79%	13.53%	5.26%
Trabajador(a) familiar sin pago	553	326	227	3.28%	1.93%	1.35%
No especificado	751	449	302	4.45%	2.66%	1.79%

**Tabla IV. 78. Distribución de población según actividad económica, en Valle de Bravo 2010-2015.**

Año	Tipo de actividad económica (número de habitantes)		
	Agropecuario, silvestre y pesca	Industria	Servicios
2010	3,016	7,439	14,769
2015	3,062	8,267	16,889

La Tabla IV.76 muestra claramente que la distribución en número absolutos de la Población Económicamente Activa (PAE) y con ellos la estimación realizada por la IGECEM para el 2015. Los datos demuestran que el sector con mayor número de empleados es el de servicio, con un 62.94% en el 2010 y un estimado de 59.73 para el 2015.

Dentro de sector de servicios se encuentran inmersos el comercio inmobiliario y el turismo, así como el comercio al mayoreo y menudeo, restaurantes y hoteles, servicios personales, comunales y sociales. De acuerdo con la Gaceta Municipal del Valle de Bravo 2016-2018, en el 2009 se generó una remuneración de \$ 163,743 millones de pesos gracias los servicios inmobiliarios, bienes inmuebles e intangibles, alojamiento temporal, preparación de alimentos y bebidas.

En 2010 el sector secundario empleó 31.70% de la población, La estimación para 2015 indica que la cifra disminuyó a 29.24%. En este sector destaca la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por medio de ductos; además se identificaron industrias manufactureras y de construcción. De acuerdo con la Distribución de población según actividad económica (Ver Tabla IV.76), para las actividades agropecuarias en el 2010 se empleaba un 12.85 de la PEA porcentaje que disminuyó a 10.83 % para el año 2015. De acuerdo con el INEGI, para el año 2014 la producción agrícola en Valle de Bravo se contabilizó en 30,129.54 toneladas de cultivos como la avena forrajera y de grano, cebada en grano, frijol, maíz grano y trigo grano (Tabla IV.79).

En la producción pecuaria se registró un total de 388.66 toneladas de carne de bovino, porcino, ovino, caprino y aves, generando una remuneración de 16,825.73 miles de pesos. Con todo esto se genera una tabla en donde se muestra de manera simple lo expuesto en líneas anteriores corresponde a los no especificados.

**Tabla IV. 79. Actividades acordes al sector.**

Sector	Porcentaje (%)	Actividad
Primario	33.42	Los principales productos que se cultivan son: maíz, papa, chícharo, haba, frijol, jitomate, ejote, cebolla, sorgo, garbanzo, trigo, caña, tomate, durazno, pera, limón, guayaba entre otros. El maíz se produce básicamente en tierras de temporal, principalmente para autoconsumo. La papa y el chícharo se cultivan tanto en el ciclo agrícola primavera-verano, como en otoño-invierno y se comercializan en los mercados, locales y regionales principalmente.
Secundario	31.70	En este sector destaca la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por medio de ductos. La industria con la que cuenta la región es la relacionada con la producción de mermeladas, conservas, licores aderezos y lácteos.
Terciario	34.88	Servicios

## Educación

Según la Encuesta Intercensal de 2015, el promedio de escolaridad de la población del municipio de Valle de Bravo presenta un grado promedio de escolaridad de 8.4 años, el cual si bien ha presentado un avance significativo en relación con el promedio de 2010 que era de 7.92, aún se considera bajo, ya que el que el promedio de escolaridad del Estado de México en 2015 es de 9.53 años.

Respecto a la infraestructura educativa, el municipio de Valle de Bravo cuenta los siguientes planteles, según la modalidad escolar (Tabla.80).

**Tabla IV. 80. Equipamiento educativo del municipio de Valle de Bravo (ciclo escolar 2013-2014).**

Tipología	No. De Planteles	Cobertura de Atención/hab
Preescolar	63	3,294
Primaria	63	9,372
Secundaria	13	2,249
Secundaria General	5	814
Secundaria Técnica	21	1,156
Telesecundaria	8	2,000
Bachillerato General	2	268
Bachillerato Tecnológico	1	219
Licenciatura en Educación (Escuela Normal)	2	1,5559

**Fuente: Plan de Desarrollo Municipal de Valle de Bravo 2016 – 2018.**

Aunado a lo anterior la matrícula escolar de la población escolarizada por nivel educativo para el ciclo escolar 2013 – 2014 se muestra en la Tabla IV.81.

**Tabla IV. 81. Matrícula escolar por nivel educativo (ciclo escolar 2013-2014).**

Modalidad escolar	Preescolar	Primaria	Secundaria	Media superior	Superior
Alumnos	3,294	9,372	4,219	2,268	1,778
Maestros	138	351	276	152	138
Escuelas	63	63	39	10	3
Grupos	190	442	180	60	8

En referente a la información anterior, se puede observar que la cantidad de alumnos en el nivel superior es el más bajo respecto al resto de los niveles educativos, lo que también se ve reflejado en la infraestructura existente en el municipio. El nivel básico (primaria y secundaria) es el que presenta un mayor número de alumnos, en embargo en infraestructura, sólo los niveles preescolar y primaria son los que tienen un mayor equipamiento respecto a las otras modalidades educativas (Tabla IV.81).

El rezago educativo que presente el municipio de Valle de Bravo, según el Plan de Desarrollo Municipal de Valle de Bravo 2016 – 2018, es de 71.12% respecto a una población de 46,729 habitantes con edades de 15 años y más, de los cuales 3,252 habitantes, es decir 6.95%, eran analfabetas (1,186 hombres y 2,066 mujeres).

Aunado a lo anterior, en el municipio la población mayor de 15 años que declaró tener primaria incompleta fue de 6,856 habitantes (16.2%); 2,230 declararon tener educación secundaria (5.27%), y sólo 10,919 (28.5%) habitantes mayores de 18 años reportaron contar con educación de nivel medio superior o superior.

Con base en el panorama anterior, en el municipio de Valle de Bravo existe de un rezago educativo importante que debe atenderse.

## Salud

De acuerdo con los cálculos del IGCEM en su Estadística Básica Municipal del Sector Salud, para el año 2015 en Valle de Bravo había una relación de 479 habitantes por cada médico, lo que significa aproximadamente dos médicos por cada mil habitantes. Esta situación si bien se encuentra por arriba del promedio estatal, que para ese mismo año fue de 1.21 médicos por cada mil habitantes, no permite una adecuada cobertura del servicio de salud a la población local.

Según los últimos registros de 2014 del IGCEM, Valle de Bravo contaba con un total de 131 médicos distribuidos de la siguiente manera:

**Tabla IV. 82. Personal médico según tipo de atención e institución, 2014).**

Institución	Tipo de atención								
	General	Ginecobstetra	Pediatra	Cirujano	Internista	Residente	Pasante	Internos de pregrado	Otro
ISEM	28	9	11	7	4	0	4	0	19
SDIFEM	1	1	0	0	1	0	0	0	0
IMSS	5	0	0	0	0	0	0	0	4
ISSSTE	1	0	0	0	0	0	0	0	0
ISSEMYM	11	5	5	6	2	0	0	0	7
Total	46	15	16	13	7	0	4	0	30

**Nota:** en Otro se incluyen oftalmólogos y traumatólogos.

**Fuente:** Plan de Desarrollo Municipal de Valle de Bravo 2016 – 2018.

Por otra parte, del total de la población municipal según la Encuesta Intercensal, para el año 2015 en el Municipio de Valle de Bravo, el 89.60% de la población es derechohabiente, es decir, 58,871 habitantes cuentan con seguridad social, siendo atendida por las siguientes instancias: 6,736 por el IMSS (11.44%), 3,263 por el ISSSTE (5.54%), 28 reciben este beneficio por parte de Pemex (0.047%), 52,108 por el Seguro Popular o Seguro Médico para una Nueva Generación (88.51%) y 1,463 en alguna institución privada (2.48%). En 258 casos (0.43%) no se especifica el tipo de seguridad social que tienen. El resto de la población total (10.05%) no era derechohabiente de alguna institución social (6,574 habitantes).

## Vivienda y Servicios públicos

### Vivienda

La vivienda es un indicador básico del nivel de bienestar de la población, y puede clasificarse en viviendas individuales y colectivas:

- Individuales: pueden estar o no agrupadas en localidades, de lo que mayormente dependerá que disfruten de servicios públicos y abastecimiento de agua y recolección de desechos residuales.
- Colectivas: se destinan a albergar a más de una familia nuclear.

De acuerdo con los datos de la Encuesta Intercensal 2015, realizada por INEGI, en Valle de Bravo existen 17,766 viviendas particulares habitadas (vivienda destinada al alojamiento de familias o grupos de personas que forman hogares), de las cuales 97.12 % son casas; 0.25 % departamentos; 0.45 viviendas en vecindad y 1.12 % se clasifica como no especificado u otros.

## Agua potable

Según el Plan de Desarrollo Municipal de Valle de Bravo 2016 – 2018 en 2015 la cobertura del servicio de agua potable era de 95.6 %, con lo cual se atienden las necesidades de la población fija y la flotante en el municipio.

## Drenaje, alcantarillado y tratamiento de aguas servidas

La cobertura del servicio de drenaje es del 93.6%, la red se localiza principalmente en la Cabecera municipal, Santa María Pipioltepec y Villa de Colorines.

## Electrificación y alumbrado público

El servicio de energía eléctrica en el municipio de Valle de Bravo es el de mayor cobertura (98.3%) sólo presenta un rezago estimado del 1.7 % a causa de la dispersión de las viviendas en zonas rurales.

Con respecto a lo anterior en la Tabla IV.83 se presenta los servicios que existen por vivienda.

**Tabla IV. 83. Servicios públicos por vivienda, 2015.**

	Agua	%	Drenaje	%	Energía eléctrica	%
Disponen						
Viviendas	16,846	96.46	16,639	93.67	17,463	98.3
Ocupantes	62,307	94.83	61,541	93.66	64,590	98.3
No disponen						
Viviendas	612	4.5	1,200	8	321	1
Ocupantes	2,710	4.5	5,163	8	1,298	1
No especificado						
Viviendas	902	5.07	1,068	6.01	277	1.5
Ocupantes	3,337	5.07	3,952	6.01	1,025	1

**Fuente: Plan de Desarrollo Municipal de Valle de Bravo 2016 – 2018.**

Como se puede apreciar, el servicio con mayor cobertura es la energía eléctrica (98.3%), seguido muy de cerca por el agua potable (96.46%) y el drenaje (93.67%), lo que en términos absolutos representa 902 viviendas sin agua potable, 1,068 sin drenaje y 277 sin energía eléctrica.

## Manejo de residuos sólidos

La recolección y disposición final de residuos sólidos es uno de los problemas principales en materia de servicios públicos del municipio de Valle de Bravo. En la Cabecera municipal y en la localidad de Colorines se identificaron carencias importantes en cuanto a personal, vehículos, infraestructura, maquinaria y equipo para brindar un servicio de calidad.

Con respecto a las localidades rurales, la carencia de un adecuado servicio de recolección y disposición incide en la contaminación de los cuerpos de agua, y en los suelos de los montes aledaños, pues es en esos lugares en los que la población deposita sus desechos sólidos.

Sólo se cuenta con un tiradero de basura en el sur de la localidad Cuadrilla de Dolores. Este tiradero permite recuperar los residuos sólidos orgánicos en forma de humus, o composta. Tiene una superficie de 30 hectáreas y está en funcionamiento desde hace 20 años.

#### IV.2.2.4 Paisaje.

El término paisaje ha sido empleado a lo largo del conocimiento científico y dentro de la ecología del paisaje bajo muy diversos significados, tales como: naturaleza, territorio, área geográfica, medio ambiente, sistema de subsistemas, recurso natural, hábitat, escenario, ambiente cotidiano, entorno de un punto, pero ante todo y en todos los casos el paisaje es la manifestación externa, imagen, indicador o la expresión sintética de los procesos formadores o del conjunto de acciones que provocan su deterioro o conservación, en algún lugar del territorio o aquellos efectos que correspondan al ámbito natural o como resultado de actividades humanas. Como fuente de información, el paisaje se hace objeto de interpretación, a partir del cual, el hombre establece su relación con el paisaje como receptor de información y analiza, desde un punto de vista científico o lo experimenta emocionalmente. En la Figura IV.52 se muestran los componentes del paisaje.

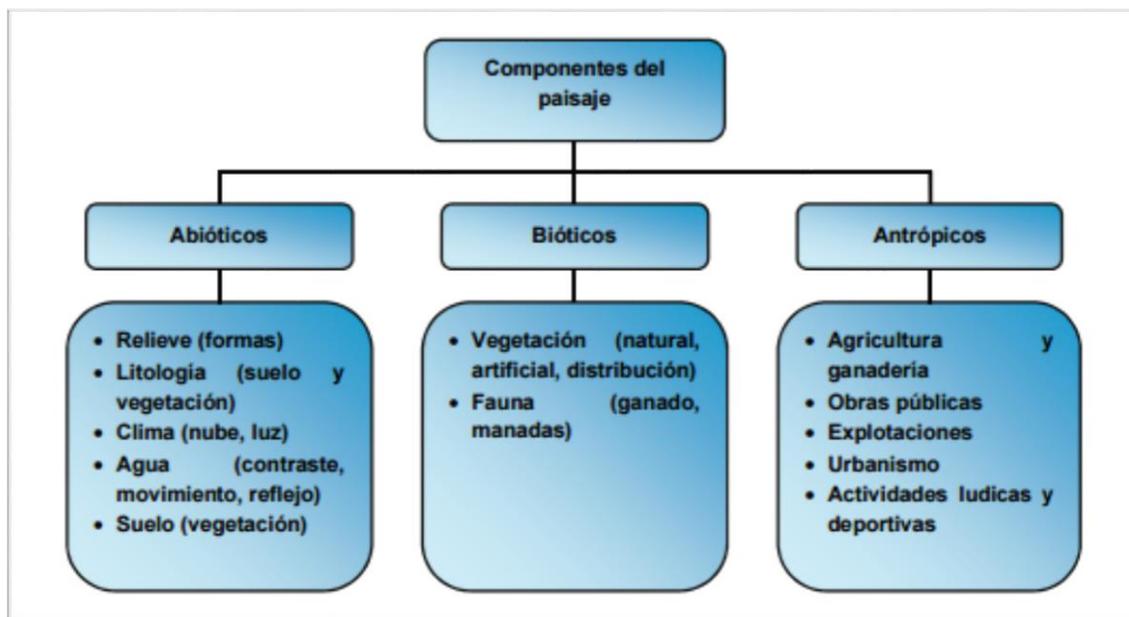


Figura IV. 52. Componentes del paisaje (IHMC Cmap Tool, 2016).

Existen diversas metodologías para el estudio y análisis del paisaje, aquellas que consideran la subjetividad como factor inherente a toda valoración personal del paisaje, donde además se escapa

del empleo de técnicas automáticas o no, se da especial interés a los mecanismos de consideración de los aspectos plásticos (color, línea, escala, etc.).

Otras utilizan técnicas sistemáticas para los procesos de tipificación, valoración, y finalmente se puede definir al paisaje como el resultado de la combinación espacial y temporal de la geomorfología, clima, vegetación, fauna, hidrología, eventos asociados al vulcanismo y de la incidencia de las alteraciones o procesos de tipo natural y las modificaciones antrópicas a través del uso del suelo, donde se incluyen todo el conjunto de actividades productivas, extractivas y de servicios.

Para la valoración del paisaje se utilizó la metodología de valoración directa a través de categorías estéticas manejada por: González Alonso et al. (1983), quienes indican su aplicación por el U.S.D.A. Forest Service y el Bureau of Land Management (BLM) de Estados Unidos; en combinación con la identificación y descripción del paisaje total de acuerdo con Escribano et al. (1987).

Dichas metodologías fueron utilizadas, toda vez que son accesibles y manejables por un grupo multidisciplinario y su combinación permite la agilidad del proceso de valoración y que el equipo de trabajo coincida en sus apreciaciones en el lugar del escenario a valorar. Los componentes del modelo general del paisaje se sintetizan en la Figura IV.53:

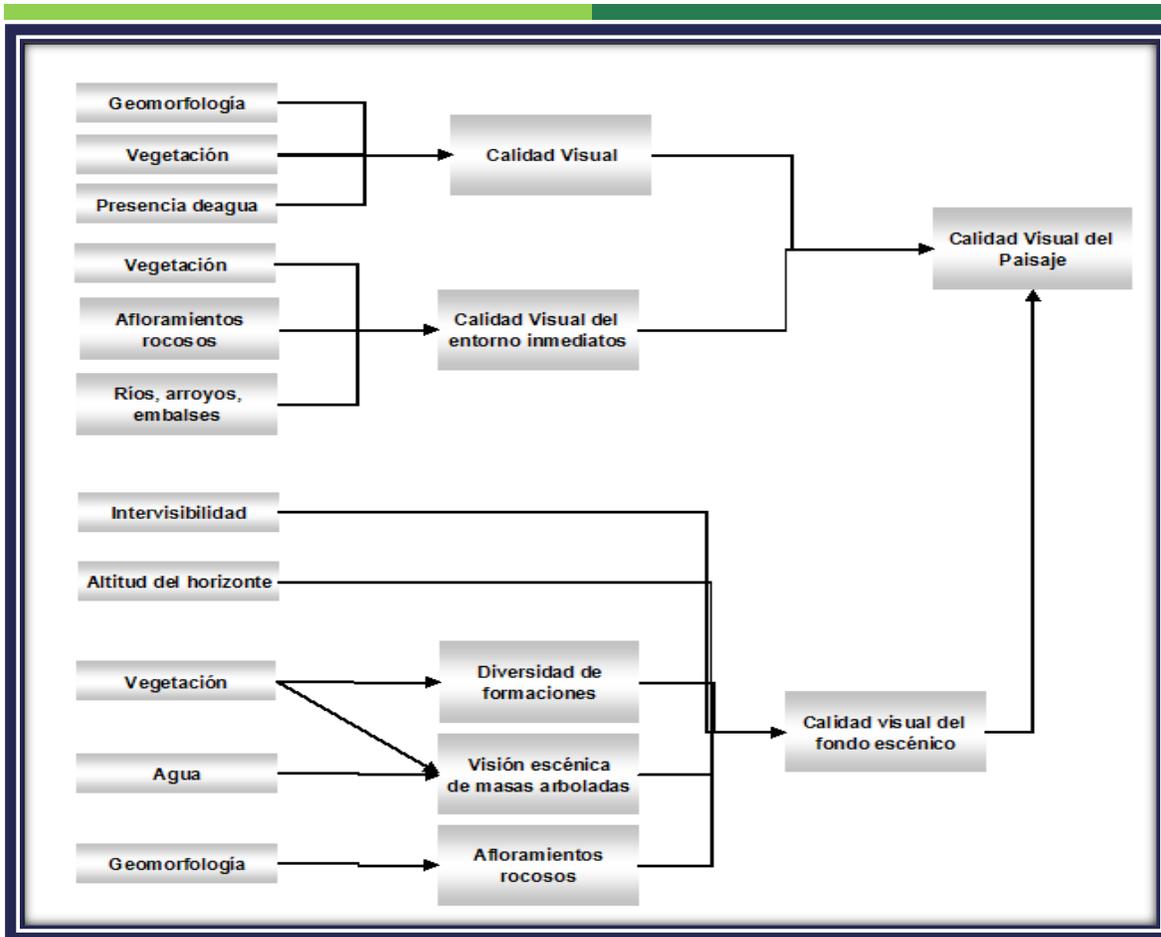


Figura IV. 53. Componentes del Modelo General de Calidad de Paisaje (IHMC Cmap Tool, 2016).

**Visibilidad:** El espacio o territorio que puede apreciarse se caracteriza por presentar una geomorfología de ladera y lomeríos de zonas con orientación favorable (Sur y poniente), el proyecto se encuentra en la parte central del Sistema Ambiental mismo que presenta una pendiente promedio de 5%, así mismo se puede observar la vegetación forestal con la que cuenta el sitio del proyecto, por lo que se propone que con el proyecto y las obras destinadas a la conservación no se altere en la totalidad la visibilidad del predio.

**Calidad paisajística:** La calidad del paisaje está determinada por las características intrínsecas del sitio, la calidad visual del entorno inmediato y la calidad del fondo escénico, todo ello en función de la morfología, vegetación, cuerpos de agua, distancia y fondo visual, en este caso, están referidos y evaluados con relación al paisaje natural y fondo escénico. Para el caso de este proyecto se tomó como referencia la escala de valores de la calidad del paisaje establecida por Pascual et al, 2003.

**Alta calidad de paisaje:** cuando existen elementos naturales ubicados en zonas abruptas, con cuerpos de agua y vegetación natural, alejados de los centros urbanos y zonas industriales. Calidad moderada de paisaje cuando se presentan elementos de transición con cultivos tradicionales, pastizales, poblaciones rurales y topografía semiplana; y Baja calidad del paisaje cuando existe una

gran cantidad de infraestructura, actividades económicas, centros urbanos, zonas industriales, relieve plano y usos de suelo agrícolas intensivos.

La zona donde se estará ubicado el proyecto, se considera que la calidad paisajística es alta debido principalmente a que cuenta con áreas cubiertas de vegetación forestal y dos arroyos que se conforman un escenario representado por lomeríos, por lo que se encuentran un área con belleza escénica.

El área con vegetación en el predio que corresponde al sitio propuesto para ser afectado por el cambio de uso de suelo ofrece un paisaje de terreno con vegetación de pino por lo que se propone afectar al mínimo la belleza escénica que ofrece el sitio, por lo que se propone una muy baja densidad poblacional y con un alto grado de conservación de áreas con valor ecológico y paisajístico. En la Figura IV.50 se presentan algunas de las unidades paisajísticas evaluadas en este estudio.



Figura IV. 54. Algunas de las unidades paisajísticas del SAR.

Las condiciones de fragmentación ecológica serán tomadas como antelación para implementar medidas efectivas de protección, restauración y conservación que amortigüen los impactos por el desarrollo del Proyecto.

### **IV.3. SERVICIOS AMBIENTALES QUE PUDIERAN PONERSE EN RIESGO POR EL CAMBIO DE USO DEL SUELO PROPUESTO.**

#### **IV.3.1. Importancia de los servicios ambientales para la cuenca hidrológica**

De acuerdo con el Artículo 7 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (última reforma publicada a en el Diario Oficial de la Federación el 04-06-2012) señala que "Para los efectos de esta Ley se entenderá por:" "Fracción XXXIX. **Servicios ambientales:** Los que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo sustentable de los recursos forestales, tales como: la provisión del agua en calidad y cantidad; la captura de carbono, de contaminantes y

componentes naturales; la generación de oxígeno; el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales; la modulación o regulación climática; la protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida; la protección y recuperación de suelos; el paisaje y la recreación, entre otros". De acuerdo con esta definición, existe una estrecha relación entre la calidad de los servicios ambientales y la calidad de nuestras vidas.

La Cuenca Valle de Bravo tiene una extensión de 77 mil hectáreas aproximadamente, en la cual todos los arroyos, ríos y escurrimientos drenan en la presa Valle de Bravo. La biodiversidad y el valor ambiental de los bosques existentes en este territorio son de vital importancia y mantienen aún una alta calidad biológica, previendo de recursos a la región.

Los servicios ambientales que ofrece en beneficio de los ecosistemas y de la comunidad son diversos; por ejemplo, conserva el suelo y evita la erosión, influye directamente en ciclo hidrológico, produce un buen índice de fotosíntesis y la calidad de aire mejora, hace que el clima sea más fresco, sirve como recarga de los mantos acuíferos, produce manantiales con buena calidad de agua, disminuye los riesgos de inundación; se estima que en esta cuenca habitan alrededor de 120 mil personas de manera permanente, mismas que se ven beneficiadas directamente de todos estos servicios. Además, es un importante lugar para recreación, pues atrae anualmente a miles de turistas de distintas naciones.

Se puede decir que el principal servicio que ejerce la cuenca de Valle de Bravo es el **servicio ambiental hidrológico**, debido a que esta cuenca forma parte del sistema Cutzamala, que es una gran obra de infraestructura hidráulica a través de la cual se suministra el 30% del agua potable a la Zona del Valle de México, gracias a la cual se ven beneficiados más de 10 millones de habitantes, ya que se estima que uno de cada diez litros de agua que se consumen en esta zona proviene directamente de la presa **Valle de Bravo**.

#### **IV.3.2. Descripción general de los servicios ambientales.**

Los bosques son los ecosistemas terrestres más extensos, ocupando el 30% de la superficie emergida del planeta (FAO, 2007). A esta importancia espacial se añade su enorme valor en términos de biodiversidad. Según estimaciones, los ecosistemas forestales albergan al menos el 75% de las especies continentales y una parte importante de la biomasa terrestre (Groombridge, 1992; Heywood y Watson, 1995).

Los bosques desempeñan funciones de gran importancia a distintas escalas en beneficio de la civilización humana, así como como también ofrecen una serie de servicios ambientales que se encargan del buen funcionamiento de los ecosistemas y de todos los componentes que interactúan entre sí, estos se pueden clasificar en 4 categorías

**Servicios ambientales de soporte:** Estos son la base para que los demás servicios ambientales se puedan producir y tienen que ver con la formación de suelo, ciclos biogeoquímicos, la producción primaria y el ciclo hidrológico. Se enfoca primordialmente en la formación de suelos, desplazamiento del agua en estado líquido, sólido y gaseoso, así como también en la producción de la fotosíntesis. El área total donde se realizará el proyecto ocupa una extensión de **73.76 hectáreas** de terreno, el cual representa el **0.096 %** del total de la superficie de la cuenca de Valle de Bravo; Con base en esta información podemos concluir que el proyecto **no representa un riesgo** para este servicio; además que en el proyecto se planea también la realización de obras de conservación que mitiguen cualquier impacto por mínimo que sea.

**Servicios ambientales de regulación:** Este tipo de servicios se encargan de normalizar los procesos de los ecosistemas y tienen que ver con la relación del clima, con el control de enfermedades y la regulación del agua a través del ciclo hidrológico. Estos servicios influyen en la captura de gases de efecto invernadero, la recarga del manto freático, en la calidad del aire y calidad de agua, polinización y riesgos naturales. El área del proyecto es **1044** veces menor que la cuenca, siendo una pequeña porción de tierra en comparación con las dimensiones mencionadas, por ello se considera que el impacto por el cambio de uso de suelo será imperceptible.

**Servicios ambientales de suministro:** Este tipo de servicio hace referencia a todos los productos que se obtienen de los bosques, tales como alimento, agua, combustible y fibras. Debido a la proporción del proyecto se considera el impacto no pone en riesgo a este servicio ambiental, debido a que su extensión total apenas llega a alcanzar el **0.1** por ciento, siendo imperceptible para el ecosistema de la cuenca.

**Servicios ambientales culturales:** Se refieren a los beneficios no materiales obtenidos de los ecosistemas, ya sea espirituales y religiosos, de recreación y ecoturismo, estéticos y educativos. El proyecto no afecta este servicio debido a que en el área del proyecto no se llevan a cabo actividades de ecoturismo, así como también se seguirá respetando los conceptos ideológicos y religiosos de los habitantes del lugar.

#### **IV.3.3. Servicios ambientales que pudiera afectar o poner en riesgo.**

El principal servicio que ofrece la cuenca de Valle de Bravo es el **servicio ambiental hidrológico**; con la implementación de este proyecto no se corre riesgo alguno en el desequilibrio de este servicio, debido a que su extensión es proporcionalmente mucho menor al área total de la cuenca; además de que para el proyecto se prevé realizar las medidas necesarias para la mitigación de posibles impactos.

Las actividades para la mitigación de posibles impactos consisten primeramente en la reubicación de especies. Para ello se llevará a cabo un estudio del área a donde se trasladarán las especies de

flora requeridas, supervisando que el desplante, traslado y reubicación se realice con las medidas necesarias que garanticen la supervivencia de las especies.

Otra de las actividades consiste en la reforestación de especies nativas, con ello se propone compensar el impacto generado por el desmonte del sitio; plantando así una cantidad de árboles que supera en una relación de 3:1 la cantidad que inicialmente se tenía, es decir; por cada árbol que se corte se plantarán mínimamente tres.

Como propuesta a la posible degradación se planea llevar a cabo obras de conservación de suelo en el sitio de reubicación y reforestación. El total de obras a llevar a cabo, así como el cálculo que llevo a estimar el total de obras a realizar se especifican en el anexo 15 de este documento, donde también se menciona sobre el total de especies que se van a reubicar y reforestar, esto con el fin de tener una amplia visión sobre el interés que se tiene por preservar el ecosistema, planeando mitigar cualquier impacto posible por mínimo que este sea.

Para poder concluir de manera íntegra sobre los efectos causados al medio ambiente se realizaron diversos cálculos de infiltración y de erosión, mismos que se presentan a continuación:

#### **IV.3.3.1. Sistema Ambiental Regional.**

##### **Hidrología superficial**

Con base en la información digital generada por el Instituto Nacional de Geografía (INEGI), se observa que el SAR se ubica dentro de la Región hidrológica Balsa (RH18); en la cuenca del Río Cutzamala (RH18G) y Subcuenca del Río Tilostoc (RH26Gg). Los tipos de corrientes presentes en el Sistema Ambiental manifiestan un tipo de red detrítica, cuyos principales afluentes son los arroyos Alameda, Los Hoyos, Peras altas y Los Saucos que desembocan hacia la presa "Valle de Bravo".

##### **IV.3.3.1.1. Esguerrimiento superficial.**

El esguerrimiento superficial fue determinado a través del método de curvas numéricas, propuesto por el Servicio de Conservación de Suelos (SCS) de 1972, del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), y adoptado por la Comisión Nacional Forestal en 2004.

El método de las curvas numéricas es una representación general de los coeficientes de esguerrimiento medio y máximo instantáneo, y fueron obtenidos por el Servicio de Conservación de Suelos (CSC), basado en la observación de hidrogramas procedentes de varias tormentas en diferentes áreas de los Estados Unidos. El valor de cada curva está en función del tipo de suelo, condición hidrológica, usos de suelos, con su tratamiento mecánico y condición de humedad antecedente (esta última se omite en el presente análisis por falta de información).

La estimación del escurrimiento medio presente en el SAR se obtuvo mediante las siguientes ecuaciones:

$$Q = ((P-0.2S) ^ 2 / (P+0.8S))$$

Donde:

**Q** = escurrimiento medio (mm).

**P** = precipitación (mm).

**S** = potencial máximo de retención de humedad (mm).

**0.2 y 0.8** = constantes

Esta fórmula solo es válida si  $0.2S < P$ , es decir, si la precipitación es mayor que la retención máxima de humedad, ya que si no se cumple esto la lluvia es retenida por el suelo y por lo tanto no escurre.

$$S = (25400/CN) - 254$$

Donde:

**S** = Potencial máximo de retención de humedad.

**CN** = Curva numérica o número de curva obtenida de tablas.

**25400 y 254** = Constantes

El valor de las curvas numéricas está determinado por los siguientes factores:

- a) **Suelo.** El suelo es uno de los factores de mayor incidencia en el escurrimiento; su contenido de materia orgánica y textura son los factores que ayudan de manera importante en la infiltración. El USDA–SCS tomo en cuenta la clase textural de los suelos y su infiltración básica, para agruparlos en cuatro clases, como se presenta en la Tabla IV.84.

**Tabla IV. 84. Grupos de suelos de acuerdo con sus características texturales.**

Grupo de suelos	Descripción de las características del suelo
A	Suelo con bajo potencial de escurrimiento, incluye arenas profundas con muy poco limo y arcilla; también suelo permeable con grava en el perfil. Infiltración básica 8-12 mm/h
B	Suelos con moderadamente bajo potencial de escurrimiento. Son suelos arenosos menos profundos y más agregados que el grupo A. Este grupo tiene una infiltración mayor que el promedio cuando húmedo. Ejemplos: suelos migajones, arenosos ligeros y migajones limosos. Infiltración básica 4-8 mm/h
C	Suelos con moderadamente alto potencial de escurrimiento. Comprende suelos someros y suelos con considerable contenido de arcilla, pero menos que el grupo D. Este grupo tiene una infiltración menor que la promedio después de saturación. Ejemplo: suelos migajones arcillosos. Infiltración básica 1-4 mm/h
D	Suelos con alto potencial de escurrimiento. Por ejemplo, suelos pesados, con alto contenido de arcillas expandibles y suelos someros con materiales fuertemente cementados. Infiltración básica menor 1 mm/h

- b) Condición hidrológica o cobertura vegetal del terreno.** Este factor considera la cobertura vegetal del terreno, el cual incide directamente sobre la intercepción de la precipitación y la rugosidad que se opone al escurrimiento. Para este factor, se determinaron tres clases de cobertura, así como una serie de parámetros para agruparlas de acuerdo con el uso del terreno (Tabla IV.85 y Tabla IV.86).

**Tabla IV. 85. Clases de cobertura vegetal.**

Clase de cobertura vegetal	
Buena	> De 75%
Regular	50-75%
Mala	< de 50%

**Tabla IV. 86. Vegetación y condición hidrológica.**

Vegetación	Condición hidrológica
Pastos naturales	En malas condiciones: dispersos, fuertemente pastoreados, con menos que la mitad del área total con cobertura vegetal En condiciones regulares: moderadamente pastoreados, con la mitad o las tres cuartas partes del área total con cubierta vegetal. En buenas condiciones: ligeramente pastoreados y con más de las tres cuartas partes del área total con cubierta vegetal.
Áreas boscosas	En condiciones malas: tienen arboles dispersos y fuertemente pastoreados. En condiciones regulares: moderadamente pastoreados y con algo de crecimiento. En buenas condiciones: densamente pobladas y sin pastorear.
Pastizales mejorados	En buenas condiciones: pastizales mezclados con leguminosas sujetas a un cuidado sistema de manejo de pastoreo
Rotación de praderas	En malas condiciones: áreas con material disperso, sobrepastoreado. En buenas condiciones: praderas densas, moderadamente pastoreadas, bajo una adecuada planeación de rotación de cultivos.
Cultivos	En malas condiciones: cultivos manejados con base en monocultivos. En buenas condiciones: cultivos que forman parte de una buena rotación de cultivos (cultivos de escarda, praderas, cultivos tupidos).

- c) Uso del suelo.** El uso del suelo es un factor determinante en la estimación del escurrimiento superficial. Por tal motivo se consideran las diferentes prácticas de manejo a que es sometido. Con este último parámetro se compone la Tabla IV.87 para obtener la curva numérica que se utilizara en la fórmula.

**Tabla IV. 87. Curva numérica para cada uso de suelo.**

Cobertura			Grupo de suelos			
Uso del suelo	Tratamiento o práctica	Condición hidrológica	A	B	C	D
			Curva numérica			
Suelo en descanso	Surcos rectos	----	77	86	91	94
Cultivo de escarda	Surcos rectos	Mala	71	81	88	91
	Surcos rectos	Buena	67	78	85	89
	Curva a nivel	Mala	70	79	84	88
	Curva a nivel	Buena	65	75	82	86
	Terraza y curva a nivel	Mala	66	74	80	82
	Terraza y curva a nivel	Buena	62	71	78	81
Cultivos tupidos	Surcos rectos	Mala	65	76	84	88
	Surcos rectos	Buena	63	75	83	87
	Curva a nivel	Mala	63	74	82	85
	Curva a nivel	Buena	61	73	81	84
	Terraza y curva a nivel	Mala	61	72	79	82
	Terraza y curva a nivel	Buena	59	70	78	81
Leguminosas en hilera o forraje en rotación	Surcos rectos	Mala	66	77	85	85
	Surcos rectos	Buena	58	72	81	85
	Curva a nivel	Mala	64	75	83	85
	Curva a nivel	Buena	55	69	78	83
	Terraza y curva a nivel	Mala	63	73	80	83
	Terraza y curva a nivel	Buena	51	67	76	80
Pastizales	Sin tratamiento mecánico	Mala	68	9	86	89
	Sin tratamiento mecánico	Regular	49	69	79	84
	Sin tratamiento mecánico	Buena	39	61	74	80
	Curva a nivel	Mala	47	67	81	88
	Curva a nivel	Regular	25	59	75	83
	Curva a nivel	Buena	6	35	70	79
Pasto de corte		Buena	30	58	71	78
Bosque		Mala	45	66	77	83
		Regular	36	60	73	79
		Buena	25	55	70	77
Caminos de tierra		Buena	72	82	87	89
Caminos pavimentados		Buena	74	84	90	92

Obteniendo el valor de la curva numérica, se aplica la ecuación para determinar la retención máxima potencial de humedad dentro del SAR:

$$S = (25400/CN) - 254$$

Donde:

**S** = Retención máxima potencial de humedad (mm).

**CN** = Curvas numéricas o valor obtenido (tabla 72).

**25400 y 254 = constantes**

La retención máxima potencial, expresa el gasto medio en lámina de escurrimiento para una tormenta en particular (se consideró la máxima precipitación del mes más lluvioso), y se determina con la siguiente ecuación:

$$Q = ((P-0.2S)^2 / (P+0.8S))$$

Donde:

**Q** = Escurrimiento medio en mm.

**P** = precipitación en mm (para una tormenta en particular).

**S** = Potencial máximo de retención de humedad en mm.

**0.2 y 0.8 = constantes**

Para la estimación de los coeficientes parciales, se consideró la precipitación del mes más lluvioso, en este caso fue el mes de julio con una precipitación media de 186.7 mm.

Esta fórmula solo es válida si  $0.2S < P$ , es decir, si la precipitación es mayor que la retención máxima de humedad, ya que si no se cumple esto la lluvia es retenida por el suelo y por lo tanto no escurre.

La obtención de los coeficientes parciales de escurrimiento se origina de dividir el gasto medio escurrido, entre la precipitación del mes más lluvioso, como se presenta en la tabla siguiente.

**Tabla IV. 88. Determinación de los coeficientes parciales de escurrimiento por tipo de vegetación.**

N°	Uso del suelo y Vegetación	Grupo Suelos	Pp mes más lluvioso (mm)	Curva numérica	Retención máxima Potencial (s)	Gasto medio Escurrido (q) (mm).	Coefficiente de escurrimiento (c)
1	Bosque de pino	A	186.7	25	762.00	1.48	0.008
2	Bosque de pino	B	186.7	55	207.82	59.68	0.320
3	Bosque de pino encino	A	186.7	25	762.00	1.48	0.008
4	Bosque de pino encino	B	186.7	55	207.82	59.68	0.320
5	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino	A	186.7	45	310.44	35.69	0.191
6	Agricultura de temporal anual	A	186.7	65	136.77	85.75	0.459
7	Agricultura de temporal anual	B	186.7	75	84.67	113.27	0.607
8	Asentamientos humanos	A	186.7	72	98.78	104.89	0.562
9	Asentamientos humanos	B	186.7	82	55.76	133.23	0.714
10	Zona urbana	A	186.7	74	89.24	110.47	0.592
11	Zona urbana	B	186.7	84	48.38	139.03	0.745
12	Cuerpo de agua	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Una vez determinados los coeficientes parciales de escurrimiento por tipo de vegetación, se realizó la estimación del escurrimiento el cual se obtuvo multiplicando la superficie, por la precipitación media anual y por el coeficiente parcial.

**Tabla IV. 89. E scurrimiento superficial en m3 por tipo de uso del suelo presentes en el SAR.**

No.	Tipo de vegetación	Superficie (m2)	pp Media anual (m)	Coficiente "C"	Escurrimiento (m3/año)
1	Bosque de pino	44,927,531.69	0.8996	0.008	319,837.37
2	Bosque de pino	19,366,041.95	0.8996	0.320	5,569,031.74
3	Bosque de pino encino	14,370,240.10	0.8996	0.008	102,301.19
4	Bosque de pino encino	1,943,504.12	0.8996	0.320	558,887.36
5	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino	756,749.67	0.8996	0.191	130,144.61
6	Agricultura de temporal anual	35,284,889.46	0.8996	0.459	14,578,609.03
7	Agricultura de temporal anual	6,859,896.46	0.8996	0.607	3,744,152.46
8	Asentamientos humanos	1,249,248.01	0.8996	0.562	631,349.53
9	Asentamientos humanos	382,723.62	0.8996	0.714	245,697.78
10	Zona urbana	662,705.32	0.8996	0.592	352,740.85
11	Zona urbana	5,303,094.51	0.8996	0.745	3,552,505.62
12	Cuerpo de agua	294,582.19	0.8996	N/A	N/A
<b>Total</b>		<b>131,401,207.09</b>	<b>C ponderada</b>	<b>0.41</b>	<b>29,785,257.55</b>

Con los datos del coeficiente de escurrimiento mostrados en la tabla anterior se obtiene el coeficiente ponderado de escurrimiento que es el promedio de los coeficientes y, finalmente con este coeficiente se obtiene el escurrimiento medio y total del Sistema Ambiental, la información se detalla en la siguiente tabla.

**Tabla IV. 90. Escurrimiento medio en m3 por tipo de uso de suelo presentes en el Sistema Ambiental.**

N°	Tipo de uso de suelo	Área (Ha)	Precipitación (m³/año)	Coficiente ponderado	Escurrimiento Medio (m³/año)
1	Bosque de pino	4,492.75	40,416,807.50	0.41	16,622,550.47
2	Bosque de pino	1,936.60	17,421,691.33	0.41	7,165,161.26
3	Bosque de pino encino	1,437.02	12,927,467.99	0.41	5,316,785.33
4	Bosque de pino encino	194.35	1,748,376.31	0.41	719,069.00
5	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino	75.67	680,772.00	0.41	279,986.66
6	Agricultura de temporal anual	3,528.49	31,742,286.56	0.41	13,054,909.40
7	Agricultura de temporal anual	685.99	6,171,162.86	0.41	2,538,064.54
8	Asentamientos humanos	124.92	1,123,823.51	0.41	462,204.07
9	Asentamientos humanos	38.27	344,298.17	0.41	141,602.32

N°	Tipo de uso de suelo	Área (Ha)	Precipitación (m <sup>3</sup> /año)	Coficiente ponderado	Escurrimiento Medio (m <sup>3</sup> /año)
10	Zona urbana	66.27	596,169.71	0.41	245,191.58
11	Zona urbana	530.31	4,770,663.82	0.41	1,962,069.87
12	Cuerpo de agua	29.46	265,006.14	0.41	N/A
<b>Total</b>		<b>13,140.121</b>	<b>118,208,525.90</b>	<b>***</b>	<b>48,507,594.50</b>

El valor del coeficiente ponderado de escurrimiento (0.41), indica que el 41% del total de la precipitación que cae en el SAR anualmente, se convierte en escurrimiento superficial, es decir, que del total de la precipitación **118, 208,525.90** m<sup>3</sup>/año se convierte en escurrimiento la cantidad de **48,507,594.50** m<sup>3</sup>/año.

#### IV.3.3.1.2. Infiltración.

La infiltración dentro del ciclo hidrológico se define como el proceso por el cual el agua penetra a través de la superficie del suelo, pudiendo quedar retenida en el mismo, o bien, continuar hasta alcanzar un manto acuífero, lo que se conoce como infiltración profunda. Sin embargo, la única fracción de lluvia con potencial a infiltrarse es la que llega a la superficie del suelo. Otra fracción de lluvia a considerar es la intercepción por follaje de plantas. Se estima que, en cada lluvia torrencial, el follaje venciendo la gravedad y el viento, intercepta cerca de 1.3 mm. Sin embargo, el follaje intercepta generalmente el 12% de la lluvia anual (Butler, 1957).

Su importancia, dentro del ámbito social y ambiental, queda de manifiesto, debido a que los seres humanos dependemos de este líquido vital, para llevar a cabo las diferentes actividades económicas y de subsistencia.

Para estimar la cantidad de agua que potencialmente se infiltra en un área determinada, el manual de instrucciones de estudios hidrológicos realizado por las Naciones Unidas, proponen la siguiente ecuación para el análisis del coeficiente de infiltración aparente, que corresponde a la fracción de lluvia que aparentemente se infiltra:

$$C = (Kp + Kv + Kfc)$$

Dónde:

**C** = Coeficiente de infiltración

**Kp** = Fracción que infiltra por efecto de pendiente

**Kv** = Fracción que infiltra por efecto de cobertura vegetal

**Kfc** = Fracción que infiltra por efecto de textura de suelo

Las variables antes descritas toman los valores que se describen en la siguiente Tabla IV.91.

**Tabla IV. 91. Valores K en función del tipo de uso de suelo y vegetación.**

Valores para la variable K <sub>fc</sub> fracción que infiltra por textura del suelo	
0.10	Arcilla compacta impermeable
0.15	Combinación de limo y arcilla
0.20	Suelo limo arenoso no muy compacto
Valores para la variable K <sub>p</sub> Fracción que infiltra por efecto de la pendiente	
0.30	0.02% a 0.06%
0.20	0.3% a 0.4%
0.15	1% a 2%
0.10	2% a 7%
0.06	> 7%
Valores de la variable K <sub>v</sub> fracción que infiltra por efecto de cobertura vegetal	
0.09	Cobertura con zacate o herbáceas (menos de 50%)
0.10	Terrenos cultivados
0.18	Cobertura con pastizal o herbáceas (de 50 a 75%)
0.20	Bosque
0.21	Cobertura con zacate o herbáceas (más de 75%)

Para determinar el agua que potencialmente se infiltra se emplea la siguiente expresión:

$$I = (1 - K_i)CP$$

Donde:

**C** = Coeficiente de infiltración

**I** = Infiltración

**K<sub>i</sub>** = Intercepción por el follaje

**P** = Precipitación (media anual)

**1** = Constante

De esta forma considerando los valores propuestos por la ONU, las variables de las condiciones actuales de infiltración en el SAR tomarán los siguientes valores para cada tipo de vegetación.

**Tabla IV. 92. Valores de k para cada uno de los tipos de uso de suelo y vegetación.**

Uso de suelo y vegetación	Textura	K <sub>fc</sub>	K <sub>p</sub>	K <sub>v</sub>	C
Bosque de pino	Gruesa	0.2	0.1 (Pendiente de 2-7%)	0.2 (Bosque)	0.5
Bosque de pino	Media	0.15	0.1 (Pendiente de 2-7%)	0.2 (Bosque)	0.45
Bosque de pino	Gruesa	0.15	0.06 (Pendiente de > 7%)	0.2 (Bosque)	0.41
Bosque de pino	Media	0.15	0.06 (Pendiente de > 7%)	0.2 (Bosque)	0.41

Uso de suelo y vegetación	Textura	Kfc	Kp	Kv	C
Bosque de pino encino	Media	0.15	0.1 (Pendiente de 2-7%)	0.2 (Bosque)	0.45
Bosque de pino encino	Media	0.15	0.1 (Pendiente de 2-7%)	0.2 (Bosque)	0.45
Bosque de pino encino	Media	0.15	0.06 (Pendiente de > 7%)	0.2 (Bosque)	0.41
Bosque de pino encino	Media	0.15	0.06 (Pendiente de > 7%)	0.2 (Bosque)	0.41
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino	Media	0.15	0.06 (Pendiente de > 7%)	0.18 (Cobertura entre 50-75%)	0.39
Agricultura de temporal anual	Media	0.15	0.1 (Pendiente de 2-7%)	0.10 (Terrenos cultivados)	0.4
Agricultura de temporal anual	Media	0.15	0.1 (Pendiente de 2-7%)	0.10 (Terrenos cultivados)	0.35
Agricultura de temporal anual	Media	0.15	0.1 (Pendiente de 2-7%)	0.10 (Terrenos cultivados)	0.35
Agricultura de temporal anual	Media	0.15	0.06 (Pendiente de > 7%)	0.10 (Terrenos cultivados)	0.31
Agricultura de temporal anual	Media	0.15	0.06 (Pendiente de > 7%)	0.10 (Terrenos cultivados)	0.31
Asentamientos humanos	Media	---	0.1 (Pendiente de 2-7%)	---	0.1
Zona urbana	Gruesa	---	0.1 (Pendiente de 2-7%)	---	0.1
Cuerpo de agua	No aplica	---	---	---	---

Por último, una vez estimados los coeficientes de infiltración, se aplicó la ecuación para estimar el volumen de infiltración tomando en cuenta que la precipitación media anual del Sistema Ambiental es de 899.6 mm/año, cuyo resultado se presenta en la Tabla IV.93.

**Tabla IV. 93. Infiltración para cada tipo de uso de suelo y vegetación presentes en el SAR.**

Uso del suelo y vegetación	Agua que Potencialmente se infiltraría (l/ha)	Superficie (m <sup>2</sup> )	Agua que Potencialmente se infiltra (m <sup>3</sup> )	Expresado (m <sup>3</sup> /ha/año)
Bosque de pino	395.824	800,027.85	316,670.22	3958.240
Bosque de pino	356.242	3,152,716.84	1,123,128.89	3562.416

Uso del suelo y vegetación	Agua que Potencialmente se infiltraría (l/ha)	Superficie (m <sup>2</sup> )	Agua que Potencialmente se infiltra (m <sup>3</sup> )	Expresado (m <sup>3</sup> /ha/año)
Bosque de pino	324.576	18,573,391.71	6,028,471.24	3245.757
Bosque de pino	324.576	41,767,437.24	13,556,694.34	3245.757
Bosque de pino encino	356.242	190,426.57	67,837.86	3562.416
Bosque de pino encino	356.242	1,538,596.96	548,112.24	3562.416
Bosque de pino encino	324.576	1,780,190.84	577,806.65	3245.757
Bosque de pino encino	324.576	12,804,529.85	4,156,038.98	3245.757
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino	308.743	756,749.67	233,640.95	3087.427
Agricultura de temporal anual	316.659	284,282.32	90,020.61	3166.592
Agricultura de temporal anual	277.077	3,535,802.32	979,688.79	2770.768
Agricultura de temporal anual	277.077	16,037,594.74	4,443,645.43	2770.768
Agricultura de temporal anual	245.411	3,319,485.65	814,637.89	2454.109
Agricultura de temporal anual	245.411	18,967,620.90	4,654,860.54	2454.109
Asentamientos humanos	79.165	1,631,971.63	129,194.71	791.648
Zona urbana	79.165	5,965,799.83	472,281.35	791.648
Cuerpo de agua	---	294,582.19	---	---
Bosque de pino	395.824	800,027.85	316,670.22	3958.240
<b>Total</b>	<b>-</b>	<b>131,401,207.090</b>	<b>38,192,730.72</b>	<b>45,915.58</b>

#### IV.3.3.1.3. Erosión hídrica.

A fin de dimensionar la problemática de este fenómeno dentro de la zona de interés, se delimitó el Sistema Ambiental Regional (SAR) que consta de **13,140.121 ha**, con la finalidad de estimar la incidencia de la erosión hídrica actual. Dicha estimación se hizo aplicando la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS) (Wischmeier, 1978), mediante álgebra de mapas, utilizando las capas de los factores de erosividad de la lluvia (R), erodabilidad de suelo (K), Longitud de la pendiente (L), inclinación de la pendiente (S); y cobertura vegetal (C).

Ecuación universal de pérdida de suelo:

$$A = RKLSCP$$

Donde:

*A= Pérdida de suelo (ton/ha/año).*

*R= Erosividad de la lluvia (MJ mm/ha hr año).*

*K= Erosionabilidad del suelo (ton/hr/Mj mm).*

*L= Factor por longitud de pendiente (adimensional).*

*S= Factor por grado de pendiente (adimensional).*

*C= Factor por cubierta vegetal (adimensional).*

*P= Factor por prácticas de manejo (adimensional).*

A continuación, se define cada uno de los factores, así como sus valores determinados para el caso del SAR.

### ***R= Erosividad de la lluvia***

La erosividad de la lluvia se refiere a la agresividad de la lluvia para producir erosión; es decir, la energía cinética de la lluvia necesaria para remover y transportar las partículas del suelo. Cuando la precipitación excede la capacidad de infiltración, se presenta el escurrimiento superficial, el cual también tiene la habilidad de remover y de transportar las partículas del suelo.

Tomando en cuenta la ecuación de erosividad de la lluvia de acuerdo con la región (8) donde se encuentra el área de interés y una precipitación media anual de **899.60 mm**, valor que fue tomado de la estación meteorológica **00015130 Presa Valle de Bravo (CFE)**, ubicada en las coordenadas geográficas: 19°14'00" de latitud norte, y 100°08'00" de longitud oeste. El factor R para el cálculo de la pérdida de suelo en cualquier modalidad será:

$$1.99671x - 0.003270x^2$$

Donde:

X= Precipitación media anual.

Teniendo que el factor de erosividad de la lluvia para el área de estudio es **4,442.59 MJ mm/ha hr**.

### ***K= Erosionabilidad del suelo (ton/ha).***

El factor K indica el grado de susceptibilidad de un horizonte específico del suelo a la erosión, a mayor erosionabilidad, menor resistencia a la acción de los agentes erosivos. Las propiedades del suelo que afectan la erosionabilidad pueden agruparse en dos categorías: las que afectan la capacidad de infiltración y almacenamiento, así como las que influyen en la resistencia a la dispersión y al transporte durante la lluvia y el escurrimiento.

La erosionabilidad varía en función de la textura del suelo, el contenido de materia orgánica, la estructura del suelo, presencia de óxidos de hierro y aluminio, uniones electroquímicas, contenido inicial de humedad y procesos de humedecimiento y secado.

Las principales propiedades físicas del suelo que influyen en este factor son:

**Textura del suelo.** Es la característica física del suelo determinada por la proporción relativa en la que se encuentran cada uno de sus componentes minerales o partículas primarias: arena, limo y arcilla. La textura influye sobre otras propiedades del suelo tales como la capacidad de almacenamiento de agua y su movimiento en el suelo; influye también en la capacidad de abastecimiento de nutrimentos y aire para las plantas y demás organismos vivos. Es uno de los factores más importantes al evaluar la erosionabilidad del suelo.

**Profundidad del suelo.** Se refiere a la profundidad que pueden alcanzar las raíces sin encontrar impedimentos físicos o químicos para su desarrollo. Mientras más profundo sea el suelo superficial y mayor el espesor del material disponible para las raíces de las plantas, la erosión puede ocurrir sin pérdidas irreparables en la capacidad productiva

**Estructura.** Este término se refiere a la forma en la que se agrupan los diferentes componentes del suelo (arena, limo, arcilla y materia orgánica) en agregados o peds; el patrón de acomodo de los agregados y los poros del suelo definidos por la estructura, influyen sobre el movimiento del agua y la aireación del suelo. Los principales tipos de estructura son granular, laminar, prismática y blocosa.

Conociendo las principales propiedades físicas del suelo que influyen en la erosión, es posible determinar la susceptibilidad del suelo a ser erosionado. Cuando no se cuenta con los datos necesarios del suelo, la FAO propone un método sencillo para estimar el factor K (FAO, 1980), donde se utiliza la unidad de clasificación del suelo (FAO/UNESCO) y la textura como parámetros para estimar K. En la siguiente tabla se detalla los valores de K para los diferentes tipos de suelo Con base en la clasificación FAO/UNESCO.

***L = Factor de longitud de la pendiente (adimensional).***

Está definida por la distancia del punto de origen del escurrimiento superficial al punto donde cambia el grado de pendiente. Se determina mediante la siguiente fórmula:

$$L = [ x / 22.13 ]^m$$

Donde:

x= Longitud en metros.

m= 0.5 (pendiente mayor a 5%)

m= 0.40 (pendiente entre 3% y 5%)

m= 0.30 (pendiente entre 1% y 3%)

m= 0.20 (pendiente menor 1%)

**S= Factor de grado de pendiente (adimensional).**

A medida que el grado de inclinación se incrementa, las pérdidas de suelo también aumentan. En este caso se utilizará la siguiente fórmula (Viramontes, 2012);

$$S = 13.8 \text{ sen } \theta + 0.03 (< 9\%)$$

$$S = 16.8 \text{ sen } \theta - 0.50 (\geq 9\%)$$

Los factores L y S de la ecuación universal de pérdida de suelo, pueden calcularse juntos. En la siguiente figura se muestra la distribución de dicho factor en el sistema ambiental.

Al hacer uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) para el cálculo de la EUPS en superficies reales, la obtención de los valores L y S son los más complicados de precisar, por lo que es necesario tener especial cuidado en la selección del algoritmo.

**C= Factor de cubierta vegetal (adimensional).**

Este factor se refiere a la cubierta vegetal que se encuentra dentro de la microcuenca, representa la capacidad de la vegetación para impedir el arrastre de sedimentos y es el más importante en el control de la erosión. El factor por cobertura vegetal y manejo de cultivos (C) refleja el efecto de la vegetación natural, de los cultivos y las prácticas de manejo de los mismos, sobre la erosión.

**P= Factor por prácticas de manejo (adimensional).**

El Factor P representa las medidas realizadas para disminuir la erosión y se define como la relación entre la erosión entre un terreno en donde se han realizado prácticas de conservación y la de un terreno cultivado en sentido de la pendiente.

A continuación, se presenta la estimación de la erosión hídrica con base en el tipo de vegetación y uso actual del suelo (Tablas IV.94 a IV.97).

**Tabla IV. 94. Erosión hídrica actual en vegetación de bosque de pino.**

Factores				Erosión (ton/ha/año)	Superficial (ha)	Erosión total (ton)
R	K	Ls	C			
4,442.59	0.013	0.08	0.001	0.00	48.00	0.229
4,442.59	0.013	1.47	0.001	0.09	191.68	16.315
4,442.59	0.013	5.14	0.001	0.30	344.43	102.209

Factores				Erosión (ton/ha/año)	Superficie (ha)	Erosión total (ton)
R	K	Ls	C			
4,442.59	0.013	10.51	0.001	0.61	203.95	123.823
4,442.59	0.013	15.63	0.001	0.90	26.01	23.469
4,442.59	0.013	20.48	0.001	1.18	248.79	294.208
4,442.59	0.04	0.08	0.001	0.01	17.60	0.258
4,442.59	0.04	1.47	0.001	0.26	73.03	19.126
4,442.59	0.04	5.14	0.001	0.91	278.70	254.472
4,442.59	0.04	10.51	0.001	1.87	123.98	231.602
4,442.59	0.04	15.63	0.001	2.78	15.72	43.650
4,442.59	0.04	20.48	0.001	3.64	305.65	1112.149
4,442.59	0.04	5.14	0.001	0.91	27.89	25.463
4,442.59	0.04	10.51	0.001	1.87	16.53	30.884
4,442.59	0.04	20.48	0.001	3.64	22.96	83.548
4,442.59	0.02	0.08	0.001	0.01	186.30	1.366
4,442.59	0.02	1.47	0.001	0.13	760.87	99.634
4,442.59	0.02	5.14	0.001	0.46	1572.24	717.779
4,442.59	0.02	10.51	0.001	0.93	828.42	773.788
4,442.59	0.02	15.63	0.001	1.39	93.74	130.138
4,442.59	0.02	20.48	0.001	1.82	1042.88	1897.344
<b>Total</b>					<b>6,429.36</b>	<b>5,981.45</b>

Tabla IV. 95. Erosión hídrica actual en vegetación de bosque de pino encino.

Factores				Erosión (ton/ha/año)	Superficie (ha)	Erosión total (ton)
R	K	Ls	C			
4,442.59	0.04	0.08	0.001	0.015	10.67	0.156
4,442.59	0.04	1.47	0.001	0.262	35.92	9.408
4,442.59	0.04	5.14	0.001	0.913	97.12	88.674
4,442.59	0.04	10.51	0.001	1.868	46.40	86.672
4,442.59	0.04	20.48	0.001	3.639	7.30	26.575
4,442.59	0.02	0.08	0.001	0.007	100.74	0.739
4,442.59	0.02	1.47	0.001	0.131	243.65	31.905
4,442.59	0.02	5.14	0.001	0.457	570.86	260.614
4,442.59	0.02	10.51	0.001	0.934	292.30	273.028
4,442.59	0.02	15.63	0.001	1.388	21.47	29.802
4,442.59	0.02	20.48	0.001	1.819	204.95	372.867
<b>Total</b>					<b>1,631.37</b>	<b>1,180.44</b>

**Tabla IV. 96. Erosión hídrica actual en vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino.**

Factores				Erosión (ton/ha/año)	Superficie (ha)	Erosión total (ton)
R	K	Ls	C			
4,442.59	0.04	1.47	0.013	3.405	24.72	84.18
4,442.59	0.04	5.14	0.013	11.870	40.39	479.39
4,442.59	0.04	20.48	0.013	47.303	10.56	499.66
<b>Total</b>					<b>75.67</b>	<b>1,063.22</b>

**Tabla IV. 97. Erosión hídrica actual en agricultura de temporal**

Factores				Erosión (ton/ha/año)	Superficie (ha)	Erosión total (ton)
R	K	Ls	C			
4,442.59	0.013	0.08	0.62	2.955	147.16	434.90
4,442.59	0.013	1.47	0.62	52.771	113.46	5,987.65
4,442.59	0.013	5.14	0.62	183.982	99.76	18,354.10
4,442.59	0.013	10.51	0.62	376.424	21.91	8,247.53
4,442.59	0.013	20.48	0.62	733.192	9.10	6,674.43
4,442.59	0.04	0.08	0.62	9.093	72.03	655.01
4,442.59	0.04	1.47	0.62	162.374	124.16	20,159.82
4,442.59	0.04	5.14	0.62	566.098	59.35	33,597.64
4,442.59	0.04	10.51	0.62	1158.228	8.99	10,407.25
4,442.59	0.04	1.47	0.62	162.374	24.51	3,980.19
4,442.59	0.04	5.14	0.62	566.098	9.05	5,124.21
4,442.59	0.02	0.08	0.62	4.547	1019.67	4,636.04
4,442.59	0.02	1.47	0.62	81.187	1357.96	110,248.78
4,442.59	0.02	5.14	0.62	283.049	904.93	256,141.13
4,442.59	0.02	10.51	0.62	579.114	185.85	107,630.19
4,442.59	0.02	15.63	0.62	860.760	5.07	4,362.97
4,442.59	0.02	20.48	0.62	1127.987	51.50	58,096.18
<b>Total</b>					<b>4,214.48</b>	<b>654,738.02</b>

Como se puede observar el nivel de erosión que predomina en el 70 % del SAR es el de “Muy Ligero”, esta situación está dada básicamente por dos condiciones, por un lado, el 62 % del SAR se compone de vegetación de pino, pino encino y vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino; así mismo, se tiene que dentro de la zona la pendiente media es de 19 % y alrededor del 80% del SAR no supera el 35 % de inclinación de la pendiente.

#### IV.3.3.1.4. Erosión eólica.

La erosión eólica del suelo es un proceso geológico normal de la evolución del paisaje que se manifiesta con mayor intensidad en ambientes áridos y semiáridos. Sin embargo, su magnitud puede incrementarse drásticamente por acción antrópica, produciendo fuertes perjuicios para el paisaje.

La presencia de este proceso de degradación de los suelos es una característica de ambientes áridos, sin embargo, puede agudizarse o generarse cuando se lleva a cabo un manejo inadecuado del terreno. Las condiciones climáticas de estas regiones están principalmente caracterizadas por precipitaciones concentradas en períodos cortos de tiempo, vientos de gran intensidad coincidentes con períodos secos, altas temperaturas y altas tasas de evapotranspiración; la escasa cobertura vegetal y el uso de una tecnología no adecuada para la zona, aumentan la peligrosidad a la erosión por efecto del viento.

#### Predicción de la erosión eólica

La predicción de la pérdida de suelo por efecto de la erosión eólica en el Sistema Ambiental se evaluó utilizando una ecuación paramétrica, la cual fue utilizada por Torres *et al.*, (2003), en su trabajo realizado en la cuenca "El Josefino", Jesús María, Jalisco, misma que se detalla a continuación:

$$Pee = f(C^1, S, T, V)$$

Donde:

**Pee** = pérdida de suelo por erosión eólica (t/ha/año);

**C<sup>1</sup>** = índice de agresividad del viento;

**S** = índice de erosionabilidad del suelo,

**T** = índice topográfico y

**V** = índice de vegetación.

El índice de agresividad del viento se calculó mediante el índice eólico de Chepil *et al.*, (1963) modificado, el cual se expresa de la siguiente manera:

$$C^1 = \frac{1}{100} \sum_1^{12} \left( V^3 \frac{(ETP - P)}{ETP} n \right)$$

Dónde:

**C1** = índice de agresividad del viento

**V** = Velocidad del viento (m s<sup>-1</sup>)

**ETP** = Evapotranspiración

**P** = Precipitación

Los datos climáticos para el cálculo de este índice corresponden a los valores promedios de Evaporación y Precipitación de las normales climatológicas de la estación meteorológica antes mencionada. Cabe destacar que los factores S, T y V fueron retomados de los factores K, LS y C de la ecuación universal de pérdida de suelo por erosión hídrica. En la siguiente Tabla IV.98 se muestran los resultados obtenidos al aplicar la fórmula del índice de agresividad del viento.

**Tabla IV. 98. Índice de agresividad del viento.**

Mes	Días /Mes	V	V <sup>3</sup>	Evaporación	ETP	PPt	(ETP-P/ETP)*n	(ETP-P/ETP)*n Corregido	Ce
Ene	31	7.39	3.97	62.68	101.1	80.88	19.4	7.20	4.00
Feb	28	8.25	6.50	274.63	95.3	76.24	12.3	23.48	23.48
Mar	31	10.25	5.25	144.70	63.6	50.88	6.4	27.10	27.10
Abr	30	7.17	6.33	254.04	156.4	125.12	8.6	27.94	27.94
May	31	7.58	6.39	260.78	170.1	136.08	47.3	20.22	20.22
Jun	30	7.22	6.42	264.20	101.8	81.44	163.9	-30.38	0
Jul	31	5.22	5.03	127.09	143.8	115.04	186.7	-19.31	0
Ago	31	5.00	4.25	76.77	141.8	113.44	183.9	-19.25	0
Sep	30	5.28	4.36	82.95	110.7	88.56	168.1	-26.94	0
Oct	31	4.86	5.03	127.09	129.4	103.52	78.6	7.46	7.46251932
Nov	30	7.56	4.11	69.48	83	66.4	15.4	23.04	23.04
Dic	31	6.56	5.22	142.42	92.3	73.84	9	27.22	27.22
								<b>Sumatoria</b>	29171.42
								<b>C1=</b>	291.71

Los datos de velocidad del viento utilizados se extrajeron de la Estación Meteorológica INIFAP Temascaltepec, ubicada en el Municipio del mismo nombre, en las coordenadas geográficas: 19° 02' 51.36" de latitud norte y 99° 58' 25.32" de longitud oeste. Los datos corresponden al promedio de velocidad mensual máxima del viento del año 2013, debido a que otros años revisados presentaban intermitencia en la toma de los datos.

Los valores mensuales de la velocidad máxima del viento tomados de la Estación Temascaltepec se describen en la Tabla IV.99.

**Tabla IV. 99. Datos de velocidad del viento del año 2013 de la estación meteorológica Temascaltepec.**

Mes	Días/Mes (n)	Velocidad máxima del viento (km/h)	VV máx. m/s
Ene	31	14.3	5.83
Feb	28	23.4	6.11
Mar	31	18.9	5.73
Abr	30	22.8	5.74
May	31	23	6.47
Jun	30	23.1	6.92

Mes	Días/Mes (n)	Velocidad máxima del viento (km/h)	VV máx. m/s
Jul	31	18.1	6.34
Ago	31	15.3	6.63
Sep	30	15.7	6.10
Oct	31	18.1	6.40
Nov	30	14.8	5.66
Dic	31	18.8	5.00

Una vez obtenido el factor  $C^1$  se hizo el cálculo de la erosión eólica. En la siguiente tabla se concentran las clases de la erosión eólica. Como se podrá observar al igual que en la estimación de la erosión hídrica, el nivel de erosión predominante es la de "Muy Ligera" (Tabla IV.100).

**Tabla IV. 100. Niveles de erosión eólica en la microcuenca de estudio.**

Nivel	Rango (ton/ha/año)	Superficie (Ha)	Superficie (%)
Muy Ligera	9,488.73	72.2	72.2
Ligera	1,357.96	10.3	10.3
Moderada	1,438.63	10.9	10.9
Alta	65.56	0.5	0.5
Muy Alta	—	—	—
N/A	789.24	6.0	6.0
<b>Total</b>		<b>1,003.13</b>	<b>100.0</b>

En la Tabla IV.101 se desglosa la erosión eólica por tipo de vegetación dentro del Sistema Ambiental.

**Tabla IV. 101. Erosión eólica actual en vegetación de bosque de pino.**

Factores				Erosión (ton/ha/año)	Superficie (ha)	Erosión total (ton)
R	K	LS	C			
291.71	0.013	0.08	0.001	0.0003	48.00	0.015
291.71	0.013	1.47	0.001	0.0056	191.68	1.071
291.71	0.013	5.14	0.001	0.0195	344.43	6.711
291.71	0.013	10.51	0.001	0.0399	203.95	8.131
291.71	0.013	15.63	0.001	0.0593	26.01	1.541
291.71	0.013	20.48	0.001	0.0777	248.79	19.319
291.71	0.04	0.08	0.001	0.0010	17.60	0.017
291.71	0.04	1.47	0.001	0.0172	73.03	1.256
291.71	0.04	5.14	0.001	0.0600	278.70	16.709
291.71	0.04	10.51	0.001	0.1227	123.98	15.208
291.71	0.04	15.63	0.001	0.1823	15.72	2.866
291.71	0.04	20.48	0.001	0.2389	305.65	73.027
291.71	0.04	5.14	0.001	0.0600	27.89	1.672
291.71	0.04	10.51	0.001	0.1227	16.53	2.028

Factores				Erosión (ton/ha/año)	Superficie (ha)	Erosión total (ton)
R	K	LS	C			
291.71	0.04	20.48	0.001	0.2389	22.96	5.486
291.71	0.02	0.08	0.001	0.0005	186.30	0.090
291.71	0.02	1.47	0.001	0.0086	760.87	6.542
291.71	0.02	5.14	0.001	0.0300	1572.24	47.132
291.71	0.02	10.51	0.001	0.0613	828.42	50.809
291.71	0.02	15.63	0.001	0.0912	93.74	8.545
291.71	0.02	20.48	0.001	0.1195	1042.88	124.586
<b>Total</b>					<b>6,429.36</b>	<b>392.76</b>

En la Tabla IV.102 se presentan los cálculos de la erosión eólica actual en la vegetación de bosque de pino-encino y en la Tabla IV.103, la erosión eólica en la vegetación secundaria arbustiva de este mismo tipo de vegetación.

**Tabla IV. 102. Erosión eólica actual en vegetación de bosque de pino encino.**

Factores				Erosión (ton/ha/año)	Superficie (ha)	Erosión total (ton)
R	K	LS	C			
291.71	0.04	0.08	0.001	0.001	10.67	0.010
291.71	0.04	1.47	0.001	0.017	35.92	0.618
291.71	0.04	5.14	0.001	0.060	97.12	5.823
291.71	0.04	10.51	0.001	0.123	46.40	5.691
291.71	0.04	20.48	0.001	0.239	7.30	1.745
291.71	0.02	0.08	0.001	0.000	100.74	0.049
291.71	0.02	1.47	0.001	0.009	243.65	2.095
291.71	0.02	5.14	0.001	0.030	570.86	17.113
291.71	0.02	10.51	0.001	0.061	292.30	17.928
291.71	0.02	15.63	0.001	0.091	21.47	1.957
291.71	0.02	20.48	0.001	0.119	204.95	24.484
<b>Total</b>					<b>1,631.37</b>	<b>77.51</b>

**Tabla IV. 103. Erosión eólica actual en vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino.**

Factores				Erosión (ton/ha/año)	Superficie (ha)	Erosión total (ton)
R	K	LS	C			
291.71	0.04	1.47	0.013	0.224	24.72	5.53
291.71	0.04	5.14	0.013	0.779	40.39	31.48
291.71	0.04	20.48	0.013	3.106	10.56	32.81
<b>Total</b>					<b>75.67</b>	<b>69.81</b>

**Tabla IV. 104. Erosión eólica actual en agricultura de temporal.**

Factores				Erosión (ton/ha/año)	Superficie (ha)	Erosión total (ton)
R	K	LS	C			
291.71	0.013	0.08	0.62	0.194	147.16	28.56
291.71	0.013	1.47	0.62	3.465	113.46	393.17
291.71	0.013	5.14	0.62	12.081	99.76	1,205.19
291.71	0.013	10.51	0.62	24.717	21.91	541.56
291.71	0.013	20.48	0.62	48.144	9.10	438.26
291.71	0.04	0.08	0.62	0.597	72.03	43.01
291.71	0.04	1.47	0.62	10.662	124.16	1,323.76
291.71	0.04	5.14	0.62	37.172	59.35	2,206.13
291.71	0.04	10.51	0.62	76.053	8.99	683.37
291.71	0.04	1.47	0.62	10.662	24.51	261.35
291.71	0.04	5.14	0.62	37.172	9.05	336.47
291.71	0.02	0.08	0.62	0.299	1019.67	304.42
291.71	0.02	1.47	0.62	5.331	1357.96	7,239.28
291.71	0.02	5.14	0.62	18.586	904.93	16,819.03
291.71	0.02	10.51	0.62	38.026	185.85	7,067.34
291.71	0.02	15.63	0.62	56.520	5.07	286.49
291.71	0.02	20.48	0.62	74.067	51.50	3,814.78
<b>TOTAL</b>					<b>4,214.48</b>	<b>42,992.16</b>

Con base en la información presentada, se observa que la mayor pérdida de suelo a causa del factor erosivo del viento se presenta dentro de las áreas ocupadas para agricultura de temporal, que representa el 32 % del SAR y es la zona donde se registra el 98.7 % de la pérdida del suelo a causa del viento.

El área total donde se realizará el proyecto ocupa una extensión de **73.770 ha** de terreno, el cual representa el **0.096 %** del total de la superficie de la cuenca de Valle de Bravo, es decir, el área del proyecto es **1044** veces menor que la cuenca, siendo una pequeña porción de tierra en comparación con las dimensiones mencionadas. Por ello y por las medidas de mitigación que se planea realizar se puede concluir que la dimensión del proyecto **no representa un riesgo** para los servicios ambientales que la cuenca Valle de Bravo ofrece en beneficio de la comunidad y de los ecosistemas.

#### **IV.3.3.2. Área de Cambio de Uso de Suelo**

##### **IV.3.3.2.1. Erosión hídrica**

La erosión hídrica es un fenómeno natural al que se encuentra expuesta toda la superficie terrestre, en el cual la cobertura vegetal juega un papel decisivo para el control de dicho proceso. En este

sentido, como la naturaleza del proyecto incluye la remoción de la vegetación forestal, a continuación, se hace una estimación del volumen de suelo que podría perderse, con la finalidad de ubicar la problemática de este fenómeno dentro de la zona de intervención y tener una mayor perspectiva sobre los impactos ambientales que pudieran generarse con la realización del proyecto sobre el componente suelo. Para ello, se elaboró el mapa de erosión hídrica actual del área del CUSTF aplicando la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS) (Wischmeier, 1978), mediante algebra de mapas, utilizando las capas de los factores de erosividad de la lluvia (R), erodabilidad de suelo (K), Longitud de la pendiente (L), inclinación de la pendiente (S); y cobertura vegetal (C).

Ecuación universal de pérdida de suelo:

$$A = RKLSCP$$

Donde:

**A= Pérdida de suelo (ton/ha/año).**

**R= Erosividad de la lluvia (MJ mm/ha hr año).**

**K= Erosionabilidad del suelo (ton/hr/Mj mm).**

**L= Factor por longitud de pendiente (adimensional).**

**S= Factor por grado de pendiente (adimensional).**

**C= Factor por cubierta vegetal (adimensional).**

**P = Factor por prácticas de manejo (adimensional).**

Las capas de información geográfica se obtuvieron del INEGI a una escala 1:250,000 a excepción del Modelo Digital de Elevación (MDE) el cual es escala 1:15, 000, como se observa en la Tabla IV.105.

**Tabla IV. 105. Capas de Información geográfica para implementar en EUPS.**

Capa de información geográfica	Factor
Capa con valor especificado del factor R	R
Tipos de suelo	K
(MDE)	L,S
Uso del suelo y vegetación	C

A continuación, se define cada uno de los factores, así como sus valores determinados para el caso de la superficie de **53.352** hectáreas, que se someten a consideración de la autoridad ambiental, para ser sujetas a cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

#### **R= Erosividad de la lluvia**

La erosividad de la lluvia se refiere a la agresividad de la lluvia para producir erosión; es decir, la energía cinética de la lluvia necesaria para remover y transportar las partículas del suelo. Cuando la precipitación excede la capacidad de infiltración, se presenta el escurrimiento superficial, el cual también tiene la habilidad de remover y de transportar las partículas del suelo.

Cortés (1991), propone catorce modelos de regresión (ecuaciones) a partir de datos de precipitación media anual para estimar el valor de R de la EUPS, los cuales se enlistan en la Tabla IV.106.

**Tabla IV. 106. Ecuaciones de erosividad de la lluvia para las diferentes regiones de México.**

Región	Ecuaciones	R <sup>2</sup>
1	$Y= 1.20785x + 0.002276X^2$	0.92
2	$Y= 3.45552x + 0.006470X^2$	0.93
3	$Y=3.67516x - 0.001720X^2$	0.94
4	$Y=2.89594x + 0.002983X^2$	0.92
5	$Y=3.48801x - 0.000188x^2$	0.94
6	$Y=6.68471x + 0.001680x^2$	0.9
7	$Y=0.03338x + 0.006661x^2$	0.98
<b>8</b>	<b><math>Y=1.99671x + 0.003270x^2</math></b>	<b>0.98</b>
9	$Y=7.04579x - 0.002096x^2$	0.97
10	$Y=6.89375x + 0.000442x^2$	0.95
11	$Y=3.77448x + 0.004540x^2$	0.98
12	$Y=2.46190x + 0.006067x^2$	0.96
13	$Y=10.74273x - 0.001008x^2$	0.97
14	$Y=1.50046x + 0.002640x^2$	0.95

**Fuente: Cortes, 1991.**

Tomando en cuenta la ecuación de erosividad de la lluvia de acuerdo a la región (8) donde se encuentra el área de CUSTF y una precipitación media anual de **899.60 mm**, valor que fue tomado de la estación meteorológica **00015130 Presa de Valle de Bravo (CFE)**, ubicada en las coordenadas geográficas: 19°14'00" de latitud norte, y 100°08'00" de longitud oeste. El factor R para el cálculo de la pérdida de suelo en cualquier modalidad será:

$$1.99671x - 0.003270X^2$$

Donde:

X= Precipitación media anual.

Teniendo que el factor de erosividad de la lluvia para el área de estudio es **4,442.59 MJ mm/ha hr.**

**K= Erosionabilidad del suelo (ton/ha).**

El factor K indica el grado de susceptibilidad de un horizonte específico del suelo a la erosión, a mayor erosionabilidad, menor resistencia a la acción de los agentes erosivos. Las propiedades del suelo que afectan la erosionabilidad pueden agruparse en dos categorías: las que afectan la

capacidad de infiltración y almacenamiento, así como las que influyen en la resistencia a la dispersión y al transporte durante la lluvia y el escurrimiento.

La erosionabilidad varía en función de la textura del suelo, el contenido de materia orgánica, la estructura del suelo, presencia de óxidos de hierro y aluminio, uniones electroquímicas, contenido inicial de humedad y procesos de humedecimiento y secado.

Conociendo las principales propiedades físicas del suelo que influyen en la erosión, es posible determinar la susceptibilidad del suelo a ser erosionado. Cuando no se cuenta con los datos necesarios del suelo, la FAO propone un método sencillo para estimar el factor K (FAO, 1980), donde se utiliza la unidad de clasificación del suelo (FAO/UNESCO) y la textura como parámetros para estimar K. En la siguiente tabla se detalla los valores de K para los diferentes tipos de suelo con base a la clasificación FAO/UNESCO.

**Tabla IV. 107. Valores del factor de erosividad (K) en función de la unidad de suelo y su textura superficial.**

Unidades de suelo de acuerdo con la clasificación de la FAO		Textura		
Símbolo	Nombre	Gruesa	Media	Fina
A	Acrisol	0.026	0.040	0.013
Af	Acrisol férrico	0.013	0.020	0.007
Ag	Acrisol gleyico	0.026	0.030	0.013
Ah	Acrisol húmico	0.013	0.020	0.007
Ao	Acrisol órtico	0.026	0.040	0.013
Ap	Acrisol plintico	0.053	0.079	0.026
B	Cambisol	0.026	0.040	0.013
B (c, d, e, k)	Cambisol crómico, districo, eutrico, cálcico	0.026	0.040	0.013
Bf	Cambisol férrico	0.013	0.020	0.007
Bg	Cambisol gleyico	0.026	0.040	0.013
Bh	Cambisol húmico	0.013	0.020	0.007
Bk	Cambisol cálcico	0.026	0.040	0.013
B (v, x)	Cambisol vértico, xérico	0.053	0.079	0.026
C (h, k, l)	Chernozem (haplico, cálcico y luvico)	0.013	0.020	0.007
D (d, g, e)	Podzoluvisol (districo, gleyico, eutrico)	0.053	0.079	0.026
E	Rendzina	0.013	0.020	0.007
F (a, h, p, o)	Ferrasol (acríco, húmico, plintico, ocríco)	0.013	0.020	0.007
G	Gleysol	0.026	0.040	0.013
Gc	Gleysol calcarico	0.013	0.020	0.007
G (d, e)	Gleysol districo eutrico	0.026	0.040	0.013
G (h, m)	Gleysol húmico, molico	0.013	0.020	0.007
G (p, x)	Gleysol plintico gelico	0.053	0.079	0.026
Gv	Gleysol vértico	0.053	0.079	0.026
H (c, g, h, i)	Feozem calcarico, gleyico, haplico, luvico	0.013	0.020	0.007
I	Litosol	0.013	0.020	0.007
J	Fluvisol	0.026	0.040	0.013

Unidades de suelo de acuerdo con la clasificación de la FAO		Textura		
Símbolo	Nombre	Gruesa	Media	Fina
Jc	Fluvisol calcarico	0.013	0.020	0.007
Jd	Fluvisol districo	0.026	0.040	0.013
Je	Fluvisol eutrico	0.026	0.040	0.013
Jt	Fluvisol tionico	0.053	0.079	0.026
Jp	Fluvisol plintico	0.053	0.079	0.026
K (h, k, l)	Kastanosem (húmico, cálcico y luvico)	0.026	0.040	0.013
L	Luvisol	0.026	0.040	0.013
La	luvisol albico	0.053	0.079	0.026
Lc	Luvisol crómico	0.026	0.040	0.013
Lf	Luvisol férrico	0.013	0.020	0.007
Lg	Luvisol gleyico	0.026	0.040	0.013
Lk	Luvisol cálcico	0.026	0.040	0.013
Lo	Luvisol órtico	0.026	0.040	0.013
Lp	Luvisol plintico	0.053	0.079	0.026
Lv	Luvisol vértico	0.053	0.079	0.026
M (a, g)	Greyssem (acrico, gleyico)	0.026	0.040	0.013
N (d, e, h)	Nitosol (districo, eutrico, húmico)	0.013	0.020	0.007
O (d, e, x)	Histosol (districo, eutrico, gelico)	0.013	0.020	0.007
P	Podzol	0.053	0.079	0.026
Pf	Podzol férrico	0.053	0.079	0.026
Pg	Podzol gleyico	0.053	0.079	0.026
Ph	Podzol húmico	0.026	0.040	0.013
Po	Podzol órtico	0.053	0.790	0.026
Pp	Podzol placico	0.053	0.790	0.026
Q (a, c, f, i)	Arenosol (albico, cambico, ferralico, luvico)	0.013	0.020	0.007
R	Regosol	0.026	0.040	0.013
Re	Regosol eutrico	0.026	0.040	0.013
Rc	Regosol calcarico	0.013	0.020	0.007
Rd	Regosol districo	0.026	0.040	0.013
Rx	Regosol gelico	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	0.040	0.013
So	Solonetz órtico	0.053	0.079	0.026
T	Andosol	0.026	0.040	0.013
Th	Andosol húmico	0.013	<b>0.020</b>	0.007
Tm	Andosol mólico	0.013	0.020	0.007
To	Andosol ócrico	0.026	0.040	0.013
Tv	Andosol vítrico	0.026	0.040	0.013
U	Ranker	0.013	0.020	0.007
V (c, p)	Vertisol (crómico, pélico)	0.053	0.079	0.026

Unidades de suelo de acuerdo con la clasificación de la FAO		Textura		
Símbolo	Nombre	Gruesa	Media	Fina
W	Planosol	0.053	0.079	0.026
Wd	Planosol distríco	0.053	0.079	0.026
We	Planosol éútrico	0.053	0.079	0.026
Wh	Planosol húmico	0.026	0.040	0.013
Wm	Planosol mólico	0.026	0.040	0.013
Wx	Planosol gélico	0.053	0.079	0.026
X (h, k, l, g, t)	Xerosol (cálcico, háplico, lúvico, gypsico)	0.053	0.079	0.026
Y (h, k, l, g, t)	Yermosol (hálpico, cálcico, lúvico, gipsico, takirico)	0.053	0.079	0.026
Z	Solonchak	0.053	0.040	0.013
Zg	Solonchak gléyico	0.026	0.040	0.013
Zm	Soloncha mólico	0.013	0.020	0.007
Zo	Solonchak órtico	0.026	0.040	0.013
Zt	Solonchak takirico	0.053	0.079	0.026

Fuente: FAO, 1980.

Tomando en cuenta la unidad de suelo principal y su clase textural de los suelos presentes en el SAR, se determinó el valor de la erosionabilidad del suelo (K) mismas que se muestran remarcados en la tabla anterior.

***L = Factor de longitud de la pendiente (adimensional).***

Está definida por la distancia del punto de origen del escurrimiento superficial al punto donde cambia el grado de pendiente. Se determina mediante la siguiente fórmula:

$$L = [ x / 22.13 ]^m$$

Donde:

x= Longitud en metros.

m= 0.5 (pendiente mayor a 5%)

m= 0.40 (pendiente entre 3% y 5%)

m= 0.30 (pendiente entre 1% y 3%)

m= 0.20 (pendiente menor 1%)

***S= Factor de grado de pendiente (adimensional).***

A medida que el grado de inclinación se incrementa, las pérdidas de suelo también aumentan. En este caso se utilizará la siguiente formula (Viramontes, 2012);

$$S = 13.8 \text{ sen } \theta + 0.03 (< 9\%)$$

$$S = 16.8 \text{ sen } \theta - 0.50 (\geq 9\%)$$

Los factores L y S de la ecuación universal de pérdida de suelo, se calcularon a partir del Modelo Digital de Elevaciones, obtenido de INEGI con tamaño de pixel de 15 metros. En la siguiente figura se muestra la distribución de dicho factor en el área de CUSTF.

Al hacer uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) para el cálculo de la EUPS en superficies reales, la obtención de los valores L y S son los más complicados de precisar, por lo que es necesario tener especial cuidado en la selección del algoritmo.

***C= Factor de cubierta vegetal (adimensional).***

Este factor se refiere a la cubierta vegetal que se encuentra dentro de la microcuenca, representa la capacidad de la vegetación para impedir el arrastre de sedimentos y es el más importante en el control de la erosión. El factor por cobertura vegetal y manejo de cultivos (C) refleja el efecto de la vegetación natural, de los cultivos y las prácticas de manejo de los mismos, sobre la erosión.

El valor que se tomó para el caso de vegetación de bosque de pino fue de 0.003, estos con base a los valores establecidos por Viramontes (2012), cuya tabla se detalla en el apartado anterior

***P= Factor por prácticas de manejo (adimensional).***

El Factor P representa las medidas realizadas para disminuir la erosión y se define como la relación entre la erosión entre un terreno en donde se han realizado prácticas de conservación y la de un terreno cultivado en sentido de la pendiente.

Una vez determinados los valores de los factores de la EUPS, mediante algebra de mapas se multiplicaron cada uno de estos factores para determinar el valor estimado de la erosión actual del suelo en el área de CUSTF. Los resultados se clasificaron en grupos o niveles de erosión compuestos por rangos de toneladas por hectárea al año. Dicha clasificación se definió por los siguientes niveles:

**Tabla IV. 108. Niveles de pérdida de suelo.**

Nivel	Rango (ton/ha/año)
Muy Ligero	< 5
Ligero	5-10
Moderado	10-50
Alto	50-200
Muy Alto	> 200

En la siguiente Tabla IV.109 se muestra la superficie que ocupa cada una de las clases de erosión hídrica dentro del área que será sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales. Así mismo, en el ANEXO 9, se encuentran la base de datos con los cálculos estimados.

**Tabla IV. 109. Superficie por nivel de erosión dentro del área de CUSTF.**

Erosión	Superficie (Ha)	Superficie (%)
Muy Ligera	53.352	100.0
Ligera	--	--
Moderada	--	--
Alta	--	--
Muy Alta	--	--
<b>Total</b>	<b>53.352</b>	<b>100.0</b>

La clase de erosión “Muy ligera” es la única existente en el área de interés, con valores de pérdidas anuales que no sobrepasan las dos toneladas anuales, en condiciones de topografías abruptas.

#### **Análisis comparativo de la erosión hídrica (ANEXO 9).**

Para tener un panorama más claro sobre la pérdida de suelo en área del proyecto, esta se desglosa por tipo de cobertura vegetal. En el área de CUSTF predomina la vegetación de bosque de pino.

A continuación, se realizará un análisis comparativo sobre la pérdida de suelo a causa del factor hídrico y la resultante después de haber realizado el CUSTF. Para esto, cada uno de los casos se denomina como “Escenario 1” y “Escenario 2”, respectivamente, adicionalmente se presenta el “Escenario 3” en donde se define la cantidad a mitigar.

En las siguientes tablas, se mostrará la intersección de valores de los factores R, K, LS y C, que, al ser multiplicados de acuerdo con la EUPS, se obtuvo la erosión en ton/ha/año.

#### **Escenario 1. Erosión actual en el área de CUSTF.**

**Tabla IV. 110. Erosión hídrica actual en vegetación de bosque de pino.**

Factores				Erosión (ton/ha/año)	Superficie (ha)	Erosión total (ton)
R	K	LS	C			
4,442.59	0.02	0.08	0.001	0.01	5.25	0.039
4,442.59	0.02	1.47	0.001	0.13	11.44	1.498
4,442.59	0.02	5.14	0.001	0.46	17.05	7.782
4,442.59	0.02	10.51	0.001	0.93	13.55	12.661
4,442.59	0.02	20.48	0.001	1.82	6.06	11.028
<b>Total</b>					<b>53.352</b>	<b>33.01</b>

#### **Escenario 2. Erosión una vez realizado el CUSTF**

Ahora se estimará la erosión hídrica una vez hecho el CUSTF. Para el supuesto de que la vegetación ha sido removida, se determinó un valor de C = 0.45 que corresponde a superficies con cobertura

escasa, de acuerdo con Viramontes, 2012. Se considera que una vez realizado el proyecto y removida la vegetación en el área sujeta a cambio de uso de suelo, las condiciones de una superficie con cobertura escasa se asemejaran más a los efectos producidos. En el caso de los factores R, K, y LS tendrán los mismos valores presentados en el escenario 1 (Tabla IV.111).

**Tabla IV. 111. Erosión hídrica actual después de CUSTF en vegetación de bosque de pino.**

Factores				Erosión (ton/ha/año)	Superficie (ha)	Erosión total (ton)
R	K	LS	C			
4,442.59	0.02	0.08	0.45	3.30	5.25	17.329
4,442.59	0.02	1.47	0.45	58.93	11.44	673.989
4,442.59	0.02	5.14	0.45	205.44	17.05	3501.947
4,442.59	0.02	10.51	0.45	420.32	13.55	5697.417
4,442.59	0.02	20.48	0.45	818.70	6.06	4962.793
<b>Total</b>					<b>53.352</b>	<b>14,853.48</b>

**Escenario 3. Comparación de la pérdida de suelo del área de CUSTF en la situación actual y una vez realizado el proyecto.**

En la Tabla IV.112 se presenta el resumen de la erosión del suelo en el área de CUSTF por tipo de cobertura vegetal, en el escenario actual y una vez realizado en CUSTF, así como el volumen total a mitigar por cada tipo de erosión.

**Tabla IV. 112. Erosión en el área de CUSTF antes y después del establecimiento del proyecto.**

Tipo de vegetación	Superficie del CUSTF (ha)	Volumen total de erosión hídrica (ton)		Volumen total de erosión hídrica a mitigar (ton)
		Sin proyecto	Con proyecto	
Bosque de pino	53.352	33.01	14,853.48	14,820.47
<b>Total</b>	<b>53.352</b>	<b>33.01</b>	<b>14,853.48</b>	<b>14,820.47</b>

Como conclusión, se tiene que ya una vez efectuado el CUSTF, el volumen de suelo que se podría perder a causa de la lluvia aumentaría en 14,820.47 toneladas. El aumento es considerable ya que se está suponiendo que la vegetación residual será la correspondiente a una superficie con cobertura escasa.

Sin embargo, vale la pena resaltar que se llevaran a cabo las medidas preventivas y mitigatorias necesarias para contrarrestar los efectos negativos en el recurso suelo. Para lo cual se realizarán obras de conservación de suelos, correspondientes a bordos de tierra a curvas de nivel que se describen a detalle en el programa de conservación y restauración de suelos que se anexa en el presente estudio.

#### IV.3.3.2.2. Erosión eólica.

La presencia de este proceso de degradación de los suelos es una característica de ambientes áridos, sin embargo, puede agudizarse o generarse cuando se lleva a cabo un manejo inadecuado del terreno.

La predicción de la pérdida de suelo por efecto de la erosión eólica en el área de CUSTF se evaluó utilizando una ecuación paramétrica, la cual fue utilizada por Torres *et al.*, (2003), en su trabajo realizado en la cuenca "El Josefino", Jesús María, Jalisco, misma que se detalla a continuación:

$$Pee = f(C^1, S, T, V)$$

Donde:

- Pee** = pérdida de suelo por erosión eólica (t/ha/año);
- C<sup>1</sup>** = índice de agresividad del viento;
- S** = índice de erosionabilidad del suelo,
- T** = índice topográfico y
- V** = **índice** de vegetación.

El índice de agresividad del viento se calculó mediante el índice eólico de Chepil *et al.*, (1963) modificado, el cual se expresa de la siguiente manera:

$$C^1 = \frac{1}{100} \sum_1^{12} \left( V^3 \frac{(ETP - P)}{ETP} n \right)$$

Dónde:

- C1** = índice de agresividad del viento
- V** = Velocidad del viento (m s<sup>-1</sup>)
- ETP** = Evapotranspiración
- P** = Precipitación

Los datos climáticos para el cálculo de este índice corresponden a los valores promedios de Evaporación y Precipitación de las normales climatológicas de la estación meteorológica antes mencionada. Cabe destacar que los factores S, T y V fueron retomados de los factores K, LS y C de la ecuación universal de pérdida de suelo por erosión hídrica. En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos al aplicar la fórmula del índice de agresividad del viento.

El aumento de la población y la actividad turística son a su vez uno de los factores que influyen en la incidencia de incendios forestales y en el cambio de uso de suelo ya que la población demanda espacio para construir sus casas, así como material para combustible (leña). Para el caso de las actividades turísticas se realizan proyectos para atraer visitantes, ocasionando cambio de uso de suelo y un aumento de emisiones de CO<sub>2</sub>.

Cabe mencionar que el área del SAR se localiza en la cuenca del Río Cutzamala de la cual es proveedora de agua para el área metropolitana la cual, cada vez demanda más consumo de este valioso líquido. Para el caso específico del acuífero Villa Victoria- Valle de Bravo CONAGUA no reporta déficit respecto a la cantidad de agua que se recarga con la que se demanda.

Aunado a lo antes mencionado, en el área en que se pretende realizar el proyecto, existen diversos ordenamientos del suelo debido a la riqueza de flora y fauna que hay en la zona, así como la importancia que existe por ser una zona que alimenta al sistema Cutzamala que es proveedor de agua al área metropolitana.

En contraste a lo antes mencionado, al ser una zona turística, el crecimiento económico de la zona va en aumento, beneficiando a las comunidades cercanas que ofrecen productos y servicios.

De igual manera se reconoce que el desarrollo del proyecto necesariamente obliga a la ocupación de una superficie que requiere desmonte, ésta es mínima, y las áreas cubiertas por el tipo de vegetación reportada, el sembrado de las áreas a construir y operar y la ubicación de los servicios se consideraron, como premisas del propio proyecto, así como la necesidad de mantener espacios verdes con especies nativas.

Con la correcta aplicación de las medidas de mitigación que se recomiendan se podrá atenuar el impacto que generará el proyecto en el predio. Se podrá recuperar parte del germoplasma vegetal para ser utilizado en la ornamentación del proyecto a lo largo de los jardines del mismo, y por las dimensiones de las obras y actividades, la fauna silvestre tendrá oportunidad de desplazarse de un sitio a otro del predio para ponerse a salvo de la operación y movimiento de personas.

Respecto al clima, en la región y en todo el país se ha presentado un cambio en el patrón climático como producto del calentamiento global y de los impactos sinérgicos, esto debido a las actividades de los distintos sectores económicos, lo cual ha traído como resultado efectos negativos en el ambiente. Estos han modificado el comportamiento climático en cierto nivel, ya que actualmente se siente el efecto, sobre todo en las formas de distribución de la lluvia y la temperatura, que ha afectado las comunidades del SAR a niveles no muy significativos.

Las modificaciones ambientales que se presentarán en este factor por las ejecuciones de las obras y actividades del proyecto serán mínimas e impredecibles, ya que de acuerdo con el patrón climático que se registra en el SAR; es posible que los patrones climáticos sólo puedan ser alterados por la presencia de fenómenos meteorológicos de magnitudes complejas como efectos secundarios de huracanes, ciclones, frentes fríos, granizadas, tormentas y/o sequías atemporales por el cambio climático.

**Tabla IV. 113. Índice de agresividad del viento.**

Mes	Días /Mes	V	V <sup>3</sup>	Evaporación	ETP	Ppt	(ETP-P/ETP) *n	(ETP- /ETP)*n Corregido	Ce
Ene	31	7.39	3.97	62.68	101.1	80.88	19.4	7.20	4.00
Feb	28	8.25	6.50	274.63	95.3	76.24	12.3	23.48	23.48
Mar	31	10.25	5.25	144.70	63.6	50.88	6.4	27.10	27.10
Abr	30	7.17	6.33	254.04	156.4	125.12	8.6	27.94	27.94
May	31	7.58	6.39	260.78	170.1	136.08	47.3	20.22	20.22
Jun	30	7.22	6.42	264.20	101.8	81.44	163.9	-30.38	0
Jul	31	5.22	5.03	127.09	143.8	115.04	186.7	-19.31	0
Ago	31	5.00	4.25	76.77	141.8	113.44	183.9	-19.25	0
Sep	30	5.28	4.36	82.95	110.7	88.56	168.1	-26.94	0
Oct	31	4.86	5.03	127.09	129.4	103.52	78.6	7.46	7.46251932
Nov	30	7.56	4.11	69.48	83	66.4	15.4	23.04	23.04
Dic	31	6.56	5.22	142.42	92.3	73.84	9	27.22	27.22
								<b>Sumatoria</b>	29171.42
								<b>C1=</b>	291.71

Los datos de velocidad del viento utilizados se extrajeron de la Estación Meteorológica INIFAP Temazcaltepec, ubicada en el Municipio del mismo nombre, en las coordenadas geográficas: 19° 02' 51.36" de latitud norte y 99° 58' 25.32" de longitud oeste. Los datos corresponden al promedio de velocidad mensual máxima del viento del año 2013, debido a que otros años revisados presentaban intermitencia en la toma de los datos.

Los valores mensuales de la velocidad máxima del viento tomados de la Estación Temazcaltepec se describen en la Tabla IV.114:

**Tabla IV. 114. Datos de velocidad del viento del año 2013 de la estación meteorológica Temazcaltepec.**

Mes	Días/Mes (n)	Velocidad máxima del viento (km/h)	VV máx. m/s
Ene	31	14.3	5.83
Feb	28	23.4	6.11
Mar	31	18.9	5.73
Abr	30	22.8	5.74
May	31	23	6.47
Jun	30	23.1	6.92
Jul	31	18.1	6.34
Ago	31	15.3	6.63
Sep	30	15.7	6.10
Oct	31	18.1	6.40
Nov	30	14.8	5.66
Dic	31	18.8	5.00

Una vez obtenido el factor  $C^1$  se procedió a hacer el cálculo de la erosión eólica. En la siguiente tabla se concentran las clases de la erosión eólica. Como se podrá observar, al igual que en la estimación de la erosión hídrica, el nivel de erosión eólica predominante es la de “Muy Ligera”.

**Tabla IV. 115. Superficie por nivel de erosión dentro del área de CUSTF.**

Erosión	Ssuperficie (ha)	Ssuperficie (%)
Muy Ligera	53.352	100.0
Ligera	--	--
Moderada	--	--
Alta	--	--
Muy Alta	--	--
<b>Total</b>	<b>53.352</b>	<b>100.0</b>

#### **Análisis comparativo de la erosión Eólica.**

A continuación, se realizará un análisis comparativo por tipo de cobertura vegetal sobre la pérdida de suelo eólica actual y la resultante después de haber realizado el CUSTF. Para esto, cada uno de los casos se denomina como “Escenario 1” y “Escenario 2”, respectivamente, adicionalmente se presentará el “Escenario 3” donde se hace la comparación de ambos escenarios y se estima el volumen de suelo que se perderá por efecto del desmonte.

**Escenario 1: En este apartado se presentan los valores de la erosión eólica actual en el área de CUSTF por tipo de cobertura vegetal.**

Al igual que en el apartado anterior, se desglosará la ecuación de la erosión eólica para el tipo de vegetación que se encuentra en el área de CUSTF.

**Tabla IV. 116. Erosión eólica actual en vegetación de bosque de pino.**

Factores				Erosión (ton/ha/año)	Superficie (ha)	Erosión total (ton)
R	K	LS	C			
291.71	0.013	0.08	0.001	0.0003	5.251	0.002
291.71	0.013	1.47	0.001	0.0056	11.438	0.064
291.71	0.013	5.14	0.001	0.0195	17.046	0.332
291.71	0.013	10.51	0.001	0.0399	13.555	0.540
291.71	0.013	20.48	0.001	0.0777	6.062	0.471
<b>Total</b>					<b>53.352</b>	<b>1.409</b>

**Escenario 2: En este apartado se presentan los valores de la erosión eólica una vez realizado el proyecto en el área de CUSTF por tipo de cobertura vegetal (Tabla IV.117).**

**Tabla IV. 117. Erosión eólica después del CUSTF en vegetación de bosque de pino.**

Factores				Erosión (ton/ha/año)	Superficie (ha)	Erosión tota (ton)
R	K	LS	C			
291.71	0.013	0.08	0.45	0.22	5.25	1.138
291.71	0.013	1.47	0.45	3.87	11.44	44.256
291.71	0.013	5.14	0.45	13.49	17.05	229.949
291.71	0.013	10.51	0.45	27.60	13.55	374.110
291.71	0.013	20.48	0.45	53.76	6.06	325.873
<b>Total</b>					<b>53.352</b>	<b>1,001.44</b>

**Escenario 3: Comparación de la pérdida de suelo del área de CUSTF en la situación actual y una vez realizado el proyecto.**

En la siguiente tabla se presenta el resumen de la erosión eólica del suelo en el área de CUSTF en el escenario actual, con el proyecto y volumen a mitigar (Tabla IV.118).

**Tabla IV. 118. Erosión en el área de CUSTF antes y después del establecimiento del proyecto.**

Tipo de vegetación	Superficie del CUSTF (ha)	Volumen total de erosión hídrica (ton)		Volumen total de erosión hídrica a mitiga (ton)
		Sin proyecto	Con proyecto	
Bosque de Pino	53.352	1.41	975.33	973.92
<b>Total</b>	<b>53.352</b>	<b>1.41</b>	<b>975.33</b>	<b>973.92</b>

#### **IV.3.3.2.3. Infiltración.**

La infiltración dentro del ciclo hidrológico se define como el proceso por el cual el agua penetra a través de la superficie del suelo, pudiendo quedar retenida en el mismo, o bien, continuar hasta alcanzar un manto acuífero, lo que se conoce como infiltración profunda. Sin embargo, la única fracción de lluvia con potencial a infiltrarse es la que llega a la superficie del suelo. Otra fracción de lluvia a considerar es la intercepción por follaje de plantas. Se estima que, en cada lluvia torrencial, el follaje venciendo la gravedad y el viento, intercepta cerca de 1.3 mm. Sin embargo, el follaje intercepta generalmente el 12% de la lluvia anual (Butler, 1957).

Su importancia, dentro del ámbito social y ambiental, queda de manifiesto, debido a que los seres humanos dependemos de este líquido vital, para llevar a cabo las diferentes actividades económicas y de subsistencia.

Para estimar la cantidad de agua que potencialmente se infiltra en un área determinada, el manual de instrucciones de estudios hidrológicos realizado por las Naciones Unidas, proponen la siguiente ecuación para el análisis del coeficiente de infiltración aparente, que corresponde a la fracción de lluvia que aparentemente se infiltra:

$$C=(Kp+Kv+Kfc)$$

Dónde:

**C** = Coeficiente de infiltración

**Kp** = Fracción que infiltra por efecto de pendiente

**Kv** = Fracción que infiltra por efecto de cobertura vegetal

**Kfc** = Fracción que infiltra por efecto de textura de suelo

Las variables antes descritas toman los valores que se describen en la Tabla IV.119.

**Tabla IV. 119. Valores K en función del tipo de uso de suelo y vegetación.**

Valores para la variable Kfc fracción que infiltra por textura del suelo	
0.10	Arcilla compacta impermeable
0.15	Combinación de limo y arcilla
0.20	Suelo limo arenoso no muy compacto
Valores para la variable Kp fracción que infiltra por efecto de la pendiente	
0.30	0.02% a 0.06%
0.20	0.3% a 0.4%
0.15	1% a 2%
0.10	2% a 7%
0.06	> 7%
Valores de la variable Kv fracción que infiltra por efecto de cobertura vegetal	
0.09	Cobertura con zacate o herbáceas (menos de 50%)
0.10	Terrenos cultivados
0.18	Cobertura con pastizal o herbáceas (de 50 a 75%)
0.20	Bosque
0.21	Cobertura con zacate o herbáceas (más de 75%)

Para determinar el agua que potencialmente se infiltra se emplea la siguiente expresión:

$$I = (1 - Ki)CP$$

Donde:

**C** = Coeficiente de infiltración

**I** = Infiltración

**Ki** = Intercepción por el follaje

**P** = Precipitación (media anual)

**1** = Constante

De esta forma considerando los valores propuestos por la ONU, las variables de las condiciones actuales y una vez hecho el cambio de uso de suelo del área de estudio, en los siguientes apartados se presentan los resultados del cálculo de la infiltración del agua en el área del CUSFT, la información se encuentra dividida en tres escenarios, en el primero se presentan la infiltración en las condiciones actuales, el segundo corresponde a valores de infiltración con el supuesto de haber realizado el cambio de uso de suelo y, finalmente en el tercer escenario se presenta la comparativa de los valores de infiltración con vegetación y una vez removida dicha vegetación.

**Escenario 1: En este apartado se presentan los valores de infiltración en condiciones actuales para cada tipo de vegetación, antes de realizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales (Tabla IV.120).**

**Tabla IV. 120. Valores de k para las condiciones de vegetación, suelo y relieve dentro del CUSTF.**

Uso del suelo y vegetación	Textura	Kfc	Kp	Kv	C
Bosque de pino	Media	0.2	0.1 (Pendiente de 2-7%)	0.2 (Bosque)	0.5
Bosque de pino	Media	0.2	0.06 (Pendiente de > 7%)	0.2 (Bosque)	0.46

Una vez estimados los coeficientes de infiltración, se aplicó la ecuación para estimar el volumen de infiltración tomando en cuenta que la precipitación media anual de la zona es de 899.6 mm/año, cuyo resultado se presenta en la tabla siguiente IV.21. Y para mayor detalle en el ANEXO 11, se encuentran las estimaciones presentadas.

**Tabla IV. 121. Infiltración para las condiciones actuales presentes en el área de CUSTF.**

Uso del suelo y vegetación	Agua que potencialmente se infiltraría (l/ha)	Superficie (m <sup>2</sup> )	Agua que potencialmente se infiltra (m <sup>3</sup> )	Expresado (m <sup>3</sup> /ha/año)
Bosque de pino	395.824	38,980.045	15,429.24	3,958.240
Bosque de pino	364.158	494,539.955	180,090.72	3,641.581
<b>Total</b>	-	<b>533,520.000</b>	<b>195,519.96</b>	<b>7,599.82</b>

**Escenario 2: En este apartado se presentan los valores de infiltración una vez hecho el cambio de uso de suelo.**

Se obtuvo el coeficiente de infiltración sumando los valores de k, en este caso solo fueron los factores de textura del suelo y pendiente, mientras que el factor de cobertura tuvo valores de 0.09.

**Tabla IV. 122. Valores de k para las condiciones de vegetación, suelo y relieve despues del CUSTF.**

Uso del suelo y vegetación	Textura	Kfc	Kp	Kv	C
Bosque de pino	Media	0.2	0.1 (Pendiente de 2-7%)	0.09 (Cobertura con menos de 50%)	0.39
Bosque de pino	Media	0.2	0.06 (Pendiente de > 7%)	0.09 (Cobertura con menos de 50%)	0.35

Una vez estimados los coeficientes de infiltración, se aplicó la ecuación para estimar el volumen de infiltración.

**Tabla IV. 123. Infiltración para las condiciones después de llevar a cabo el CUSTF.**

Uso del suelo y vegetación	Agua que potencialmente se infiltraría (l/ha)	Superficie (m <sup>2</sup> )	Agua que potencialmente se infiltra (m <sup>3</sup> )	Expresado (m <sup>3</sup> /ha/año)
Bosque de pino	395.824	38,980.045	12,034.81	3,087.427
Bosque de pino	364.158	494,539.955	137,025.55	2,770.768
<b>Total</b>	-	<b>533,520.000</b>	<b>149,060.35</b>	<b>5,858.20</b>

De acuerdo con la estimación realizada, el agua infiltrada, después de que se realice el CUSTF, representara el 31.1 % del total de la precipitación con un valor de **149,060.35 m<sup>3</sup>**, sin embargo, no toda el agua queda disponible ya que un porcentaje queda retenido en el suelo y no llega al acuífero.

**Escenario 3: En este apartado se presenta la comparativa de los valores de infiltración antes y después de realizar el cambio de uso de suelo.**

Existe una disminución en la capacidad de infiltración una vez realizado el cambio de uso de suelo con respecto a la cantidad de agua que se infiltra en las condiciones actuales, como se observa en la Tabla IV.124.

**Tabla IV. 124. Diferencias en infiltración en comparación con las condiciones actuales y una vez hecho el C**

Tipo de vegetación	Infiltración en condiciones actuales (m <sup>3</sup> /año)	Infiltración despues del CUSTF (m <sup>3</sup> /año)	Volumen de infiltración que se reducirá con el CUSTF (m <sup>3</sup> /año)
Bosque de pino	195,519.96	149,060.35	46,459.60
<b>Total</b>	<b>195,519.96</b>	<b>149,060.35</b>	<b>46,459.60</b>

De los **195,519.96 m<sup>3</sup>/año** de infiltración en condiciones actuales de uso de suelo se reducirán **46,459.60 m<sup>3</sup>/año** de agua una vez que se realice el cambio de uso de suelo, por lo que para el presente proyecto se proponen medidas que logren compensar la disminución de la infiltración ocasionada por la remoción de la cobertura vegetal. Por ello, vale la pena mencionar que para compensar dicho impacto se propone la construcción de obras de conservación de suelo que

consistirán en tinas ciegas, las cuales se detallan en el programa de conservación de suelo y agua, el cual se anexa al presente documento.

#### **IV.4 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.**

Con base en el análisis previo, de cada uno de los factores que se analizaron anteriormente se puede indicar lo siguiente:

El paisaje constituye un elemento potencialmente importante en la región donde se ubica el SAR, ya que las unidades paisajísticas predominantes le restan calidad visual al SAR. El crecimiento de la urbanización y las actividades antrópicas han deteriorado la vegetación y modificado el relieve, lo que ha provocado el deterioro paisajístico del sitio.

Los procesos de cambio dentro de la región en donde se encuentra ubicado el SAR se han dado de forma paulatina con el transcurso de los años y principalmente de las actividades antropogénicas que se efectúan en la zona, debido que el municipio de Valle de Bravo se localiza en un área turística por lo que el crecimiento de la población aumenta y por ende la presión sobre los recursos y los ecosistemas naturales.

La presión de la mancha urbana de la zona ha reducido las áreas forestales de la región.

A causa de anterior los ecosistemas se encuentran fragmentados y deteriorados; sin embargo, se mantienen a través del tiempo, las especies que conforman las comunidades van cambiando en función de las pautas, es decir, van siendo reemplazadas unas por otras a lo largo de la sucesión ecológica y el cambio de uso de suelo. Las condiciones físicas y ambientales que proveen de requerimientos a las funcionalidades del ecosistema van cambiando paulatinamente con la perturbación y el conjunto de factores externos que las modifican. Las interacciones cambian y se presentan nuevas comunidades con nuevas especies mejor adaptadas. Un claro ejemplo es la vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino.

En análisis comparativo de flora y fauna, se denota que hay una mayor diversidad en la Microcuenca que en el área del proyecto, por lo que aunado a las medidas de mitigación que se desarrollarán en capítulos posteriores, se mantendrán en la medida de lo posible, las condiciones para que la flora y la fauna se desarrollan plenamente.

Por otra parte, en la región del SAR, la erosión hídrica y eólica es considerada muy ligera, por lo que se puede inferir que aún se encuentra conservada el área, pero no bajo los estándares adecuados.

A causa de lo anterior, el desarrollo del proyecto tiene como uno de sus objetivos respetar las áreas que no se desmontarán, realizando actividades que permitirán el cuidado del bosque.

# CAPÍTULO V

## **IDENTIFICACION, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL**

## CONTENIDO

V.IDENTIFICACION, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.....	2
V.1. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS .....	2
V.1.1. Acciones impactantes sobre el medio ambiente.....	3
V.1.2. Valoración del impacto ambiental.....	5
V.1.2.1. Estimación cualitativa de los cambios generados en el sistema ambiental regional.....	5
V.1.2.2. Estimación cuantitativa de los cambios generados en el sistema ambiental regional .....	10
V.1.3. Técnicas para evaluar los impactos ambientales en la Matriz Ponderada. ....	10
V.1.4. Indicadores de Impacto.....	13
V.1.5. Identificación de los impactos. ....	14
V.2. CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS.....	19
V.2.1. Selección y descripción de los impactos significativos. ....	19
V.2.2. Evaluación de los impactos ambientales.....	19
V.3. VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS. ....	20
V.4. IMPACTOS RESIDUALES Y ACUMULATIVOS.....	25
V.6. CONCLUSIONES. ....	27

## **V. IDENTIFICACION, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.**

### **V.1. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS.**

En atención al artículo 28, fracción XI de la Ley General de equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), al artículo 5 de su reglamento en materia de evaluación de impacto ambiental (REIA), así como a lo establecido en el Título Quinto, Capítulo Primero de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, referente a la autorización para el cambio de uso de suelo. En este capítulo se presenta la identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales que pueden ser generados o inducidos por la ejecución del proyecto "Bosques de Pamejé" y que pueden repercutir de forma benéfica o adversa en los elementos o atributos ambientales del entorno, con el fin de proponer diversas estrategias de manejo o medidas que prevengan al máximo la aparición de impactos ambientales adversos severos, o en su defecto, acciones que los mitiguen o compensen. Esto conforme a lo dispuesto en la fracción V del artículo 13 del REIA de la LGEEPA.

El propósito del capítulo es presentar el análisis puntual de cada una de las acciones a realizar durante la ejecución y operación del proyecto, y su repercusión (impactos) en los elementos que conforman el entorno ambiental del sitio. Todo ello tiene fundamento en el conocimiento de la descripción del proyecto (Capítulo II), las características del Sistema Ambiental Regional (Capítulo IV) y la normatividad aplicable en materia ambiental (Capítulo III).

A partir del análisis integral de la información descriptiva particular, local y regional presentada en los capítulos anteriores (Capítulos II, III y IV), se enlistaron los elementos ambientales y las acciones a realizar, con el propósito de identificar y analizar los impactos positivos y adversos que pudieran derivarse de la ejecución del proyecto "Bosques de Pamejé", ubicado en el municipio de Valle de Bravo, Estado de México.

Para el desarrollo de este capítulo, se consideraron los siguientes puntos:

1. Análisis de la información técnica del proyecto. (Capítulo II)
2. Análisis de la legislación y normatividad aplicable al proyecto. (Capítulo III)
3. Recopilación de información en campo, a partir de la ubicación, identificación y visitas en el sitio; toma de datos, caracterización y cuantificación de variables relacionadas con el medio biótico y abiótico; revisión de la información recopilada en campo en fuentes documentales. (Capítulo IV)
4. Análisis del estado actual del sistema ambiental del área del proyecto. (Capítulo IV).
5. Identificación de los impactos mediante una matriz de causa-efecto, en la cual se contrasta cada una de las actividades a realizar durante la ejecución del proyecto, con los diferentes elementos ambientales que se considera podrían ser modificados. Las actividades

relacionadas con la ejecución del proyecto, con base en su naturaleza, se pueden englobar en dos grandes rubros: preparación del sitio y construcción.

### V.1.1. Acciones impactantes sobre el medio ambiente.

Para detectar los impactos que generará la construcción del proyecto denominado "Bosques de Pamejé", fue necesario considerar en primer lugar las Etapas que comprenderán el Proyecto, así como cada una de las Actividades o Acciones impactantes sobre los Elementos Ambientales susceptibles a recibir impactos. En Capítulo II se abordaron las etapas que comprenden el proyecto y con base se elaboró la Tabla V.1 se mencionan las Etapas de preparación del sitio, construcción y comercialización, así como las Actividades que comprende cada una de éstas.

**Tabla V. 1. Acciones impactantes sobre el medio ambiente.**

<b>Etapas</b>	<b>Actividad</b>
Preparación del Sitio	Desmote, despalme y nivelación
	Excavaciones
Construcción	Urbanización (Drenaje)
	Urbanización (Agua Potable y construcción de cárcamos)
	Urbanización (Red Eléctrica)
	Urbanización (Rasantes)
	Instalación Planta de Tratamiento
	Pruebas Planta de Tratamiento
Comercialización	Venta de lotes

En la identificación de impactos ambientales y sociales se han determinado las fuentes de cambio de uso de suelo (actividades del proyecto) que se desarrollarán durante las distintas etapas y que los generarán. Las principales acciones del proyecto generadoras de impactos son las que se muestran a continuación:

➤ **Etapas de Preparación del sitio.**

En la preparación del sitio se requiere hacer la delimitación de las áreas sujetas a CUSTF.

#### **Desmote, despalme y Nivelación.**

La actividad en inicial bajo este rubro es el retiro de la vegetación de las áreas de trabajo (Desmote). Posteriormente se efectuará el despalme con la finalidad de eliminar cualquier residuo de desmote por donde pasará la vialidad y demás obras contempladas en la etapa de construcción; también tiene por objetivo alcanzar una nivelación correcta para la pavimentación de las vialidades.

Conforme al programa de trabajo, el desmote no será en un solo momento, sino por etapas, en la primera etapa el desmote se realizará durante 8 meses, en la segunda durante los primeros 6

meses, y en las siguientes durante los primeros 4 meses de cada una. Lo mismo ocurrirá con el despalme y la nivelación.

### **Excavación.**

La excavación se llevará a cabo en las áreas de hincado de estructuras necesarias para la instalación de la red eléctrica, para la construcción de la red de drenaje, agua potable y cárcamos.

#### ➤ **Etapas de Construcción.**

### **Construcción de las Redes de drenaje.**

Esta actividad se llevará a cabo con la finalidad de proporcionar la infraestructura de drenaje sanitario y pluvial para el desarrollo. El drenaje sanitario será conducido a la plana de tratamiento y el drenaje pluvial respetará los cauces que transitan por el predio, de modo tal que las aguas pluviales serán canalizadas siguiendo los cauces naturales.

### **Construcción de la Red de Agua Potable y cárcamos.**

La construcción de la red de agua potable y cárcamos ha sido planificada para proporcionar los servicios hidráulicos necesarios para el desarrollo. Se puede encontrar un mayor detalle en de estas obras en el Anexo 25.

### **Construcción de la Línea eléctrica de distribución.**

Esta actividad tiene por objetivo proporcionar la infraestructura de energía eléctrica que proporcionará este servicio al desarrollo. Se puede encontrar un mayor detalle en de estas obras en el Anexo 25.

### **Instalación de una Planta de Tratamiento**

Se construirá una planta de tratamiento de aguas residuales de uso doméstico, tratar las aguas sanitarias domesticas que genere la operación de Bosques de Pamejé. Con esta planta se evitarán descargas de agua residual, pues una vez tratadas se utilizarán para riego. Se puede encontrar un mayor detalle en de estas obras en el Anexo 25.

### **Pruebas de la planta de tratamiento**

Se harán pruebas del funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas con la finalidad de lograr la operación óptima de dicha planta, además de corregir cualquier desviación en las condiciones para la operación. Se puede encontrar un mayor detalle en de estas obras en el Anexo 25.

## **Construcción Barda Perimetral**

Se pretende construir una Barda Perimetral para seguridad de los habitantes de los lotes privados contemplados en el presente proyecto, la finalidad de esta barda es brindar seguridad al desarrollo, a sus futuros residentes y a los visitantes.

### ➤ **Comercialización.**

#### **Venta de lotes**

Consistirá en la venta de lotes para la construcción de casas, villas, casa club, hotel, y amenidades. Estas obras se desarrollarán de acuerdo con proyectos específicos y en concordancia con el Reglamento Interno del Desarrollo (Anexo 24). Se espera que la venta de lotes se lleve gradualmente a lo largo de los cinco años, conforme lo indicado en el Capítulo II, punto II.2.1.

#### **V.1.2. Valoración del impacto ambiental.**

##### **V.1.2.1. Estimación cualitativa de los cambios generados en el sistema ambiental regional.**

El impacto ambiental constituye una alteración significativa del ambiente motivada por las acciones humanas; su trascendencia deriva en la vulnerabilidad territorial. Las metodologías de evaluación de impacto ambiental se refieren a los enfoques desarrollados para identificar, predecir y valorar las alteraciones de una acción. Consiste en reconocer que variables y/o procesos físicos, químicos, biológicos, socioeconómicos, culturales y paisajísticos pueden ser afectados de manera significativa.

Dada la inconveniencia de utilizar una metodología estandarizada y de aplicación universal a todo tipo de proyecto para la identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, los especialistas coinciden en recomendar el diseño de un tipo particular de metodología, en función de las características del proyecto, se recomienda siempre estar acorde a un patrón que integre la identificación, la descripción y la valoración de los impactos.

De acuerdo con lo anterior, la metodología empleada en el presente DTU se basó principalmente en las restricciones de naturaleza ambiental que inciden sobre el proyecto como consecuencia de la normatividad existente, la fragilidad o alteración del sistema ambiental regional y la identificación de los ecosistemas presentes en la zona del proyecto, así como las características del proyecto. Para la identificación y valoración de los impactos se utilizó la Matriz de Interacción, cuyas principales características se presentan en la Tabla V.2

**Tabla V. 2. Técnica utilizada para la estimación cualitativa del Impacto Ambiental (EIA).**

Técnica	Alcances
Matrices de interacción	Esta técnica constituye un proceso cualitativo que permite evaluar las relaciones directas causa-efecto y el grado de interacción que puede existir entre los componentes del proyecto y los factores ambientales susceptibles de ser afectados por el mismo. Las matrices de interacción son herramientas valiosas para la EIA, ya que permiten no sólo identificar y evaluar los impactos producidos por un proyecto, sino valorar cualitativamente varias alternativas de un mismo proyecto y determinar las necesidades de la información para la evaluación y la organización de la misma. Las principales desventajas de esta técnica son: a) no se consideran impactos secundarios o de orden mayor e impactos sinérgicos y acumulativos, b) en la valoración de cada impacto identificado es asignado una misma ponderación en términos de los atributos ambientales definidos (p. ej. magnitud e importancia), c) las matrices con muchas interacciones son difíciles de manejar y d) los valores asignados a los atributos ambientales generalmente son definidos en escalas o valores relativos.

Las matrices son un método cualitativo de evaluación de impacto ambiental, utilizado para identificar el impacto inicial de un proyecto en un entorno natural. Este sistema fue el primero que se utilizó, por Leopold, L., para realizar Estudios de Impacto Ambiental en Estados Unidos en el año de 1971.

Para la elaboración de la matriz de interacción se construyó una tabla de doble entrada: en las columnas se colocaron las acciones del proyecto que pueden alterar el ecosistema y en las filas las características o variables del medio que pueden ser alteradas. Posteriormente se asignó un valor de impacto (descritos en la esquina superior izquierda de la matriz) según el tipo de actividad; y posteriormente se cuantificó y valoraron los impactos. La Tabla V.3 muestra la clasificación cualitativa de impactos de acuerdo a su dirección.

La estimación se caracterizó de la siguiente manera:

- A = Adverso significativo,
- Am = Adverso moderadamente significativo,
- as = Adverso no significativo.
- B= Benéfico significativo,
- bm = Benéfico moderadamente significativo,
- bs= benéfico no significativo.

**Tabla V. 3. Matriz de estimación cualitativa del impacto ambiental según su dirección.**

Medio / factor ambiental	Impactos identificados / actividades del proyecto	Preparación del sitio		Construcción						Comercialización	
		Desmonte, despalme y Nivelación	Excavaciones	Urbanización (Drenaje)	Urbanización (Agua Potable y construcción de cárcamos)	Urbanización (Red Eléctrica)	Urbanización (Rasantes)	Instalación Planta de Tratamiento	Pruebas Planta de Tratamiento	Construcción Barda Perimetral	Venta de lotes
Medio Físico- Químico											
Suelo	Alteración física de las propiedades del suelo por compactación.	Am	Am	A m	Am		Am	Am		Am	
	Alteración de la calidad de los suelos por derrames de hidrocarburos	Am	Am	A m			Am				
	Alteración en la calidad del suelo por residuos sólidos y líquidos	Am	Am	A m						Am	
	Pérdida del suelo por procesos erosivos (erosión hídrica y/o eólica)	A	A	A			Am	Am		Am	
Agua (hidrología superficial y/o subterránea)	Cambios en el patrón de drenaje (velocidad y dirección del flujo)	Am	Am	as			as	as	as		
	Cambios en la calidad del agua por presencia de residuos sólidos y líquidos		as	as	as			as	as		
	Disminución en la calidad del agua por el aporte de contaminantes (derrames accidentales de aceites o combustibles)	as	as	as			as			as	
	Cambios en la calidad del agua por arrastre de partículas de suelo	A	Am	as			as	as	as		

Documento Técnico Unificado del trámite de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad B-Regional  
 “Bosques de Pamejé”

	Disminución de la recarga del acuífero	A	Am					as			
Aire (calidad del aire)	Incremento de gases por combustión de hidrocarburos	Am	Am					as			as
	Incremento de emisiones de material particulado (polvo)	A	A					Am			as
	Incremento de niveles de ruido y vibraciones	Am	Am					Am			as
Paisaje	Cambios en la naturalidad del paisaje (presencia de personal y maquinaria)	Am	Am			Am	Am				Am
	Cambios por incremento de la infraestructura	Am	Am			Am	Am				Am
	Cambios en la naturalidad del paisaje por la presencia de residuos sólidos	as	as			as	as				as
Medio biótico											
Vegetación	Afectación de la vegetación	A	A					A			A
Fauna	Posible atropellamiento de fauna silvestre	Am	Am					Am			Am
	Cambios en las rutas de migración de fauna silvestre	Am	Am					Am			
	Afectación temporal a la fauna silvestre por ruidos y vibraciones	Am	Am					Am			Am Am
Medio Socio económico											
	Incremento de la infraestructura hidráulica y eléctrica			as	B			B	B		
	Incremento de posibilidades de empleo	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	Incremento en el nivel de vida de los habitantes locales			B	B	B	B	B	B	B	
	Molestias a la población por la generación de ruidos, gases y polvo	as	as					as	as		as

En la Tabla V.4. se muestra una simplificación de la matriz presentada en la Tabla V.4., en la cual se identifica el número de impactos ocasionados en cada etapa del proyecto y su magnitud.

**Tabla V. 4. Cuantificación de los impactos.**

Impacto	Símbolo	Número de impactos			Subtotal (%)	Total (%)
		Preparación del sitio	Etapas de construcción	comercialización		
Adverso significativo	A	8	4	0	79.83	10.08
Adverso moderadamente significativo	Am	24	25	1		42.02
Adverso no significativo	as	7	25	1		27.73
Benéfico no significativo	B	2	20	1	19.33	19.33
Benéfico moderadamente significativo	Bm	0	0	0		0
Benéfico Significativo	bs	0	0	0		0
<b>Total</b>		<b>41</b>	<b>74</b>	<b>4</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

#### Cuantificación de los impactos

En la matriz se describen 10 conceptos generadores de impactos y siete componentes ambientales (con 23 diferentes elementos a afectar) susceptibles de recibir los impactos por el desarrollo del proyecto lo que genera un total de 230 interacciones; de las cuales se identifican 119 con posibilidades de ocurrencia por el proyecto.

De las 119 interacciones resultantes entre las actividades y los elementos ambientales, 79.83 % pertenece a los impactos adversos y 19.33 % pertenece a los benéficos.

Es importante aclarar que la mayor parte de los impactos adversos se realizarán en la etapa de preparación del sitio y construcción. Se implementarán acciones preventivas para la protección y conservación de todos los componentes ambientales.

Sin embargo, esta primera identificación y valoración de impactos es general, y por lo tanto no genera un valor preciso en la caracterización y valoración final de los impactos ambientales. De forma complementaria se realizó una valoración específica de los impactos con probabilidad de ocurrencia, clasificados por componente ambiental analizado.

### V.1.2.2. Estimación cuantitativa de los cambios generados en el sistema ambiental regional.

La estimación cuantitativa de los cambios generados en el sistema se llevó a cabo con la metodología de la Matriz Ponderada, considerada por el grupo de evaluadores como la más acertada para poder identificar objetivamente los impactos ocasionados sobre cada componente ambiental e identificar la principal fuente de cambio que los provoca, por lo que esta metodología se aplicó para evaluar el impacto en la realización del proyecto.

Para poder hacer un análisis de los impactos se caracterizaron las condiciones actuales del predio y el SAR, las cuales se muestran a detalle en el Anexo 22.

De acuerdo a lo anterior en la Tabla V. 5 se muestra el resumen en donde se evalúa el Estado ambiental del Estado ambiental del factor respecto a su óptimo (EAFRO) y Unidad de Calidad Ambiental (UCA).

**Tabla V. 5. Estado ambiental del área del proyecto.**

Medio	Factor	EAFRO (en %)	% De contribución con el estado ambiental general	UCA
Físico químico	Suelo	85.3	17.5	17.5
	Agua	55.6	11.4	11.4
	Aire	90.0	18.5	18.5
	Paisaje	75.0	15.4	15.4
Biótico	Vegetación	75.0	15.4	15.4
	Fauna	44.4	9.1	9.1
Socioeconómico		62.5	12.8	12.8
<b>Total</b>		<b>487.8</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

\*EAFRO: Estado Ambiental del Factor Respecto a su Óptimo. UCA: Unidad de Calidad Ambiental.

### V.1.3. Técnicas para evaluar los impactos ambientales en la Matriz Ponderada.

Valorar implica medir y luego traducir esa medida a una unidad que permita establecer comparaciones. La valoración del impacto ambiental consiste en: transformar los impactos medidos en unidades heterogéneas a unidades homogéneas de impacto ambiental, de tal manera que permita comparar alternativas diferentes de un mismo proyecto y aún de proyectos distintos (Conesa 1993).

La evaluación de los impactos ambientales sobre los ecosistemas se sustenta en el conocimiento de sus componentes: físico-químico, biológico y socio-económico; así como de las actividades que se desarrollarán en la fase de preparación de sitio y construcción del proyecto.

En este sentido en la identificación de los impactos ambientales y sociales, se ha optado por tablas de interacción (aspecto – componente), y para su correspondiente evaluación se emplearon criterios. Toda ello converge a lo que la aplicación metodológica sugiere: por una parte, indicadores

de los sistemas ecológicos naturales, y por otra parte las acciones del proyecto en sí, de tal manera que se puedan evaluar las interacciones que se producen entre ambos a fin de tener una idea real del comportamiento de todo el sistema.

El valor del impacto dependerá de la cantidad y calidad del factor afectado, de la importancia o contribución de éste a la calidad de vida en el ámbito de referencia, del grado de incidencia o severidad de la afectación y de las características del efecto expresadas por una serie de atributos que lo describen.

### ➤ Criterios

Los criterios empleados en la evaluación en los factores fueron establecidos de acuerdo con los siguientes atributos signo, intensidad, extensión, persistencia o existencia o permanencia del efecto, periodicidad y recuperabilidad. A continuación, se describen cada uno de los criterios.

**Signo.** - hace alusión al carácter benéfico (+) o perjudicial (-) de los impactos generados por las distintas acciones del proyecto.

**Intensidad.** - se refiere al grado de severidad o destrucción de la acción sobre el factor en el ámbito específico en que actúa; se valora como se indica en la Tabla V.6.

**Tabla V. 6. Valores asignados a la intensidad de los impactos.**

Intensidad (grado de destrucción)	Valor asignado
Baja	1
Media	2
Alta	3
Muy Alta	4

**Extensión.** Se refiere al porcentaje del área respecto al entorno en que se manifiesta el efecto; se valora con la escala que se presenta en la Tabla V.7. Por ejemplo, si la acción produce un efecto muy localizado, se considerará que el impacto tiene un carácter puntual (1); si, por el contrario, el impacto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto teniendo una influencia generalizada el impacto será total (7), considerando las situaciones intermedias, según su gradación, se tiene un impacto parcial (2) y extenso (3).

**Tabla V. 7. Extensión de los impactos ambientales.**

Extensión	Valor asignado
Puntal	1
Parcial	2
Extenso	4

**Persistencia o permanencia del efecto.** Hace referencia a la escala temporal en que tardaría el impacto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales o por medidas correctoras. Se valora como se indica en la Tabla V.8. De esta manera, si la permanencia del impacto tiene lugar durante menos de 1 año, se considera que la acción produce un impacto fugaz, y se asigna un valor de (1); si dura entre 1 y 10 años, se considera temporal (2), y si el impacto tiene una duración superior a 10 años, se califica como un impacto permanente, con un valor de (3).

**Tabla V. 8. Valoración de la persistencia o permanencia de los impactos ambientales.**

Persistencia	Valor asignado
Fugaz	1
Temporal	2
Permanente	3

**Efecto.** Establece la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción; se valora con los criterios establecidos en la Tabla V.9.

**Tabla V. 9. Valoración del efecto de los impactos ambientales.**

Efecto	Valor asignado
Indirecto (secundario)	1
Directo	4

**Periodicidad.** Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto. Bien sea de manera cíclica o recurrente, de forma impredecible en el tiempo o constante en el mismo (efecto continuo); se valora como se especifica en la Tabla V.10.

**Tabla V. 10. Periodicidad de los impactos ambientales.**

Periodicidad	Valor asignado
Irregular	1
Periódico	2
Continuo	4

**Recuperabilidad.** Se refiere a la capacidad de reconstrucción, total o parcial del factor afectado, por medio de la intervención humana (medidas correctoras). En impactos positivos no existe recuperabilidad; se valora de acuerdo con los criterios presentados en la Tabla V.11. Si el impacto es totalmente recuperable, se le asigna un valor de (1) o (2) según lo sea de manera inmediata o a medio plazo; si lo es parcialmente, el impacto es mitigable y se le asigna un valor de (4); cuando el impacto es irrecuperable se le asigna un valor de (8); en el caso de ser irrecuperables, pero existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias, el valor será de (4).

**Tabla V. 11. Recuperabilidad de los impactos ambientales.**

Recuperabilidad	Valor asignado
Recuperable inmediatamente	1
Recuperable a mediano plazo	2
Mitigable	3
Irrecuperable	4

#### **V.1.4. Indicadores de Impacto.**

Un indicador de impacto es un elemento del medio ambiente afectado, o potencialmente afectado, por un agente de cambio. La principal aplicación que tienen los indicadores de impacto es la de comparar alternativas que permiten determinar, para cada elemento del ecosistema, la magnitud de la alteración que recibe. También para estimar los impactos del proyecto permitiendo cuantificar la magnitud de dichas alteraciones.

Con el propósito de detectar los cambios que supongan modificaciones positivas o negativas en la calidad ambiental del entorno, es necesario identificar los factores ambientales susceptibles de ser afectados por el proyecto (indicadores de impacto). En la definición de estos factores se consideró lo siguiente:

- Ser representativos del entorno afectado.
- Ser relevantes (portadores de información sobre la importancia y magnitud del impacto).
- Ser excluyentes.
- De fácil identificación.
- De fácil localización.
- Susceptibles de ser cuantificados.
- Prever la legislación y las exigencias administrativas.

Los componentes ambientales relevantes considerados en la evaluación de los impactos generados por la aplicación del proyecto (indicadores de impacto), son los mismos considerados en la evaluación de la calidad ambiental del ecosistema:

- 1) Calidad del aire
- 2) Agua (Hidrología superficial y/o subterránea)
- 3) Suelo
- 4) Vegetación terrestre
- 5) Fauna
- 6) Paisaje
- 7) Factores socio-económicos

### **V.1.5. Identificación de los impactos.**

Los elementos que constituyen un ecosistema se denominan componentes ambientales; a su vez, los elementos de una actividad que interactúan con el ambiente se identifican como aspectos ambientales (actividades del proyecto). Cuando los efectos de estos aspectos se tornan significativos para el hombre y su ambiente, adquieren la connotación de impactos ambientales.

A continuación, solo se describen los impactos ambientales identificados durante las etapas de preparación y construcción del proyecto de edificación de condominios habitacionales, en apartados posteriores se muestran las matrices descriptivas, en donde se incluyen los valores otorgados a cada uno de los impactos identificados (clasificación y calificación de acuerdo con su magnitud, intensidad e importancia, entre otros criterios). En la Tabla V.11 se muestra la valoración de los impactos ambientales identificadas.

En la identificación de impactos ambientales se han determinado las actividades que se desarrollarán durante las etapas del proyecto. Es importante tener en consideración, que el proyecto se desarrollará en cinco etapas a lo largo de cinco años, de modo tal que las obras y actividades generadoras de impactos se irán dando gradualmente. Conforme lo indica el programa de trabajo presentado en la Tabla II.8 del Capítulo II.

Las acciones del proyecto generadoras de impactos antes descritas, tendrán un impacto sobre el medio Físico Químico, biótico y socioeconómico en los factores Suelo, Agua, Aire, Paisaje, Vegetación y Fauna. En la Tabla V. 12 se presenta los impactos que tendrán las etapas de **Preparación del sitio, Construcción y comercialización.**

**Tabla V. 12 Impactos identificados en las actividades del proyecto en los diferentes medios y factores.**

Medio / Factor ambiental	Impactos identificados / Actividades del proyecto	Preparación del sitio			Construcción						Comercialización
		Desmonte, despalle y Nivelación	Excavaciones	Urbanización (Drenaje)	Urbanización (Agua Potable y construcción de cárcamos)	Urbanización (Red Eléctrica)	Urbanización (Rasantes)	Instalación Planta de Tratamiento	Pruebas Planta de Tratamiento	Construcción Barda Perimetral	Venta de lotes
<b>Medio Físico-químico:</b>											
<b>Suelo</b>	Alteración física de las propiedades del suelo por compactación.	X	X	X	X		X			X	
	Alteración de la calidad de los suelos por derrames de hidrocarburos	X	X	X			X				
	Alteración en la calidad del suelo por residuos sólidos y líquidos	X	X	X						X	
	Pérdida del suelo por procesos erosivos (erosión hídrica y/o eólica)	X	X	X			X			X	
<b>Agua (hidrología superficial y/o subterránea)</b>	Cambios en el patrón de drenaje (velocidad y dirección del flujo)	X	X	X			X	X	X		
	Cambios en la calidad del agua por presencia de residuos sólidos y líquidos		X	X	X			X	X		
	Disminución en la calidad del agua por el aporte de contaminantes (derrames accidentales de aceites o combustibles)	X	X	X			X			X	
	Cambios en la calidad del agua por arrastre de partículas de suelo	X	X	X			X	X	X		
<b>Aire (calidad del aire)</b>	Incremento de gases por combustión de hidrocarburos	X	X				X			X	
	Incremento de emisiones de material particulado (polvo)	X	X				X			X	
	Incremento de niveles de ruido y vibraciones	X	X				X			X	

Medio / Factor ambiental	Impactos identificados / Actividades del proyecto	Preparación del sitio			Construcción						Comercialización
		Desmonte, despalle y Nivelación	Excavaciones	Urbanización (Drenaje)	Urbanización (Agua Potable y construcción de cárcamos)	Urbanización (Red Eléctrica)	Urbanización (Rasantes)	Instalación Planta de Tratamiento	Pruebas Planta de Tratamiento	Construcción Barda Perimetral	
<b>Paisaje</b>	Cambios en la naturalidad del paisaje (presencia de personal y maquinaria)	X	X			X	X			X	
	Cambios por incremento de la infraestructura	X	X			X	X			X	
	Cambios en la naturalidad del paisaje por la presencia de residuos sólidos	X	X			X	X			X	
<b>Medio biótico</b>											
<b>Vegetación</b>	Afectación de la vegetación	X	X				X			X	
<b>Fauna</b>	Posible atropellamiento de fauna silvestre	X	X				X			X	
	Cambios en las rutas de migración de fauna silvestre	X	X				X				
	Afectación temporal a la fauna silvestre por ruidos y vibraciones	X	X				X			X	X
<b>Medio Socio económico</b>											
	Incremento de la infraestructura hidráulica y eléctrica			X	X			X	X		
	Incremento de posibilidades de empleo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Incremento en el nivel de vida de los habitantes locales			X	X	X	X	X	X	X	
	Molestias a la población por la generación de ruidos, gases y polvo	X	X				X	X			X

Para evaluar el impacto que cada actividad del proyecto representa en los factores del ecosistema antes indicados, se enlistaron en cuadros por factor, de este modo cada actividad puede evaluarse cualitativa y cuantitativamente con respecto a cada factor. En cada una de las actividades contempladas por el proyecto y descritas, el efecto puede ser positivo o negativo sobre algún factor en particular.

Los factores ambientales presentan una valoración distinta sobre la importancia, en cuanto mayor o menor sea su contribución a la situación ambiental. Considerando que cada factor representa sólo una parte del ambiente, es importante disponer de un mecanismo en el cual todos se puedan analizar en conjunto para tener una dimensión de la situación general. Por este motivo es necesario llevar a cabo la ponderación de los factores ambientales, teniendo en cuenta la contribución a la situación del ambiente. Con base en estos valores se calcula el Impacto Ambiental Total.

Para cada factor ambiental se establece una medida de importancia relativa al entorno, expresada en Unidades de Importancia (UIP); la asignación de los valores de UIP se puede hacer teniendo en cuenta el criterio del grupo que desarrolla en el presente trabajo.

En la determinación de los factores ambientales y la asignación de las UIP, deben considerarse los criterios anteriormente descritos como indicadores del grado de impacto sobre los componentes del ecosistema.

El impacto que el proyecto produce sobre un factor determinado es función tanto de su magnitud como de su importancia. De manera sistemática se propone determinar la importancia del impacto para su posterior comparación con el escenario original (sitio sin intervenir).

Importancia del impacto: trata de valorar el grado de influencia que tiene una determinada acción sobre un factor en términos de calidad ambiental. La importancia del impacto es representada por un número que se deduce mediante el siguiente modelo:

$$I = + \text{ ó } - (3I + 2EX + PE + EF + PR + MC)$$

Dónde:

I: importancia del impacto

+ ó -: signo del impacto

3I: valor de la intensidad del impacto multiplicado por tres

2EX: valor de la extensión del impacto multiplicado por dos

PE: persistencia

EF: efecto

PR: periodicidad MC: recuperabilidad (no aplica para impactos positivos).

La calificación de la importancia del impacto se calcula con los valores asignados a los atributos. Los valores que se obtienen varían entre 0 y 72. De acuerdo a la calificación el impacto se cataloga como: Irrelevante ( $0 \leq 20$ ), Moderado ( $21 \leq 40$ ), Severo ( $41 \leq 60$ ) o Crítico ( $61 \leq 72$ ) (Tabla V.7).

**Tabla V. 13. Rango considerado para la valoración de importancia del impacto**

Evaluación de factor	
Irrelevante	0≤20
Moderado	21≤40
Severo	41≤60
Crítico	61≤72

Una vez determinados los aspectos (fuentes de cambio), en las tablas de valoración de la Matriz Ponderada (Tabla V.6), se interrelacionan con los factores ambientales de los medios Físico-químico, Biológico y Socio-económico, identificando los impactos positivos y negativos que podrían ser generados por el proyecto y se posteriormente se valoran de manera cualitativa, con base en la importancia de los impactos que cada acción del proyecto genera en el factor ambiental bajo análisis.

La suma ponderada de la Importancia del Impacto ubicada en las columnas permite identificar las acciones con mayor potencialidad para generar impactos (Aquellas que tienen calificaciones negativas altas), las de menor potencialidad para generar impactos (Aquellas que tienen calificaciones negativas bajas) y las benéficas (Aquellas con valores positivos). De esta forma, se puede realizar un análisis de las acciones según los impactos generados sobre los factores ambientales. En este contexto, la suma ponderada de la Importancia del Impacto permite identificar los factores ambientales que soportan, en mayor o menor medida las consecuencias de la actividad considerando su ponderación específica, lo que significa el grado de participación de los factores ambientales en el deterioro del ambiente. Sumando los valores de los impactos en cada factor ambiental se obtendrá la valoración para:

1. El impacto sobre los componentes ambientales.
2. Los impactos sobre las categorías ambientales (subsistemas).
3. Los impactos sobre los sistemas ambientales y
4. El impacto ambiental total causado por el proyecto.

En el Anexo 22 se muestran los valores de impacto otorgados a cada uno de los factores del medio físico-químico, biótico y socioeconómico; en sus diferentes atributos. En la columna final de cada hoja de cálculo del Anexo 22 se presenta el valor del aporte que tiene el impacto por cada una de las actividades contempladas en el proyecto. Estos valores serán considerados en la Matriz de ponderación de impactos, para determinar el grado de afectación por factor en el que repercuten las acciones del proyecto para su posterior análisis e interpretación de resultados, y por consiguiente la propuesta de las medidas de compensación que reduzcan el valor del impacto generado al ecosistema en su conjunto.

## V.2. CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS.

### V.2.1. Selección y descripción de los impactos significativos.

En la -Tabla V.14 se identificaron para todas las actividades del proyecto 16 impactos moderados (color verde); en las actividades de Desmonte, despalme y Nivelación, Excavaciones, Urbanización (rasantes), y Construcción de Barda Perimetral, mismas que afectarán al aire, suelo, agua, paisaje y vegetación.

Tabla V. 14. Identificación y clasificación de impactos ambientales de acuerdo a su Importancia.

	Desmonte, despalme y Nivelación	Excavaciones	Urbanización (Drenaje)	Urbanización (Agua Potable y construcción de cárcamos)	Urbanización (Red Eléctrica)	Urbanización (Rasantes)	Instalación Planta de	Pruebas Planta de	Construcción Barda	Venta de lotes
<b>Suelo</b>										
Pérdida del suelo por procesos erosivos (erosión hídrica y/o eólica)	-23	-23	---	---	---	-23	---	---	-23	---
<b>Agua (hidrología superficial y/o subterránea)</b>										
Disminución de la recarga del acuífero	-29	-22	---	---	---	---	---	---	---	---
<b>Airea (Calidad del aire)</b>										
Incremento de gases por combustión de hidrocarburos	-21	-21	---	---	---	---	---	---	---	---
<b>Paisaje</b>										
Cambios por incremento de la infraestructura	-21	-21	---	---	---	-21	---	---	---	---
<b>Vegetación</b>										
Afectación de la vegetación	-34	-34	---	---	---	-34	---	---	-34	---
<b>Fauna</b>										
	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
<b>Socioeconómico</b>										
	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

### V.2.2. Evaluación de los impactos ambientales.

Con las actividades del proyecto, los factores ambientales y la ponderación de su contribución a la calidad ambiental es posible construir una matriz como la que se muestra en la Tabla V.14. La matriz ponderada contempla la ubicación tanto de las actividades del proyecto (impactantes) como la de

los factores ambientales impactados. De igual manera se muestra una columna de Unidades de Calidad Ambiental (UCA) asignados según la importancia de cada factor.

La Matriz muestra celdillas con subtotales que reflejan el impacto acumulado por cada actividad y para cada componente ambiental específico (físico-químico, biótico o socioeconómico).

### **V.3. VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS.**

El valor absoluto resulta de la suma de los valores de impacto generados por cada actividad y para cada factor ambiental (suma de filas). Esta estimación puede conducir a errores en la interrelación de los impactos pues no siempre los factores más impactados resultan ser los de mayor peso para la calidad ambiental del sistema.

La suma ponderada del valor de impacto en cada interacción nos indicará los factores ambientales que conllevan (en mayor o menor medida) a las consecuencias del funcionamiento de la actividad, considerando su "peso específico" o lo que es lo mismo el grado de participación que dichos factores tienen en el deterioro del medio ambiente.

El modelo de la suma ponderada es función del "peso específico" de un factor sobre los demás, se aproxima suficiente a la realidad medioambiental estudiada.

Los datos con que se alimenta la matriz proceden de:

- 1) Las rejillas de importancia de impacto construidas para cada factor. Los valores corresponden a la importancia del impacto por actividad y para cada factor.
- 2) La asignación de UCAs es función de la tabla comparativa del Estado ambiental del factor respecto a su óptimo (EAFRO, Tabla V.).
- 3) El valor absoluto del impacto es la sumatoria (en filas) de los valores de importancia para cada interacción (factor actividad).
- 4) El valor relativo considera el peso específico de cada factor. Se obtiene dividiendo el valor en UCAs designado al factor correspondiente entre 100 (óptimo ambiental) y multiplicando el resultado por el valor absoluto.

Sumando en forma ponderada el valor del impacto soportado por los diferentes factores, se obtiene el impacto sobre los componentes ambientales, los impactos sobre las categorías ambientales o subsistemas, los impactos sobre los sistemas ambientales y el impacto ambiental total causado por el proyecto.

Una vez establecidas y diseñadas las medidas de mitigación o correctoras que conducirán a reducir los efectos negativos, se determina el impacto final producido por el proyecto. El impacto final tiene

lugar como consecuencia de todas las acciones atribuidas al proyecto, entre las que se incluyen las medidas de mitigación-corrección.

Debe tenerse en cuenta que el valor del impacto total generalmente tiende a disminuir con las medidas de mitigación (hasta llegar a tener valores muy bajos). Sin embargo, ello no significa que el proyecto no tendrá efectos en el ambiente pues se da el caso en que un impacto afecte significativamente a un factor ambiental crítico, o en caso contrario, por tratarse de una obra fija que no contempla el abandono y que los valores de impacto resulten negativos no significa que el proyecto no sea viable, más aun si tomamos en cuenta en este caso particular que se trata de una obra con beneficio social y económico, que repercute de manera directa e indirecta en el desarrollo de una comunidad, siendo una de las prioridades del Gobierno Federal el bienestar de la población.

En la Tabla V.15 se muestra el resumen de la evaluación de los impactos generados por actividad a cada factor del ecosistema y la comparación de la aportación del impacto con su respectiva calidad ambiental (valor relativo del impacto). En cada uno de los factores y parámetros ambientales implicados se muestra el valor del impacto total ponderado.

Tabla V. 15. Matriz ponderada de impactos.

Factores y parámetros ambientales impactados		UCAs	Etapa de ejecución del proyecto											VALOR DEL IMPACTO	
			Preparación del sitio		Construcción						Comercialización	ABSOLUTO	RELATIVO		
			Desmonte, despalle y Nivelación	Excavaciones	Urbanización (Drenaje)	Urbanización (Agua Potable y construcción de cárcamos)	Urbanización (Red Eléctrica)	Urbanización (Rasantes)	Instalación Planta de Tratamiento	Pruebas Planta de Tratamiento	Construcción Barda Perimetral			Venta de lotes	
Físico - químico	Suelo	17.5	-61	-62	-20	-18	0	-52	0	0	-61	0	-274.0	-47.9	
	Agua	11.4	-67	-76	-19	-10	0	-58	18	13	-16	0	-215.0	-24.5	
	Aire	18.5	-55	-55	0	0	0	-48	0	0	-51	0	-209.0	-38.6	
	Paisaje	15.4	-47	-47	0	0	-43	-47	0	0	-43	0	-227.0	-34.9	
	Subtotal	62.7	-230	-240	-39	-28	-43	-205	18	13	-171	0	-925.0	-580.0	
Biótico	Vegetación	15.4	-34	-34	0	0	0	-34	0	0	-34	0	-136.0	-20.9	
	Fauna	9.1	-36	-33	0	0	0	-33	0	0	-24	0	-126.0	-11.5	
	Subtotal	24.5	-70	-67	0	0	0	-67	0	0	-58	0	-262.0	-64.2	
Socioeconómico		6.4	20	8	52	13	-24	-63	-59	36	28	28	39.0	2.5	
	Subtotal	6.4	20	8	52	13	-24	-63	-59	36	28	28	39.0	2.5	
94		Valor del impacto total ponderado											-641.6		
Impacto por acción:			-280	-299	13	-15	-67	-335	-41	49	-201	28			

La comparación de los valores obtenidos (ver Tabla V.12) permite determinar:

### **Análisis de acuerdo a los valores absolutos.**

#### **Paisaje**

El Paisaje es el principal factor que recibirá los impactos de acuerdo con el valor absoluto obtenido (-227.0) por tratarse de un proyecto que implica la nivelación del área donde se construirán los elementos de toda la infraestructura. Además de que la pavimentación de la vialidad, la construcción de obras de drenaje, cunetas, y la construcción de los elementos del proyecto serán obras permanentes, que, si bien no son obras elevadas, si irrumpen con la naturalidad del paisaje.

Durante la ejecución del proyecto, la presencia de personal, maquinaria, polvo en el ambiente, materiales de construcción, etc. denotarán un paisaje interferido y desordenado. Posteriormente será despejada la superficie y se realizarán los acabados necesarios para disminuir la afectación.

#### **Suelo**

De acuerdo con estos valores absolutos, el Suelo presenta un valor de -274.0, debido principalmente al movimiento de tierras y a que no será recuperado en su sitio, además de la erosión y la compactación que se generará con el proyecto. Se ocupará permanentemente la superficie afectada, reduciendo su capacidad productiva, sin embargo, se realizarán medidas de compensación en un área cercana al proyecto.

#### **Aire**

El aire con un valor absoluto de -209.0 principalmente por las emisiones atmosféricas de gases y partículas de polvo, durante todo el periodo constructivo en el que se lleva a cabo el empleo de maquinaria y el tránsito constante de vehículos. Sin embargo, su emisión es fugaz y puede ser mitigable, con base en el cálculo de residuos que se hizo en el capítulo II, apartado II.2.9.

#### **Agua**

El agua con un valor de (-215.0); aunque existen cuerpos de agua permanentes, son contados los puntos en los que tiene contacto la vialidad y los condominios con el mismo, y no existen manantiales o cuerpos de agua que puedan ser afectados, se prevé recibirá un impacto si no se llevan a cabo las actividades cuidadosamente sobre todo por el movimiento de tierras, los posibles derrames de hidrocarburos por la ocupación de la maquinaria y la recarga de combustibles en el sitio de trabajo. Al igual que al quitar la cobertura vegetal, disminuirá la infiltración de agua como se analizó en el Capítulo IV.

El medio biótico será impactado por las actividades del proyecto, debido a que se realizará cambio de uso de suelo en la superficie de construcción de los condominios y las vialidades, además de que la vegetación en el área de influencia indirecta es medianamente abundante, sin embargo, se tiene

una baja la diversidad de especies; son comunes y de amplia distribución por lo que no se ponen en riesgo. Debido a las condiciones de impacto, la fauna local se encuentra adaptada a la presencia humana y no existe una gran diversidad, limitada principalmente por la presencia humana que está muy cercana al área del proyecto, y de caminos o carreteras muy transitadas.

### **El medio socioeconómico**

El medio socioeconómico resulta impactado positivamente, por el nivel de pertinencia del proyecto y la mejora en la comodidad de desplazamiento y calidad de vida de los habitantes además de la derrama económica local y la generación de empleo temporal.

Ahora bien, al ponderar los valores negativos resultantes del impacto con la calidad ambiental actual que cada factor tiene previo a la ejecución del proyecto se obtiene el impacto relativo, que es el impacto final (impacto real) por componente ambiental.

De acuerdo con los resultados obtenidos el impacto ponderado tiene el siguiente orden:

De acuerdo con el porcentaje de contribución a la situación actual del ecosistema el suelo se encuentra en el primer factor impactado por el proyecto según su valor relativo (-274.0). Por la erosión que consecuentemente tendrá y la compactación que se generará a lo largo del proyecto y de manera permanente, ya que no es una obra existente. Esto aunado a los derrames que pudieran ocasionarse le proporciona un valor alto a cho componente.

El Paisaje (-227.0) es el segundo factor mayormente impactado, su afectación se debe a la construcción de infraestructura fija que no pretende ser desmantelada. Se encontraba en el cuarto lugar de contribución a la calidad actual del ecosistema.

El Agua ocupa el tercer lugar de afectación (-215.0), debido a que el camino cruza por un escurrimiento superficial y debido a las actividades que se realicen durante el proyecto de alguna forma pueden afectar dicho escurrimiento que a su vez llevarán los contaminantes hasta el río principal.

El aire (-209.0) es el cuarto factor impactado por las emisiones atmosféricas, pero principalmente por la generación de polvo, y con menor intensidad la generación de ruidos y vibraciones; gran parte de estos impactos son fugases y pueden ser asimilados por el ecosistema en el corto plazo, recuperándose inmediatamente las condiciones actuales y por el tipo de proyecto se estima que posterior a su conclusión la calidad tendrá una mejor condición a la actual.

El medio biótico será el que reciba el menor impacto relativo por la ejecución del proyecto. La vegetación resulta con el valor relativo más bajo (-136.0) ya que se llevará a cabo cambio de uso de suelo.

La fauna silvestre resulta con un valor de (-126.0) ya que por sus hábitos crepusculares es más probable su presencia fuera de los horarios de trabajo, además por el tipo de terrenos que son cercanos al área urbana su presencia es casi nula.

El valor del impacto total ponderado es de (-641.6), que refleja, como era de esperarse, que las acciones del proyecto causarán impactos negativos al ambiente. Sin embargo el resultado seguirá siendo negativo dado que se trata de una obra permanente que implica la construcción de obras permanentes. Esto no significa que el proyecto no sea viable, más bien deberán observarse cuidadosamente los componentes mayormente afectados y sus medidas propuestas, para lo cual se diseñan los indicadores de monitoreo de cada una de las medidas de mitigación y compensación.

#### **V.4. IMPACTOS RESIDUALES Y ACUMULATIVOS.**

Los impactos ambientales generalmente pueden ser mitigados o reducidos con la aplicación de las medidas correctivas que se sugieren. Sin embargo, existen impactos que por la naturaleza del proyecto carecen de medidas de mitigación que aminoren los efectos negativos en el área del proyecto.

Los proyectos que implican la construcción de conjuntos habitacionales, en su mayoría tienden a modificar de manera definitiva el área que ocupan, es decir, no cuentan con una fase de abandono y por ende no existen posibilidades de que esos sitios recuperen la condición ambiental original.

En el proyecto, la modificación a que se refiere el párrafo anterior estará generada básicamente durante la etapa de construcción. Será entonces cuando se modifiquen de manera puntual los elementos del ambiente representados en el sitio.

Con base en el artículo 3 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de Evaluación del Impacto Ambiental se definen:

VII. Impacto ambiental acumulativo: El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente;

VIII. Impacto ambiental sinérgico: Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente;

IX. Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales;

X. Impacto ambiental residual: El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación;

De acuerdo a lo anteriormente descrito se identificaron los siguientes impactos acumulativos y residuales que se generarán con la ejecución del proyecto.

### **Impactos Acumulativos**

- Aumento de los sedimentos en los cauces debido al desmonte de la vegetación.

Al remover la cubierta vegetal, así como el movimiento de tierras el suelo queda expuesto a las condiciones medioambientales, lo que ocasiona que las partículas del suelo sean arrastradas por el viento y al agua, aumentando los sedimentos de los cauces. Este aumento de sedimentos en los cauces se dará gradualmente de acuerdo con las etapas de desmonte, despalme y nivelación y excavación, así como el movimiento de tierras.

- Disminución de la cantidad de agua infiltrada en el área del proyecto debido al desmonte.

La cubierta vegetal es uno de factores que se consideran para el cálculo de la infiltración (Análisis realizado en el capítulo IV) ya que influye de manera directa en la cantidad de agua que se infiltra. La disminución del agua infiltrada se dará gradualmente de acuerdo a las etapas desmonte, despalme y nivelación, así como cuando se terminen de construir las obras del proyecto.

- Modificación del hábitat para las especies animales
- Con la fragmentación de las cubiertas vegetales y la construcción de las obras, se modificará el hábitat de las especies que habitan el área del proyecto y su área de influencia (SAR).

La Modificación del hábitat para las especies animales se dará gradualmente de acuerdo a las etapas desmonte, despalme y nivelación, así como cuando se terminen de construir las obras del proyecto. Es necesario que actualmente la vegetación se encuentra fragmentada y deteriorada.

- Disminución de las especies de fauna presentes en el área del proyecto.

La disminución de las especies de fauna se dará gradualmente de acuerdo a las etapas de desmonte, despalme y nivelación, así como cuando se terminen de construir las obras del proyecto y posteriores este, debido al tránsito de los residentes. Las especies de fauna tenderán a huir debido al ruido de la maquinaria y a la presencia de las personas.

- Las condiciones socioeconómicas locales y regionales se verán modificadas por la generación de empleos en la ejecución del proyecto y posteriores a este último.

La ejecución de las obras requerirá de personal para los trabajos de construcción de las obras y posteriores a estas (mantenimiento de las obras). Debido a la planeación por etapas del proyecto, las condiciones socioeconómicas del área mejorarán, además de que la construcción de la

infraestructura eléctrica e hidráulica permitirá que viviendas aledañas al proyecta puedan tener con una mayor facilidad estos servicios.

- Mayor tránsito vehicular en el área de del proyecto.

Cuando el proyecto se encuentra en la etapa de comercialización (venta de lotes), el área será transitada por un mayor número de personas, por ser un área que se poblará.

### **Impactos residuales**

- Disminución de las especies de fauna silvestre presentes en el área del proyecto.

La disminución de las especies de fauna se dará debido a la ejecución de las etapas de desmonte, despalle y nivelación, así como cuando se terminen de construir las obras del proyecto y posteriores este, debido al tránsito de los residentes y la cantidad de especies presentes en el área no aumentarán a pesar de que se realicen medidas de mitigación debido a la fragmentación de su hábitad.

- Efecto en la estética del área, debido primero a la pérdida de vegetación, luego a la infraestructura y por último a la construcción de las casas habitacionales.

Por la naturaleza del proyecto, el paisaje se verá modificado considerablemente a pesar de que se realicen las medidas de mitigación correspondientes.

Con base a lo antes enunciado, las medidas sugeridas de compensarán o mitigarán que se ejecutarán en mediano y corto plazo los impactos ambientales generados a los factores fauna, vegetación, aire, agua e incluso paisaje en un área degradada correspondiente al Santuario del Agua Valle de Bravo.

### **V.6. CONCLUSIONES.**

Con base en la información de gabinete y la evaluación de la calidad del sistema ambiental respecto a su óptimo potencial (Tabla V. 5 y Anexo 22) se tiene evidencia de que las presencias de asentamientos humanos dispersos han originado cambios en la naturalidad del paisaje área de influencia del proyecto, por el establecimiento de casas habitación en las colindancias del camino, así como el cambio el cambio de usos de suelo para actividades como la agricultura y la ganadería.

Como el lector recordará, el proyecto consiste en la lotificación e infraestructura del predio Bosques de Pamejé para generar los servicios habitacionales necesarios y mejorar la calidad de vida de los colonos que deseen comprar los lotes privados. El proyecto se ejecutará en cinco etapas a lo largo de 5 años, por lo que la ocurrencia de los impactos será gradual de acuerdo a las actividades que se abordaron en el presente Capítulo y en el Capítulo II.

Debido a que este proyecto generará un deterioro, por la apertura de brechas y compactación de suelos, se llevarán a cabo medidas de mitigación ambiental. La fragmentación del hábitat no fue

considerada como un impacto debido a que el paisaje ya se encuentra afectado por la actividad antropogénica. El impacto que se generará con la ejecución del proyecto, principalmente será sobre el aire, suelo, paisaje y agua; es preciso indicar que se ha considerado dejar una superficie como área verde que precisamente servirá como corredor biológico para la fauna silvestre.

Respecto a las especies que se encuentren en la NOM 059-SEMARNAT-2010, como se explicó en el Capítulo IV, dentro del área del proyecto sólo se encontró una especie de fauna (*Passerina ciris*) y ninguna especie de flora, por lo que se le dará prioridad a las especies enlistadas en la NOM 059-SEMARNAT-2010.

El impacto social que genera la construcción del proyecto, es considerado como positivo y de aceptación media, tomando en cuenta que se contribuirá con el desarrollo social del municipio de Valle de Bravo y demás localidades cercanas, al proporcionarles mejores condiciones en calidad de vida y economía por la generación de empleos directos y la derrama económica que se efectuará. A nivel local se creará una derrama económica por la contratación de mano de obra para la realización del proyecto, así como por la provisión de servicios como alimentación y hospedaje a los operadores.

Si bien es cierto que el proyecto producirá un impacto ambiental considerado como irreversible, éste se distribuye a lo largo de la poligonal y es minimizado notablemente al proponer unas medidas de mitigación ambiental. Otras actividades como la construcción de obras de drenaje y tratamiento de aguas residuales domésticas favorecerán la disminución de impactos sobre el factor hídrico, mejorando por mucho sus condiciones actuales. La pavimentación mejorará las condiciones del ambiente al disminuir la generación de polvo, mejorará la calidad del aire y la calidad en la vegetación residual.

Es necesario mencionar que los impactos residuales afectan en gran medida la calidad paisajística del área debido a la naturaleza propia del proyecto, sin embargo, como se ha abordado en capítulos anteriores, uno de los objetivos del proyecto es que este se desarrolle en armonía con la naturaleza a fin de afectarla mínimamente, considerando que todas a las actividades de ejecución del proyecto se harán en apego a la normatividad abordada en el Capítulo III.

La metodología empleada en la evaluación del estado ambiental del factor respecto a su óptimo (EAFROs) y la asignación de las Unidades de Calidad Ambiental (UCAs) representan las valoraciones del impacto, resultado de un proceso reflexivo, pero a la vez dinámico donde se incluyen los efectos benéficos de las medidas de mitigación.

La aplicación de las medidas de mitigación de impactos ambientales generará beneficios positivos a los factores mayormente afectados y el programa de vigilancia ambiental ayudará a la correcta ejecución de dichas medidas y poder corregirlas o modificarlas, si los resultados esperados no son satisfactorios.

# CAPÍTULO VI

## **JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO**

**CONTENIDO**

<b>VI.JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO .....</b>	<b>3</b>
<b>VI.1 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA .....</b>	<b>3</b>
<b>VI.1.1. Análisis comparativo del IVI Predio vs SAR del componente Flora .....</b>	<b>3</b>
<b>VI.1.2. Análisis comparativo del IVI Predio vs SAR del componente Fauna .....</b>	<b>9</b>
<b>VI.1.3. Análisis comparativo de los cálculos de Erosión Hídrica y Eólica con y sin proyecto del componente Suelo .....</b>	<b>10</b>
<b>VI.1.4. Análisis comparativo de los cálculos de Infiltración con y sin proyecto del componente Agua .....</b>	<b>13</b>
<b>VI.2. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA .....</b>	<b>15</b>
<b>VI.3. JUSTIFICACIÓN SOCIAL .....</b>	<b>18</b>

## VI. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable establece que el cambio de uso del suelo en terrenos forestales sólo puede autorizarse por excepción considerando el supuesto que a la letra dice:

*Artículo 117.- “La Secretaría sólo podrá autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo...”*

Con base en lo anterior, en el presente capítulo se integra un análisis, con el fin de brindar los elementos necesarios que den sustento a la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales en una superficie de **53.352** ha para el desarrollo del proyecto denominado “**Bosque de Pamejé**”. Con el objetivo de solicitar la autorización se toman como base los siguientes argumentos:

1. No se comprometerá la biodiversidad.
2. No se provocará la erosión de los suelos.
3. No se provocará el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación, y
4. Que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo.

De forma complementaria a la documentación técnica presentada en este documento, estos cuatro planteamientos se analizarán en los términos técnicos que a continuación se indican.

### VI.1 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA

El proyecto **Bosque de Pamejé** se pretende desarrollar en un ambiente natural en donde las actividades que se llevarán a cabo no afectarán significativamente los ecosistemas naturales ya que el diseño atiende a las regulaciones ambientales contempladas en el Capítulo III de este documento, por lo que se anticipa que la ejecución del proyecto no comprometerá la biodiversidad, ni provocará erosión significativa de los suelos, ni el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación.

#### VI.1.1. Análisis comparativo del IVI Predio vs SAR del componente Flora

En el Capítulo IV se explicó de manera detallada el método de muestreo empleado en el área propuesta para cambio de uso de suelo, así como el sistema ambiental, para ambos casos se muestreó el estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo. En la Tabla VI.1 se presenta la comparación del índice de valor de

importancia para los estratos mencionados en el predio y el SAR.

**Tabla VI. 1. Índices de valor de importancia del estrato arbóreo en el SAR y del área del Proyecto.**

Estrato arbóreo					
No.	Especie	Área de cambio de uso de suelo		Sistema ambiental	
		Densidad (Ind/ha)	Índice de Valor de Importancia Ecológico (IVIE)	Densidad (Ind/ha)	Índice de Valor de Importancia Ecológico (IVIE)
1	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	12	9.634	6	8.246
2	<i>Alnus jorulensis</i> Humboldt, Bonpland & Kunth	1	4.874	1	8.697
3	<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	3	11.001	6	9.352
4	<i>Buddleja cordata</i> Kunth	3	14.677	0	8.782
5	<i>Clethra mexicana</i> DC	5	11.793	3	9.287
6	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch. (	2	5.960	0	7.936
7	<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.	0	2.273		
8	<i>Meliosma dentata</i> (Liebm.) Urb.	13	12.378		
9	<i>Passiflora incarnata</i> L.	0	2.043		
10	<i>Pinus douglasiana</i> Martínez	35	28.555	11	17.019
11	<i>Pinus greggi</i> Engelm. ex Parl.	15	13.417	3	6.494
12	<i>Pinus leiophylla</i> Schl. & Cham.	5	8.077	8	15.604
13	<i>Pinus montezumae</i> Lamb.	50	45.882	71	57.540
14	<i>Pinus patula</i> Schiede ex Schlttdl. & Cham.	11	8.293	13	12.415
15	<i>Pinus pseudostrobus</i> Lindl.	4	15.412	0	4.475
16	<i>Pinus teocote</i> chied. ex Schlttdl. & Cham.	14	12.539	23	22.679
17	<i>Quercus castanea</i> Née	86	57.385	47	47.996
18	<i>Quercus glaucoides</i> M.Martens & Galeotti	10	16.594	5	7.641
19	<i>Quercus insignis</i> M.Martens & Galeotti	3	6.751		
20	<i>Quercus laurina</i> Bonpl	7	8.918	13	12.650
21	<i>Quercus rugosa</i> Née	1	3.543	4	8.670
22	<i>Cupressus lucitanica</i> Mill			0	5.065
23	<i>Quercus laeta</i> Liebm.			2	5.794
24	<i>Carpinus caroliniana</i> Walter			9	10.870

Estrato arbóreo					
No.	Especie	Área de cambio de uso de suelo		Sistema ambiental	
		Densidad (Ind/ha)	Índice de Valor de Importancia Ecológico (IVIE)	Densidad (Ind/ha)	Índice de Valor de Importancia Ecológico (IVIE)
25	<i>Prunus serotina</i> Ehrh.			3	7.228
26	<i>Cleyera integrifolia</i> (Benth.) Choisy			1	5.562
<b>Total</b>		<b>279</b>	<b>279</b>	<b>228</b>	<b>228</b>

Al realizar el análisis comparativo en el estrato arbóreo se encontró que en área del proyecto hay algunas especies que no se encuentran en el sistema ambiental, y viceversa, ya que hay cuatro especies que no se registraron como presentes el área de cambio de uso de suelo.

De manera general se puede mencionar que, de acuerdo con los valores de importancia, el sistema ambiental tiene casi los mismos componentes del área de interés, y la diferencia existente se pretende compensar con la implementación del programa de rescate y reubicación en conjunto con actividades de reforestación. En la reforestación se seleccionarán las especies con mayor importancia y las que no se registraron en el sistema ambiental (Tabla VI.2).

**Tabla VI. 2. Índices de valor de importancia del estrato arbustivo en el SAR y Del área del Proyecto.**

Estrato arbustivo				
Especie	Área de cambio de uso de suelo		Sistema ambiental	
	Densidad (Ind/ha)	Índice de Valor de Importancia Ecológico (IVIE)	Densidad (Ind/ha)	Índice de Valor de Importancia Ecológico (IVIE)
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	11	6.77	11	89.55
<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	22	20.81	59	22.64
<i>Baccharis conferta</i> Kunth	11	9.66	11	5.45
<i>Baccharis salicifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	15	13.18	7	3.04
<i>Begonia gracilis</i> Kunth	37	17.03	26	9.74
<i>Cestrum roseum</i> (Vahl) R.Br.	15	29.67		
<i>Clethra hartwegii</i> Britton	4	4.14	26	11.46
<i>Clethra mexicana</i> DC	7	7.99	4	4.26
<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.	15	24.62	4	2.38
<i>Lepechinia caulescens</i> (Ortega) Epling	18	13.08	29	10.40
<i>Pinus douglasiana</i> Martínez	18	10.24	4	2.39
<i>Pinus montezumae</i> Lamb.	15	7.36	4	2.40
<i>Pinus psedostrobis</i> Lindl.	22	16.24	7	3.09
<i>Pinus teocote chied. ex Schltl. &amp; Cham.</i>	18	10.69		

Estrato arbustivo				
Especie	Área de cambio de uso de suelo		Sistema ambiental	
	Densidad (Ind/ha)	Índice de Valor de Importancia Ecológico (IVIE)	Densidad (Ind/ha)	Índice de Valor de Importancia Ecológico (IVIE)
<i>Prunella vulgaris L.</i>	18	15.26	26	8.01
<i>Quercus castanea Née</i>	136	58.21	99	48.99
<i>Quercus glaucoides M.Martens &amp; Galeotti</i>	41	15.28		
<i>Quercus laurina Bonpl</i>	18	13.82	22	6.51
<i>Solanum myriacanthum Dunal</i>	11	5.97	7	5.46
<i>Ternstroemia lineata D.C</i>			22	7.67
<i>Meliosma dentata (Liebm.) Urb.</i>			15	4.36
<i>Asplenium praemorsum Sw.</i>			4	2.39
<i>Prunus serotina Ehrh.</i>			7	4.83
<i>Archibaccharis serratifolia (Kunth) S.F.Blake</i>			77	18.97
<i>Cleyera integrifolia (Benth.) Choisy</i>			26	8.13
<i>Rubus ulmifolius Schott</i>			7	3.05
<i>Pinus patula Schiede ex Schldl. &amp; Cham.</i>			63	14.85
<b>Total</b>	<b>453</b>	<b>300</b>	<b>567</b>	<b>300</b>

Al realizar el análisis comparativo en la vegetación del estrato arbustivo se encontró una diferencia en del sistema ambiental con respecto al área el proyecto (Tabla VI.3). Se puede mencionar que en la ejecución del programa de reforestación se tomarán en cuenta estos datos para poder conservar las mismas condiciones y a mediano plazo recuperar la diversidad que será afectada.

**Tabla VI. 3. Índices de valor de importancia del estrato herbáceo en el SAR y del área del Proyecto.**

Estrato Herbáceo					
No.	Especie	Área de cambio de uso de suelo		Sistema ambiental	
		Densidad (Ind/ha)	Índice de Valor de Importancia Ecológico (IVIE)	Densidad (Ind/ha)	Índice de Valor de Importancia Ecológico (IVIE)
1	<i>Lepechinia caulescens (ortega) Epling</i>	5,040	34		
2	<i>Acer negundo L.</i>	398	7.07	1,857	13.89
3	<i>Adiantum andicola Liebm.</i>	531	11.49		
4	<i>Aristida schiedeana Trin. &amp; Rupr.</i>	6,234	49.56	14,589	49.26
5	<i>Asplenium praemorsum Sw.</i>	133	3.66		
6	<i>Begonia gracilis Kunth</i>	15,915	62.97	3,316	22.61

Estrato Herbáceo					
No.	Especie	Área de cambio de uso de suelo		Sistema ambiental	
		Densidad (Ind/ha)	Índice de Valor de Importancia Ecológico (IVIE)	Densidad (Ind/ha)	Índice de Valor de Importancia Ecológico (IVIE)
7	<i>Bouteloua curtipendula</i> Griff.	2,387	28.47		
8	<i>Bouvardia ternifolia</i> (Cav.) Schltl.	265	4.68	796	7.44
9	<i>Caesalpinia decapetala</i> (Roth) Alston	663	11.07	1,326	6.52
10	<i>Cleyera integrifolia</i> (Benth.) Choisy	1,459	20.28	398	6.73
11	<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.	265	11.39	1,989	22.16
12	<i>Lathyrus odoratus</i> L.	398	5.71		
13	<i>Melissa officinalis</i> L.	398	5.03		
14	<i>Oxalis tetraphylla</i> Cav.	1,326	12.25	1,989	15.65
15	<i>Penstemon campanulatus</i> (Cav.) Willd.	2,520	23.71	2,653	22.01
16	<i>Polypodium subpetiolatum</i> Hook.	398	5.03		
17	<i>Smilax moranensis</i> M. Martens & Galeotti	133	3.66		
18	<i>Dryopteris carthusiana</i> (Vill.) H.P. Fuchs			12,202	29.52
19	<i>Lepechinia caulescens</i> (ortega) Epling			1,326	14.31
20	<i>Salvia elegans</i> Vahl			4,907	14.81
21	<i>Asplenium praemorsum</i> Sw.			2,918	19.09
22	<i>Bromus carinatus</i> Hook. & Arn.			928	15.17
23	<i>Prunella vulgaris</i> L.			1,459	12.68
24	<i>Oxalis jacquiniana</i> Kunth			265	3.12
25	<i>Polypodium madrense</i> J. Sm.			2,387	19.92
26	<i>Caesalpinia platyloba</i> S. Watson			531	5.10
<b>Total</b>		<b>38,463</b>	<b>300</b>	<b>55,836</b>	<b>300</b>

En el estrato herbáceo se encontró una diversidad similar entre el área del proyecto y el sistema ambiental; sin embargo, hay una diferencia entre las especies, pero si se toma como referencia que todo el Sistema Ambiental comparte el mismo tipo de vegetación y que de acuerdo con las condiciones

climáticas, no se comprometerá de manera alguna las especies presentes en el área del proyecto respecto a las del SAR. Aun así, las especies que no fueron registradas en el SAR se tomarán en consideración para el programa de reforestación y el de reubicación de especies.

### Índice de diversidad

En cuanto al índice de diversidad, se estimó el Índice de Shannon-Wiener y Simpson, el cual se basa en la probabilidad de encontrar un determinado individuo en un ecosistema, lo anterior, con la finalidad de determinar la representatividad de las especies por afectar con la remoción de la vegetación forestal por el desarrollo del proyecto.

Se estimaron los índices de diversidad de cada uno de los estratos del ecosistema por afectar (Bosque de pino), realizando la comparación de los valores obtenidos a nivel CUSTF con los obtenidos a nivel SAR.

Los datos obtenidos del índice de Shannon-Wiener y Simpson por estratos se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla VI. 4. Índices de Diversidad y Equitatividad (Anexos 7 y 12).**

	Estrato arbóreo		Estrato arbustivo		Estrato herbáceo	
	CUSTF	SAR	CUSTF	SAR	CUSTF	SAR
Riqueza específica (S)	21	22	19	24	17	18
Índice de Shannon-Wiener (H)	2.281	2.259	2.55	2.718	1.944	2.355
Diversidad máxima (H max)	3.045	3.091	2.944	3.178	2.833	2.89
Equidad de Pielou (J)	0.749	0.731	0.866	0.855	0.686	0.815
Diferencia diversidad	0.763	0.832	0.394	0.46	0.89	0.535

Con base en los datos presentados anteriormente y en la Tabla VI.4, en general la riqueza específica en el SAR para la vegetación de Bosque de Pino es de 22 especies en el estrato arbóreo, 24 especies en el estrato arbustivo, 18 especies de herbáceas; mientras que en el área de CUSTF es de 21, 19 y 17 especies respectivamente. Es decir, el SAR tiene mayor riqueza específica en el estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo.

se observa que en el SAR los índices de diversidad de Shannon- Wiener en los cuatro estratos analizados siempre son mayores que los del área de CUSTF.

En cuanto a la equitatividad de especies en el SAR como lo muestra la Tabla VI.4, en el estrato herbáceo se tuvo una distribución de especies mayor con respecto a los valores obtenidos en el área de CUSTF, mientras que, en el resto de los estratos, el CUSTF se presentaron valores mayores que en los presentados en el SAR.

Finalmente, de acuerdo con los resultados obtenidos, la información indica que la mayoría de las especies registradas en el área de cambio de uso de suelo se encuentran representadas en SAR. Y de acuerdo con

los índices de diversidad (riqueza específica, diversidad de Shannon- Wiener y equitatividad de Pielou) antes descritas de las comunidades vegetales para cada unidad de análisis, el SAR presenta mayor riqueza y diversidad de especies con respecto al área de CUSTF.

Por lo tanto, se concluye que el área del SAR presenta una composición florística con variabilidad mayor con respecto al área de CUSTF, por lo que la ejecución del proyecto no compromete la diversidad.

Con base en los resultados de las especies de flora, se concluye que éstas no se comprometen con el cambio de uso de suelo, sin embargo, en el presente estudio, para mitigar el impacto que se ocasiona al ecosistema, se proponen como medidas de mitigación, la ejecución del programa de rescate y reubicación de las especies de vegetación que serán afectadas y un programa de reforestación. Así mismo, las especies que serán afectadas por el desarrollo del proyecto, se encuentran ampliamente distribuidas en la microcuenca, concluyendo que seguirá existiendo germoplasma de dichas especies, de tal manera que se asegura su persistencia.

#### VI.1.2. Análisis comparativo del IVI Predio vs SAR del componente Fauna

La fauna silvestre está relacionada con el tipo de ecosistema y los daños o perturbaciones que los afecten en menor o mayor grado, ya sea de origen natural o antropogénico, por lo que para contar con elementos que permitan comparar la diversidad y la abundancia de las especies, se realizó un muestreo de campo a nivel predio y SAR.

Para demostrar la no afectación a la diversidad de fauna se presentan los datos incluidos en la Tabla VI.5, resultante del muestreo en campo y cuya metodología se describió en el desarrollo del Capítulo IV:

**Tabla VI. 5. Índices de Diversidad y Equitatividad (Anexos 8 y13).**

	Ornitofauna		Mastofauna		Herpetofauna	
	SAR	Proyecto	SAR	Proyecto	SAR	Proyecto
<b>Riqueza específica (S)</b>	26	14	8	5	7	3
<b>Índice de Shannon-Wiener (H)</b>	<b>3.187</b>	<b>2.527</b>	<b>2.025</b>	<b>1.523</b>	<b>1.841</b>	<b>0.974</b>
<b>Diversidad máxima (H máx.)</b>	3.258	2.639	2.079	1.609	1.946	1.099
<b>Equidad de Pielou (J)</b>	0.978	0.957	0.974	0.946	0.946	0.887
<b>Diferencia diversidad</b>	0.072	0.112	0.054	0.086	0.105	0.124

Con los resultados anteriores, se puede deducir que el grupo faunístico más representativo de la zona fue el grupo de ornitofauna, con una riqueza específica de 26 especies en el área del SAR y 14 en el Área del Proyecto, por lo que se puede afirmar que riqueza específica en el área del SAR es más abundante que en el Área del Proyecto. En el caso del índice de diversidad de Shannon- Wiener se aprecia que la ornitofauna es el grupo que alcanza una diversidad alta dentro del SAR y una diversidad media en el área del Proyecto, mientras que los grupos de mastofauna y herpetofauna presentan una diversidad media en la SAR y una diversidad baja en el área del Proyecto, siendo más uniforme los datos de la ornitofauna

para ambas zonas estudiadas.

Como se puede observar los tres grupos faunísticos muestreados presentan una mayor riqueza, e índice de diversidad de Shannon- Wiener en el SAR.

De las especies encontradas en el área de estudio, con base en la multicitada NOM-059-SEMARNAT-2010 *Passerina ciris* (Colorín Sietecolores) es la única especie que se encontró en al área de CUSTF, que tiene una categoría de riesgo de Protección especial (No Endémica).

Como medida de protección a la fauna potencialmente presente dentro y alrededor del área de estudio se realizarán programas de ahuyentamiento de fauna y rescate de aquellos individuos que así lo ameriten, en especial se pondrá énfasis en las especies que tengan una categoría en la NOM- 059, además que se respetarán áreas para la anidación de las especies de ornitofauna.

Con base en los resultados respecto a las especies de fauna silvestre se concluye que estas no se comprometen con el cambio de uso de suelo, ya que las especies encontradas a nivel predio se distribuyen en el SAR. Sin embargo, el presente estudio propone medidas de mitigación con la finalidad de no poner en riesgo su permanencia en el ecosistema, al respecto se proponen las siguientes medidas de mitigación: llevar a cabo un programa de protección y rescate de fauna silvestre (ahuyentamiento y reubicación) y en caso de ser necesario, reubicación de ejemplares faunísticos de lento desplazamiento, así como nidos. Prohibir la colecta, caza, captura, consumo y comercialización de flora y fauna y la remoción de la vegetación.

Por lo anteriormente expuesto y con base en las medidas de mitigación de impactos ambientales propuestos, se concluye que el proyecto Bosques de Pamejé no afectará la biodiversidad del lugar.

### **VI.1.3. Análisis comparativo de los cálculos de Erosión Hídrica y Eólica con y sin proyecto del componente Suelo**

Para dar seguimiento a los puntos necesarios para la autorización excepcional del cambio de uso de suelo, uno de los argumentos consiste en que no se provocará la erosión de los suelos, para lo cual cabe destacar lo siguiente:

El desarrollo del proyecto, mismo que implica el desmonte y desplante, se realizará de manera programada y por frentes de trabajo con la finalidad de mantener la mayor parte del tiempo posible la vegetación en su sitio para evitar la exposición innecesaria del suelo al efecto erosivo de la precipitación y otros agentes.

Con el propósito de estimar la cantidad de suelo que actualmente se pierde en el área sujeta a cambio de uso de suelo y con el objeto de dar cumplimiento al criterio de excepción referente a no provocar la erosión de suelos, se utilizó la metodología de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo, con la cual se

estimó la erosión en tres escenarios diferentes para la superficie forestal que ocupará el proyecto: pérdida de suelo actual sin proyecto, pérdida de suelo con la ejecución del cambio de uso de suelo en terrenos forestales y erosión con la implementación de obras de conservación de suelos cuyo proceso de cálculo se detalla en el Capítulo IV.

Actualmente en el área de CUSTF por efecto de la lluvia se pierden 33.01 toneladas de suelo por año y por el efecto erosivo del viento se pierden 1.41 toneladas de suelo anualmente en el sitio, posterior a ello fue indispensable determinar la cantidad de suelo que se perdería al realizar la remoción de la vegetación, dando como resultado que por la ejecución del Proyecto la pérdida de suelo se incrementa en 14,820.47 toneladas por erosión hídrica y de 973.92 toneladas por erosión eólica por año, por tanto, se realizarán las medidas de mitigación y conservación necesarias que permitan contrarrestar el impacto generado. Como soporte del análisis presentado se recomienda revisar Anexos 9 y 10.

Respecto al agua que se infiltra actualmente es de 195,519.96 m<sup>3</sup> por año y con la ejecución del proyecto sería de 149,060.35 m<sup>3</sup>, reduciendo la cantidad de 46,459.60 m<sup>3</sup>. Para estimar la cantidad de agua que potencialmente se infiltra en un área determinada se utilizó el manual de instrucciones de estudios hidrológicos realizado por las Naciones Unidas, donde proponen la ecuación señalada en el Capítulo IV para el análisis del coeficiente de infiltración aparente, que corresponde a la fracción de lluvia que aparentemente se infiltra (Anexo 11).

Como ya se indicó, se realizó un análisis comparativo sobre la pérdida de suelo a causa de la infiltración y la resultante después de haber realizado el CUSTF. Para esto, cada uno de los casos se denominó como “Escenario 1” y “Escenario 2”, respectivamente, adicionalmente se presenta el “Escenario 3” en donde se definió la cantidad a mitigar.

En la Tabla VI.6 se presenta el **Escenario 3. Comparación de la pérdida de suelo por erosión hídrica y eólica del área de CUSTF en la situación actual y una vez realizado el Proyecto** con los datos de la intersección de valores de los factores R, K, LS y C, que, al ser multiplicados de acuerdo con la EUPS, se permitió obtener la erosión en ton/ha/año.

**Tabla VI. 6. Erosión hídrica en el área de CUSTF antes y después del establecimiento del proyecto (Anexo 9).**

Tipo de vegetación	Superficie del CUSTF (ha)	Volumen total de erosión hídrica (ton)		Volumen total de erosión hídrica a mitigar (ton)
		Sin proyecto	Con proyecto	
Bosque de pino	53.352	33.01	14,853.48	14,820.47
<b>Total</b>	<b>53.352</b>	<b>33.01</b>	<b>14,853.48</b>	<b>14,820.47</b>

Como conclusión, se tiene que una vez efectuado el CUSTF, el volumen de suelo que se podría perder a causa de la lluvia aumentaría en 14,820.47 toneladas por año. El incremento considera que la vegetación residual será la correspondiente a una superficie con cobertura escasa.

Sin embargo, vale la pena resaltar que se llevarán a cabo las medidas preventivas y mitigatorias necesarias para contrarrestar los efectos negativos en el recurso suelo. Con este propósito se realizarán obras de conservación de suelos, correspondientes a bordos de tierra a curvas de nivel que se describen a detalle en el programa de conservación y restauración de suelos que se anexa en el presente estudio.

## Erosión Eólica

### Escenario 3: Comparación de la pérdida de suelo del área de CUSTF en la situación actual y una vez realizado el proyecto.

En la Tabla VI.7 se presenta el resumen de la erosión eólica del suelo en el área de CUSTF en el escenario actual, con el proyecto y el volumen a mitigar.

**Tabla VI. 7. Erosión eólica en el área de CUSTF antes y después del establecimiento del proyecto (Anexo 10).**

Tipo de vegetación	Superficie del CUSTF (ha)	Volumen total de erosión eólica (ton)		Volumen total de erosión eólica a mitigar (ton)
		Sin proyecto	Con proyecto	
Bosque de pino	53.352	1.41	975.326	973.92
<b>Total</b>	<b>53.352</b>	<b>1.41</b>	<b>975.326</b>	<b>973.92</b>

El empleo de las medidas de mitigación propuestas considera la disminución de los volúmenes de pérdida de suelo, por lo que se reducirá la erosión en dicha superficie. Cuando se lleve a cabo el desmonte y el despalle de las áreas se dejará al suelo desnudo, por lo que la susceptibilidad crecerá exponencialmente, es por este motivo que se realizarán las medidas de mitigación contempladas con el propósito de evitar la erosión de los suelos y el nivel de erosión se estabilizará reduciendo incluso los niveles actuales.

Con base en el análisis de la información proporcionada por el interesado, el área del proyecto presenta un grado de erosión Muy baja tanto para la erosión hídrica y eólica, el cual se incrementa con la remoción de la vegetación forestal, que cambiará de 33.01 a 14,853.48 toneladas por año para erosión hídrica y para la erosión eólica pasará de 1.41 a 975.326 toneladas anualmente.

De acuerdo con los cuadros de resumen de erosión hídrica y eólica presentados anteriormente, la estimación de la erosión durante el cambio de uso de suelo equivale a una pérdida de **15,794.38**, toneladas al año, la cual será recuperada con las medidas de mitigación propuestas por el promovente, como es el programa de reforestación y conservación de suelo, misma que recuperará **15,810** toneladas de material edáfico cuyas especificaciones se presentan en el Anexo 15 y en el Programa de Conservación de Suelo.

Por lo anterior, con base en la argumentación expresada y las consideraciones arriba señaladas, se considera acreditada la segunda de las hipótesis normativas establecidas por el artículo 117, párrafo primero de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, en cuanto a que con esto ha quedado

técnicamente demostrado que, con el desarrollo del proyecto de cambio de uso de suelo en cuestión, **no se provocará la erosión de los suelos.**

#### VI.1.4. Análisis comparativo de los cálculos de Infiltración con y sin proyecto del componente Agua

Respecto al agua que se infiltra, para estimar la cantidad de agua que potencialmente se infiltra en un área determinada, el manual de instrucciones de estudios hidrológicos realizado por las Naciones Unidas, proponen la ecuación mencionada en el Capítulo IV para el análisis del coeficiente de infiltración aparente, que corresponde a la fracción de lluvia que aparentemente se infiltra.

**Escenario 3: En este apartado se presenta la comparativa de los valores de infiltración antes y después de realizar el cambio de uso de suelo**

Existe una disminución en la capacidad de infiltración una vez realizado el cambio de uso de suelo con respecto a la cantidad de agua que se infiltra en las condiciones actuales, como se observa en la Tabla VI.8.

**Tabla VI. 8. Diferencias en infiltración en las condiciones actuales y una vez hecho el CUSTF (Anexo 11).**

Tipo de vegetación	Infiltración en condiciones actuales (m <sup>3</sup> /año)	Infiltración después del CUSTF (m <sup>3</sup> /año)	Volumen de infiltración que se reducirá con el CUSTF (m <sup>3</sup> /año)
Bosque de pino	195,519.96	149,060.35	46,459.60
<b>Total</b>	<b>195,519.96</b>	<b>149,060.35</b>	<b>46,459.60</b>

De los **195,519.96** m<sup>3</sup>/año de infiltración en condiciones actuales de uso de suelo se reducirán **46,459.60** m<sup>3</sup>/año de agua una vez que se realice el cambio de uso de suelo. Por esta razón en el proyecto se proponen medidas que logren compensar la disminución de la infiltración ocasionada por la remoción de la cobertura vegetal. Para compensar dicho impacto se propone la construcción de obras de conservación de suelo que consistirán en tinas ciegas, las cuales se detallan en el programa de conservación de suelo y agua, el cual se presenta en el Anexo 16.

**Con medidas de mitigación.** El volumen de **46,459.60** m<sup>3</sup>/año, se deberá recuperar con la implementación de las medidas de prevención y mitigación que se proponen, con las cuales se estima captar un volumen de 46,475 m<sup>3</sup> de agua. Para dicho fin se considera la ejecución de un programa de conservación de suelos de agua y reforestación. El objetivo de dicha reforestación es de brindar una protección al suelo, así como mitigar la disminución de la superficie forestal por el CUSTF, la reforestación fungirá como una zona de captación y recarga hidrológica.

La calidad de agua no se verá afectada debido a que el promovente plantea las siguientes medidas: se colocarán sanitarios móviles para los trabajadores con mantenimiento continuo, se colocarán botes para disposición temporal de los desechos orgánicos e inorgánicos para su posterior traslado a los basureros o rellenos sanitarios que cuenten con autorización como sitios de disposición final, se llevará a cabo un

programa de mantenimiento de la maquinaria por el tiempo que dure la obra, el cual se realizará fuera del área del Proyecto y para eliminar la vegetación del sitio no se usarán productos químicos que pudieran contaminar el agua.

Por lo anterior, con base en las consideraciones arriba expresadas, se estima que se encuentra acreditada la tercera de las hipótesis normativas que establece el artículo 117, párrafo primero de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, en cuanto que con éstos ha quedado técnicamente demostrado que el desarrollo del Proyecto de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, **no provocará el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación.**

#### **VI.1.5. Actividades de Restauración de suelos y reforestación**

Con base en el panorama anterior, se realizarán obras de conservación de suelo y captación de agua, así como las actividades de reforestación en dos polígonos de una superficie de 54.99 y 107.01 ha, localizados en el SAR, y dentro del área que comprende el ANP estatal Santuario del Agua Valle de Bravo.

Con el Programa de Manejo y Conservación de Suelos (Anexo 18) se espera mitigar la erosión de al menos 15,794.38 ton/año, en el área de cambio de uso del suelo que es de **53.352** ha, para esto se realizarán un total de 2,635 tinas ciegas con una longitud de 20 metros cada una y un espaciamiento de 2 metros entre bordos, logrando retener con estas obras un total 15,810 toneladas de suelo, cantidad superior a la que se pierde por el CUSTF.

Respecto al agua que se dejaría de infiltrar se construirá un total de 9,295 zanjas trincheras o tinas ciegas de 20 metros de largo, 0.5 metros de ancho y 0.5 metros de profundidad que captarán un total de **46,475 m<sup>3</sup>** durante 5 eventos de lluvia, es decir 9,295.00 m<sup>3</sup> de agua por evento de lluvia, superior a lo que se tiene estimado que se dejaría de infiltrar (**46,459.6 m<sup>3</sup>**).

Las especificaciones de los cálculos de número de obras, así como sus detalles técnicos y la localización de los dos polígonos de compensación con el listado de coordenadas de los puntos de inflexión de los mismos se muestran en el Anexo 18. De igual manera, en el Anexo 16 se presenta las especificaciones de las actividades de reforestación, así como las especies que se reforestarán.

#### **VI.1.6. Obras de estabilización de Taludes**

Como unas de las actividades para mitigar la erosión en el área del proyecto, se realizará las obras de estabilización empleando los criterios que se describen a continuación.

En general se deberán usar criterios de taludes de corte y terraplén que permitan mantener el ángulo de reposo estable para el material en el que se está realizando la obra; tratando de usar valores lo más pegados al ángulo de reposo del material en estado natural. Así mismo, estos taludes serán congruentes con el desarrollo del paisaje.

Para determinar la inclinación de los taludes propuestos, se utilizará el criterio de Janbù, buscando utilizar factores de seguridad mayores a 2.0.

De manera general, para terracerías, plataformas y vialidades concebidos en el proyecto, se recomiendan taludes 2:1 (horizontal: vertical) y como protección para evitar la erosión del material, se deberán cubrir con una capa vegetal de 20 cm. de espesor mínimo o chapeo de mampostería con fragmentos de roca.

Para cortes con alturas menores de 2.00 m. se podrían realizar cortes temporales a 90 grados y posteriormente desarrollar el sistema de retención de suelos. Para alturas mayores se deberá utilizar el ángulo de inclinación que corresponda entre 70 y 55 grados y posteriormente desarrollar los sistemas de retención del suelo.

## VI.2. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA

**Para demostrar que el uso alternativo propuesto será más productivo a largo plazo se presentan los siguientes argumentos:**

Como se menciona en el Capítulo II del presente documento, el proyecto **Bosques de Pamejé** ha sido cuidadosamente planificado para lograr una relación de equilibrio armónico entre el proyecto y los recursos naturales presentes en el predio; con base en el objetivo de lograr la congruencia del proyecto con los ordenamientos ecológicos y áreas naturales protegidas que inciden en la zona.

Con la ejecución del proyecto se ofrecerán productos inmobiliarios: Lotes donde construir casas y villas con alto grado de diseño y visión de respeto a la naturaleza y al entorno, cuya zona se encuentra inmersa en un ambiente con predominancia de actividades turísticas o de planificación turística. En este sentido en la implementación del proyecto se estima una derrama económica como inversión para la construcción, equipamiento y operación por un monto cercano a los \$ 387.2 millones de pesos para la construcción de la infraestructura.

Con el propósito de comparar y de comprobar que el uso que se le pretende dar al terreno será más productivo a largo plazo, se hace el siguiente análisis económico.

Por un lado, se estimó el costo de los bienes y servicios que brinda el ecosistema, en el área de CUSTF esto se hará para un plazo de 20 años. El costo unitario se tomó en base a la valoración presentada en el Capítulo II y a continuación se presenta la tabla resumen de dicha estimación (Tabla VI.9).

**Tabla VI. 9. Estimación total de los bienes y servicios ambientales del área de CUSTF (Anexo 21)**

Recursos biológicos forestales	Cantidad a intervenir	Valor económico estimado (\$)
Vegetación maderable (estrato arbóreo y	21,434 individuos	\$5,191,640.60

arbustivo)			
Vegetación no maderable (estrato herbáceo)		2,052,044 individuos	\$2,052,043.54
No maderables	Tierra de monte (suelo producto de la erosión hídrica y eólica)	15,794.38 ton (14,820.47 ton por la erosión hídrica y 973.92 ton por la erosión eólica)	\$8,213,079.89
Fauna Ornitofauna (124 individuos) Mastofauna (78 individuos) Herpetofauna (126 Individuos)		328 individuos	\$20,818.61
Servicios ambientales	Hidrológicos (agua)	46,459.60 m3	\$516,166.21
	Captura de carbono (CO2)	1,317.79 ton	\$136,414.65
<b>Total</b>			<b>\$16,130,163.50</b>

Con estos costos de referencia se realizó una proyección a 20 años para estimar el costo total de los bienes y servicios que el ecosistema brindará en ese periodo de tiempo, resultado un costo total de 245.606 millones de pesos (\$ M.N.), como se detalla en la Tabla (VI.10). Cabe mencionar que para la proyección se considera la actualización de los precios anuales tomando en cuenta una inflación promedio anual de 3 %, esto de acuerdo con la calculadora de inflación de INEGI que se puede consultar en el siguiente link: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/indiceprecios/CalculadoraInflacion.aspx> (05/08/17).

Tabla VI. 10. Estimación de los costos a 20 años de los bienes y servicios en área de CUSTF (\$ M.N.).

Año	Vegetación	Fauna	Suelo	Agua	CO2	Total Anual
1	\$7,243,684.14	\$20,818.61	\$8,213,079.89	\$516,166.21	\$136,414.65	\$16,130,163.50
2			\$8,459,472.28	\$531,651.19	\$140,507.09	\$9,131,630.56
3			\$8,713,256.45	\$547,600.73	\$144,722.30	\$9,405,579.48
4			\$8,974,654.14	\$564,028.75	\$149,063.97	\$9,687,746.87
5			\$9,243,893.77	\$580,949.61	\$153,535.89	\$9,978,379.27
6		\$23,941.40	\$9,521,210.58	\$598,378.10	\$158,141.97	\$10,301,672.05
7			\$9,806,846.90	\$616,329.44	\$162,886.23	\$10,586,062.57
8			\$10,101,052.31	\$634,819.33	\$167,772.81	\$10,903,644.45
9			\$10,404,083.88	\$653,863.91	\$172,806.00	\$11,230,753.78
10			\$10,716,206.39	\$673,479.82	\$177,990.18	\$11,567,676.39
11		\$27,532.62	\$11,037,692.58	\$693,684.22	\$183,329.88	\$11,942,239.30
12			\$11,368,823.36	\$714,494.75	\$188,829.78	\$12,272,147.89
13			\$11,709,888.06	\$735,929.59	\$194,494.67	\$12,640,312.32
14			\$12,061,184.70	\$758,007.48	\$200,329.51	\$13,019,521.69
15			\$12,423,020.24	\$780,747.70	\$206,339.40	\$13,410,107.34
16		\$31,662.51	\$12,795,710.85	\$804,170.13	\$212,529.58	\$13,844,073.07
17			\$13,179,582.18	\$828,295.23	\$218,905.47	\$14,226,782.88
18			\$13,574,969.64	\$853,144.09	\$225,472.63	\$14,653,586.37

Año	Vegetación	Fauna	Suelo	Agua	CO2	Total Anual
19			\$13,982,218.73	\$878,738.41	\$232,236.81	\$15,093,193.96
20		\$35,462.01	\$14,401,685.29	\$905,100.57	\$239,203.91	\$15,581,451.78
<b>Total</b>						<b>\$245,606,725.52</b>

Los costos de vegetación ya no se tomaron en cuenta después del año 1, debido a que el periodo de regeneración de la vegetación de pino es superior a el lapso de 20 años. Con respecto a la fauna, se consideró la regeneración de la población de individuos cada cinco años, a excepción del año 20.

### Ingresos del Proyecto

Como se mencionó anteriormente, los proyectos residenciales y de usos mixtos en nuestro país generan una derrama de recursos importante para la economía del mismo; se considera que generan cerca de 450 mil millones de pesos para este año (<http://www.oronoticias.com.mx/nota/194121/Venta-de-viviendas-generara-derrama-economica-por-450-mil-mdp>) y esta cifra es solo para el sector de vivienda.

Considerando que Valle de Bravo represente un 1% del total del mercado de vivienda la generación por la zona sería cercana a 4,500 millones. El Proyecto de “Bosques de Pamejé”, y suponiendo que el próximo año se generara la misma derrama económica en la zona, participaría con un valor cercano al 30% de la derrama económica de la zona. Con la información de referencia anterior se hizo la estimación de lo que representara la derrama económica de la venta de condominios en el proyecto Bosques de Pamejé (Tabla VI.11).

**Tabla VI. 11. Ingresos del proyecto**

Concepto	Valor (M.N.)
Ingreso total estimado (municipio)	\$4,500,000,000.00
Participación del Proyecto (30%)	\$1,350,000,000.00
Ingresos estimados a SHCP en un horizonte de 20 años (16% IVA)	<b>\$290,200,044.48</b>

Se considera que el beneficio directo que tendrá la población del presente proyecto será con el monto económico que ingrese como impuestos a la Secretaría de Hacienda, para que pueda ser utilizado en la mejora de los servicios públicos de la población local. Al igual que al costo de los bienes y servicios ambientales, se consideró una tasa de 3 % anual por concepto de la inflación promedio estimada

A continuación, en la Figura VI.1 se hace la comparación del valor monetario de ambos conceptos.

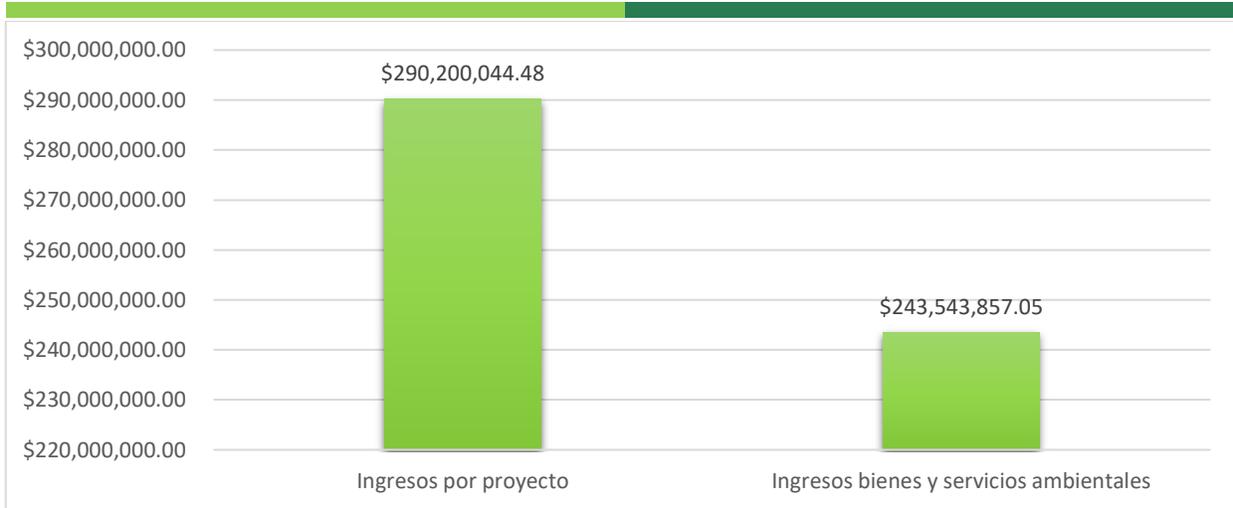


Figura VI. 1. Comparación valor monetario en un periodo de 20 años

A partir del análisis anterior, se puede concluir que el uso que se le pretende dar a la superficie que se solicita para cambio de uso suelo, será más productivo de lo que es con el uso que actualmente tiene ya que habrá un mayor desarrollo e ingresos a lo zona a largo plazo, por lo que se da cumplimiento al Artículo 117 de la presente Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, lo demuestra que la actividad es más productiva a corto, mediano y largo

### VI.3. JUSTIFICACIÓN SOCIAL

Uno de los objetivos del Proyecto Bosques de Pamejé, descritos en el Capítulo II, es que el Proyecto sea incluyente en el desarrollo de la sociedad aledaña generando empleos y probando que la realización de un desarrollo habitacional puede ser respetuoso del bosque y del medio ambiente *in situ* pretendiendo aumentar el desarrollo turístico/habitacional sostenible, integrándose a su entorno natural, permitiendo fortalecer el turismo y las actividades comerciales del municipio de Valle de Bravo, apoyando con ello de manera importante el desarrollo y crecimiento económicos de la entidad y la región.

El desarrollo del Proyecto Bosques de Pamejé, motivo del presente estudio, durante las primeras etapas de desarrollo, el proyecto constituirá una alternativa de empleo para los habitantes de Avándaro y Valle de Bravo, e ingresos para los negocios en donde se obtenga el material necesario para la construcción, operación y mantenimiento; además que el hotel, la Casa Club y Amenidades, que se desarrollarán en el futuro por parte de terceros, serán una fuente de ingresos, ya que para su buen funcionamiento requerirá de personal laboral, activando la economía del lugar por las entradas y salidas que se generarán durante su servicio.

La ejecución de proyectos de bienes raíces representa por sí misma un beneficio económico que se refleja tanto en la generación de empleos como en la activación de la economía a través de la venta, renta y compra de insumos para la construcción y operación de los desarrollos. La inversión que representa la construcción del proyecto Bosques de Pamejé, será parte representativa del mantenimiento de la

economía de la zona. Aun considerando que se trata de un proyecto que durará un periodo corto (5 años), los beneficios son claros. En la Tabla VI.12 se desglosa el número de jornales que se emplearán durante la ejecución del proyecto en sus diferentes etapas.

**Tabla VI. 12. Generación de empleo por categoría y fase en el proyecto “Bosques de Pamejé”.**

Categoría	Cantidad	Total de Jornadas Fase 1 (18 meses)	Total de Jornadas Fase 2 (12 meses)	Total de Jornadas Fase 3,4 y 5 (10 meses cada una)
Peón	35	14,580	9,720	24,300
Cabo	5	2,082	1,388	3,470
Albañil	25	4,740	3,160	7,900
Fontanero	14	2,790	1,860	4,650
Mecánico	3	630	420	1,050
Carpintero	6	270	180	450
Operadores de maquinaria pesada	5	942	628	1,570
Chofer	7	1,050	700	1,750
Almacenista	2	525	350	875
Estadaletero	2	375	250	625
Topógrafo	2	420	280	700
Sobrestante	2	525	350	875
Secretaria/Asistente	2	525	350	875
Ingeniero	3	810	540	13,50
<b>Total</b>	<b>113</b>	<b>30,264</b>	<b>20,176</b>	<b>50,440</b>

El número total de jornales que se demandará para el periodo de 5 años es de 100,880 que se verán reflejados en una cantidad importante de empleos.

Así mismo, se continuará con la generación de empleos directos e indirectos durante las etapas de operación y mantenimiento con lo que asegurará la permanencia de una parte de la población que tiende a migrar, por lo que los beneficios sociales y económicos continuarán desarrollándose por un largo periodo de tiempo.

Por otra parte, los nuevos proyectos presentan conceptos innovadores, en donde un aspecto a resaltar es la integración al ambiente que lo rodea, con el fin de evitar mayores afectaciones, por lo que el valor de la propiedad juega un papel importante en el tipo de desarrollo que se establece en la esta zona, los proyectos habitacionales con alto grado de diseño y visión de respeto a la naturaleza y al entorno se pueden considerar de menor impacto ambiental en relación de los grandes desarrollos hoteleros en los que se requiere una mayor demanda de recursos y generación de más impactos al ambiente.

Adicionalmente, el proyecto producirá obligaciones fiscales que serán ingresadas a las arcas federales,

estatales y municipales. Dichos ingresos se transformarán posteriormente en recursos destinados a programas de desarrollo social, con lo cual se contribuirá al crecimiento de la región y de la entidad.

Respecto a la derrama económica, durante este año eventos como la salida del Reino Unido de la Unión Europea (Brexit), el primer año de ejercicio de gobierno del presidente de los Estados Unidos, caídas en los precios del petróleo y los movimientos en las tasas de interés de la Reserva Federal y del Banco de México hicieron que los mercados financieros presentaran desplomes, y la incertidumbre se apoderó de las personas.

Es un hecho que los mercados financieros viven cierta incertidumbre al estar envueltos en proyecciones que auguran que se alcanzarán máximos históricos para el tipo de cambio. En este escenario destinar capital a bienes raíces es una excelente manera de protegerse ante los cambios drásticos económicos.

Con base en las consideraciones arriba expresadas, se encuentra acreditada la cuarta hipótesis normativa establecida por el Artículo 117, párrafo primero, de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, en cuanto que con estas ha quedado técnicamente demostrado que el uso alternativo del suelo que se propone es el más productivo a largo plazo.

# CAPÍTULO VII

## **ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL**

---

## CONTENIDO

VII. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.....	3
VII.1 DESCRIPCIÓN DE LA ESTRATEGIA O SISTEMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN .....	3
VII.1.1. Clasificación de las medidas de mitigación.....	3
VII.1.2. Agrupación de los impactos de acuerdo con las medidas de mitigación propuestas .....	6
VII.2 PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL.....	23
VII.2.1. Programa de rescate, reubicación y reforestación de flora silvestre. (Anexo 16) .....	24
VII.2.2. Programa de Ahuyentamiento y Rescate de Fauna silvestre (Anexo 17). .....	24
VII.2.3. Programa de Manejo Integral de los Desechos Sólidos y Líquidos. ....	25
VII.2.4. Programa de Obras de Conservación y Restauración de Suelo y Agua (Anexo 18): .....	26
VII.3 SEGUIMIENTO Y CONTROL (MONITOREO) .....	27
VII.4 INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS PARA FIANZAS .....	41
VII.5 ESTIMACIÓN DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN CON MOTIVO DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO. ....	43
VII.5.1. Costos de la adquisición de planta .....	45
VII.5.2 Costo de la actividad de reforestación .....	45
VII.5.3 Costo de las actividades de reposición de planta. ....	46
VII.5.4 Costo de las actividades de mantenimiento .....	47
VII.6. INDICADORES DE ÉXITO .....	47
VII.6.1. Costo total de las actividades de restauración .....	51

## VII. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

En este capítulo se darán a conocer el diseño y el programa de ejecución o aplicación de las medidas, para prevenir, eliminar, reducir y/o compensar los impactos adversos que el proyecto o el conjunto de proyectos pueden provocar en cada fase y etapa de su desarrollo (preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y abandono).

### VII.1 DESCRIPCIÓN DE LA ESTRATEGIA O SISTEMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN

#### VII.1.1. Clasificación de las medidas de mitigación

Prevenir, paliar, mitigar o corregir el impacto ambiental, significa introducir medidas preventivas y/o correctoras con el fin de anular, evitar o compensar los efectos negativos que las acciones derivadas del proyecto producen sobre el medio ambiente en el sitio de construcción y su entorno.

Estas medidas pueden dirigirse al agente causante del impacto para mejorar su comportamiento ambiental, o al medio receptor para aumentar su capacidad de reacción ante alteraciones extremas, y aumentar la resistencia en merma de sus características para paliar los efectos una vez producidos. De manera general se establece la siguiente tipología:

- Medidas preventivas: actúan sobre fuentes de cambio (acciones del proyecto) para prevenir el impacto sobre los componentes ambientales.
- Medidas correctoras: actúan sobre impactos recuperables
- Medidas compensatorias: actúan sobre impactos recuperables e inevitables de algún modo contrapesan la alteración del factor.

La valoración de las medidas de mitigación que se proponen se llevó a cabo con la misma metodología con la que fueron evaluados los impactos. Se calcula la importancia del impacto reemplazando el criterio de recuperabilidad, ya que los impactos positivos no son recuperables, empleando en su lugar el criterio de costo por la introducción de cada medida propuesta.

En la tabla siguiente se muestra el aporte derivado de la introducción de medidas de mitigación y corrección a los impactos más notables. El impacto derivado de estas medidas se restó al valor del impacto relativo (total); así tenemos:

$$(-681.9) + (561) = -120.9 \text{ es el valor del impacto final.}$$

Considerando el valor adquirido como impacto ambiental final del proyecto, se tiene que las medidas propuestas pueden reducir significativamente los efectos negativos originados por las actividades del proyecto. Dado que algunos de los impactos son negativos únicamente durante el periodo de construcción y desaparecerán inmediatamente al concluirse la actividad y posteriormente durante la etapa de operación se mejorarán enormemente muchas de las condiciones que prevalecen actualmente, como la calidad del agua que al escurrir sobre cunetas

revestidas ya no ocasionará la erosión, dejará también de levantarse polvo de la superficie de rodamiento por el pavimento. La calidad paisajística en temporada de secas se verá favorecida al presentar la vegetación circundante sin estar cubierta de polvo; sin embargo, la permanencia de obras civiles fijas modifica la naturalidad del paisaje.

**Tabla VII.1 Matriz para estimar el impacto positivo derivado de la introducción de las medidas de prevención, mitigación y correctivas.**

Introducción de medidas de mitigación y correctivas por factor	Atributos del impacto							Importancia del impacto/actividad
	Signo	Intensidad	Extensión	Persistencia	Efecto	Periodicidad	Costo*	
<b>Suelo</b>								
Se segregarán las áreas sin obra, al paso de personas, acopio de materiales, y paso de maquinaria, evitando al máximo la compactación en superficies adicionales a las contempladas en el proyecto.	+	2	2	2	1	4	3	20
Protección del suelo ante el derrame de hidrocarburos durante la actividad de abasto de combustibles y su remediación inmediata en caso de derrames accidentales.	+	8	1	1	4	2	1	34
Se limpiará de desperdicios y se escarificará el suelo compactado en el CUSTF donde será colocada la maquinaria a utilizar	+	4	1	2	4	1	1	22
Se proponen obras de conservación de suelos para mitigar la erosión provocada por el despalme y excavación a cielo abierto	+	4	4	2	1	4	2	29
Se proponen áreas de restauración y reforestación	+	8	4	3	1	2	2	40
<b>Subtotal</b>								<b>145</b>
<b>Agua</b>								
Realizar las actividades de preparación del sitio (trazo y excavación) cuando no exista escurrimiento (en temporada de estiaje).	+	4	4	2	4	2	1	29
Las reparaciones, mantenimiento y abasto de combustibles se harán alejados de cualquier escurrimiento tomando las medidas necesarias para evitar derrames que ocasionen contaminación a la hidrología superficial y subterránea.	+	8	2	4	4	1	1	38
Los residuos líquidos sanitarios serán manejados por el contratista o la empresa que brinde el servicio de sanitarios móviles.	+	4	2	2	4	2	1	25
Evitar el vertido de cualquier sustancia al suelo o escurrimientos y mantener libre de residuos sólidos el área del proyecto.	+	2	1	1	1	1	3	14
Se proponen obras de captación de agua	+	4	4	2	1	2	2	27

Introducción de medidas de mitigación y correctivas por factor	Atributos del impacto							Importancia del impacto/actividad
	Signo	Intensidad	Extensión	Persistencia	Efecto	Periodicidad	Costo*	
<b>Subtotal</b>								<b>133</b>
<b>Aire</b>								
Se evitará el movimiento de tierra, a fin de evitar su dispersión cuando existan fuertes ráfagas de viento.	+	8	2	2	4	2	2	38
El control de las emisiones se efectuará empleando maquinaria en buenas condiciones y que cumplan con las Normas respectivas, revisándolas previo a la realización del proyecto	+	4	2	4	4	2	1	27
Queda prohibida la extensión de las jornadas de trabajo en actividades que provoquen ruidos excesivos y se constituyan en una molestia para los habitantes y fauna silvestre.	+	2	2	1	4	1	3	19
<b>Subtotal</b>								<b>84</b>
<b>Paisaje</b>								
Emplear las áreas estrictamente necesarias para el proyecto, evitando utilizar patios de descanso o accesos adicionales que impliquen cambios en la condición actual del paisaje, sobre todo en las áreas consideradas como Áreas Verdes.	+	2	2	4	1	2	1	18
Colocación de recipientes rotulados para la disposición separada de residuos sólidos dentro del área del proyecto a fin de evitar su dispersión no controlada, facilitar su recolección, transporte y disposición final.	+	2	1	2	4	2	2	18
Evitar a toda costa, el abandono de materiales de construcción o de excavaciones, al concluir el proyecto.	+	2	2	1	1	2	3	17
Evitar colores llamativos o infraestructura que contraste significativamente en el entorno, preferentemente que no sobresalga de la vegetación.	+	1	2	4	1	4	2	18
<b>Subtotal</b>								<b>71</b>
<b>Vegetación</b>								
Planificar el movimiento de materiales, evitando la alteración innecesaria del entorno inmediato de las obras.	+	1	2	4	1	2	3	17
Se proponen áreas de restauración y reforestación	+	4	4	3	1	2	2	28
<b>Subtotal</b>								<b>45</b>
<b>Fauna</b>								

Introducción de medidas de mitigación y correctivas por factor	Atributos del impacto							Importancia del impacto/actividad
	Signo	Intensidad	Extensión	Persistencia	Efecto	Periodicidad	Costo*	
Evitar el movimiento de maquinaria y la emisión de fuertes ruidos dentro del horario de descanso de la fauna silvestre (crepuscular), ajustando estas actividades a jornadas de trabajo en horas adecuadas.	+	2	4	1	4	2	2	23
Señalización de los pasos de fauna, sobre el camino (vialidades) mediante letreros informativos a los usuarios de la vialidad y demás servicios habitacionales que se pretenden construir a fin de conservar y proteger a la fauna que se averigüe en las Áreas Verdes, y de esta manera tomen precauciones y eviten desplazar a la fauna residente.	+	4	4	4	1	4	1	30
Se hará rescate y ahuyentamiento de fauna silvestre	+	4	2	2	4	1	1	30
<b>Subtotal</b>								<b>83</b>
<b>Total aportado</b>								<b>561</b>

\*Costo: Bajo (3), Medio (2), Alto (1)

### VII.1.2. Agrupación de los impactos de acuerdo con las medidas de mitigación propuestas

En el proyecto se generarán impactos de todo tipo como ya fue indicado en apartados anteriores, y las medidas propuestas se enfocan a atender de manera particular el impacto ocasionado. Por lo tanto, es más comprensible la agrupación de medidas a aplicar por componente ambiental (en el que se incluyen las acciones del proyecto que ocasionan), toda vez que el análisis del sistema y la valoración de las medidas propuestas, se desarrolló también por componente ambiental.

- Hidrología superficial y/o subterránea

El mejoramiento de las vialidades y construcción de condominios implica ejecutar actividades de nivelación y movimiento de tierras. Esta actividad generará el incremento de los niveles de erosión debido a que el suelo quedará totalmente desprotegido, por lo que con la escorrentía superficial se causará erosión. Así también se acatarán las siguientes actividades preventivas y de mitigación que implican el movimiento de tierras dentro y fuera de los escurrimientos:

Medidas preventivas

- Realizar las actividades de preparación del sitio (trazo y excavación) cuando no exista escurrimiento (en temporada de estiaje).

- Las reparaciones, mantenimiento y abasto de combustibles se harán alejados de cualquier escurrimiento tomando las medidas necesarias para evitar derrames que ocasionen contaminación a la hidrología superficial y subterránea.

Aunque en el sitio del proyecto (área del CUSTF) solo se cruza una corriente de agua superficial, se tomarán en cuenta las siguientes medidas a fin de protegerla:

#### Medidas de mitigación

- Los residuos líquidos sanitarios serán manejados por el contratista o la empresa que brinde el servicio de sanitarios móviles.
- Evitar el vertido de cualquier sustancia al suelo o escurrimientos y mantener libre de residuos sólidos el área del CUSTF a la hora de la etapa de construcción.
- Se proponen obras de captación de agua

Dichas medidas de mitigación se proponen debido a que haciendo una correcta instrumentación se puede mitigar el impacto que provocarán sobre dicho componente. Específicamente, la infiltración y calidad del agua en un área de compensación cercana al CUSTF, lo que a largo plazo mejorará las condiciones ambientales de dicha área indirectamente.

- Calidad del aire

El aire es uno de los factores que presenta mejores características en el sistema ambiental actual y sobre el que recaen gran parte de los impactos por las actividades de construcción. El acarreo y la nivelación son generadores de polvo por lo que serán de mayor observancia sobre todo en zonas próximas a los asentamientos humanos. El impacto de su acción en una franja de 50m alrededor de la construcción y de las vialidades será de carácter temporal. Considerando que este impacto es recuperable y reversible, se prevé que estas emisiones pueden controlarse. Por lo tanto, obliga en todo momento al contratista a poner especial atención en este apartado y en apego a lo que establece la NOM. Atendiendo las siguientes medidas:

#### Medidas preventivas

- Se evitará el movimiento de tierra, a fin de evitar su dispersión cuando existan fuertes ráfagas de viento.

Una vez vaciados los materiales los camiones volverán a cubrirse con lonas, barrerse o humedecerse ya que al circular vacíos también pueden fugarse partículas de polvo contenidas en el fondo del camión. Esta actividad deberá permanecer constante durante los acarreos de materiales.

#### Medidas de mitigación.

- Mantener húmeda la superficie del área del CUSTF y los materiales que puedan constituirse como tolvaneras al contacto con ráfagas de viento y por el tránsito de maquinaria y vehículos.

El impacto referido a la emisión de gases producto de la combustión como el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y óxidos de nitrógeno (NOx), por la operación de las maquinarias que se utilizarán durante las actividades, podría afectar significativamente a la calidad del aire. Estas emisiones se consideran de baja concentración debido a las condiciones meteorológicas locales que permiten la dispersión de los gases. Para tratar de reducir las emisiones se realizarán las siguientes:

#### Medida preventiva

Evitar la quema de basura y residuos, deberán trasladarse al relleno sanitario regional.

#### Medida de mitigación

- El control de las emisiones se efectuará empleando maquinaria en buenas condiciones y que cumplan con las Normas respectivas, revisándolas previo a la realización del proyecto

Previo a la ejecución del proyecto el contratista deberá dar el mantenimiento correspondiente a la maquinaria, camiones y vehículos a emplear en el proyecto y establecer un programa a seguir durante la vigencia estimándose periodos mensuales o trimestrales, dependiendo del nivel de uso que se dé a cada máquina.

- Ruidos y vibraciones

Los niveles de ruido se incrementarán debido a la operación de vehículos, máquinas y equipos que se utilizan para prácticamente todas las actividades del proyecto.

Se prevé que durante la actividad nivelación y construcción las máquinas generarán niveles de ruido altos, localizados y de corto tiempo (fugaz) y que afectara las poblaciones cercanas su afectación puede ser atenuada con la siguiente:

#### Medida de mitigación

- Queda prohibida la extensión de las jornadas de trabajo en actividades que provoquen ruidos excesivos y se constituyan en una molestia para los habitantes y fauna silvestre.

Ajustando las actividades que generan ruidos a horarios en donde no se moleste a la fauna y población de 8:00 de la mañana a 6:00 de la tarde. Por la noche definitivamente no se realizarán actividades. Se llevará a cabo el mantenimiento de la maquinaria se engrasarán las partes móviles a fin de reducir los ruidos por fricción.

- Suelo

Es el primer factor, que será mayormente afectado por las actividades del proyecto, por lo que las medidas a tomar son puntuales y engloban la finalidad principal de evitar su compactación fuera de la superficie del proyecto; pueden citarse las siguientes:

#### Medidas preventivas

- Se segregarán las áreas sin obra, al paso de personas, acopio de materiales, y paso de maquinaria, evitando al máximo la compactación en superficies adicionales a las contempladas en el proyecto.

#### Medidas de mitigación

- Se limpiará de desperdicios y se escarificará el suelo compactado en el predio donde será colocada la maquinaria.

La compactación de suelos es la modificación de la densidad aparente del suelo, que afecta su capacidad de retención de humedad, disminuyendo la revegetación y el desarrollo de especies vegetales. Este efecto se debe principalmente por el desplazamiento de las máquinas que se utilizarán. El suelo compactado en la superficie ocupada por maquinaria será roturado para favorecer la infiltración y su recuperación.

Al realizar la nivelación se dejará expuesto y susceptible a la erosión, por lo que deben seguirse las siguientes medidas para disminuir los efectos.

#### Medidas preventivas

- Limitar las actividades de movimiento de tierras a la temporada de estiaje a fin de evitar la erosión hídrica.

#### Medidas de mitigación

- Se proponen obras de conservación de suelos para mitigar la erosión provocada por el despilme y excavación a cielo abierto
- Se proponen áreas de restauración y reforestación

La alteración de la calidad del suelo está referida a la posibilidad de derrames de combustible y lubricantes, que podrían ocurrir durante el funcionamiento de las máquinas. Sus efectos son solo locales, de pequeña magnitud pues no implican volúmenes considerables de vertido. Dependiendo del sitio donde ocurra el derrame también puede ser de significancia moderada y alta. Por lo tanto, se pondrá especial atención a la siguiente:

#### Medida de mitigación

- Protección del suelo ante el derrame de hidrocarburos durante la actividad de abasto de combustibles y su remediación inmediata en caso de derrames accidentales.

Debido al reposo de maquinaria y su operación en las actividades es probable que sucedan desperfectos que originen derrames accidentales en el suelo, por aceites y combustibles principalmente. En este caso se realizará la remediación conforme al plan previsto en el apartado correspondiente. El tránsito y la zona de descanso de maquinaria será sobre la vía existente, manteniéndola en la orilla sin que interrumpa la vialidad, pero alejada de escurrimientos naturales y donde se pueda realizar eficazmente la remediación en caso de derrames de hidrocarburos.

- Paisaje

Es el factor que ocupa el cuarto lugar de contribución al estado actual del ecosistema, y el segundo factor impactado por las actividades del proyecto (construcción de infraestructura); aunque varios de los impactos sobre el son temporales se proponen las medidas habitualmente recomendadas para mejorar la integración paisajística:

#### Medidas preventivas

- Emplear las áreas estrictamente necesarias para el proyecto, evitando utilizar patios de descanso o accesos adicionales que impliquen cambios en la condición actual del paisaje, sobre todo en las áreas consideradas como Áreas Verdes.
- Evitar a toda costa, el abandono de materiales de construcción o de excavaciones, al concluir el proyecto.
- Colocación de recipientes rotulados para la disposición separada de residuos sólidos dentro del área del proyecto a fin de evitar su dispersión no controlada dentro y en la periferia de la zona de influencia, facilitar su recolección transporte y disposición final.

Además, debido a que se impactará la naturalidad del paisaje y su efecto no se puede revertir, a fin de simular un poco el impacto se proponen las siguientes:

#### Medida de mitigación

- Evitar colores llamativos o infraestructura que contraste significativamente en el entorno, preferentemente que no sobresalga de la vegetación.

### **Vegetación**

La vegetación es el factor que aporta poco a la calidad del sistema ambiental actual y es el antepenúltimo factor impactado por el proyecto, ya que se realizará cambio de uso de suelo, y por ello se atenderán la siguientes:

#### Medidas preventivas

- Planificar el movimiento de maquinaria, evitando la alteración innecesaria del entorno inmediato de las obras.
- Se proponen delimitar áreas de restauración y reforestación donde indirectamente se mejorará la calidad ambiental del área sujeta a CUSTF.

### **Fauna**

Debido a su gran movilidad, es el factor con un valor bajo de impacto identificado en la evaluación, sin embargo, pueden presentarse casos de afectación durante la construcción del proyecto, principalmente por la alteración de su hábitat por la generación de ruido durante las actividades constructivas por la operación de las máquinas y presencia de personal que podrían causar procesos de migración o desplazamiento. Por otro lado, actitudes inadecuadas del personal de obra, durante el desarrollo de las labores constructivas del proyecto, pueden ser causa de la ocurrencia de caza ilegal, especialmente de mamíferos o serpientes, contraviniendo las disposiciones establecidas. Al

respecto se indica que la fauna silvestre en el entorno es escasa, pero pueden atravesar en determinado momento. Para tal efecto se consideran las siguientes:

#### Medidas de prevención

- Se realizarán recorridos para ahuyentar la fauna silvestre presente en el sitio de construcción (sin afectarla) previo a la introducción de maquinaria y personal operativo; Localización y protección de áreas de anidación o de refugio, así como de puntos importantes en el desplazamiento de las poblaciones, en la zona de influencia del proyecto.

#### Medidas de mitigación

- Evitar el movimiento de maquinaria y la emisión de fuertes ruidos dentro del horario de descanso de la fauna silvestre (crepuscular), ajustando estas actividades a jornadas de trabajo en horas adecuadas.

Durante el desplazamiento de las unidades de transporte de carga de materiales se pueden presentar casos de atropellamiento. Pero mayormente esta práctica es recurrente durante la puesta en marcha del proyecto debido a que los vehículos transitarán con mayor rapidez. Sin embargo, por el tipo de pavimento se generan vibraciones que pueden advertir a los animales de la presencia de vehículos.

#### **VII.1.1.3 Descripción de la estrategia o sistema de medidas de mitigación**

Descripción de las medidas de mitigación de impactos ambientales propuestas dichas estrategias de mitigación tiene como objetivos básicos los siguientes:

- Establecer la metodología para la evaluación de las medidas precautorias y de mitigación de los posibles impactos originados por el proyecto en cada una de sus actividades, designando los parámetros de evaluación y los periodos en que se han de efectuar las mismas.
- Controlar la adecuada ejecución de las medidas preventivas y correctivas de impacto ambiental previstas en este documento.
- Verificar los estándares de calidad de los materiales, medios y procesos empleados en las actuaciones de índole ambiental.
- Comprobar la eficacia de las medidas protectoras y correctivas establecidas y ejecutadas. Cuando tal eficacia se considere insatisfactoria, se establecerán las causas y las medidas adecuadas.
- Detectar impactos no previstos en el estudio de impacto ambiental y prever las medidas adecuadas para reducirlos, eliminarlos o compensarlos.
- Es una fuente de datos importante para mejorar el contenido de futuros estudios de impacto ambiental, pues permiten evaluar hasta qué punto las predicciones efectuadas son correctas.
- Informar al promovente y a las autoridades implicadas sobre los aspectos, objeto de vigilancia y ofrecerle un método sistemático, lo más sencillo y económico posible para realizar la vigilancia de una forma eficaz.

- Describir el tipo de informes, la frecuencia y periodo de su emisión que deban remitirse a la autoridad correspondiente.

En la Tabla VII.2 se muestra el sistema que garantiza el cumplimiento de las medidas de mitigación y compensación contenidas en el presente estudio. Para ello se ha descrito con suficiente grado de detalle el seguimiento que se va a realizar sobre los elementos del medio natural, conforme al plan de actividades del proyecto. Se indica el método, la capacidad del personal para su realización, la frecuencia de seguimiento y los resultados esperados con cada medida propuesta.

Tabla VII.2 Lista de Mitigación de los impactos por componente ambiental, clasificados en función de las actividades del Proyecto Bosques de Pamejé

Agua								
Actividades impactantes: Delimitación de áreas de desmonte y despalme; Construcción de obras; Nivelación y compactación; Pavimentación de vialidades (concreto); Construcción de condominios.								
Etapa	Medidas propuestas	Clasificación	Forma de realización	Indicador	Encargado	Periodo de ejecución y vigilancia	Medio de verificación	Resultados esperados
Preparación del sitio, Construcción (condominios y vialidades).	Evitar el paso de agua sobre los sitios con suelo expuesto a la erosión que contribuya el arrastre de partículas y su deposición aguas abajo del SAR.	Preventiva	Se realizarán canales derivadores alrededor de los materiales expuestos a la erosión, y no se dejarán materiales amontonados que obstruyan escurrimientos naturales. Se limitará el movimiento de tierras en la temporada de lluvias.	Calidad del agua sin presencia de sólidos (suelo) en suspensión	Trabajadores, residente de obra, supervisor ambiental	Durante las actividades que implican el movimiento de suelo	Memoria fotográfica	Mantener y/o mejorar la calidad del agua (libre de sólidos).
Preparación del sitio, Construcción	Realizar las actividades de preparación del sitio para la construcción del proyecto cuando no haya escurrimiento	Preventiva	Iniciar las actividades de preparación del sitio (excavación) en la temporada de secas para evitar el contacto de la maquinaria con el agua y el arrastre de partículas de suelo.	Calidad del agua sin presencia de grasas y sólidos (suelo) en suspensión	Operador, residente de obra, supervisor ambiental	Durante la actividad de preparación del sitio y de construcción	Memoria fotográfica	Mantener y/o mejorar la calidad del agua (libre de contaminantes).

Documento Técnico Unificado del trámite de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad B-Regional  
 “Bosques de Pamejé”

Agua								
Actividades impactantes: Delimitación de áreas de desmonte y despalme; Construcción de obras; Nivelación y compactación; Pavimentación de vialidades (concreto); Construcción de condominios.								
Etapa	Medidas propuestas	Clasificación	Forma de realización	Indicador	Encargado	Periodo de ejecución y vigilancia	Medio de verificación	Resultados esperados
Preparación del sitio, Construcción	Las reparaciones, mantenimiento de maquinaria y el abasto de combustibles, se harán alejados de cualquier escurrimiento.	Preventiva	El transporte y recarga de combustibles se realizará conforme al plan de manejo de combustibles, los residuos generados del mantenimiento serán entregados a una empresa autorizada junto con el suelo contaminado en caso de realizar la remediación por derrames accidentales, que será recogido y dispuesto en un contenedor plástico.	Relación de residuos generados (clasificados) manejados adecuadamente	Mecánico, personal encargado de la recolección de residuos, residente de obra, supervisor ambiental	Periódicamente conforme al plan de mantenimiento de maquinaria	Bitácora, fotografías, recibos de entrega de residuos peligrosos para su manejo especial.	Calidad del agua libre de aceites o grasas producto del mantenimiento de la maquinaria.
Construcción	Construcción de obras de drenaje, vialidad y condominios	Mitigación	Se realizarán con las especificaciones del proyecto ejecutivo, respetando el libre paso del agua por debajo del camino y permitir el cruce de fauna silvestre	Cantidad de obras conforme al proyecto ejecutivo	Personal de construcción, residente de obra, supervisor ambiental	Durante la etapa constructiva	Proyecto ejecutivo, fotografías	Mantener el curso natural de los escurrimientos superficiales (cauces naturales) de tal forma que se permita el libre flujo del agua.

Documento Técnico Unificado del trámite de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad B-Regional  
"Bosques de Pamejé"

Agua								
<b>Actividades impactantes:</b> Delimitación de áreas de desmonte y despalme; Construcción de obras; Nivelación y compactación; Pavimentación de vialidades (concreto); Construcción de condominios.								
Etapa	Medidas propuestas	Clasificación	Forma de realización	Indicador	Encargado	Periodo de ejecución y vigilancia	Medio de verificación	Resultados esperados
Preparación del sitio, Construcción	Evitar el vertido de cualquier sustancia a los escurrimientos y mantener libre de residuos sólidos el área de influencia.	Preventiva	Recorridos de vigilancia y recolección de residuos, separándolos y confinándolos para evitar su dispersión; ordenar el mantenimiento a las cabinas sanitarias y prohibir al personal arrojar residuos de cualquier tipo.	Cantidad de residuos manejados adecuadamente	Personal, Residente de obra, supervisor ambiental	Durante toda la vigencia del proyecto	Memoria fotográfica, bitácora de recolección de residuos	Mantener libre de contaminantes el AP y SAR
Preparación del sitio, Construcción	El agua empleada para humedecer los materiales para el servicio de sanitarios provendrá del río cercano	Mitigación	El agua necesaria para realizar las actividades y sanitarios será tratada acarreada por pipas desde el río o de donde el contratista lo designe evitando usar agua de manantiales.	Cantidad de agua extraída y generada utilizada	Residente de obra, contratista, supervisor ambiental	Durante toda la vigencia del proyecto	Memoria fotográfica	Mantener la cantidad y calidad del agua
Preparación del sitio, Construcción	Los residuos líquidos sanitarios se pondrán a disposición de la empresa autorizada para su adecuado manejo.	Mitigación	Cada semana serán entregados los residuos líquidos sanitarios a la empresa responsable para su manejo.	Colocación de al menos tres cabinas sanitarias en puntos estratégicos	Residente de obra, contratista, supervisor ambiental	Durante toda la vigencia del proyecto	Memoria fotográfica y bitácora de mantenimiento	Evitar la contaminación por aguas residuales en el SAR y CUSTF

Documento Técnico Unificado del trámite de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad B-Regional  
"Bosques de Pamejé"

Agua								
<b>Actividades impactantes:</b> Delimitación de áreas de desmonte y despalme; Construcción de obras; Nivelación y compactación; Pavimentación de vialidades (concreto); Construcción de condominios.								
Etapa	Medidas propuestas	Clasificación	Forma de realización	Indicador	Encargado	Periodo de ejecución y vigilancia	Medio de verificación	Resultados esperados
Preparación del sitio, Construcción	Se evitará obstruir con material, el flujo de los escurrimientos naturales.	Preventiva	No dejar material abandonado (amontonado) que pueda ser arrastrado por las corrientes de agua. Realizar una limpieza general del tramo modernizado, y en especial a los escurrimientos que cruzan con el camino para dejarlos libres de residuos.	Calidad del agua sin presencia de solidos (suelo) en suspensión	Trabajadores, residente de obra, supervisor ambiental	Durante toda la vigencia del proyecto	Memoria fotográfica	Mejorar la calidad del agua.

Suelo								
<b>Actividades impactantes:</b> Delimitación de áreas de desmonte y despalme; Construcción de obras; Nivelación y compactación; Pavimentación de vialidades (concreto); Construcción de condominios.								
Etapa	Medidas propuestas	Clasificación	Forma de realización	Indicador	Encargado	Periodo de ejecución y vigilancia	Medio de verificación	Resultados esperados
Preparación de la construcción sitio.	Utilizar al máximo los materiales producto del movimiento de tierras	Mitigación	Los materiales serán trasladados a la planta trituradora, y devueltos al sitio del proyecto para su uso como en la misma etapa de construcción.	Volumen de material de Removido contra material comprado	Residente de obra, supervisor ambiental	Durante la etapa de nivelación, acarreo, nivelación y compactación	Bitácoras de obra y Memoria fotográfica	Evitar el desperdicio de material, el empleo de material de bancos externos y minimizar la cantidad en el área de desalojo.

**Documento Técnico Unificado del trámite de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad B-Regional  
"Bosques de Pamejé"**

<b>Suelo</b>								
<b>Actividades impactantes:</b> Delimitación de áreas de desmonte y despalme; Construcción de obras; Nivelación y compactación; Pavimentación de vialidades (concreto); Construcción de condominios.								
<b>Etapa</b>	<b>Medidas propuestas</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Forma de realización</b>	<b>Indicador</b>	<b>Encargado</b>	<b>Periodo de ejecución y vigilancia</b>	<b>Medio de verificación</b>	<b>Resultados esperados</b>
Construcción	Limitar las actividades de movimiento de tierras a la época de estiaje.	Preventiva	No realizar cargas de material en épocas de lluvias.	Calidad del agua sin presencia de solidos (suelo) en suspensión	Personal, Residente de obra, supervisor ambiental	Durante la vigencia del proyecto con énfasis en la temporada de lluvias	Bitácoras de obra y Memoria fotográfica	Evitar la erosión hídrica.
Preparación del sitio, construcción, abandono	Protección del suelo ante el derrame de hidrocarburos durante las actividades de construcción y su remediación inmediata en caso de	Mitigación	La recarga de combustibles se llevará a cabo conforme al plan de manejo de combustibles anexo, se colocará arcilla compactada	Volumen de material contaminado	Personal, Residente de obra, supervisor ambiental	Durante la recarga de combustibles	Bitácora y memoria fotográfica	Evitar la contaminación del suelo para mantener su calidad.
	derrames accidentales.		y/o un recipiente grande en el lugar de carga de combustible. El suelo contaminado será recogido y dispuesto en un contenedor plástico para entregarlo a la empresa responsable.					
Construcción	Construcción de canales y desagües para reducir los escurrimientos sobre el sitio donde se efectúe el movimiento de tierras.	Preventiva	En los sitios donde se acumulen los materiales de corte previo a su transporte y aquellos para su nivelación y compactación, serán protegidos realizando un zanjeo a su alrededor para evitar que el agua los erosione.	Calidad del agua sin presencia de solidos (suelo) en suspensión	Personal, Residente de obra, supervisor ambiental	Durante la vigencia del proyecto con énfasis en la temporada de lluvias	Bitácoras obra y Memoria fotográfica	Evitar la erosión y azolve en las partes bajas del SAR.
Abandono	Se limpiará de desperdicios y se escarificará el suelo compactado en el predio	Mitigación	Se retirarán todos los materiales generados, se escarificará, se nivelará y se dejará la superficie en las	Condición inicial del sitio versus condición	Residente de obra, supervisor ambiental	Antes y después de la actividad de	Bitácora y memoria fotográfica	Dejar el área en las condiciones que permita seguir con el uso pecuario.

Documento Técnico Unificado del trámite de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad B-Regional  
"Bosques de Pamejé"

Suelo								
Actividades impactantes: Delimitación de áreas de desmonte y despalme; Construcción de obras; Nivelación y compactación; Pavimentación de vialidades (concreto); Construcción de condominios.								
Etapa	Medidas propuestas	Clasificación	Forma de realización	Indicador	Encargado	Periodo de ejecución y vigilancia	Medio de verificación	Resultados esperados
	donde será colocada la planta trituradora.		condiciones iniciales (uso pecuario).	final después de su uso		trituration del material		
Preparación del sitio, construcción,	Se segregarán las áreas sin obra, al paso de personas, acopio de materiales, y paso de maquinaria.	Preventiva	Delimitar con la superficie contemplada para CUSTF, para no afectar más allá.	Condición inicial del sitio versus condición final después de su uso	Residente de obra, supervisor ambiental	Antes y después del proyecto	Bitácora y memoria fotográfica	Evitar la compactación en superficies adicionales a las contempladas en el proyecto.
Preparación del sitio, construcción,	Se evitará al máximo el balconeo de materiales en las áreas abiertas y con vegetación. La disposición final de residuos de excavaciones y escombros se hará en sitios sin vegetación y se controlará su erosión.	Mitigación	Utilizar al máximo los materiales producto del corte, y en todo caso llevarlos al área de desalojo para su manejo, prohibiendo en todo momento sean arrojados hacia los barrancos.	Condición de la vegetación circundante, y entrevista con lugareños.	Residente de obra, supervisor ambiental	Durante la vigencia del proyecto	Bitácora memoria fotográfica	Evitar la contaminación y afectación de la vegetación circundante al SAR.

Aire								
Actividades impactantes: Movimiento de tierras; Nivelación y compactación; Pavimentación (concreto) vialidades.								
Etapa	Medidas propuestas	Clasificación	Forma de realización	Indicador	Encargado	Periodo de ejecución y vigilancia	Medio de verificación	Resultados esperados
Construcción	Evitar la quema de basura y residuos, deberán trasladarse al relleno sanitario.	Preventiva	Todo residuo sólido que se genere será depositado en los contenedores provistos para dicha función y posteriormente serán trasladados a las poblaciones aldeanas	Serán depositados en el relleno sanitario	Supervisor ambiental	Durante la vigencia del proyecto	Memoria fotográfica	Evitar la contaminación atmosférica.

Documento Técnico Unificado del trámite de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad B-Regional  
"Bosques de Pamejé"

<b>Aire</b>								
<b>Actividades impactantes: Movimiento de tierras; Nivelación y compactación; Pavimentación (concreto) vialidades.</b>								
Etapa	Medidas propuestas	Clasificación	Forma de realización	Indicador	Encargado	Periodo de ejecución y vigilancia	Medio de verificación	Resultados esperados
Construcción	Mantener húmedos los materiales que puedan constituirse como tolvaneras al contacto con ráfagas de viento y por el tránsito de maquinaria y equipos.	Mitigación	Se regarán constantemente durante la temporada de estiaje las superficies expuestas a la erosión.	Cantidad de riegos realizados por día y superficie cubierta	Personal, Residente de obra, supervisor ambiental	Durante la temporada de estiaje	Memoria fotográfica	Evitar las tolvaneras, y a su vez la contaminación de la vegetación por material particulado, así como la molestia a la población de las localidades circundantes.
Construcción	Cubrir los camiones de transporte con lonas para evitar la dispersión de partículas de polvo durante el traslado de material	Preventiva	Sin excepción todos los camiones de volteo permanecerán cubiertos con lonas cuando transporten materiales.	Total de vehículos portando adecuadamente la lona	Transportista, Residente de obra, supervisor ambiental	Durante las actividades de transporte de materiales	Memoria fotográfica	Evitar la dispersión de material particulado (polvo).
Preparación del sitio, construcción,	El control de emisiones de la maquinaria, se efectuará con la revisión de rutina y un programa de mantenimiento periódico a los silenciadores de motores de los camiones y maquinaria empleada en la construcción, para que cumplan con la verificación vehicular conforme a los límites permisibles por las NOM's correspondientes.	Mitigación	Conforme al programa de mantenimiento de la maquinaria previsto por el contratista, y de acuerdo a las NOM's correspondientes.	Cantidad de vehículos y maquinaria con mantenimiento	Residente de obra, supervisor ambiental	Conforme al plan de mantenimiento durante la vigencia del proyecto	Bitácora de mantenimiento	Evitar la contaminación atmosférica ( no rebasar los límites máximos permisibles) y mantener la calidad del aire.
Preparación del sitio, construcción,	Queda prohibida la extensión de las jornadas de trabajo en actividades que provoquen ruidos y que se constituyan en una molestia para los habitantes de las zonas aledañas al proyecto.	Mitigación	Ajustar las jornadas laborales de las actividades generadoras de ruidos de 8:00 am a 6:00 pm	Entrevistas con lugareños sobre el cumplimiento de la medida propuesta	Residente de obra, supervisor ambiental	Durante la vigencia del proyecto	Bitácora de obra	Evitar causar molestias a los pobladores que se encuentran a lo largo del camino.

Documento Técnico Unificado del trámite de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad B-Regional  
 “Bosques de Pamejé”

Aire								
Actividades impactantes: Movimiento de tierras; Nivelación y compactación; Pavimentación (concreto) vialidades.								
Etapa	Medidas propuestas	Clasificación	Forma de realización	Indicador	Encargado	Periodo de ejecución y vigilancia	Medio de verificación	Resultados esperados
Preparación del sitio, construcción	Se evitará la carga y descarga de materiales que generen polvos, a fin de evitar su dispersión cuando existan fuertes ráfagas de viento.	Preventiva	No realizar carga y descarga de materiales durante los periodos de fuertes vientos; así como tapar los camiones con carga de material con lonas, y los vacíos se deberán barrer o humedecer.	Entrevistas con lugareños sobre el cumplimiento de la medida propuesta	Residente de obra, supervisor ambiental	Durante la vigencia del proyecto	Memoria fotográfica y Bitácora	Reducir las emisiones de polvo.

Paisaje								
Actividades impactantes: Movimiento de tierras; Nivelación y compactación; Pavimentación (concreto) vialidades.								
Etapa	Medidas propuestas	Clasificación	Forma de realización	Indicador	Encargado	Periodo de ejecución y vigilancia	Medio de verificación	Resultados esperados
Preparación del sitio, construcción	Emplear las áreas estrictamente necesarias por el proyecto, evitando la apertura de patios de descanso o accesos adicionales que impliquen cambios en el relieve y condición actual del paisaje.	Preventiva	No se permitirá la apertura de espacios adicionales a la superficie contemplada por el proyecto.	Superficie ocupada por el proyecto igual a la contemplada en el estudio	Operadores, Residente de obra, supervisor ambiental	Durante la vigencia del proyecto	Memoria fotográfica	Modificar lo menos posible el paisaje actual.
Construcción	Evitar el abandono de materiales de construcción dentro del área del proyecto, al concluir, las áreas deberán quedar despejadas y limpias.	Preventiva	Abastecer solo la cantidad de material necesario para la construcción de las obras y retirar inmediatamente los materiales excedentes.	Cantidad de obras realizadas y despejadas	Personal, residente de obra, supervisor ambiental	Durante la vigencia del proyecto	Memoria fotográfica	Entorno libre de todo tipo de material.

Documento Técnico Unificado del trámite de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad B-Regional  
"Bosques de Pamejé"

<b>Paisaje</b>								
<b>Actividades impactantes:</b> Movimiento de tierras; Nivelación y compactación; Pavimentación (concreto) vialidades.								
Etapa	Medidas propuestas	Clasificación	Forma de realización	Indicador	Encargado	Periodo de ejecución y vigilancia	Medio de verificación	Resultados esperados
Preparación del sitio, construcción	Colocación de recipientes rotulados para la disposición separada de residuos sólidos (orgánicos e inorgánicos) dentro del proyecto, a fin de evitar su dispersión no controlada dentro y en la periferia de la zona de influencia, facilitar su recolección transporte y disposición final.	Preventiva	Colocación de botes debidamente rotulados en cada sitio de concentración de personal para la separación de residuos orgánicos e inorgánicos.	Al menos tres botes por tipo de residuo	Residente de obra, supervisor ambiental	Durante la vigencia del proyecto	Memoria fotográfica, bitácora de recolección de residuos	Mantener limpia el CUSTF y el SAR
Construcción	Evitar la concentración de maquinaria en sitios visibles desde cualquier punto y mantenerla retirada de los escurrimientos naturales.	Preventiva	La maquinaria pesada podrá permanecer en la orilla del camino, sin que se constituya como un obstáculo visual y sin que interrumpa el tránsito local.	Cantidad de maquinaria en el sitio de construcción	Operadores, Residente de obra, supervisor ambiental	Durante la vigencia del proyecto	Memoria fotográfica	Mantener la visibilidad armoniosa del paisaje.

<b>Vegetación</b>								
<b>Actividades impactantes:</b> Delimitación de las áreas de construcción desmonte y despalme; movimiento de tierras; Construcción de obras; Nivelación y compactación; pavimentación (concreto);								
Etapa	Medidas propuestas	Clasificación	Forma de realización	Indicador	Encargado	Periodo de ejecución y vigilancia	Medio de verificación	Resultados esperados
Preparación del sitio	Delimitar con cal las áreas de ampliación y planificar el movimiento de maquinaria para evitar la afectación de superficies adicionales.	Preventiva	Se delimitará la zona de construcción de condominios y vialidades	Superficie contemplada por el proyecto	Personal, residente de obra, supervisor ambiental	Preparación del sitio	Memoria fotográfica	No afectar superficies y/o vegetación más allá del área contemplada por el proyecto

Documento Técnico Unificado del trámite de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad B-Regional  
"Bosques de Pamejé"

Vegetación								
Actividades impactantes: Delimitación de las áreas de construcción desmonte y despalme; movimiento de tierras; Construcción de obras; Nivelación y compactación; pavimentación (concreto);								
Etapa	Medidas propuestas	Clasificación	Forma de realización	Indicador	Encargado	Periodo de ejecución y vigilancia	Medio de verificación	Resultados esperados
Preparación del sitio, construcción	Planificar el movimiento de maquinaria, evitando la alteración innecesaria del entorno inmediato de las obras.	Preventiva	Se utilizará maquinaria adecuada para cada actividad empleando maquinaria pequeña de tal forma que no se afecte más allá de la superficie contemplada por el proyecto.	Superficie contemplada por el proyecto	Operador, residente de obra, supervisor ambiental	Durante las actividades que se realicen con maquinaria	Memoria fotográfica	Mantener intacta la vegetación residual

Fauna								
Actividades impactantes: Delimitación de las áreas de construcción, desmonte y despalme; movimiento de tierras; Construcción de obras; Nivelación y compactación; pavimentación (concreto).								
Etapa	Medidas propuestas	Clasificación	Forma de realización	Indicador	Encargado	Periodo de ejecución y vigilancia	Medio de verificación	Resultados esperados
Preparación del sitio, construcción	Protección estricta de las especies de fauna silvestre que se presentan en el área proyectada,	Prevención	Limitar aquellas acciones que modifiquen sensiblemente el hábitat fuera del área del CUSTF y a través de pláticas de concientización al contratista y personal que laborará en el proyecto; prohibir la caza y/o molestia de ejemplares.	Ningún animal afectado	Residente de obra, supervisor ambiental	Durante todo el proyecto	Entrevista con lugareños y personal del proyecto	Mantener la biodiversidad en el sitio
Preparación del sitio, construcción	Evitar el movimiento de maquinaria y la emisión de fuertes ruidos dentro del horario de descanso de la fauna silvestre (crepuscular), ajustando estas actividades a jornadas de trabajo en horas adecuadas.	Mitigación	Establecer jornadas de trabajo de 8:00am a 6:00 pm sobre todo para las actividades que generen ruidos y vibraciones excesivos.	Maquinaria en reposo fuera de los horarios establecidos	Contratista, Residente de obra, supervisor ambiental	Durante todo el proyecto	Bitácoras de trabajo, entrevistas con lugareños	Evitar la molestia de la fauna silvestre.

## VII.2 PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL

Para el buen desarrollo del proyecto "Bosques de Pamejé" un componente esencial es el de respetar el ecosistema que prevalece en el sitio. Para ello se utilizará una eficaz herramienta tecnológica que es la gestión a través de un Programa Integral de Manejo Ambiental (PIMA).

A través del PIMA, el desempeño ambiental será supervisado desde el inicio hasta el final del proyecto, contando con personal técnico calificado en cumplimiento de todas y cada una de las recomendaciones que se realizaron en el desarrollo de este proyecto, también se les brindará todas las facilidades a las autoridades competentes para la inspección durante las diferentes etapas del proyecto y estar en todo momento en apego a la Legislación Ambiental.

En la actualidad los proyectos de infraestructura habitacional como lo es "Bosques de Pamejé", integran un Programa Integral de Manejo Ambiental el cual constituye bajo sus premisas de planeación, un sistema de acciones vertidas en distintos programas, los cuales logran un menor impacto ambiental.

El PIMA establece estrategias de prevención y mitigación de los impactos ambientales potenciales de generarse por el desarrollo de un proyecto, coordina los esfuerzos en las distintas etapas del proyecto y de los diferentes actores que participan en el mismo, aporta una visión estratégica, calendariza acciones que conllevan el cabal e integral cumplimiento de la normatividad ambiental vigente y adicionalmente aporta un esquema de autorregulación voluntaria. Con el PIMA, no sólo se cumple con lo dispuesto en la normatividad vigente y en la gestión oficial, sino además se buscan estándares de calidad cada vez más altos que han comprobado ser inversiones inteligentes a largo plazo en la construcción de casas habitación de mínimo impacto.

La implementación y ejecución del PIMA exige que se contemplen todos los procesos que tengan lugar a lo largo de la implicación ambiental, teniendo como base una capacitación y sobre todo una concientización ambiental de los trabajadores y de los usuarios del proyecto.

De igual manera, se busca un manejo eficiente de los recursos (agua, combustibles, electricidad, etc.) lo cual conlleva un beneficio no sólo ambiental, sino económico a favor de minimizar los costos de operación del proyecto.

Para gestionar exitosamente el PIMA, en el proyecto "Bosques de Pamejé" se ha establecido desde la etapa de planificación, una integración completa de todas las actividades a desarrollar en cada una de las etapas que conforman el proyecto, así como el involucramiento directo de todos los actores que participan a lo largo del desarrollo incluyendo a los usuarios mismos del proyecto.

Aunado a las medidas de prevención y mitigación establecidas para los impactos ambientales que pueda generar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales para la construcción del proyecto,

se requieren de medidas integrales de manejo que permitan su mitigación y prevención, apegando el proyecto a la normatividad ambiental aplicable.

Durante la implementación del cambio de uso de suelo de interés y la construcción del proyecto del presente DTU-CUSTF modalidad B regional, se pretende dar estricto cumplimiento, permanente evaluación y a largo plazo viabilidad y continuidad a todos y cada uno de los programas que se aplicará en el sitio del proyecto.

**El Programa Integral de Manejo Ambiental contempla los siguientes Programas:**

#### **VII.2.1. Programa de rescate, reubicación y reforestación de flora silvestre. (Anexo 16)**

La integración del presente programa tiene como fundamento lo establecido en el Artículo 123 Bis del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, que a la letra dice:

Artículo 123 Bis. Para efectos de lo dispuesto en el párrafo cuarto del artículo 117 de la Ley, la Secretaría incluirá en su resolución de autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, un programa de rescate y reubicación de especies de la vegetación forestal afectadas y su adaptación al nuevo hábitat, mismo que estará obligado a cumplir el titular de la autorización.

La Secretaría deberá de integrar el programa, con base en la información sobre las medidas de prevención y mitigación de impactos sobre los recursos forestales, la flora y fauna silvestres, referidos en la fracción VIII del artículo 121 de este Reglamento.

Con base en la información proporcionada en el DTU-CUSTF, el programa deberá incluir el nombre de las especies a rescatar, la densidad de plantación, el plano georreferenciado del sitio donde serán reubicadas dentro del ecosistema afectado, preferentemente en áreas vecinas o cercanas a los trabajos de cambio de uso de suelo, así como las acciones que aseguren al menos un ochenta por ciento de supervivencia de las referidas especies, los periodos de ejecución de dichas acciones y de su mantenimiento (Artículo adicionado DOF 24-02-2014).

#### **VII.2.2. Programa de Ahuyentamiento y Rescate de Fauna silvestre (Anexo 17).**

El reconocimiento de la fauna realizado en el predio permite establecer los pasos fundamentales a seguir para realizar el rescate ecológico de la fauna, cuyo objetivo principal es contribuir a minimizar los posibles impactos ambientales negativos hacia la fauna de vertebrados del predio donde se desarrollará el proyecto, con los siguientes objetivos particulares:

- Contribuir a la mitigación de los impactos adversos que habrá de producir el desmonte y despalme producto del cambio de uso de suelo para llevar a cabo la construcción del proyecto Bosques de Pamejé, sobre la fauna que habita el predio.

- Llevar a cabo el rescate de fauna silvestre, en especial la enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

El rescate y ahuyentamiento de la fauna debe realizarse antes que se lleve a cabo el desmonte de las superficies contempladas en la etapa de preparación del terreno, por conducto de personal especializado y de experiencia. Es primordial que los desmontes se realicen en un solo frente de trabajo, con la finalidad que la mayor parte de la fauna se desplace libremente hacia los sitios donde no existan afectaciones.

Lo anterior facilita el trabajo de rescate ecológico, ya que los esfuerzos se concentran hacia los organismos de lento desplazamiento, crías en nidos o aquellos que ocupan hábitats muy particulares (cuevas y tronco huecos, principalmente).

Una vez realizadas las acciones de rescate ecológico se procederá a la liberación de áreas para realizar el desmonte, anotando en bitácora los resultados obtenidos de las acciones de rescate ecológico y elaborando una memoria fotográfica. Dicha bitácora y memoria fotográfica permanecerá en obra y deberán ser mostradas a las autoridades ambientales debidamente acreditadas que así lo soliciten.

Al ser concluido el Rescate de Fauna Silvestre se elaborará el informe final, tomando como punto de partida las bitácoras del rescate y memorias fotográficas. En dicho informe se concentrarán los resultados obtenidos, complementando la información con sugerencias y recomendaciones surgidas de la experiencia de trabajo a fin de contribuir al mejoramiento de futuros rescates ecológicos de fauna.

### **VII.2.3. Programa de Manejo Integral de los Desechos Sólidos y Líquidos.**

La implementación del proyecto "Bosques de Pamejé" en sus diferentes etapas conllevará la generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos. Con la finalidad de disminuir al máximo los riesgos de contaminación al suelo y al manto freático y con el objetivo principal de que las medidas de mitigación sean implementadas de manera efectiva, se ha considerado conjuntarlas en un Subprograma Integral de Reducción, Separación y Disposición Final de Desechos Sólidos, Líquidos, Peligrosos y Emisiones a la Atmósfera, en cumplimiento a lo establecido en las siguientes Normas Oficiales Mexicanas:

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.

NOM-054-SEMARNAT-1993. Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la NOM-052-SEMARNAT-1993.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-041-SEMARNAT-2015. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-042-SEMARNAT-2003. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,857 kilogramos, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diésel, así como de las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-044-SEMARNAT-2006. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales, hidrocarburos no metano, monóxido de carbono, óxido de nitrógeno, partículas y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diésel como combustible y que se utilizaran para la propulsión de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor de 3,857 Kilogramos, así como para unidades nuevas con peso bruto vehicular mayor de 3,857 Kilogramos equipadas con este tipo de motores.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-045-SEMARNAT-2006. Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. - límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.

#### **VII.2.4. Programa de Obras de Conservación y Restauración de Suelo y Agua (Anexo 18):**

El sitio del proyecto se encuentra dentro del ámbito de aplicación de los Programas de Ordenamiento Ecológico del Parque Estatal Santuario del Agua y el Área de Conservación Cerro Colorado (Municipio de Valle de Bravo). Dichos ordenamientos buscan conservar y proteger el uso del suelo y el manejo de los recursos naturales procurando proteger el ambiente y la biodiversidad, tomando en cuenta las características y aptitudes de cada área.

La importancia ecológica de las ANPs antes mencionadas radica en la presencia de ecosistemas íntegros y representativos de provincias biogeográficas, áreas extensas y diversidad natural, existencia de flora y fauna y de asociaciones vegetales amenazadas de extinción.

La construcción del presente proyecto, considerando su naturaleza, no es una actividad que dañe al medio ambiente en gran magnitud, sin embargo, para el presente proyecto el cual se ubica dentro de las zonas de conservación, aprovechamiento y asentamientos humanos (de acuerdo con la zonificación de ambas ANPs) de dichas ANPs se deben tomar todas las medidas que permitan la protección y conservación con base en criterios ecológicos en la planificación de la obra, incluyendo no poner en riesgo a los recursos naturales existentes en la zona donde se van a llevar a cabo las actividades.

Por lo antes mencionado, se implementará el Programa de Obras de Conservación y Restauración de Suelos y Agua que garantizará que las actividades contempladas se realicen dentro del marco de protección ambiental deseado.

### **VII.3 SEGUIMIENTO Y CONTROL (MONITOREO)**

El periodo en el cual tendrá eficacia la supervisión ambiental será durante toda la vigencia del proyecto; durante el desarrollo de las actividades preventivas y de mitigación de impactos ambientales. Las evaluaciones de lo previsto en este DTU se efectuarán al inicio de las actividades de preparación del sitio y de manera continua durante la construcción, a fin de:

1. Asegurar el cumplimiento de todas las medidas contempladas en el documento.
2. Hacer accesible la información.
3. Dejar constancia documental de cualquier incidencia en su desarrollo.

El cumplimiento, control y seguimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación de impacto ambiental (propuestas en este documento) son responsabilidad del promovente y el contratista, quienes lo ejecutarán con personal propio o mediante asistencia técnica que llevará a cabo la supervisión ambiental. Para lograrlo se contará con la asesoría del prestador de servicios técnicos responsable del estudio y se invitará a las autoridades competentes a realizar visitas de inspección durante y al término de los trabajos.

La realización del seguimiento se basa en la formulación de indicadores, que proporcionen la forma de estimar de manera cuantificada y simple la realización de las medidas previstas y sus resultados. Se podrán emplear:

- Indicadores de realización, que miden la aplicación y ejecución efectiva de las medidas de mitigación y correctoras.
- Indicadores de eficacia, que miden los resultados obtenidos con la aplicación de la medida de mitigación y correctora, correspondiente.

De los valores tomados por estos indicadores se deducirá o no la necesidad de aplicar medidas correctoras de carácter complementario.

La mejor metodología de seguimiento será mediante la aplicación al pie de la letra de cada una de las acciones antes mencionadas, comprobar mediante fotografías, video, documentos, y cualquier otro medio que permita su evaluación y evidencia de cumplimiento.

Se efectuarán evaluaciones permanentes conforme al programa de supervisión ambiental. Se revisarán los parámetros establecidos en la normatividad aplicable y en caso necesario se ajustarán y propondrán nuevas formas de evaluación en dicho plan a fin de corregir o mejorar los resultados obtenidos. Con estas nuevas propuestas se evaluará y escogerá aquella acción que mejor represente la comparación entre el escenario modificado antes y después de aplicar las medidas correctoras.

Los resultados se darán a conocer en los informes enviados a la PROFEPA con copia para la Secretaría.

Los principales objetivos y acciones de cada medida prevista para mitigar los impactos ambientales y que serán aplicadas durante las diversas etapas del proyecto serán descritos enseguida continuación:

#### **Monitoreo de vegetación**

- Vigilar el estado y calidad ambiental de los sitios, particularmente las áreas aledañas a aquellas que serán intervenidas.
- Identificar cambios críticos en la estructura y funcionamiento en los sitios para la definición oportuna de medidas preventivas, correctivas o de minimización de impactos ambientales no previstos.
- Valorar los efectos ambientales del desarrollo en los diferentes tipos de vegetación y la efectividad de las medidas propuestas para su mitigación.

#### **Monitoreo de suelo**

- Realizar las medidas necesarias para el control de la erosión.
- Evaluar los efectos ambientales del proyecto sobre los recursos edáficos del predio y su zona de influencia para definir estrategias de mitigación.
- Instalar letrinas portátiles durante la construcción para todo el personal (al menos 1 por cada 20 personas) y hacer una adecuada disposición de los residuos generados.

#### **Monitoreo de fauna**

- Evaluar los efectos ambientales del proyecto sobre los recursos faunísticos del terreno y su zona de influencia para definir estrategias de mitigación.
- Generar información técnica que sustente la toma de decisiones para el aprovechamiento sostenible de los recursos.

#### **Monitoreo de la calidad del agua**

- Monitorear la calidad del agua sanitaria después de su tratamiento y compararla con respecto a los parámetros que le aplican de la normatividad vigente.
- Aplicar medidas de mitigación ante cambios no previstos en la calidad del agua que pongan en riesgo el equilibrio de este recurso.
- La conservación de vegetación en los afluentes debe permitir el drenaje natural del agua, así como su conservación.
- Adoptar las medidas necesarias para evitar derrames de combustible.

## **Difusión ambiental**

- Capacitar al personal de la empresa constructora sobre la aplicación y cumplimiento de la normativa e instrumentos ambientales aplicables al proyecto.
- Informar al personal del proyecto sobre las obligaciones ambientales que adquieren al formar parte de su fuerza laboral.
- Promover una actitud responsable en el uso y manejo de los recursos naturales del predio del proyecto.

## **Seguridad y atención a contingencias**

Ante la eventualidad de que pudieran generarse situaciones de riesgo involuntarias o accidentales que puedan afectar al personal durante las diversas etapas del proyecto, es pertinente considerar la atención a contingencias ambientales.

## **Prevención y manejo de contingencias**

Los objetivos básicos de la prevención y manejo de contingencias son:

- Aplicar procedimientos para la prevención y atención a contingencias ocasionadas por incendios, derrames de sustancias peligrosas al suelo y agua, entre otros.
- Implementar un comité de seguridad y atención a contingencias ambientales, en coordinación con las autoridades competentes para atender de manera oportuna cualquier percance.

Las principales acciones a aplicar son:

- Sistema de comunicación interna para notificar alertas.
- Identificación de sitios de riesgo en el predio.
- Extintores acordes al tipo de cada obra y materiales con los que están contruidos.
- Control sobre la disposición, manejo y señalamiento de sustancias y materiales peligrosos e inflamables.
- Reglamento interno de Protección Ambiental, incluyendo tanto un manual de procedimientos en caso de contingencias ambientales como las estrategias a seguir en caso de incendios.

El Plan de Manejo Ambiental (PIMA), es el instrumento operativo que permite gestionar aquellas acciones y estrategias que tiene como finalidad reducir los impactos ocasionados al ambiente por la ejecución de un proyecto. Estas acciones serán realizadas en tiempo y forma durante las etapas de Preparación del sitio, Construcción, Operación y mantenimiento del Proyecto.

El Programa también propone la implementación continua de buenas prácticas ambientales voluntarias durante toda la vida útil del Proyecto. Los objetivos generales del PIMA son los siguientes:

- Vigilar la evolución de la calidad ambiental de la zona de influencia del Proyecto.
- Evaluar la efectividad de las medidas de mitigación propuestas en el presente documento.
- Evaluar los impactos acumulativos y sinérgicos derivados con la construcción del Proyecto.
- Identificar y evaluar impactos ambientales no previstos, para las diferentes etapas de implementación del Proyecto.
- Proporcionar al equipo de supervisión ambiental, elementos e información técnica que les permita si es el caso: reorientar, definir intensidades de uso o proponer nuevas medidas de mitigación o medidas correctivas que atenúen el deterioro ambiental que pudiera presentarse en el Proyecto.
- Ser permanente e iniciarse antes de la implementación del Proyecto y continuarse.

Como objetivos particulares del PIMA se indican los siguientes:

- Construir y operar con las bases del proyecto, asegurando el cumplimiento de las diferentes disposiciones ambientales en pro de la conservación y uso sostenible de los ecosistemas, así como de los bienes y servicios ambientales involucrados.
- Implementar un instrumento técnico práctico e integral, que asegure la aplicación de las medidas de manejo de impactos ambientales identificados de manera que se reduzcan al mínimo los efectos negativos que el Proyecto pudiera tener sobre el ambiente.
- Realizar un instrumento que integre y supervise el cumplimiento de todas y cada una de las medidas de manejo de impactos comprometidas en el presente documento, a fin de que en cada una de las etapas de implementación del Proyecto se asegure su implementación y monitoreo.
- Fomentar e implementar, en el marco de este instrumento de manejo y gestión, el uso de buenas prácticas ambientales que garanticen el menor impacto ambiental posible durante la preparación, construcción y operación del Proyecto, haciendo más eficiente el desarrollo empresarial y, por ende, su desempeño económico.
- Integrar en este instrumento mecanismos específicos y acciones programadas que permitan dar atención y estricto cumplimiento tanto a los criterios de manejo previstos en los instrumentos de ordenación, conservación, normas, leyes ambientales aplicables al Proyecto, como a los términos y condicionantes ambientales que la SEMARNAT imponga, mismo en el caso de que sea autorizado.

- Posibilitar dentro de un marco operativo específico, la verificación del estricto cumplimiento de la legislación y la normatividad ambiental federal y estatal aplicable al Proyecto.

El PIMA se estructura de la siguiente forma:

1. Agrupación de impactos ambientales y medidas de mitigación por etapa, componente y factor ambiental.
2. Diseño de las Estrategias del PMA.
3. Seguimiento de calidad ambiental.

Para el seguimiento y control a los componentes del PIMA ese ha establecido un conjunto de indicadores que evidenciarán la efectividad de las medidas de mitigación implementadas (Tabla VII.3). La lista de indicadores podrá ser modificada con la finalidad de considerar la implementación de mejoras.

**Tabla VII.3. Medidas a considerar para seguimiento y control del programa de manejo ambiental.**

Medida ambiental o programa propuesto	Indicadores de seguimiento o Monitoreo
<b>Componente ambiental afectado: Aire (Etapa de preparación del sitio y construcción).</b>	
El equipo y maquinaria utilizados habrán de estar en óptimas condiciones de operación, de tal manera que cumplan con lo establecido en las Normas Oficiales Mexicanas NOM-041 - SEMARNAT-2006, referente a los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de vehículos automotores en circulación que utilizan gasolina como combustible; y NOM-045-SEMARNAT-2006, relativa al nivel máximo permisible de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación, que utilizan diésel como combustible.	Los valores establecidos por las Normas Oficiales Mexicanas NOM-041 - SEMARNAT-2006 y NOM-045- SEMARNAT-2006 vigentes.
<b>Componente ambiental afectado: Aire y suelo (Etapa de preparación del sitio)</b>	
Los vehículos que transportan materiales de origen pétreo, escombros, etc. deberán estar cubiertos por lonas para evitar que los materiales se dispersen durante su trayecto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Porcentaje de unidades que cumplen con la medida/mes.</li> <li>• Caminos y áreas adyacentes a éstos, libres de derrame de materiales.</li> </ul>

Medida ambiental o programa propuesto	Indicadores de seguimiento o Monitoreo
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evidencia de circulación de vehículos cumpliendo con la medida (muestreo aleatorio).</li> </ul>
<p>Se prohibirá la quema de cualquier material producto de la actividad.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de quemas detectadas/mes.</li> <li>• En su caso, superficie con cubierta vegetal siniestrada/mes.</li> <li>• Zona del proyecto en general sin evidencia de quemas no previstas.</li> </ul>
<p>Para prevenir y mitigar el levantamiento y la dispersión de partículas de polvo en las áreas del predio donde se realizarán las actividades de preparación del sitio y construcción, se aplicarán riegos de agua tratada en el suelo, cuando sea necesario y con la frecuencia que se requiera.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de riegos aplicados/día/mes.</li> <li>• Zonas de trabajo con evidencia de aplicación de riegos.</li> </ul>
<p>El desmonte se realizará de manera programada, con el propósito de evitar dejar áreas del terreno expuestas de forma innecesaria.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Superficie desmontada/mes.</li> <li>• Grado de erosión en las áreas colindantes a la zona de desmonte.</li> </ul>
<p>El suelo fértil de las áreas de ocupación del proyecto, se recuperará y almacenará en un sitio especialmente destinado y con las características de contención y protección necesarias para que el material no se disperse en el aire.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Volumen de suelo fértil recuperado/mes.</li> <li>• Bitácora mensual sobre las características del suelo recuperado.</li> <li>• Zonas de almacenamiento temporal con evidencia de recuperación de suelo fértil.</li> </ul>
<p>Durante el despalme se realizará la limpieza del material resultante del derribo, para evitar el amontonamiento de material residual como desperdicio y fuente de combustible para incendios forestales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Volumen de residuos maderables acumulados/mes.</li> <li>• Zonas de apilamiento temporal con evidencia de acumulación de residuos productos del despalme.</li> </ul>
<p>En su caso, el almacenamiento de combustibles debe estar en un sitio adecuado, señalado y resguardado, para evitar accidentes o derrames.</p>	<p>Número de sitios de almacenamiento de combustibles existentes, con evidencia de reunir las características de seguridad requeridas por la normatividad aplicable.</p>
<p>El material producto de la obra deberá ser retirado a la brevedad posible del lugar a un sitio autorizado del municipio de Tepic. Los camiones transportarán el material producto de la obra previamente humedecido, para</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Superficie del proyecto en general sin evidencia de acumulación de material producto de la obra.</li> <li>• Volumen estimado de material acumulado/mes.</li> </ul>

Medida ambiental o programa propuesto	Indicadores de seguimiento o Monitoreo
evitar fuga de materiales durante el trayecto al sitio de tiro.	
Todos los derrames de cemento o de concreto que hayan fraguado, se deberán demoler y los escombros resultantes se deberán retirar hacia un sitio ex profeso. De igual manera, se retirarán todos los remanentes de tepetate, tezontle o cualquier otro material que se haya empleado en la obra. Los sitios de servicio y almacenamiento deben dejarse limpios y con la misma calidad con que se encontraron.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zona del proyecto en general sin evidencia de acumulación de residuos de la construcción.</li> <li>• Volumen estimado de material acumulado/mes.</li> <li>• Evidencia de limpieza en cada sitio al final de las diversas fases de la construcción</li> </ul>
No se deberá verter sobre el terreno natural desechos de agua residual producto del lavado de equipo o maquinaria, ni tampoco desechos orgánicos de los trabajadores.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zona del proyecto en general sin evidencia de vertimiento o derrames de aguas residuales ni desechos orgánicos.</li> <li>• Volumen estimado de desechos orgánicos acumulado/mes.</li> <li>• Evidencia de limpieza en cada sitio al final de las diversas fases de la construcción</li> </ul>
Las áreas expuestas de terreno deberán ser las adecuadas para el proyecto y permanecerán abiertas el menor tiempo posible, para rellenarlas y evitar mayor proliferación de polvos y la erosión edáfica.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evidencia de que las excavaciones previstas en las diversas fases del proyecto y programas a implementar se realicen conforme a las especificaciones previstas.</li> <li>• Evidencia de la no apertura de excavaciones fuera de los períodos en que no les corresponde sean abiertas.</li> </ul>
El relleno y la compactación se deberán ejecutar con buenas prácticas de ingeniería, para no dañar la estructura del suelo.	Evidencia de que los rellenos y compactaciones necesarias en las diversas fases del proyecto se realicen conforme a las especificaciones previstas y con el equipo adecuado.
El suelo recuperado se mezclará con los productos triturados del desmonte con el propósito de favorecer su enriquecimiento con materia orgánica y se depositará en un sitio específico destinado para tal fin, y será conservado para su uso en los trabajos de reforestación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Volumen de suelo fértil recuperado/mes.</li> <li>• Volumen de productos triturados recuperado/mes.</li> <li>• Bitácora mensual sobre las características del suelo y productos triturados recuperados.</li> <li>• Zonas de almacenamiento temporal con evidencia de recuperación de suelo fértil y productos triturados.</li> </ul>
Usar sólo los consumos necesarios de agua cruda para el proceso constructivo.	Volumen de consumo de agua cruda/mes.

Medida ambiental o programa propuesto	Indicadores de seguimiento o Monitoreo
Colocar el material producto de las excavaciones en áreas que no sean sujetas de arrastre por escurrimientos.	Zonas de almacenamiento temporal de material producto de excavaciones en sitios estratégicos, con evidencia de no presentar riesgo por afectación de escurrimientos. Áreas del proyecto en general limpias, sin evidencia de presencia de material arrastrado por la escorrentía.
Almacenamiento temporal y apropiado de agua cruda para el consumo necesario del proyecto.	Zonas de almacenamiento temporal de agua cruda, con evidencia de reunir las características apropiadas tales como: ubicación estratégica, capacidad almacenamiento de volúmenes adecuados, y existencia de recipientes y contenedores apropiados.
Las aguas residuales de los trabajadores, deberán ser captadas en tanques captadores y sanitarios portátiles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presencia de tanques y recipientes captadores de aguas residuales, suficientes en cantidad y con características apropiadas para su almacenaje.</li> <li>• Cantidad de sanitarios portátiles instalados, destinados para su operación en la zona de obra.</li> <li>• Áreas del proyecto en general limpias, sin evidencia de derrames o vertimiento de aguas residuales.</li> </ul>
En las actividades preliminares, se prohibirá el vertimiento de material particulado, basura o cualquier otro elemento extraño, especialmente hacia las colindancias inmediatas.	Zona del proyecto en general sin evidencia de acumulación o vertimiento de material particulado, basura o cualquier otro elemento extraño tanto en la zona del proyecto como en las colindancias inmediatas. Evidencia de limpieza en cada sitio al final de las diversas fases de la construcción.
<b>Componente ambiental afectado: Suelo, biota, paisaje (Etapa de preparación del sitio y construcción)</b>	
La etapa de preparación del sitio y durante el avance gradual de la construcción y conformación del terreno para cada área de proyecto, el retiro de la vegetación se realizará exclusivamente en las áreas requeridas para el desarrollo del mismo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Superficie desmontada/mes.</li> <li>• Volumen maderable afectado con motivo del cambio de uso del suelo/mes.</li> <li>• Grado de erosión en las áreas colindantes al sitio de desmonte.</li> </ul>

Medida ambiental o programa propuesto	Indicadores de seguimiento o Monitoreo
Únicamente se retirará la vegetación en la superficie que sea necesaria para el desarrollo óptimo y seguro del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Superficie desmontada/mes.</li> <li>• Volumen maderable afectado con motivo del cambio de uso del suelo/mes.</li> </ul>
En las áreas adyacentes a las zonas de construcción, se mantendrá la vegetación actual y se conservará su función ambiental.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evidencia de la conservación del paisaje actual.</li> <li>• Características de las zonas arboladas y con otros tipos de cubierta vegetal remanentes, tales como: composición de especies, grado de cobertura, vigor y sanidad.</li> </ul>
La reforestación de las áreas afectadas por el desarrollo del proyecto se realizará con especies nativas, características de las asociaciones vegetales actualmente presentes en las inmediaciones.	Los que se establecen en el programa de reforestación
<b>Componente ambiental afectado: Suelo, biota (Etapa de preparación del sitio y construcción)</b>	
El retiro de la vegetación se realizará exclusivamente en las áreas requeridas para el desarrollo del proyecto; se conservarán sin afectación parte del terreno que albergan vegetación forestal en las inmediaciones, que aportarán a los individuos de fauna que se verán desplazados de las áreas de ocupación, condiciones favorables para su desarrollo y sobrevivencia.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Superficie desmontada/mes.</li> <li>• Características de las zonas arboladas y con otros tipos de cubierta vegetal remanentes, tales como: composición de especies, grado de cobertura, vigor y sanidad.</li> </ul>
El retiro de vegetación se realizará de forma programada, gradual, y empleando la técnica de derribo direccional, con el propósito de permitir el desplazamiento autónomo de los posibles animales hacia las zonas colindantes que conservarán su vegetación actual.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Superficie desmontada/mes.</li> <li>• Verificación de la no existencia de reporte de especímenes faunísticos dañados durante la etapa de desmonte y el respeto a los sitios de refugio existentes en las áreas colindantes a la zona de cambio de uso del suelo.</li> </ul>
Los trabajadores de la construcción recibirán capacitación y/o sensibilización respecto de la importancia de la conservación de la fauna silvestre; se prohibirá la caza, asedio o captura de ejemplares de cualquier especie y se les informará sobre las acciones requeridas para evitar el daño o muerte imprudencial de ejemplares por el manejo de maquinaria.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cursos de capacitación y concientización ambiental dirigidos al personal en general.</li> </ul>

Medida ambiental o programa propuesto	Indicadores de seguimiento o Monitoreo
<p>En caso de detectar especies de lento desplazamiento al momento de la ejecución del proyecto, éstas deberán ser capturadas por personal capacitado y ser reubicadas en sitios aledaños al área del proyecto, que contenga vegetación nativa; asimismo, queda prohibido cazar, capturar, coleccionar, perturbar y/o comercializar las especies de flora y fauna silvestre, presentes en el área y zonas adyacentes de la superficie a afectar.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de especímenes reubicados/mes.</li> <li>• Campañas de concientización encaminadas a la protección de fauna silvestre (cantidad de eventos realizados)</li> <li>• Colocación de señalización alusiva a la protección y cuidado de la fauna en la zona general del proyecto (cantidad y distribución estratégica).</li> </ul>
<p>Llevar a cabo el establecimiento y la construcción de sitios de anidación y refugio para fauna silvestre, mediante rocas amontonadas o dejando troncos huecos en pie y/o derribados, en sitios aledaños a las zonas a intervenir y que no representen riesgo de incendio.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de sitios de anidación y refugio construidos/año (incluido su mantenimiento).</li> </ul>
<p>Colocar en los caminos y senderos dentro de la zona arbolada y de la zona adyacente del proyecto, letreros alusivos al respecto de la flora y fauna presente en el predio. La señalización deberá ser de tipo informativa y restrictiva.</p>	<p>Colocación de señalización alusiva a la protección y cuidado de la fauna en la zona general del proyecto (cantidad y distribución estratégica).</p>
<p><b>Componente ambiental afectado: Suelo, agua, paisaje (Etapa de construcción)</b></p>	
<p>Una vez terminada la obra, se deberán retirar todos los materiales productos de las actividades constructivas, se deberán disponer en sitio de tiro autorizado en el municipio.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bitácora de volúmenes de residuos generados/mes.</li> <li>• Evidencia de limpieza en cada sitio del proyecto al final de las diversas fases de preparación del sitio y construcción.</li> </ul>
<p>El programa de trabajo deberá ajustarse a los tiempos señalados, y no exceder en demasía para el desarrollo de las diversas actividades, para recuperar las condiciones prevalecientes del paisaje en el área de proyecto</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bitácora mensual de cumplimiento de avances periódicos, en función de los cronogramas establecidos para las diversas fases del proyecto.</li> <li>• Evidencia de avance de obras en tiempo y forma, reflejada en la normalización del aspecto del paisaje.</li> </ul>
<p>Suministrar tambos metálicos para el almacenamiento del agua cruda requerida para la elaboración de las mezclas, así como para la</p>	<p>Cantidad de recipientes y contenedores de agua cruda, así como con evidencia de reunir las características apropiadas tales como:</p>

Medida ambiental o programa propuesto	Indicadores de seguimiento o Monitoreo
humectación de materiales de construcción, y las actividades de riego de áreas diversas.	ubicación estratégica, capacidad de almacenamiento de volúmenes adecuados.
Se prohíbe el vertimiento de agentes químicos contaminantes (aceites, grasas, solventes, mezclas asfálticas, etc.) u otros residuos líquidos o sólidos, a terrenos colindantes del área de proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zona del proyecto en general y colindancias sin evidencia de vertimiento o derrames de agentes químicos contaminantes u otros residuos líquidos o sólidos.</li> <li>• Volumen estimado de desechos orgánicos acumulado/mes.</li> <li>• Evidencia de limpieza en cada sitio al final de las diversas fases de la construcción</li> </ul>
De ser necesario, instalar sanitarios portátiles para uso de los trabajadores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cantidad de sanitarios portátiles instalados, destinados para su operación en la zona de obra.</li> <li>• Áreas del proyecto en general limpias, sin evidencia de derrames o vertimiento de aguas residuales.</li> </ul>
El personal que labore en las actividades ruidosas, deberá emplear el equipo de protección personal contra el ruido, que estipule la autoridad laboral competente.	Evidencia de la cantidad de elementos de la planta laboral que emplea equipo de seguridad y protección durante las diversas fases del proyecto.
Instalar contenedores temporales de residuos sólidos urbanos y/o de manejo especial, los cuales se identificarán en sitios adecuados y estratégicos dentro de la zona de obra. La disposición final de los residuos se deberá realizar en el sitio que determine la autoridad municipal correspondiente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Volumen estimado de residuos en general acumulado/mes.</li> <li>• Cantidad de recipientes y contenedores temporales de residuos en general, así como con evidencia de reunir las características apropiadas tales como: ubicación estratégica, capacidad de almacenamiento de volúmenes adecuados.</li> </ul>
Evitar labores de mezclas de concreto directamente en el suelo, mediante las llamadas “revolturas”. El concreto se deberá mezclar en revolvedoras portátiles o en otro medio mecánico similar.	Número de revolvedoras en operación. Áreas del proyecto en general limpias, sin evidencia de preparación de mezclas directamente en el suelo, derrames o vertimiento de residuos de éstas.
Todos los residuos sólidos, escombros, residuos de tubería, material orgánico diverso, que se hayan retirado de las zonas de construcción, se deberán retirar del sitio hacia un destino que la autoridad municipal estipule.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Volumen estimado de residuos en general acumulado/mes.</li> <li>• Cantidad de recipientes y contenedores temporales de residuos en general, así como con evidencia de reunir las características apropiadas tales como: ubicación estratégica,</li> </ul>

Medida ambiental o programa propuesto	Indicadores de seguimiento o Monitoreo
	capacidad de almacenamiento de volúmenes adecuados.
Apegarse a las normas oficiales mexicanas: NOM-052-SEMARNAT-2005, para los residuos de los materiales utilizados en las áreas como son: botes con remanentes de pintura, estopas impregnadas de pintura, solventes y aceites, debiendo ser colectados y almacenados conforme a lo dispuesto por el reglamento de la Ley general para la Prevención y Gestión Integral de los residuos y ser enviados posteriormente para su reciclaje, incineración y/o confinamiento mediante empresas se servicio autorizadas.	Los establecidos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2006 y la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.
<b>Componente ambiental afectado: Aire, suelo (Etapas de preparación del sitio y construcción)</b>	
Supervisar el mantenimiento de la infraestructura sanitaria y la disposición final de residuos líquidos a cargo de empresas acreditadas para tal fin por las autoridades competentes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de servicios de mantenimiento programados y efectuados/mes.</li> <li>• Bitácora de volúmenes de residuos líquidos generados/mes.</li> <li>• Áreas del proyecto en general limpias, sin evidencia de derrames o vertimiento de residuos líquidos.</li> </ul>
Supervisar el mantenimiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales para que cumplan con la normatividad aplicable.	Los previstos por las empresas proveedoras de las plantas de tratamiento de aguas residuales y aquellos establecidos en la normatividad aplicable.
<b>Componente ambiental afectado: Suelo, agua (Etapas de preparación del sitio y construcción)</b>	
Los residuos sólidos generados durante las diferentes etapas del proyecto serán separados en residuos inorgánicos (reciclables y no reciclables) y orgánicos, a través de contenedores y espacios específicos, ubicados estratégicamente cerca de las fuentes de generación, para facilitar su manejo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Volumen estimado de residuos en general acumulado/mes.</li> <li>• Cantidad de sitios y recipientes y contenedores temporales de residuos en general, así como con evidencia de reunir las características apropiadas tales como: ubicación estratégica, capacidad de almacenamiento de volúmenes adecuados.</li> <li>• Evidencia de limpieza en cada sitio al final de las diversas fases de operación del proyecto.</li> </ul>
Por medio de camiones o vehículos propios del proyecto, serán retirados los residuos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bitácora de volúmenes de residuos transportados/mes.</li> </ul>

Medida ambiental o programa propuesto	Indicadores de seguimiento o Monitoreo
inorgánicos no reciclables y conducidos hacia el relleno sanitario municipal.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evidencia de limpieza en cada sitio al final de las diversas fases de operación del proyecto.</li> </ul>
Los residuos sólidos reciclables (plásticos PET, aluminio, papel y cartón), serán recolectados periódicamente por empresas acreditadas oficialmente para tal efecto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bitácora de volúmenes de residuos recolectados y transportados/mes.</li> <li>• Evidencia de limpieza en cada sitio al final de las diversas fases de operación del proyecto.</li> </ul>
Se verificará sistemáticamente que los residuos peligrosos que puedan ser generados comúnmente durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto, continúen siendo confinados temporalmente en contenedores plásticos o metálicos, según corresponda, en un sitio destinado para tal efecto, con la finalidad de ser entregados periódicamente a una compañía que cuente con las autorizaciones correspondientes para su manejo y disposición final.	Los establecidos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT- 2006 y la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.
Se contará con un almacén para el manejo y confinamiento temporal de residuos peligrosos, el cual cumplirá con las indicaciones señaladas en la normatividad que le resulta aplicable, con especial atención a los siguientes aspectos: estar separado de las aulas, áreas de servicios, oficinas y de almacenamiento; estar ubicado en zonas donde se reducen los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones; contar con muros de contención así como señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los mismos en lugares y formas visibles; estar ubicado en zonas donde se reducen los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones; continuar con el manejo de residuos de acuerdo a lo establecido en la normatividad que le aplica.	Los establecidos por la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.
Componente ambiental afectado: Aire, suelo, agua, biota, (Etapa de preparación del sitio y construcción)	

Medida ambiental o programa propuesto	Indicadores de seguimiento o Monitoreo
Se tendrán a la mano los elementos de comunicación directa (radio, teléfono, etc.) para servicios de emergencia, tales como centros de salud, cruz roja, brigadas contra incendios, etc.	Cantidad de elementos de comunicación directa disponibles en las diversas instalaciones del conjunto residencial.
Las plantas de tratamiento de aguas residuales contarán con un reglamento de seguridad e higiene laboral, con la finalidad de preservar la integridad física y la salud de los trabajadores.	Integración del reglamento de seguridad e higiene laboral para la operación de las plantas de tratamiento, y verificación de su adecuada aplicación; dicho reglamento será sujeto a revisión de manera periódica.
Se desarrollarán rutas de evacuación para enfrentar contingencias naturales y operacionales para toda la infraestructura; los letreros indicando las rutas serán ubicados en sitios visibles y a una altura adecuada.	Colocación de señalización alusiva a las rutas de evacuación y para hacer frente a la eventual presencia de contingencias (cantidad, distribución estratégica, y contenido apropiado de información.)
Se prevé la dotación de extintores contra incendios, los que estarán distribuidos en sitios estratégicos del conjunto residencial.	Número de extintores disponibles, colocados en áreas estratégicas de las instalaciones durante todas las fases de operación del proyecto.
<b>Componente ambiental afectado: Suelo (Etapas de preparación del sitio y construcción)</b>	
Se deberá realizar un monitoreo de la descarga de aguas residuales para determinar el promedio diario y mensual de la descarga, los resultados se presentarán en un informe anual, durante el tiempo de vida útil, el cual deberá incluir también los resultados de los análisis mensuales de calidad del agua de acuerdo a los parámetros contenidos en la normatividad aplicable (NOM-003-SEMARNAT-1997).	Volumen de descarga de aguas residuales/día. Los considerados en la NOM-003-SEMARNAT-1997.
<b>Componente ambiental afectado: Aire (Etapas de preparación del sitio y construcción)</b>	
Se realizará un mantenimiento constante de las instalaciones generadoras de energía eléctrica, para evitar consumos excesivos debido a fallas o variaciones en el voltaje, así como para minimizar el riesgo de accidentes.	Número de servicios programados y efectuados/mes.

#### VII.4 INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS PARA FIANZAS

De acuerdo con lo establecido en el Artículo 51 y 52 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, la Secretaría podrá exigir el otorgamiento de seguros o garantías respecto del cumplimiento de las condiciones establecidas en las autorizaciones, cuando durante la realización de las obras puedan producirse daños graves a los ecosistemas.

En este sentido, la siguiente información se proporciona para que, en un momento dado que se requiera el pago de una fianza de garantía, la autoridad competente tome en cuenta los costos que implica el desarrollo de cada una de las actividades incluidas en el proyecto.

**Tabla VII.4 Costo de las actividades previas a la construcción del conjunto residencial**

Actividad	Costo	Responsable/ejecutor
Ubicación y delimitación física del área	\$7,000.00	Prestador de Servicios Profesionales para la elaboración del DTU Modalidad B-Particular
Identificación y contabilización del arbolado a remover	\$20,000.00	Prestador de Servicios Profesionales para la elaboración del DTU Modalidad B-Particular
Señalamiento del arbolado a derribar	\$12,000.00	Prestador de Servicios Profesionales para la elaboración del DTU Modalidad B-Particular
Remoción del arbolado, mediante derribo direccional	\$35,000.00	Titular de la autorización
Desrame, troceo y elaboración de los productos resultantes en el sitio de caída del árbol	\$10,000.00	Titular de la autorización
Limpia de monte y elaboración de coartazales	\$3,000.00	Titular de la autorización
Carga y transporte de productos maderables resultantes	\$35,000.00	Titular de la autorización
<b>Total</b>	<b>\$122,000.00</b>	---

**Tabla VII.5 Costo por elaboración del programa de reforestación**

Actividad	Costo	Responsable/ejecutor
Recopilación de información de campo	\$6,000	Prestador de Servicios Profesionales para la Elaboración del DTU-Modalidad B-particular.
Revisión bibliográfica	\$4,000	Prestador de Servicios Profesionales para la Elaboración del DTU-Modalidad B-particular.
Elaboración del documento final	\$15,000	Prestador de Servicios Profesionales para la Elaboración del DTU-Modalidad B-particular.
<b>Costo total</b>	<b>\$25,000</b>	---

**Tabla VII.6 Costo por obras de conservación de suelos y agua**

Concepto	Unidad de medida	Costo unitario (\$)	Cantidad a realizar o utilizar	Total (\$)
Tinas ciegas (Compensación erosión)	Pieza	206.83	2,635	544,997.05
Tinas ciegas (Compensación infiltración)	Pieza	206.83	9,295	1,922,484.85
Mantenimiento tinas ciegas (Compensación erosión)	Jornales	250	250	62,500.00
Mantenimiento tinas ciegas (Compensación erosión)	Jornales	250	882	220,500.00
<b>Total</b>				<b>\$2,750,481.90</b>

**Tabla. VII.7 Costo de la ejecución del programa de reforestación**

Actividad	Costo	Responsable/ejecutor
Adquisición de planta	\$679,580.00	Titular de la autorización
Actividad	Costo	Responsable/ejecutor
Actividades de Reforestación	\$62,800.00	Titular de la autorización
Reposición de planta	145,166.00	Titular de la autorización
Actividades de mantenimiento	288,933.08	Titular de la autorización
<b>Costo total</b>	<b>1,176,479.08</b>	---

**Tabla VII.8 Costo de las actividades de las actividades de restauración del predio**

Obra	Montos Parciales m2(\$ M.N.)	Monto (\$M.N.)
Estabilización de taludes	600	\$600,000.00
Arreglo de áreas verdes y naturales		\$20,155,890.00
<b>Total</b>		<b>\$20,755,890.00</b>

**Tabla VII.9 Costo total de la etapa de realización del proyecto**

Obra	Montos Parciales (\$ M.N.)	Monto (\$M.N.)	Responsable/ejecutor
Terracerías		100,083,891	Promovente/ constructora
Pavimentos		37,719,662	Promovente/ constructora
Guarniciones y Banquetas		67,815,094	Promovente/ constructora
Red de distribución	14,300,352		Promovente/ constructora
Tomas domiciliarias	1,290,466		Promovente/ constructora
Agua Potable (subtotal)		15,590,818	Promovente/ constructora
Red de atarjeas	25,818,870		Promovente/ constructora
Descargas domiciliarias	2,983,989		Promovente/ constructora
Obra Civil de Cárcamos	2,939,333		Promovente/ constructora
Planta de tratamiento	3,155,480		Promovente/ constructora
Alcantarillado Sanitario (subtotal)		34,897,672	Promovente/ constructora
Red de drenaje pluvial		11,985,404	Promovente/ constructora
Red de media tensión subterránea	29,604,256		Promovente/ constructora

Obra	Montos Parciales (\$ M.N.)	Monto (\$M.N.)	Responsable/ejecutor
Red de baja tensión subterránea	8,214,296		Promovente/ constructora
Obra civil integral	29,166,218		Promovente/ constructora
Electrificación (subtotal)		66,984,770	Promovente/ constructora
Alumbrado Público		10,366,047	Promovente/ constructora
Canalización Telefónica		21,672,823	Promovente/ constructora
<b>Total de Inversión</b>		<b>\$367,116,181</b>	

Tabla VII.10 Balance de costos por tipo de actividad para fijación de montos para fianzas

Actividad	Costo
Actividades previas a la construcción del conjunto residencial	\$122,000
Elaboración del programa de reforestación	\$25,000
Obras de conservación de suelos y agua	\$2,750,481.90
Ejecución de la reforestación	\$1,176,479.08
Etapas de realización del proyecto	\$367,116,181
<b>Costo total:</b>	<b>\$371,190,142</b>

#### VII.5 ESTIMACIÓN DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN CON MOTIVO DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO.

De manera general y con base el Artículo 16 fracción XIV de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), donde establece que la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) tendrá la atribución de: “definir mecanismos de compensación por los bienes y servicios ambientales que prestan los ecosistemas forestales”.

De manera general al término de restauración se refiere a una medida más para reparar, arreglar o traer de nuevo a su estado natural alguna cosa que se encuentra deteriorada.

Esto con base en artículo 124 fracción I de su Reglamento que establece que el monto económico de la compensación ambiental relativa al cambio de uso del suelo en terrenos forestales será determinado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, considerando los costos de referencia para reforestación o restauración y su mantenimiento, así como el nivel de equivalencia para la compensación ambiental, por unidad de superficie, de acuerdo con los criterios técnicos que establezca la Secretaría.

En el Artículo 1 del Diario Oficial de la Federación (2014), se estiman los costos de referencia para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento por concepto de compensación ambiental y cambio de uso del suelo en terrenos forestales, los cuales se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla VII.11 Costos de referencia para actividades de reforestación o restauración**

Concepto	Conceptos de referencia, en pesos por hectárea, para las zonas ecológicas				
	Templada	Tropical	Áridas y semiáridas	Zona inundable o transición tierra más (húmedales)	
Actividades y obras de restauración	26,508.95	18,363.30	14,002.49	Manglares	Otros Húmedales
Reforestación y su mantenimiento				59,992.23	188,556.75

Se considera una superficie de 53.352 hectáreas para cambio de uso de suelo en terrenos forestales correspondientes a vegetación de bosque de Pino, de acuerdo con los costos de referencia, se considera un monto de \$3,926,960.98 (tres millones novecientos veintiséis mil novecientos sesenta pesos 98/100 M.N.) destinados a las actividades de compensación ambiental.

Así mismo apegados al Artículo 7, Fracción XXXIII de la LGDFS que señala: “la restauración forestal es el conjunto de actividades tendientes a la rehabilitación de un ecosistema forestal degradado, para recuperar parcial o totalmente las funciones originales del mismo y mantener las condiciones que propicien su persistencia y evolución”.

Razones ciertamente acertadas para intervenir por este método en las áreas del CUSTF ya que implican la intervención del hombre para la recuperación de las mismas por la remoción de la vegetación. Considerando que se cambiará la condición de los recursos forestales, la restauración debe considerar las actividades necesarias para llevar el ecosistema degradado a las condiciones que presenta actualmente, donde se incluye su composición, estructura, funcionalidad y los servicios ecosistémicos que presta.

Por lo anterior, los costos estimados para la restauración incluyen desde la preparación del terreno y adquisición de plantas hasta su mantenimiento y establecimiento a 10 años aproximadamente, tiempo considerado como el mínimo donde la vegetación establecida puede brindar los servicios ambientales que actualmente ofrece y, en conjunto con las obras de conservación de suelos habrán resarcido los procesos erosivos.

La superficie a restaurar corresponde a una superficie total de 162 ha, dicha superficie se distribuye en dos polígonos que se encuentran dentro del SAR cerca del área del proyecto, el cual tiene condiciones ambientales similares al área del CUSTF, las coordenadas de dichos polígonos se encuentran en el (ANEXO 15).

En dicha área la distribución de la planta será mediante el sistema de Marco real, así mismo el distanciamiento entre plantas y líneas de plantas será de 3 X 3 metros, con una densidad de 1, 111 ejemplares por hectárea. Considerando un excedente del 20 por ciento para reposición, en caso de no alcanzar la sobrevivencia del 100%.

La estimación del costo de las actividades de reforestación por motivo del cambio de uso de suelo en terrenos forestales se establece con el fin de mitigar y compensar los daños que se generaran

con las actividades del cambio de uso de suelo que afectará 53.352 hectáreas de Bosque de Pino. Dentro de estos costos se incluyen los jornales para la ejecución de cada actividad, los de la adquisición de la planta que será necesaria establecer, el mantenimiento y la asesoría técnica. De esta forma se estimaron los siguientes costos por concepto.

#### VII.5.1. Costos de la adquisición de planta

Con el objetivo de promover la sobrevivencia de las plantas y el éxito de la reforestación, se estima reubicar 10,087 plantas producto del rescate y 169,895 plantas para la reforestación.

El costo total para la adquisición de planta se estimó en \$679,580.00 (Seiscientos setenta y nueve mil y quinientos ochenta pesos 00/100 M.N.), lo cual se puede notar en la Tabla VII.12.

**Tabla VII 12. Estimación económica por concepto de adquisición de planta para la reforestación.**

Tipo de vegetación	Especie	Unidad empleada	Total	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Bosque de Pino	<i>Pinus douglasiana</i> Martínez	Planta	32,288	\$4.00	\$129,152.00
Bosque de Pino	<i>Pinus montezumae</i> Lamb.	Planta	46,125	\$4.00	\$184,500.00
Bosque de Pino	<i>Pinus pseudostrobus</i> Lindl.	Planta	3,459	\$4.00	\$13,836.00
Bosque de Pino	<i>Quercus castanea</i> Née	Planta	79,182	\$4.00	\$316,728.00
Bosque de Pino	<i>Quercus glaucooides</i> M.Martens & Galeotti	Planta	8,841	\$4.00	\$35,364.00
<b>Total</b>			<b>169,895</b>	<b>---</b>	<b>\$679,580.00</b>

#### VII.5.2 Costo de la actividad de reforestación.

Considerando las actividades como apertura de cepas, traslado de planta, adquisición de herramientas, pago de jornales y asesoría técnica, necesarias para llevar a cabo la reforestación en el área de compensación (ANEXO 15), se estimó un costo total de \$62,800.00 (Sesenta y dos mil ochocientos pesos 00/100 M.N.). El desglose se presenta en la tabla siguiente (Tabla VII.13).

**Tabla VII.13 Estimación económica por concepto de actividad de reforestación.**

Tipo de vegetación	Especie	Unidad empleada	Total	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Bosque de Pino	Pago de jornales para la apertura de cepas	Jornales	100	250	\$25,000.00
	Pago de jornales para la distribución de planta de contenedor	Jornales	40	250	\$10,000.00

Tipo de vegetación	Especie	Unidad empleada	Total	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
	Pago de jornales para la carga y descarga de plantas	Jornales	5	250	\$1,250.00
	Adquisición de herramientas	Pieza	1	300	\$300.00
	Adquisición de longimetro (100 m)	Pieza	1	500	\$500.00
	Pago por asesoría técnica (Ing. Forestal)	jornales	1	2000	\$2,000.00
	Pago a jornales para mantenimiento y cuidado de la plantación durante el primer año (5 días por mes)	Jornales	15	250	\$3,750.00
	Apertura de brechas cortafuego	Jornales	80	250	\$20,000.00
<b>Total</b>					<b>\$62,800.00</b>

### VII.5.3 Costo de las actividades de reposición de planta.

Una vez establecida la reforestación es necesario tomar las medidas necesarias para lograr la sobrevivencia y buen desarrollo de los individuos plantados. En este caso se consideró el valor económico que comprenden las actividades de reposición de planta, lo cual se desglosa en la siguiente tabla.

**Tabla VII.14 Estimación económica por concepto de reposición de planta.**

Tipo de vegetación	Actividad	Cantidad requerida	Unidad	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Bosque de Pino	Reposición <i>de planta</i>	33,979	Planta	4	135,916.00
	Pago de jornales para la apertura de cepas	20	jornal	250	5,000.00
	Pago de jornales para la distribución de planta de contenedor	8	jornal	250	2,000.00
	Pago de jornales para la carga y descarga de plantas	1	jornal	250	250.00
	Pago por asesoría técnica (Ing. Forestal)	1	jornal	2000	2,000.00
<b>Total</b>					<b>145,166.00</b>

Considerando que se contempla una reposición del 20% en caso de no alcanzarse la sobrevivencia del 80% de la reforestación, las actividades de reposición de planta ascienden a \$145,166.00 (Ciento cuarenta y cinco mil ciento sesenta y seis pesos 00/100 M.N.).

#### VII.5.4 Costo de las actividades de mantenimiento

Se puede decir que a partir de los 10 años ya se puede considerar una reforestación y restauración con dominancia en el estrato medio y superior, trayendo, así como resultado del establecimiento de nuevos nichos de fauna silvestre (CONAFOR, 2010). Tomando en cuenta lo antes mencionado se realizó una proyección de los costos que se generarían al darle mantenimiento a la reforestación para llevar el sitio a condiciones actuales, considerando 10 años de mantenimiento, dando un costo total de \$288,933.08 (Doscientos ochenta y ocho mil novecientos treinta y tres pesos 08/100 M.N.). En la tabla VII.15 se desglosan los costos por actividad.

**Tabla VII.15 Estimación económica por concepto actividades de mantenimiento.**

Tipo de vegetación	Actividad	Cantidad/ Ha/año	Unidad	Precio unitario (\$)	Costo (\$/Ha)	Cantidada a intervenir	No. años	Total general
Bosque de Pino	Protección individual	-----	Planta	1	-----	169,895	1	0
	Control de malezas (Manual)	1	Jornales	250	250	20	10	5000
	Control de patógenos	1	Jornales	250	250	20	10	5000
	Control de patógenos	1	kg o lt	185	190	20	10	3800
	Fertilización	1	Jornales	250	250	20	10	5000
	Fertilización	1	kg	120	100	20	10	2000
	Herramientas	2	piezas	300	600	20	10	12000
	Cercado de protección	7.52	km	31,374.08	235933.08	1	1	235933.08
	Brechas cortafuego	3		170	510	20	10	10200
	Asesoría técnica	1	Jornales	500	500	20	10	10000
<b>Total</b>								<b>288,933.08</b>

#### VII.6. INDICADORES DE ÉXITO.

El indicador de sobrevivencia se puede utilizar para conocer el éxito de la restauración y se basa en lo siguiente:

1. Superficie (ha).
2. Ejemplares plantados (plantas muertas y vivas).
3. Supervivencia (%).

Este indicador se expresa mediante evaluación técnica, con base en el porcentaje de árboles que sobreviven y al número de reposiciones que se hicieron. Se realizará un muestreo un año después de la plantación, verificando de manera directa el estado que guarda la reforestación. Entre los datos levantados en campo destacan los siguientes: Calidad de la planta (vigor), adaptación, número de plantas vivas y muertas, así como las principales causas de muerte. Es importante recabar el dato de número de plantas vivas.

A continuación, se presenta una tabla tipo para el registro de indicadores del éxito de la reforestación.

**Tabla VII.16 Formato tipo para el registro de indicadores de éxito de la restauración.**

Sitio de muestreo	Nombre común	Nombre científico	Condición	Daño	Daño (%)	Altura total (m)	Vigor
1							
2							
3							
.... n							

En donde se indicará la “Condición” de acuerdo a la clasificación siguiente:

**Tabla VII.17 Claves para describir la condición de la planta.**

Clave	Descripción
1	Árbol vivo
2	Árbol muerto en pie
3	Tocón

En la casilla “Daño”, se anotará el número de la clave del daño principal en los árboles vivos o la causa de su muerte (individuos muertos), de acuerdo a la siguiente clasificación:

**Tabla VII.18 Indicadores para descripción de daño de la reforestación establecida.**

Clave	Daño	Descripción
1	Ausencia de daño	El árbol no presenta evidencia de daño físico o causado por plagas y enfermedades
2	Daño humano	El árbol manifiesta heridas causadas por el hombre
3	Incendios	Presencia de carbonización en troncos y ramas, desecación o pérdida del follaje
4	Insectos	Daño causado por insectos barrenadores, descortezadores o defoliadores
5	Viento	Árboles descopados o ramas y ramillas desgajadas, a consecuencia del embate del aire.
6	Enfermedades	Daños causados o indicados principalmente por hongos. (deformaciones o protuberancias de los tallos, ramas y frutos, así como manchas foliares o clorosis)
7	Roedores	Daños en el tallo, ramas, flores, semillas y otras partes, causados por ardillas y ratones.
8	Pastoreo	Pisoteo y ramoneo principalmente de brotes nuevos.
9	Otros	Cuando exista daño, pero no sea posible identificar el agente causante del daño.

El vigor puede considerarse como una manifestación de adaptación del sujeto al medio en que se desarrolla. La codificación a utilizar es la siguiente:

**Tabla VII.19 Claves para describir vigor de las plantas.**

Clave	Vigor
A	Optimo
B	Bueno
C	Pobre
D	Muy pobre

Con los parámetros obtenidos en campo, se determinará el éxito de la reforestación realizada y con base en ello tomar las medidas pertinentes para favorecer esta actividad, buscando el cumplimiento de los objetivos planteados.

Estimación del costo de las actividades de conservación y restauración de suelo y agua y agua.

Con el fin de mitigar los impactos generados por la implementación del proyecto hacia el suelo y agua, se realizó el programa de conservación y restauración de suelos y agua, con este programa se espera mitigar la erosión de 15,794.38 ton, en el área de cambio de uso del suelo que es de 53.352 ha.

Considerando lo anterior, se propone la realizaran un total de 2,635 tinas ciegas con una longitud de 20 metros cada uno y un espaciamiento de 5 m entre bordos, logrando retener con estas obras un total 15,810 toneladas de suelo, cantidad superior a la que se pierde por el CUSTF.

Respecto a la infiltración, ocurrirá una reducción total de 46,459.60 m<sup>3</sup> de agua, para el cual se deberán implementar medidas que logren mitigar la disminución de la infiltración ocasionada por la remoción de la flora, esto debido a la disminución de la cobertura del estrado arbustivo, herbácea y pastos en la superficie con suelo retenido.

Es por ello que se construirá un total de 9, 295 tinas ciegas de 20 metros de largo, 0.5 m de ancho y 0.5 m de profundidad que captarán un total de 46,475 m<sup>3</sup> de agua en aproximadamente, este volumen superior a lo que se tiene estimado que se dejaría de infiltrar con el cambio de uso de suelo.

El cálculo de los costos para realizar las actividades de restauración y conservación de suelos se desglosa a continuación.

### **Tinas ciegas**

De acuerdo a los Costos unitarios promedio nacionales de las obras de restauración de suelos y reforestación para proyectos de compensación ambiental por cambio de uso del suelo en terrenos forestales (CONAFOR, 2010) y al Acuerdo mediante el cual se expiden los costos de referencia para reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso

de suelo en terrenos forestales y la metodología para su estimación, publicado en el D.O.F. el 31 de Julio de 2014 se obtuvo el costo de la realización de las tinas ciegas. Considerando que las tinas ciegas a construir tienen una dimensión de 20 m x 0.50 m x 0.50 m, se obtuvo que el costo de cada una es de \$206.83. Es así como el costo total de las 9,295 tinas ciegas a construir tiene un valor de \$1,922,484.85, (un millón, novecientos veintidós mil cuatrocientos ochenta y cuatro pesos 85/100 M.N.). El monto requerido para el mantenimiento de las obras asciende a \$220,500.00 (Doscientos veinte mil quinientos cincuenta pesos 00/100 M.N.) (ver Tabla VII.20).

**Tabla VII.20 Estimación económica de la ejecución de Tinas ciegas.**

Tinas ciegas				
Concepto	Unidad empleada	Cantidad requerida	Costo Unitario (\$)	Costo total (\$)
Trazo de curvas a nivel	Jornales	882	250	220,500.00
Asesoría técnica	Técnico	3	5000	15,000.00
Limpia de terreno	Jornales	1482	250	370,500.00
Excavación con pala y pico	Jornales	3000	350	1,050,000.00
Formación y Compactación de bordos	Jornales	1058	250	264,500.00
Mantenimiento	Jornales	882	250	220,500.00
<b>Total</b>				<b>\$2,141,000.00</b>

En cuanto a las obras de suelo se construirán 2,635 Tinas ciegas las cuales retendrán un total de 15,810 toneladas de suelo. La especificación de los costos de construcción se detalla en la siguiente tabla.

**Tabla VII.21 Estimación económica de la construcción de tinas ciegas.**

Tinas ciegas				
Concepto	Unidad empleada	Cantidad requerida	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Trazo de curvas a nivel	Jornal	250	250	\$62,500.00
Asesoría técnica	Técnico	1	5000	\$5,000.00
Limpia de terreno	Jornal	420	250	\$105,000.00
Excavación	Jornal	850	350	\$297,500.00
Formación y Compactación de bordos	Jornal	300	250	\$75,000.00
Mantenimiento	Jornales	250	250	\$62,500.00
<b>Total</b>				<b>\$607,500.00</b>

### VII.6.1. Costo total de las actividades de restauración

El costo total de las actividades de restauración resulta de la suma de los costos de reforestación y conservación de suelo y agua, el arreglo de áreas verdes y estabilización de taludes, así como de su respectivo mantenimiento. En la siguiente tabla se presentan el resumen del costo total de las actividades de restauración y el sumatorio total del proyecto.

**Tabla VII.22 Costo total de las actividades de restauración.**

<b>Costo total de las actividades de restauración</b>	<b>Costo total</b>
Reforestación	\$1,176,479.08
Conservación de suelo y agua	\$2,750,481.90
Arreglo de áreas verdes y estabilización de taludes	\$20,755,890.00
<b>Total</b>	<b>\$3,926,960.98</b>

De acuerdo con la información presentada, los costos totales de las actividades de restauración, conservación de suelo y agua y el mantenimiento se estiman en \$3,926,960.98 (Tres millones novecientos veintiséis mil novecientos sesenta pesos 98/100 M.N.). Se incluye los cálculos en digital en el "ANEXO 19".

# CAPÍTULO VIII

## **PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.**

**CONTENIDO**

VIII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	3
VIII.1 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO.....	4
VIII.1.1. Conservación del suelo.....	6
VII.1.1.1. Erosión Hídrica.....	6
VII.1.1.2. Erosión Eólica.....	7
VIII.1.2 Captación de agua.....	7
VIII.2 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO.....	8
VIII.2.1. Conservación del suelo.....	11
VII.2.1.1. Erosión Hídrica.....	11
VII.2.1.2. Erosión Eólica.....	12
VIII.2.2 Captación de agua.....	12
VIII.3 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN.....	13
VIII.3.1. Conservación del suelo.....	17
VII.3.1.1. Erosión Hídrica.....	17
VII.3.1.2. Erosión Eólica.....	18
VIII.3.2 Captación de agua.....	18
VIII.4 PRONÓSTICO AMBIENTAL.....	19
VIII.5 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	20

## VIII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

En este Capítulo se realiza un análisis integral para visualizar los posibles escenarios futuros de la región donde se pretende desarrollar el Proyecto, considerando en primer término el escenario ambiental sin proyecto, seguido un escenario con proyecto sin medidas de mitigación y finalmente, se incluirá el escenario del proyecto con las medidas de mitigación presentadas en el Capítulo VII, de este DTU.

Un ecosistema es un sistema biológico formado por dos elementos indisolubles, el biotopo (conjunto de componentes abióticos por ejemplo clima, geología, geomorfología, hidrología superficial y subterránea, edafología, corrientes, batimetría, etc.) y la biocenosis (conjunto de componentes bióticos: vegetación y fauna) que interactúan entre sí, constituyendo una unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de éstos con el ambiente terrestre existente en un espacio y tiempo determinados.

Las funciones de un ecosistema se refieren al flujo de energía y al ciclo de materiales que circulan a través de los componentes estructurales del ecosistema (biotopo y biocenosis) y poseen una interdependencia natural. Su integridad funcional depende de la conservación de las complejas y dinámicas relaciones entre sus componentes. La capacidad de carga de un ecosistema es el límite o nivel umbral que tiene para soportar el desarrollo de una o varias actividades (uso del espacio o aprovechamiento de recursos) y garantizar la integridad funcional de un ecosistema.

A continuación, se formula la descripción de los escenarios ambientales por elemento ambiental (componente ambiental) partiendo de la información expuesta en los capítulos IV, V y VII del presente DTU mostrando las condiciones del sitio de estudio en tres tiempos distintos: descripción y análisis del escenario sin el Proyecto, descripción y análisis del escenario con proyecto y descripción y análisis del escenario con proyecto y medidas de mitigación.

Por lo anterior, es necesario hacer hincapié sobre los componentes agua y suelo que se analizaron en el capítulo IV para el área de cambio de uso de suelo que el área a afectar dentro del área del Proyecto.

Se realizará un análisis comparativo sobre la pérdida de suelo a causa del factor hídrico y eólico y la resultante después de haber realizado el CUSTF. Para esto, cada uno de los casos se denomina como "Escenario 1" y "Escenario 2", respectivamente, adicionalmente se presenta el "Escenario 3" en donde se define la cantidad a mitigar.

Respecto al agua que se infiltra, para estimar la cantidad de agua que potencialmente se infiltra en un área determinada, el manual de instrucciones de estudios hidrológicos realizado por las Naciones Unidas, proponen la siguiente ecuación para el análisis del coeficiente de infiltración aparente (que corresponde a la fracción de lluvia que aparentemente se infiltra).

$$C = (Kp + Kv + Kfc)$$

Dónde:

**C** = Coeficiente de infiltración

**Kp** = Fracción que infiltra por efecto de pendiente

**Kv** = Fracción que infiltra por efecto de cobertura vegetal

**Kfc** = Fracción que infiltra por efecto de textura de suelo

### VIII.1 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO

Con base con el diagnóstico ambiental realizado para la zona en que se localiza el predio del Proyecto denominado Bosques de Pamejé, el SAR presenta un incremento paulatino de la población de la región, lo cual ha generado una tendencia marcada de presión de los habitantes hacia los recursos naturales, expresado principalmente en cambios de usos de suelo no controlados para satisfacer necesidades de espacios para la producción de alimentos, vivienda y actividades turísticas principalmente.

En la Tabla VIII.1. se presenta el análisis de cada uno de los factores descritos en el capítulo IV.

**Tabla VIII. 1. Escenarios ambientales del Sistema Ambiental Regional sin proyecto.**

Escenarios ambientales del Sistema Ambiental Regional	
Actual	Sin el proyecto
<p><b>Clima:</b> El SAR, presenta el clima templado subhúmedo (Fórmula climática: <math>C(w2)</math>).</p> <p>Con información de la Estación Climatológica (000015130, Presa Valle de Bravo (CFE).), se puede concluir que el clima no presenta modificaciones significativas a través del tiempo.</p>	<p><b>Clima:</b> La tendencia general en todo el mundo es que el clima está cambiando, debido al calentamiento global, por lo que se espera que haya cambios tanto en el clima en general como en la incidencia de fenómenos meteorológicos y es aplicable tanto para el SAR como al área del proyecto.</p>
<p><b>Aire:</b> En el SAR y el predio, en la actualidad la calidad del aire es relativamente buena, ya que la contaminación se debe principalmente a la quema, la incidencia de incendios y la quema de leña en los hogares de los pobladores, siendo mínimas las emisiones.</p>	<p><b>Aire:</b> En el SAR y el predio, la calidad del aire se verá modificada debido al creciente aprovechamiento desregulado y no planeado bajo aprovechamiento sustentable de los recursos, lo que provocará emisiones de gases por automóviles y quema de leña, deforestación.</p>
<p><b>Suelo (Geología y Edafología):</b> En el SAR y el predio se encuentran rocas de las siguientes clases: Ígnea extrusiva básica, Esquistos e Ígnea extrusiva intermedia</p>	<p><b>Suelo (Geología y Edafología):</b> Debido al cambio de usos de suelo para actividades como la agricultura, la ganadería y el turismo, la pérdida de suelo aumentaría al</p>

Escenarios ambientales del Sistema Ambiental Regional	
Actual	Sin el proyecto
<p>En el SAR se encuentran tres tipos de suelo predominantes: Acrisol órtico (Ao), Andosol húmico (Th) y Cambisol dístico (Bd).</p> <p>De acuerdo con el análisis realizado para el cálculo de erosión, a nivel SAR y proyecto es predominante Muy Ligero (&lt; 5 toneladas (ton/ha/año)</p>	<p>quitar la superficie forestal por las características propias del suelo.</p>
<p><b>Agua (Hidrología superficial y subterránea):</b></p> <p>Con base en la información digital generada por el Instituto Nacional de Geografía (INEGI), se observa que el SAR se ubica dentro de la Región hidrológica Balsa (RH18); en la cuenca del Río Cutzamala (RH18G) y Subcuenca del Río Tilostoc (RH26Gg).</p> <p>Los tipos de corrientes presentes en el Sistema Ambiental manifiestan un tipo de red detritica, cuyos principales afluentes son los arroyos Alameda, Los Hoyos, Peras altas y Los Saucos que desembocan hacia la presa “Valle de Bravo”.</p> <p>Dentro del área del proyecto se encuentran dos escurrimientos perenes y algunos cauces de tipo intermitente.</p> <p>Tanto para el SAR como el área del proyecto, estos se encuentran dentro del acuífero Villa Victoria- Valle de Bravo.</p>	<p><b>Agua (Hidrología superficial y subterránea):</b></p> <p>Debido a la importancia que tiene la Región Hidrológica por ser una de las cuencas que aporta el agua que abastece a la Ciudad de México y al área Metropolitana, es preciso considerar que el déficit de agua aumentaría.</p> <p>Por otra parte, al aumentar el área de cambio de uso de suelo, en especial para actividades para la agricultura y la ganadería, el ciclo hidrológico se verá afectado y con ellos la recarga de los acuíferos.</p> <p>Aunado a lo anterior, al aumento de la población en la región y la superficie para las actividades agrícolas generaría una mayor contaminación del recurso agua</p>
<p><b>Flora:</b></p> <p>La vegetación del SAR se encuentra fragmentada por terrenos que han sido utilizados para actividades agropecuarias o zonas semiurbanas, por lo cual presenta fragmentación de bosques y vegetación secundaria derivada de la remoción de estos bosques.</p> <p>La vegetación original se encuentra relativamente deteriorada, siendo remplazada por parcelas agrícolas.</p> <p>De acuerdo con el análisis comparativo que se realizó entre el área del proyecto y el cambio de uso, se observa que hay una mayor diversidad en el área de cambio de uso de suelo.</p>	<p><b>Flora:</b></p> <p>Las actividades de cambio de uso de suelo que impliquen la remoción de la cubierta vegetal son un factor que afecta directamente con la diversidad florística del SAR, sin embargo, si se respetan cada uno de los ordenamientos ecológicos que se han propuesto en la zona del SAR, la diversidad de especies se mantendría.</p>
<p><b>Fauna silvestre:</b></p> <p>El grupo de ornitofauna es el más representativo tanto para el Sistema Ambiental Regional como para el área del Proyecto, presentándose con los más altos valores de diversidad en el SAR. En lo que respecta a los otros grupos faunísticos es notable observar que tanto la riqueza específica y diversidad de Shannon- Wiener son más altos dentro del área del SAR.</p>	<p><b>Fauna silvestre:</b></p> <p>En paralelo como ocurre con el aspecto flora, al reducirse la superficie con cobertura vegetal, se reduce el área de refugio para la fauna.</p> <p>En el SAR se presentará un aumento de capacidad de carga del ecosistema debido a la competencia por recursos entre las especies nativas y las desplazadas del predio.</p>

Escenarios ambientales del Sistema Ambiental Regional	
Actual	Sin el proyecto
<p><b>Paisaje:</b>                      El paisaje constituye un elemento potencialmente importante en la región donde se ubica el sistema ambiental y el área del proyecto. Con referencia en el plan de desarrollo municipal de Valle de Bravo publicado en julio de 2006 y la última actualización de marzo del 2016 encontramos que la zona es atractiva para el turismo por su imagen urbana como una ciudad típica, así mismo, podemos hacer referencia de la Ley sobre Protección y Conservación de la Ciudad de Valle de Bravo promulgada en 1971; el decreto por el Gobierno del estado, de fecha 11 de diciembre de 1980 en el que declara a Valle de Bravo como Patrimonio Cultural Artístico y Arquitectónico del estado.</p>	<p><b>Paisaje:</b>                      Las modificaciones al paisaje del SAR se derivarán principalmente de actividades humanas como cambio de uso de suelo, modificaciones del relieve, y asentamientos humanos, lo que reducirá la calidad paisajística.</p>
<p><b>Socioeconómicos:</b>                      De acuerdo con el plan parcial de incorporación territorial Bosque de Pamejé con fecha de publicación mayo de 2016, encontramos que la población económicamente activa del área es del 91.52 %, mientras que con respecto a las unidades económicas por sector productivo en la zona no existe actualmente productivas propias.</p>	<p><b>Socioeconómicos:</b>                      Las condiciones actuales no tendrían ningún efecto sobre la economía; la población se mantendrá con índices de crecimiento bajo.</p>

Es necesario mencionar que la presión de los recursos naturales es un problema que se ve en todo el mundo. Por lo que es necesario tomar medidas de mitigación a una escala mayor en el que intervengan los gobiernos a todos los niveles.

### VIII.1.1. Conservación del suelo

La cantidad de suelo que se perderá en el área que será sujeta a cambio de uso de suelo se determinó a través de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo, mientras que la predicción de la pérdida de suelo por efecto de la erosión eólica en el área de CUSTF se evaluó utilizando una ecuación paramétrica, la cual fue utilizada por Torres et al., (2003), en su trabajo realizado en la cuenca “El Josefino”, Jesús María, Jalisco, ecuaciones que se detallaron en el Capítulo IV.

#### VII.1.1.1. Erosión Hídrica

En las tablas VIII.2 y VIII.3, se mostrará la intersección de valores de los factores R, K, LS y C, y que, al ser multiplicados de acuerdo con la EUPS, permitieron obtener el valor de la erosión en ton/ha/año.

**Escenario 1. Erosión actual en el área de CUSTF.**

**Tabla VIII. 2. Erosión hídrica actual en vegetación de bosque de pino.**

Factores				Erosión (ton/ha/año)	Superficie (ha)	Erosión total (ton)
R	K	LS	C			
4,442.59	0.02	0.08	0.001	0.01	5.25	0.039
4,442.59	0.02	1.47	0.001	0.13	11.44	1.498
4,442.59	0.02	5.14	0.001	0.46	17.05	7.782
4,442.59	0.02	10.51	0.001	0.93	13.55	12.661
4,442.59	0.02	20.48	0.001	1.82	6.06	11.028
<b>Total</b>					<b>53.352</b>	<b>33.01</b>

**VII.1.1.2. Erosión Eólica**

Al igual que en el apartado anterior, se utilizó la ecuación de la erosión eólica para el tipo de vegetación que se encuentra en el área de CUSTF.

**Escenario 1:** En este apartado se presentan los valores de la erosión eólica actual en el área de CUSTF por tipo de cobertura vegetal.

**Tabla VIII. 3. Erosión eólica actual en vegetación de bosque de pino.**

Factores				Erosión (ton/ha/año)	Superficie (ha)	Erosión total (ton)
R	K	LS	C			
291.71	0.013	0.08	0.001	0.0003	5.251	0.002
291.71	0.013	1.47	0.001	0.0056	11.438	0.064
291.71	0.013	5.14	0.001	0.0195	17.046	0.332
291.71	0.013	10.51	0.001	0.0399	13.555	0.540
291.71	0.013	20.48	0.001	0.0777	6.062	0.471
<b>Total</b>					<b>53.352</b>	<b>1.409</b>

**VIII.1.2 Captación de agua**

**Escenario 1:** En este apartado se presentan los valores de infiltración en condiciones actuales para cada tipo de vegetación, antes de realizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

En la Tabla VIII.4 se muestran los valores de k para las condiciones de vegetación, suelo y relieve den del área sujeta a cambio de uso de suelo.

**Tabla VIII. 4. Valores de k para las condiciones de vegetación, suelo y relieve dentro del CUSTF.**

Uso del Suelo y Vegetación	Textura	Kfc	Kp	Kv	C
Bosque de pino	Media	0.2	0.1 (Pendiente de 2-7%)	0.2 (Bosque )	0.5
Bosque de pino	Media	0.2	0.06 (Pendiente de > 7%)	0.2 (Bosque )	0.46

Una vez estimados los coeficientes de infiltración, se aplicó la ecuación para estimar el volumen de infiltración tomando en cuenta que la precipitación media anual de la zona es de 899.6 mm/año, cuyo resultado se presenta en la Tabla VIII.5.

**Tabla VIII. 5. Infiltración para las condiciones actuales presentes en el área de CUSTF.**

Uso del Suelo y Vegetación	Agua que Potencialmente Se Infiltraría (l/Ha)	Superficie (m <sup>2</sup> )	Agua que Potencialmente Se Infiltra (m <sup>3</sup> )	Expresado (m <sup>3</sup> /Ha/Año)
Bosque de pino	395.824	38,980.045	15,429.24	3,958.240
Bosque de pino	364.158	494,539.955	180,090.72	3,641.581
<b>Total</b>	-	<b>533,520.000</b>	<b>195,519.96</b>	<b>7,599.82</b>

## VIII.2 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO

En la Tabla VIII.6. se presentan el análisis de cada uno de los factores descritos en el Capítulo IV.

**Tabla VIII. 6. Escenarios ambientales del Sistema Ambiental Regional con proyecto.**

Escenarios ambientales del Sistema Ambiental Regional	
Actual	Con proyecto
<p><b>Clima:</b>                      El SAR, presenta el clima templado subhúmedo (Fórmula climática: C(w2)).</p> <p>Con información de la Estación Climatológica (000015130, Presa Valle de Bravo (CFE).), se puede concluir que el clima no presenta modificaciones significativas a través del tiempo.</p>	<p><b>Clima:</b>                      Las modificaciones ambientales que se presentarán en el predio por las ejecuciones de las obras y actividades del proyecto serán mínimas e impredecibles, ya que de acuerdo con el patrón climático que se registra en el SAR; es posible que los patrones climáticos sólo puedan ser alterados por la presencia de fenómenos meteorológicos de magnitudes complejas como efectos secundarios de huracanes, ciclones, frentes fríos, granizadas, tormentas y/o sequías atemporales por el cambio climático.</p>
<p><b>Aire:</b>                      En el SAR y el predio, en la actualidad la calidad del aire es relativamente buena, ya que la contaminación se debe principalmente a la quema, la incidencia de incendios y a la combustión de leña</p>	<p><b>Aire:</b>                      El aprovechamiento del predio tendrá cambios que se podrían presentar en el aire que serán mínimos en el SAR y éstos podrán estar determinados por la velocidad del viento que se presenta en la región,</p>

Escenarios ambientales del Sistema Ambiental Regional	
Actual	Con proyecto
<p>en los hogares de los pobladores, siendo mínimas las emisiones.</p>	<p>aunque por la ubicación del proyecto este efecto es mínimo.</p> <p>Lo anterior hace suponer que la acumulación de partículas sólidas suspendidas, la concentración de gases que pudieran ser generados durante la preparación del sitio, y la construcción, se dispersen a la atmósfera. Estas partículas entrarán en la dinámica eólica de la región, por lo que no existiría una concentración ni acumulación de las mismas.</p> <p>En cuanto a los niveles de ruido que se presentarán por la ejecución de las obras y actividades, estas incrementarán en la zona del proyecto, debido a los trabajos que efectuará la maquinaria y el equipo en las etapas de preparación del sitio y la construcción del proyecto; sin embargo, este impacto se considera temporal y mitigable.</p>
<p><b>Suelo (Geología y Edafología):</b></p> <p>En el SAR y el predio se encuentran rocas de las siguientes clases: Ígnea extrusiva básica, Esquisto e Ígnea extrusiva intermedia</p> <p>En el SAR se encuentran tres tipos de suelo predominantes: Acrisol órtico (Ao), Andosol húmico (Th) y Cambisol dístico (Bd).</p> <p>De acuerdo al análisis realizado para el cálculo de erosión, a nivel SAR y proyecto es predominante Muy Ligero (&lt; 5 toneladas (ton/ha/año)</p>	<p><b>Suelo (Geología y Edafología):</b></p> <p>El aprovechamiento del predio tendrá un impacto mínimo en la geología del SAR ya que las actividades que se realizarán no pretenden hacer modificaciones significativas en el relieve, cortes ni excavaciones.</p> <p>Con la implementación del proyecto en el predio se espera que la calidad del suelo se mejore, ya que se ejecutarán acciones como reforestación y restauración que permitirán detener los procesos erosivos en contribución al mejoramiento de las condiciones del suelo del SAR.</p>
<p><b>Agua (Hidrología superficial y subterránea):</b></p> <p>Con base en la información digital generada por el Instituto Nacional de Geografía (INEGI), se observa que el SAR se ubica dentro de la Región hidrológica Balsa (RH18); en la cuenca del Río Cutzamala (RH18G) y Subcuenca del Río Tilostoc (RH26Gg).</p> <p>Los tipos de corrientes presentes en el Sistema Ambiental evidencian un tipo de red detrítica, cuyos principales afluentes son los arroyos Alameda, Los Hoyos, Peras altas y Los Saucos que desembocan hacia la presa “Valle de Bravo”.</p> <p>Dentro del área del proyecto se encuentran dos corrientes de agua de tipo intermitente.</p>	<p><b>Agua (Hidrología superficial y subterránea):</b></p> <p>El desarrollo del proyecto no provocará ningún cambio en el río ya que esa zona se mantendrá con vegetación con el simple objetivo que funja como corredor biológico.</p>

Escenarios ambientales del Sistema Ambiental Regional	
Actual	Con proyecto
Tanto para el SAR como el área del proyecto, estos se encuentran dentro del acuífero Villa Victoria-Valle de Bravo.	
<p><b>Flora:</b></p> <p>La vegetación del SAR se encuentra fragmentada por terrenos que han sido utilizados para actividades agropecuarias o zonas semiurbanas, por lo cual presenta fragmentación de bosques y vegetación secundaria derivada de la remoción de estos bosques.</p> <p>La vegetación original se encuentra relativamente deteriorada, siendo remplazada por parcelas agrícolas.</p> <p>De acuerdo al análisis comparativo que se realizó entre el área del proyecto y el cambio de uso, se observa que hay una mayor diversidad en el área de cambio de uso de suelo.</p>	<p><b>Flora:</b></p> <p>El aprovechamiento del predio tendrá efectos directos sobre la vegetación, debido a que todos los individuos del estrato herbáceo, arbustivo y arbóreo serán removidos en el área propuesta para el CUSF, con excepción de aquellos que se ubiquen en las partes no desarrollables de los lotes. Esto en la práctica reducirá la superficie donde se retirará la vegetación.</p>
<p><b>Fauna silvestre:</b></p> <p>Con base en el grupo de ornitofauna el más representativo tanto para el Sistema Ambiental Regional como para el área del Proyecto, presentándose con los más altos valores de diversidad en el SAR, en lo que respecta a los otros grupos faunísticos es notable observar que tanto la riqueza específica y diversidad de Shannon- Wiener son más altos dentro del área del SAR.</p>	<p><b>Fauna silvestre:</b></p> <p>Los efectos por el desarrollo del Proyecto en el predio serán directos sobre las poblaciones de fauna debido al ahuyentamiento por presencia humana y a la perturbación del hábitat.</p> <p>En respuesta, se plantea una estrategia de reubicación de la fauna a sitios alejados en busca de refugio.</p> <p>Así mismo, con los programas de reforestación se crearán nuevos micrositios en donde se podrá desarrollar la fauna en el futuro.</p>
<p><b>Paisaje:</b></p> <p>El paisaje constituye un elemento potencialmente importante en la región donde se ubica el sistema ambiental y el área del proyecto. Con referencia en el plan de desarrollo municipal de Valle de Bravo publicado en julio de 2006 y la última actualización de marzo del 2016 encontramos que la zona es atractiva para el turismo por su imagen urbana como una ciudad típica, así mismo podemos hacer referencia de la Ley sobre protección y conservación de la ciudad de valle de bravo promulgada en 1971; el decreto por el gobierno del estado, de fecha 11 de diciembre de 1980 en el que declara a Valle de Bravo como Patrimonio Cultural Artístico y Arquitectónico del estado.</p>	<p><b>Paisaje:</b></p> <p>Las modificaciones al paisaje del SAR provendrán principalmente por actividades humanas, como cambio de uso de suelo, modificaciones del relieve, y asentamientos humanos, lo que reducirá la calidad paisajística.</p> <p>Con el proyecto se espera mejorar las condiciones de belleza escénica bajo un diseño adecuado y la correcta ubicación de los inmuebles dentro del predio.</p>

Escenarios ambientales del Sistema Ambiental Regional	
Actual	Con proyecto
<p><b>Socioeconómicos:</b> De acuerdo al plan parcial de incorporación territorial Bosque de Pamejé con fecha de publicación mayo de 2016, encontramos que la población económicamente activa del área es del 91.52 %, mientras que con respecto a las unidades económicas por sector productivo en la zona no existe actualmente productivas propias.</p>	<p>Socioeconómicos: Las condiciones actuales no tendrían ningún efecto sobre la economía, la población.</p> <p>Con el proyecto se generarán empleos lo que ocasionará una demarra económica considerable.</p>

### VIII.2.1. Conservación del suelo

La cantidad de suelo que se pierde en el área que será sujeta a cambio de uso de suelo se determinó a través de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo, mientras que la predicción de la pérdida de suelo por efecto de la erosión eólica en el área de CUSTF se evaluó utilizando una ecuación paramétrica, la cual fue utilizada por Torres et al., (2003), en su trabajo realizado en la cuenca “El Josefino”, Jesús María, Jalisco, misma que se detallaron en el Capítulo IV.

#### VII.2.1.1. Erosión Hídrica

##### Escenario 2. Erosión hídrica una vez removida la vegetación.

Para el supuesto de que la vegetación ha sido removida, se determinó un valor de  $C = 0.45$  que corresponde a superficies con cobertura inapreciable, de acuerdo con Viramontes, 2012. Se considera que una vez realizado el proyecto y removida la vegetación en el área sujeta a cambio de uso de suelo, las condiciones de una superficie con cobertura inapreciable se asemejarán más a los efectos producidos. En el caso de los factores R, K, y LS tendrán los mismos valores presentados en el escenario 1. Cabe resaltar que el valor de C no significa o hace referencia a un porcentaje de densidad de vegetación, sino que es un valor que se toma de tablas (Viramontes, 2012) de acuerdo al tipo de vegetación presente en el área de estudio (CUSTF).

En la Tabla VIII.7, se mostrará la intersección de valores de los factores R, K, LS y C, que, al ser multiplicados de acuerdo con la EUPS, se obtuvo la erosión en ton/ha/año.

**Tabla VIII. 7. Erosión hídrica con la vegetación removida.**

Factores				Erosión (ton/ha/año)	Superficie (ha)	Erosión total (ton)
R	K	LS	C			
4,442.59	0.02	0.08	0.45	3.30	5.25	17.329
4,442.59	0.02	1.47	0.45	58.93	11.44	673.989
4,442.59	0.02	5.14	0.45	205.44	17.05	3501.947
4,442.59	0.02	10.51	0.45	420.32	13.55	5697.417
4,442.59	0.02	20.48	0.45	818.70	6.06	4962.793
<b>Total</b>					<b>53.352</b>	<b>14,853.48</b>

### VII.2.1.2. Erosión Eólica

**Escenario 2:** En este apartado se presentan los valores de la erosión eólica una vez realizado el proyecto en el área de CUSTF por tipo de cobertura vegetal. En la Tabla VIII.8 se muestra la erosión eólica después de la ejecución del proyecto.

**Tabla VIII. 8. Erosión eólica después del CUSTF en vegetación de bosque de pino.**

Factores				Erosión (ton/ha/año)	Superficie (ha)	Erosión total (ton)
R	K	LS	C			
291.71	0.013	0.08	0.45	0.22	5.25	1.138
291.71	0.013	1.47	0.45	3.87	11.44	44.256
291.71	0.013	5.14	0.45	13.49	17.05	229.949
291.71	0.013	10.51	0.45	27.60	13.55	374.110
291.71	0.013	20.48	0.45	53.76	6.06	325.873
<b>Total</b>					<b>53.352</b>	<b>1,001.44</b>

### VIII.2.2 Captación de agua

**Escenario 2:** En este apartado se presentan los valores de infiltración una vez hecho el cambio de uso de suelo.

Se obtuvo el coeficiente de infiltración sumando los valores de k, en este caso solo fueron los factores de textura del suelo y pendiente, mientras que el factor de cobertura tuvo valores de 0.09 (Tabla VIII.9).

**Tabla VIII. 9. Valores de k para las condiciones de vegetación, suelo y relieve después del CUSTF.**

Uso de Suelo y Vegetación	Textura	Kfc	Kp	Kv	C
Bosque de pino	Media	0.2	0.1 (Pendiente de 2-7%)	0.09 (Cobertura con menos de 50%)	0.39
Bosque de pino	Media	0.2	0.06 (Pendiente de > 7%)	0.09 (Cobertura con menos de 50%)	0.35

Una vez estimados los coeficientes de infiltración, se aplicó la ecuación para estimar el volumen de infiltración (Tabla VIII.10).

**Tabla VIII. 10. Infiltración para las condiciones después de llevar a cabo el CUSTF.**

Uso del Suelo y Vegetación	Agua que Potencialmente Se Infiltraría (l/Ha)	Superficie (m <sup>2</sup> )	Agua que Potencialmente Se Infiltra (m <sup>3</sup> )	Expresado (m <sup>3</sup> /Ha/Año)
Bosque de pino	395.824	38,980.045	12,034.81	3,087.427
Bosque de pino	364.158	494,539.955	137,025.55	2,770.768
<b>Total</b>	-	533,520.000	<b>149,060.35</b>	<b>5,858.20</b>

De acuerdo con la estimación realizada, el agua infiltrada representa 31.1 % del total de la precipitación con un valor de **149,060.35 m<sup>3</sup>**, sin embargo, no toda el agua queda disponible ya que un porcentaje queda retenido en el suelo y no llega al acuífero.

### VIII.3 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN.

En virtud de que la mayoría de los impactos ambientales que serán generados por el proyecto tienen la característica de ser principalmente de duración temporal, mitigables en el mediano plazo, reversibles y de alcance espacial reducido al ser un número importante de ellos de localización puntual, las medidas de mitigación previstas remediarán en una proporción importante sus efectos con base en lo siguiente:

- Se propone la compensación de la pérdida de vegetación mediante un programa de reforestación que beneficiará a una superficie similar a la de cambio de uso del suelo, a la cual se dará seguimiento hasta el punto de que se considera exitosamente establecida durante un período de cinco años. Dicho programa considera la selección de especies nativas, y contribuye a su vez a compensar los efectos sobre la alteración del paisaje.
- Las obras de conservación de suelos previstas contribuirán a reducir los procesos erosivos existentes en los sitios seleccionados para tal fin; esta situación influye en que, al deteriorarse o perderse el sustrato que posibilita el desarrollo de la cubierta

protectora que representa la vegetación, se induce a su vez a la restauración de ésta, de manera que mejoran las condiciones ambientales locales.

- El proyecto está propuesto para ser realizado por etapas, por lo tanto, los impactos que sean generados serán mitigados gradualmente, de manera que la magnitud de éstos y su carácter acumulativo se verá reducido; esta situación contribuye a incrementar la resiliencia del ecosistema.

Respecto a la pérdida de la superficie del terreno forestal que de manera natural contribuye al proceso de infiltración del agua, ésta será compensada mediante el propio programa de reforestación, al mejorar y favorecer las condiciones para que dicho proceso tenga lugar, si bien en un sitio distinto, en uno de similar extensión que el eliminado durante el cambio de uso del suelo.

En la Tabla .8.11 se describen los escenarios del SAR y del predio del proyecto con las medidas de Mitigación, prevención y compensación para los impactos generados en cada componente evaluado como modificado de manera negativa por el proyecto.

**Tabla VIII. 11. Escenario con las medidas de mitigación, prevención y compensación**

Escenarios ambientales del Sistema Ambiental Regional	
Con proyecto	Escenario con las medidas de mitigación, prevención y compensación
<p><b>Clima:</b>                      Las modificaciones ambientales que se presentarán en el predio por las ejecuciones de las obras y actividades del proyecto serán mínimas e impredecibles, ya que de acuerdo al patrón climático que se registra en el SAR; es posible que los patrones climáticos sólo puedan ser alterados por la presencia de fenómenos meteorológicos de magnitudes complejas como efectos secundarios de huracanes, ciclones, frentes fríos, granizadas, tormentas y/o sequías atemporales por el cambio climático.</p>	<p><b>Clima:</b>                      Las obras de restauración, reforestación y habilitación de áreas verdes dentro del desarrollo del proyecto además de la ejecución del Programa de Reforestación y obras de conservación de suelo, equilibrarán el clima por el amortiguamiento que la vegetación ejerce sobre los cambios climáticos abruptos, de modo que el clima se mantendrá en estado normal.                      Por otro lado, las dimensiones espaciales del proyecto no modificarán el clima en el predio ni el SAR.</p>
<p><b>Aire:</b>                      El aprovechamiento del predio tendrá cambios que se podrían presentar en el aire que serán mínimos en el SAR y estos podrán estar determinados por la velocidad del viento que se presenta en la región, aunque por la ubicación del proyecto encontramos mínima este efecto.</p> <p>Con los anterior hace suponer que la acumulación de partículas sólidas suspendidas, concentración de gases que pudieran ser generados durante la</p>	<p><b>Aire:</b>                      Con las medidas de prevención y mitigación, la liberación y dispersión de partículas de polvo no se presentarán, se aplicarán riegos en el suelo cuando sea necesario y con la frecuencia que se requiera, evitando con ello concentraciones anómalas de partículas suspendidas totales en el aire.</p> <p>La prevención y mitigación de la generación de emisiones contaminantes fuera de los límites normativos, provenientes de la operación de</p>

Escenarios ambientales del Sistema Ambiental Regional	
Con proyecto	Escenario con las medidas de mitigación, prevención y compensación
<p>preparación del sitio, construcción, se dispersen a la atmosfera, estas partículas entraran en la dinámica eólica de la región, por lo que no existiría una concentración ni acumulación de los mismos.</p> <p>En cuanto a los niveles de ruido que se presentarán por la ejecución de las obras y actividades, estas incrementarán en la zona del proyecto, debido a los trabajos que efectuará la maquinaria y el equipo en las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto, sin embargo, este impacto se considera temporal y mitigable.</p>	<p>maquinaria y vehículos evitará la contaminación del aire.</p> <p>Por otro lado, durante la etapa de preparación del sitio se establecerá un programa de supervisión y mantenimiento preventivo de la maquinaria y vehículos que se utilicen, para garantizar las condiciones óptimas de funcionamiento y sus emisiones de ruido se limiten a los estándares técnicos establecidos, con ello se controlará la contaminación ruido.</p>
<p><b>Suelo (Geología y Edafología):</b></p> <p>El aprovechamiento del predio tendrá un impacto mínimo en la geología del SAR ya que las actividades que se realizaran no pretenden hacer modificaciones significativas en el relieve, cortes ni excavaciones.</p> <p>Con la implementación del proyecto en el predio se espera que la calidad del suelo se mejore, ya que se implementaran acciones como reforestación y restauración que permitirán detectar y aplicar oportunamente cualquier acción correctiva que sea necesaria para asegurar que se mejoren las condiciones del suelo del SAR.</p>	<p><b>Suelo (Geología y Edafología):</b></p> <p>Prevenir y mitigar la pérdida de suelo que provoque la exposición de las rocas a la erosión física e hídrica. Prevenir cualquier riesgo de deslizamiento de taludes por inestabilidad física del suelo, que ponga en riesgo la integridad biótica del área y la seguridad de las personas.</p> <p>Detectar y aplicar oportunamente cualquier acción correctiva que sea necesaria para asegurar la estabilidad física del terreno en las áreas próximas al proyecto, así como la seguridad de la obra. Para ello, los taludes en las zonas de corte se apegarán estrictamente a las especificaciones de diseño del proyecto constructivo, con el propósito de prevenir la ocurrencia de deslizamientos o derrumbes, lo que mantendrá el buen estado de las rocas del sitio y no se presentarán modificaciones significativas al mismo.</p> <p>Con la implementación de las medidas de mitigación y prevención no se provocará la erosión de los suelos. El Programa de reforestación y conservación de suelos, así como el programa de restauración y la habilitación de áreas verdes mantendrán el suelo y protegerán de erosión hídrica y eólica.</p>
<p><b>Agua (Hidrología superficial y subterránea):</b></p> <p>El desarrollo del proyecto no provocará ningún cambio en el rio ya que esa zona se mantendrá con vegetación con el simple objetivo que funja como corredor biológico.</p>	<p><b>Agua (Hidrología superficial y subterránea):</b></p> <p>La calidad del agua y la recarga de acuíferos se mantendrán en buenas condiciones. Las medidas de mitigación y prevención conservarán las condiciones actuales. Las obras de restauración y el programa de reforestación y conservación de suelos mantendrán</p>

Escenarios ambientales del Sistema Ambiental Regional	
Con proyecto	Escenario con las medidas de mitigación, prevención y compensación
	<p>condiciones viables para la recarga de acuíferos y posibles escurrimientos y azolves que alteren su calidad.</p> <p>A nivel del SAR se espera que los procesos de infiltración se mejoren, ya que se realizarán acciones como restauración forestal en la zonas con mayor degradación asegurar una mayor y rápida recuperación de las vegetación y a su vez asegurar que se mejoren las condiciones de la Hidrología del SAR.</p> <p>Se implementará la medida de prevención para la posible contaminación del subsuelo por la disposición inadecuada de residuos peligrosos; y el derrame de combustibles, lubricantes o cualquier otra sustancia tóxica. Durante las etapas de operación y mantenimiento del proyecto, se implementará el manejo de residuos líquidos a fin de evitar la contaminación de escurrimientos y aguas subterráneas. Por otro lado, la construcción se llevará a cabo respetando los drenajes naturales del predio.</p> <p>No habrá afectación de la hidrología del SAR, se mantendrán las condiciones actuales de recarga de acuíferos y escurrimientos naturales. La calidad del agua en el SAR no tendrá afectación.</p>
<p><b>Flora:</b></p> <p>El aprovechamiento del predio tendrá efectos directos sobre la vegetación, debido a que los individuos del estrato herbáceo, arbustivo y arbóreo serán removidos, con excepción de aquellos que se ubiquen en áreas no desarrollables de los predios.</p>	<p><b>Flora:</b></p> <p>En atención a esto no será afectada la vegetación que se encuentra en las zonas federales que delimitan los cauces que transcurren por el predio, para que funjan como corredores biológicos y aplicar el programa de reforestación con las especies que se van a remover, así como el rescate de algunas para su reubicación en el área de compensación ambiental.</p> <p>Se implementará el Programa de reforestación y reubicación de flora, así como para la conservación de suelos con el propósito de recuperar una superficie equivalente a la zona afectada por el Proyecto en un área erosionada se implementará el Programa de restauración, para recuperar masas forestales.</p>

Escenarios ambientales del Sistema Ambiental Regional	
Con proyecto	Escenario con las medidas de mitigación, prevención y compensación
<p><b>Fauna silvestre:</b></p> <p>Los efectos por el desarrollo del Proyecto en el predio serán directos sobre las poblaciones de fauna debido al ahuyentamiento por presencia humana y perturbación del hábitat.</p>	<p><b>Fauna silvestre:</b></p> <p>Para ello se plantea una estrategia de reubicación de la fauna a sitios aledaños en busca de refugio. Con los programas de reforestación se crearán nuevos micrositios en donde pueda desarrollar de mejor manera toda la fauna.</p>
<p><b>Paisaje:</b></p> <p>Las modificaciones al paisaje del SAR provendrán principalmente por actividades humanas, como cambio de uso de suelo, modificaciones del relieve, y asentamientos humanos, lo que reducirá la calidad paisajística.</p> <p>Con el proyecto se espera mejorar las condiciones de belleza escénica bajo un diseño adecuado y la correcta ubicación de los inmuebles dentro del predio.</p>	<p><b>Paisaje:</b></p> <p>El paisaje será modificado por las construcciones que el proyecto demanda, sin embargo, la reforestación y la restauración mantendrán una alta calidad paisajística, así se podrá mantener este elemento intacto.</p> <p>Por otra parte, es importante resaltar que en el área del proyecto, se definirán áreas verdes de conservación.</p>
<p><b>Socioeconómicos:</b></p> <p>Las condiciones actuales no tendrían ningún efecto sobre la economía de la población.</p> <p>Con el proyecto se plantea generar empleos lo que dará una demarra económica considerable.</p>	<p><b>Socioeconómicos:</b></p> <p>Las condiciones actuales no tendrían ningún efecto sobre la economía de la población.</p> <p>Con el proyecto se plantea generar empleos lo que dará una demarra económica considerable.</p>

### VIII.3.1. Conservación del suelo

A continuación, se presentan, de manera general, las actividades que serán efectuadas para la conservación del suelo del área CUSTF.

#### VII.3.1.1. Erosión Hídrica

#### Escenario 3. Comparación de la pérdida de suelo del área de CUSTF en la situación actual y una vez realizado el proyecto

En la Tabla VIII.12 se presenta el resumen de la erosión del suelo en el área de CUSTF por tipo de cobertura vegetal, en el escenario actual y una vez realizado en CUSTF, así como el volumen total a mitigar por cada tipo de erosión, también se mostrará la intersección de valores de los factores R, K, LS y C, que, al ser multiplicados de acuerdo a la EUPS, permitieron obtener la erosión en ton/ha/año.

**Tabla VIII. 12. Erosión en el área de CUSTF antes y después del establecimiento del proyecto.**

Tipo de vegetación	Superficie del CUSTF (ha)	Volumen total de erosión hídrica (ton)		Volumen total de erosión hídrica a mitigar (ton)
		Sin proyecto	Con proyecto	
Bosque de pino	53.352	33.01	14,853.48	14,820.47
<b>Total</b>	<b>53.352</b>	<b>33.01</b>	<b>14,853.48</b>	<b>14,820.47</b>

Como conclusión, se tiene que ya una vez efectuado el CUSTF, el volumen de suelo que se podría perder a causa de la lluvia aumentaría en 14,820.47 toneladas. El aumento es considerable ya que se está suponiendo que la vegetación residual será la correspondiente a una superficie con cobertura escasa.

Sin embargo, vale la pena resaltar que se llevarán a cabo las medidas preventivas y mitigatorias necesarias para contrarrestar los efectos negativos en el recurso suelo. Para ello se realizarán obras de conservación de suelos, correspondientes a bordos de tierra a curvas de nivel que se describen a detalle en el programa de conservación y restauración de suelos que se anexa en el presente estudio.

### VII.3.1.2. Erosión Eólica

**Escenario 3: Comparación de la pérdida de suelo del área de CUSTF en la situación actual y una vez realizado el proyecto.**

En la Tabla VIII.13 se presenta el resumen de la erosión eólica del suelo en el área de CUSTF en el escenario actual, con el proyecto y volumen a mitigar.

**Tabla VIII. 13. Erosión en el área de CUSTF antes y después del establecimiento del proyecto.**

Tipo de vegetación	Superficie del CUSTF (ha)	Volumen total de erosión hídrica (ton)		Volumen total de erosión eólica a mitigar (ton)
		Sin proyecto	Con proyecto	
Bosque de pino	53.352	1.41	975.33	973.92
<b>Total</b>	<b>53.352</b>	<b>1.41</b>	<b>975.33</b>	<b>973.92</b>

### VIII.3.2 Captación de agua

**Escenario 3: En este apartado se presenta la comparativa de los valores de infiltración antes y después de realizar el cambio de uso de suelo**

Existe una disminución en la capacidad de infiltración una vez realizado el cambio de uso de suelo con respecto a la cantidad de agua que se infiltra en las condiciones actuales, como se observa en la Tabla VIII.14.

**Tabla VIII. 14. Diferencias en infiltración en comparación con las condiciones actuales y una vez hecho el CUSTF.**

Tipo de vegetación	Infiltración en condiciones actuales (m <sup>3</sup> /año)	Infiltración después del CUSTF (m <sup>3</sup> /año)	Volumen de infiltración que se reducirá con el CUSTF (m <sup>3</sup> /año)
Bosque de pino	195,519.96	149,060.35	46,459.60
<b>Total</b>	<b>195,519.96</b>	<b>149,060.35</b>	<b>46,459.60</b>

De los 195,519.96 m<sup>3</sup>/año de infiltración en condiciones actuales de uso de suelo se reducirán **46,459.60** m<sup>3</sup>/año de agua una vez que se realice el cambio de uso de suelo, por lo que para el presente proyecto se proponen medidas que logren compensar la disminución de la infiltración ocasionada por la remoción de la cobertura vegetal. Vale la pena mencionar que para compensar dicho impacto se propone la construcción de obras de conservación de suelo que consistirán en tinas ciegas, las cuales se detallan en el programa de conservación de suelo y agua, el cual se anexa al presente documento.

#### **VIII.4 PRONÓSTICO AMBIENTAL.**

Las características biológicas y fisiográficas presentes en el sitio, con relación al espacio geográfico definido como SAR, son de mediana importancia. Esto se debe al bajo contenido de diversidad, pues la fauna y vegetación no es abundante ni variada, según lo descrito en el Capítulo IV.

La provisión de servicios ambientales en el área que será modificada y se observa en los escenarios descritos a lo largo del presente capítulo, se describe la magnitud del cambio en la provisión de los servicios ambientales más importantes: la conservación de suelo y la captación de agua; derivados de la modificación del sitio.

La composición del paisaje dentro del predio se verá beneficiada con el establecimiento de jardines y áreas verdes, además con la ejecución del proyecto de reforestación (descrito en el Capítulo VII) en un área asignada por autoridades del ANP, se contribuirá a la recuperación y compensación de la cubierta vegetal dentro del SAR, lo que desencadenará otros efectos ambientales benéficos, como la protección del suelo, captación del agua, incidencia de fauna y protección de la biodiversidad. Como ejemplo de esta aseveración, se desarrolló el escenario 3 (proyecto con medidas de mitigación) en el cual se considera un área equivalente a la modificada, con cobertura vegetal regular.

Para fines comparativos, en la Tabla VIII.15 se muestra la cantidad provista de los servicios ambientales más importantes identificados en el área sujeta a CUSTF, en cada uno de los escenarios anteriormente descritos.

**Tabla VIII. 15. provisión de servicios ambientales por el área sujeta a CUSTF en escenarios distintos.**

Servicio ambiental	Escenario sin proyecto (1)	Escenario con proyecto (2)	Escenario con proyecto y medidas de mitigación (3)
Captación de agua (m <sup>3</sup> /año)	195,519.96	149,060.35 (23.7%)	195,535.35 (0.0078%)
Conservación del suelo Tasa de erosión Hídrica y Eólica (ton/año)	34.42	15,828.80 (458.9%)	18.80 (45.37%)

Para una mejor interpretación de la Tabla VIII.15, se observa que en el escenario 2, para el caso de la erosión total se incrementa en un 458.9%, mientras que la capacidad de infiltración del suelo disminuye un 23.7 % al llevar a cabo el establecimiento del proyecto en el área de CUSTF.

En lo que respecta el escenario 3 una vez establecidas las obras de conservación de suelo y agua se estima que la capacidad de infiltración del suelo aumentará en un 0.0078% con respecto a las condiciones actuales, por su parte en el caso de la retención de suelo la erosión pasará de 34.42 ton/año a 18.80 ton/año, lo que significa que la erosión hídrica y eólica se reducirá casi a la mitad en un 45.37%.

Es así como con la implementación de las medidas preventivas y compensatorias necesarias para contrarrestar los efectos negativos en los recursos suelo y agua que consistirán en la construcción de 2,635 tinas ciegas para la retención de suelo y 9,295 tinas ciegas para favorecer la infiltración del agua de lluvia, se demuestra que no se comprometerán los servicios ambientales que pudiesen verse afectados con la implementación del proyecto Bosques de Pamejé. Quedando de manifiesto que el proyecto es ambientalmente viable

### VIII.5 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

En el presente apartado se indicarán las alternativas para el proyecto sobre:

- a) Ubicación; indicando otros sitios alternativos de localización.  
 Debido a que el predio donde se pretende desarrollar el proyecto es de propiedad privada, no se consideró la opción de estudiar otra alternativa de localización del mismo, puesto que el promovente no dispone de otros terrenos
  
- b) De tecnología: indicando los procesos, métodos o técnicas alternativas.  
 Uno de los aspectos en los que se ha prestado especial atención en la concepción y desarrollo del presente proyecto, tiene que ver con el manejo de las aguas residuales producidas por los residentes del área condominal. Para ello se contempla la construcción y equipamiento de una planta de tratamiento de aguas residuales, cuyas aguas tratadas serán utilizadas para el riego de las áreas verdes. Con lo que se propiciara el uso integral del agua en la zona

- c) De reducción de la superficie a ocupar.  
El proyecto Bosques de Pamejé busca desarrollarse apegado a los lineamientos y normas ambientales tanto locales, municipales, estatales y federales. Es por ello que se contempla destinar el 28.748% del área total del proyecto como áreas verdes y de conservación. Así mismo, debido que durante el análisis del área del proyecto con respecto al Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México se detectó una superficie que se encuentra dentro de la **UGA An-5-620** donde no se permite efectuar actividades de cambio de uso de suelo. A partir de lo anterior se contempla dejar sin cambio ese espacio a fin de respetar su política de protección.
- d) De características en la naturaleza, tales como dimensiones, cantidad y distribución de obras y/o actividades.  
En este sentido, con la finalidad de lograr un equilibrio armónico entre el desarrollo del proyecto y los recursos naturales del área de intervención y de las áreas circundantes, se contempla que la construcción de 249 viviendas en una superficie de 73.7 ha, con lo que se obtiene que la densidad será de 3.38 viviendas/ha, una densidad. Una densidad muy baja con respecto a los desarrollos habitacionales convencionales. Por otro lado, en la ubicación de la infraestructura del proyecto se prevé respetar las áreas cercanas a los cauces, esto con la finalidad de no interferir en el flujo de las corrientes superficiales y al mismo tiempo que funjan como cordones de vegetación que permita el libre tránsito de la fauna silvestre. De igual forma, con ello se busca mantener protegidos los taludes de los cauces
- e) De compensación de impactos residuales significativos.  
Se realizará un análisis de las alternativas y se presentarán los criterios por los que el promovente eligió la alternativa que se presenta en el presente estudio.  
Debido a que el promovente no cuenta con otro predio que pudiera considerarse como alternativa en la ubicación del presente proyecto, este concepto se considera que no es aplicable.

Con lo expuesto a lo largo del presente capítulo queda de manifiesto que las medidas de mitigación y compensación propuestas darán certeza a la autoridad de que la posible afectación al ecosistema que se pretende intervenir, será debidamente tratada y minimizada con la finalidad de hacer el desarrollo que se tiene planeado de manera armónica y sustentable con el ambiente.