I. Unidad Administrativa que clasifica: Oficina de Representación de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en el Estado de Jalisco.

II. Identificación del Documento: Versión publica de MANIFESTACIÓN DE TRAMITE UNIFICADO DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL. MODALIDAD B SIN RIESGO DTU-B Proyecto: MAYAMAR, Municipio Cabo Corrientes, Estado de Jalisco. Clave de proyecto: 14JA2024UD042.

III. Partes y secciones clasificadas: Páginas 8, 9, 10 y 11.

IV. Fundamentos Legales y Razones: Artículo 113 fracción I de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública. Artículo 116 de la Ley de General de Transparencia y Acceso a la Información Pública. Así como de los Lineamientos Trigésimo octavo, cuadragésimo y cuadragésimo primero de los Lineamientos generales en materia de clasificación y desclasificación de la información, así como para las versiones públicas. La información solicitada contiene Datos Personales concernientes a personas físicas identificadas o identificables como lo son Domicilio particular, Nombre, Firma, Código QR, Teléfono particular, Correo Electrónico particular, CURP, Credencial para Votar y RFC, por considerarse información confidencial.

MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

V. FIRMA DEL TITULAR:
LIC. RAÚL RODRÍGUEZ ROSALES

TITULAR DE LA OFICINA DE REPRESENTACIÓN DE LA SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES EN JALISCO.

OFICINA DE REPRESENTACIÓN EN EL ESTADO DE JALISCO

VI. Fecha de clasificación, número e hipervínculo al acta de sesión de Comité donde se aprobó la versión pública:

ACTA_25_2024_SIPOT_3T_2024_ART69, en la sesión celebrada el 16 de octubre del 2024.

Disponible para su consulta en:

http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/inai/XXXIX/2024/SIPOT/ACTA_25_2024_SIPOT_3T_2024_ART69

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

Para el trámite de Cambio de Uso de Suelo

en Terrenos Forestales, Modalidad B-Particular.

CAPITULO I: DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y EL PROMOVENTE

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

Para el trámite de Cambio de Uso de Suelo

en Terrenos Forestales, Modalidad B-Particular.

ÍNDICE

CAPITULO I: DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y EL PROMOVENTE **1**

I.DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y EL PROMOVENTE **4**

I.1. Datos Generales del proyecto **4**

I.1.1 Nombre del proyecto 4

I.1.2. Ubicación del proyecto **4**

I.1.3. Duración del proyecto **4**

I.2. Datos Generales del promovente **6**

I.2.1. Nombre o Razón Social 6

I.2.2. Registro Federal del Contribuyente y Clave Única de Registro de Población 6

I.2.3. Datos del Representante Legal 6

I.2.4. Dirección del promovente para oír o recibir notificaciones 6

I.3. Responsable de la elaboración del documento técnico unificado **7**

I.3.1. Nombre del responsable técnico del documento técnico unificado en materia de impacto ambiental 7

I.3.4. Datos de la 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 7

I.3.2. Registro Federal de Contribuyentes o CURP 7

I.3.3. Dirección del responsable técnico del documento 7

PRESENTACIÓN

El presente Documento Técnico Unificado Modalidad “B” está realizado con el objetivo de tramitar ante la SEMARNAT, el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, en cumplimiento a lo establecido, en materia forestal, en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) y, en materia de impacto ambiental, en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), para el desarrollo inmobiliario de un desarrollo plurifamiliar, privado turístico del Proyecto denominado “MAYAMAR”, localizado en el municipio de Puerto Vallarta, Jalisco.

El trámite de cambio de uso del suelo se sustenta en materia forestal, de acuerdo con lo estipulado en el artículo 93 de la LGDFS, mientras que, en materia ambiental, en los artículos 12 y 28 de la LGEEPA.

De esta manera y en base al Acuerdo publicado en el Diario Oficial de la Federación el 22 de diciembre de 2010 por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones de impacto ambiental en el que se establece la procedencia de realizar un trámite único en materia forestal y ambiental para el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, se ha realizado y estructurado el presente DTU modalidad “ B”.

El presente DTU modalidad “B”, se basa en el “INSTRUCTIVO PARA LA ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD “B”, emitido por la **SEMARNAT** como una guía para verter la información necesaria para la evaluación del proyecto.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

Para el trámite de Cambio de Uso de Suelo

en Terrenos Forestales, Modalidad B-Particular.

I.DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y EL PROMOVENTE

I.1. Datos Generales del proyecto

I.1.1 Nombre del proyecto.

Desarrollo Mayamar

I.1.2. Ubicación del proyecto

Se localiza en municipio de Puerto Vallarta, Jalisco, en las coordenadas UTM de referencia:

Tabla I.1 Cuadro de construcción de coordenadas del proyecto Predio.

VERTICE	COORDENADAS UTM		SUPERFICIE	SUPERFICIE	NOMBRE
	X	Y	(m²)	(ha)	PREDIO
1	475,648.1	2,277,588.3	3153.7	0.3154	LOTE 124
2	475,627.9	2,277,613.8	3153.7	0.3154	LOTE 124
3	475,621.5	2,277,605.7	3153.7	0.3154	LOTE 124
4	475,605.7	2,277,597.5	3153.7	0.3154	LOTE 124
5	475,589.1	2,277,603.5	3153.7	0.3154	LOTE 124
6	475,582.4	2,277,580.5	3153.7	0.3154	LOTE 124
7	475,586.4	2,277,528.5	3153.7	0.3154	LOTE 124
8	475,587.9	2,277,530.7	3153.7	0.3154	LOTE 124
9	475,591.3	2,277,537.1	3153.7	0.3154	LOTE 124
10	475,603.7	2,277,549.2	3153.7	0.3154	LOTE 124
11	475,610.3	2,277,552.4	3153.7	0.3154	LOTE 124
12	475,615.2	2,277,554.8	3153.7	0.3154	LOTE 124
13	475,631.0	2,277,559.9	3153.7	0.3154	LOTE 124
14	475,636.6	2,277,560.4	3153.7	0.3154	LOTE 124
15	475,642.8	2,277,560.8	3153.7	0.3154	LOTE 124
16	475,648.1	2,277,588.3	3153.7	0.3154	LOTE 124
		TOTAL	**3153.7**	**0.3154**	

I.1.3. Duración del proyecto

De acuerdo con las expectativas del promovente y de las características del proyecto, las actividades se ejecutarán en un periodo aproximado de 36 meses.

Etapa de preparación de sitio se ejecutará en los primeros consistirá en:

- Desmonte mes 1.
- Despalme durante el mes y 2.
- Retiro de residuos los primeros 3 meses.
- Abertura de caja del cuarto a sexto mes.

Etapa de Construcción se llevará a cabo a partir del sexto mes y finalizará a término de 30 meses de haber iniciado la etapa, consistirá en lo siguiente:

- Trazo de obras dentro del sexto y séptimo mes.
- Abertura de caja y cimentación dentro del sexto, séptimo y octavo mes.
- Introducción de sistema de captación de aguas, del servicio de gas, luz y datos del séptimo al décimo mes.
- Introducción de servicios de hidrosanitarios del noveno al doceavo mes.
- Instalación de biodigestor, introducción de instalación hidráulica y pluvial del onceavo al doceavo mes.
- Construcción de vivienda vertical plurifamiliar.
- Condicionamiento general.

I.2. Datos Generales del promovente

I.2.1. Nombre o Razón Social

BB COSTA

I.2.2. Registro Federal del Contribuyente y Clave Única de Registro de Población

[redacted]

I.2.3. Datos del Representante Legal

Víctor Manuel Rodríguez Sánchez

[redacted]

I.2.4. Dirección del promovente para oír o recibir notificaciones

[redacted]

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

I.3.4. Datos de la 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.

Ing. Jose Luis Veliz Rodríguez

Responsable del estudio

[redacted]

I.3.2. Registro Federal de Contribuyentes o CURP

[redacted]

I.3.3. Dirección del responsable técnico del documento

[redacted]

I.3.4. Número de inscripción en Registro Forestal Nacional

Libro NAY, Tipo UI, volumen 5, numero 8 y año 12



DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

Para el trámite de Cambio de Uso de Suelo

en Terrenos Forestales, Modalidad B-Particular.



CAPITULO II: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

ÍNDICE

CAPITULO II: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....1
II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....3
II.1 Información General.....3
II.1.1 Naturaleza del proyecto.....3
II.1.2. Objetivo del proyecto.....4
II.1.3. Ubicación física.....5
II.1.4. Urbanización del área.....7
II.1.5. Inversión requerida.....9
II.2. Características particulares del proyecto.....9
II.2.1. Dimensiones del proyecto.....9
II.2.2. Representación gráfica regional (Se anexa mapa de ubicación).....16
II.2.3. Representación gráfica local.....17
II.2.4. Preparación del Sitio.....18
II.2.5. Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto.....20
II.2.6. Estimación del volumen por especies de materias primas forestales derivadas del cambio de uso de suelo.....31
II.2.7.1.1.1. Cálculo del área basal, cobertura de copa y volumen por estrato vegetal.....36
II.2.6.3. Estimación del error de muestreo y límite de confiabilidad.....39
II.2.6.6. Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso de suelo.....44
II.2.7. Operación y mantenimiento.....56
II.2.8. Desmantelamiento y abandono de las instalaciones.....56
II.2.9. Programa de trabajo.....56
II.2.11.2. Durante la etapa de construcción de las obras.....58
II.2.11. Etapa de abandono del sitio.....65

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1 Información General

II.1.1 Naturaleza del proyecto

El **proyecto** consiste en el cambio de uso de suelo forestal, así como la construcción de las obras y actividades requeridas para la construcción y operación, de un edificio vertical de condominios compuesto de ocho niveles, con estacionamiento en planta baja (sótano) con 14 cajones de estacionamiento acceso controlado y cajones enfrente del edificio, bodegas de almacenamiento privativo. Amenidades en el edificio de las cuales se consideran escaleras en circulación vertical, 2 elevadores, pasillos, y roof top con alberca infinity, pérgolas, área de camastros y baños comunes. Amenidades adicionales como lobby general, fitness center, spa y alberca adicional, esto de acuerdo con la descripción proporcionada por el promovente. El proyecto se denomina **"MAYÁMAR"**, en el municipio de Puerto Vallarta, Jalisco. Y de acuerdo, al de desarrollo Urbano como habitacional plurinominal.

La Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN, 2013), empleada por el INEGI, en su etapa de construcción, el **proyecto** se inserta en el sector 23 de la industria de la construcción, que comprende unidades económicas dedicadas principalmente a la edificación; a la construcción de obras de ingeniería civil; a la realización de trabajos especializados de construcción como preparación de terrenos.

En su etapa de operación, el proyecto se desarrollará en el Fraccionamiento Las Amapas de la Ciudad de Puerto Vallarta y requerirá de las empresas y personas de la región especializados en proveer servicios de administración, limpieza, mantenimiento, y en su caso, de bienes raíces, durante toda la vida útil del proyecto, que se estima en 50 años.

No esta demás hay que mencionar que se efectuarán las actividades de ahuyentamiento orientado de fauna, rescate de flora y fauna, desmonte y reforestación, entre otras relativas a lo que se solicita, en un área de **3,042 m^2**.

Posteriormente, se llevarán a cabo las obras y actividades para la edificación, en sus etapas de preparación del sitio, excavación, cimentación, levantamiento de muros y losas, instalaciones hidrosanitarias, eléctricas, de gas y de comunicaciones, instalación de equipos y acabados constructivos, finalizando con las actividades propias de la operación de un desarrollo inmobiliario para esparcimiento familiar con fines turísticos, como son las de habitación, preparación de alimentos, entretenimiento y disfrute de las instalaciones.

II.1.2. Objetivo del proyecto

Realizar el cambio de uso de suelo para destinarlo a la construcción de un edificio Vertical de Condominios para esparcimiento plurifamiliar con fines turísticos que se integrará al relieve del terreno de manera armoniosa y convergente, sumado ello a un magnífico concepto de arquitectura del paisaje.

Invertir recursos económicos para generar empleos temporales y permanentes en la zona, mediante las diferentes etapas de desarrollo del Proyecto, con la finalidad de favorecer en el bienestar social, de aquellos que logren participar con su trabajo.

Destacamos que el predio fue adquirido por "BB COSTA". SOCIEDAD DE RESPONSABILIDAD LIMITADA DE CAPITAL VARIABLE. representada por su Gerente Administrador el señor DON ROBERT BOEHM también conocido como DONALD ROBERT BOEHM, EL INMUEBLE" se encuentra inscrito en la duodécima oficina del Registro Público de la Propiedad y de Comercio del Estado de Jalisco con asiento en esta ciudad, bajo Folio Real numero 4013984 CCUATRO, CERO, UNO, TRES, NUEVE, OCHO, CUATRO, Dicha escritura se encuentra en trámite de inscripción en el Registro Público de la Propiedad y de Comercio de Puerto Vallarta, Estado de Jalisco, de acuerdo a la constancia expedida por el Lic. Fernando Castro Rubio, Notario Público No. 1 del Municipio de Puerto Vallarta, Jal, donde hace constar que en la mencionada Notaria se realizó la Escritura Numero 454 CUATROCIENTOS CINCUENTA Y CUATRO de fecha día 14 (catorce) días del mes de Diciembre del año 2022 dos mil veintidós.

El proyecto respeta al máximo la topografía del terreno, integrando la edificación al relieve de este.

II.1.3. Ubicación física

El sitio del proyecto se encuentra ubicado en el Lote 124, de la Calle Gardenias y Calle Gladiolas en el Fraccionamiento las Amapas del Municipio de Puerto Vallarta (Tabla II.1).

Tabla II.1 Cuadro de construcción de coordenadas del proyecto Predio.

VERTICE	COORDENADAS UTM		SUPERFICIE	SUPERFICIE	NOMBRE
	X	Y	(m²)	(ha)	PREDIO
1	475648.05	2277588.28	3153.7	0.3154	LOTE 124
2	475627.85	2277613.84	3153.7	0.3154	LOTE 124
3	475621.45	2277605.67	3153.7	0.3154	LOTE 124
4	475605.71	2277597.54	3153.7	0.3154	LOTE 124
5	475589.10	2277603.45	3153.7	0.3154	LOTE 124
6	475582.39	227,580.47	3153.7	0.3154	LOTE 124
7	475586.35	2277528.46	3153.7	0.3154	LOTE 124
8	475587.90	2277530.65	3153.7	0.3154	LOTE 124
9	475591.34	2277537.10	3153.7	0.3154	LOTE 124
10	475603.68	2277549.15	3153.7	0.3154	LOTE 124
11	475610.28	2277552.41	3153.7	0.3154	LOTE 124
12	475615.16	2277554.82	3153.7	0.3154	LOTE 124
13	475631.02	2277559.89	3153.7	0.3154	LOTE 124
14	475636.5	2277560.44	3153.7	0.3154	LOTE 124

	9				
15	475642.84	2277560.80	3153.7	0.3154	LOTE 124
16	475648.05	2277588.28	3153.7	0.3154	LOTE 124
		TOTAL	**3153.7**	**0.3154**	

Se anexa mapa de ubicación general y especifica del proyecto en la Cuenca, subcuenca y Microcuenca de interés.

II.1.4. Urbanización del área

La zona donde se pretende desarrollar el proyecto se encuentra dentro de la Ciudad de Puerto Vallarta, que cuenta con la factibilidad de distribución de los servicios públicos básicos, comúnmente utilizados en las áreas aledañas. Por las características del proyecto, no se requerirá ampliar la capacidad de estos servicios a la futura demanda considerando su magnitud, además se incorporarán elementos del urbanismo tradicional de la zona.

Aledaño al predio, se ubican postes de energía eléctrica para abastecer el proyecto de este servicio. Por lo que respecta a la introducción de agua potable, se llevará a cabo la conexión con el Sistema Operador Municipal. La descarga de aguas residuales provenientes de la ocupación, se conectarán a la red municipal de drenaje. En la etapa de operación no se prevé la generación de ningún residuo que cuente con alguna característica que le confiera peligrosidad.

El proyecto se encuentra en una zona ya urbanizada, y se observan urbanizaciones ya establecidas en los predios vecinos, con la introducción de diversos, proyectos habitacionales/residenciales unifamiliares y plurifamiliares, áreas de esparcimiento/ recreación, así como el aumento en la construcción de diversos sectores en el área. Actualmente se encuentra con la instalación y adaptación de servicios e infraestructura urbana necesaria para el desarrollo de actividades económicas y de asentamientos humanos, tales como servicio de energía eléctrica, agua potable, servicios telefónicos o de comunicación, así como vialidades.

No se vera la necesidad de la construcción de vialidades/caminos adicionales para su acceso, ya existen y se encuentran en buenas condiciones para su tránsito. Se espera que a través del tiempo

dichas vialidades se vayan mejorando, así como la instalación de diversos servicios básicos lo cual dependerá mucho de los gobiernos locales y sus proyectos de urbanización de la zona.

Para ingresar al proyecto, es sobre la carretera federal 200, a la altura de la playa los Muertos, tomando la ruta al fraccionamiento las Amapas, en Puerto Vallarta. Y se recorre, a partir de esta altura, una vialidad que presenta tramos empedrados y otros concreto hidráulico, la cual conduce hasta las inmediaciones del Predio.

Se pretende desarrollar el presente proyecto en un área ya urbanizada, se puede observar construcción de infraestructura vertical en los lados Norte, Este y Oeste del Predio, las cuales se encuentran prácticamente pegadas y se prevé un aumento de estas en un corto o mediano plazo, debido al desarrollo urbano de la zona. El sitio del proyecto cuenta con servicio de drenaje y alcantarillado.

PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN.

Además de los servicios urbanos ya señalados, se utilizarán los servicios de camiones de concreto premezclado y de bombeo de concreto premezclado, el servicio de transporte para recibir materiales diversos de construcción y camiones de volteo. Gran parte de los materiales de construcción que se adquirirán, provendrán del comercio local cercano al sitio del proyecto. En esta etapa, se colocarán sanitarios portátiles, 1 por cada 5 trabajadores, mismos que serán vaciados y reemplazados por la empresa arrendadora, misma que deberá contar con la autorización y registro correspondiente.

OPERACIÓN.

Como se mencionó anteriormente los servicios necesarios para la operación serán proporcionados por el ayuntamiento, los residuos sólidos se entregarán al H. Ayuntamiento para su manejo y disposición final.

II.1.5. Inversión requerida

De acuerdo con información proporcionada por el promovente se espera realizar una inversión aproximada de [redacted].

II.2. Características particulares del proyecto

II.2.1. Dimensiones del proyecto

El **proyecto** cuenta con una superficie de **3,042 m^2**. No obstante el motivo del presente documento es debido a que, dentro de este se registran individuos relevantes que forman parte de un tipo de vegetación de Selva Mediana subcaducifolia, y atendiendo lo señalado en el artículo 28, fracciones, VII, IX y X de la **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente** y el **Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental** en su artículo 5°, incisos O), Q) y R), Fracción II de su **Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental**.

Tabla II.2. Distribución de áreas del proyecto, acorde a la información del proyecto ejecutivo.

Superficies "Condominios MAYAMAR"	
Concepto	**m^2**
Nivel 1 y 2, unidades tipo A y B	197.94
Nivel 3, 4 y 5, unidad tipo C y F	101.60
Nivel 3, 4 y 5, unidad tipo D y E	90.22
Nivel 6, 7 y 8, unidades tipo A y B	197.94
Total	**197.94**

DESGLOSE DE ÁREAS DEL PROYECTO

ESTRUCTURA.

Diseñada a base de estructura de concreto desde el desplante del edificio, columnas de 50 cm x 70 cm de sección, trabes de 30 cm x 60 cm de sección, losas aligeradas de 25 cm de grosor, escaleras y cubo de elevadores de concreto armado de 20 cm de grosor.

MUROS Y PLAFONES.

Exteriores y colindantes: muro de 15 cm a base de muro de block solido de 12 cm de grosor, 20 cm de alto y 40 cm de largo, enjarre en ambas caras de 1 cm de espesor.

Interiores y divisorios: a base de tablaroca estándar de ½"de 12 cm de grosor en divisiones, durock de ½" en área de regaderas, franja de 60 cm perimetral con tablaroca resistente a la humedad.

Plafones: a base de tablaroca estándar de ½" y tablaroca de ½" resistente a la humedad en área de baños.

ACABADOS.

Exteriores: aplanado fino a 2 capas y 2 manos de pintura vinílica línea real flex.

Interiores: aplanado fino a 2 capas en muros de block y 2 manos de pintura vinílica línea pro1000.

Plafones: acabado fino y 2 manos de pintura línea pro 1000.

RECUBRIMIENTOS.

Pisos en interior: mármol color claro en gran formato.

Pisos en terraza: piso porcelanico marca castel, modelo ébano nuez, en formato de 20 x 120 cm.

Piso en circulaciones: piso porcelanico marca castel, modelo montana gris, en formato de 37 x 75 cm.

Muros de regadera: mármol color claro.

Cubierta de lavabos: cuarzo blanco (según diseño).

ACCESORIOS.

Llaves de baño: monomando en regadera y lavabo marca helvex (según diseño)

Muebles de baño: inodoro de una pieza color blanco marca tendezza ferrara y lavabo bajo cubierta de color blanco marca tendezza.

Canceles de baño: a base de cristal templado de 19 mm de grosor.

Luminarias: iluminación led empotrada en plafón marca stevez.

Contactos y apagadores: contactos en color blanco marca stevez.

Aires acondicionados: mini Split de 1 tonelada en recamaras y mini Split de 1.5 toneladas en sala y comedor, modelo magnum 21 inverter marca mirage.

COCINA.

Muebles: cocina integral con triplay de parota de 19 mm de grosor, fabricado a diseño.

Cubierta: a base de cuarzo color blanco.

Electrodomésticos: parrilla de acero inoxidable marca Whirlpool, horno de gas arca Whirlpool y campana marca Whirlpool (según diseño).

Tarja: marca teka.

Monomando: marca helvex.

PUERTAS.

Principal: puerta de acceso de parota color natural y cerradura inteligente marca Samsung o similar,

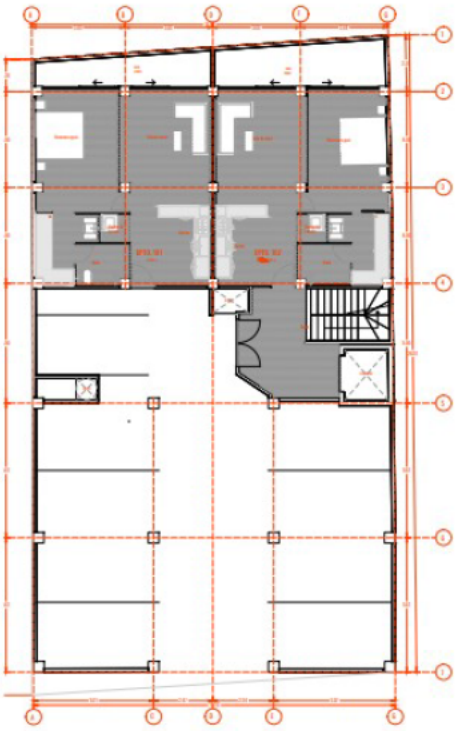
Intercomunicación: puertas de tambor con triplay de parota de 6 mm color natural y cerradura marca jako color negro.

Flex: puertas de tambor de parota de 6 mm acabado color natural.

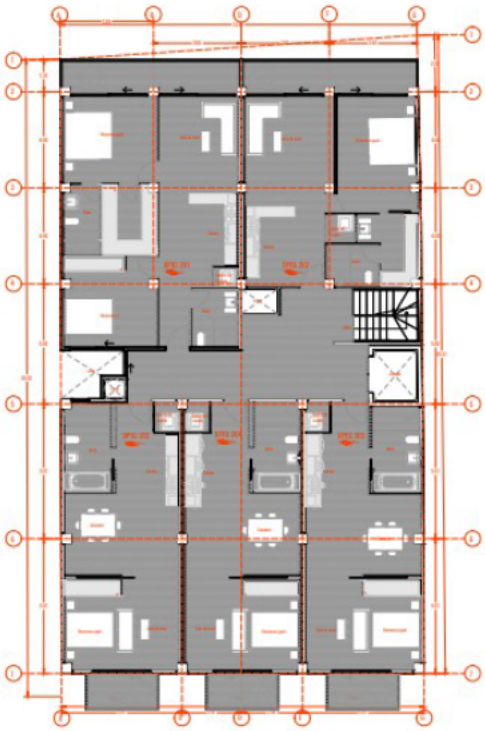
Centro de lavado: puertas de tambor de parota de 6 mm acabado color natural.

CANCELERIA.

Ventanas y canceles de PVC color blanco, cristal claro de 6 mm de espesor.



PLANTA BAJA



NIVEL 1-3

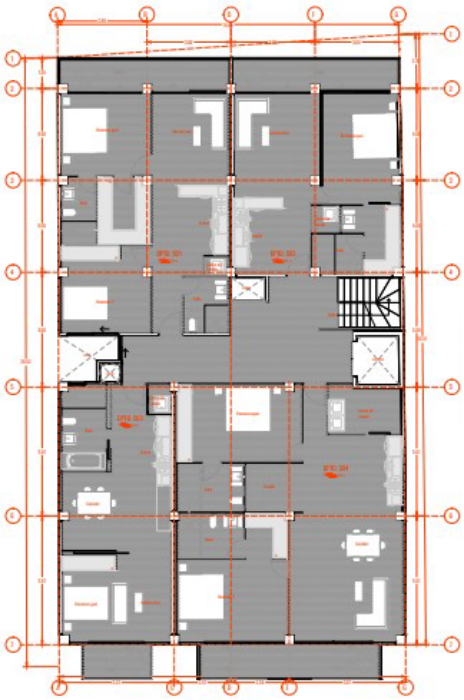


Imagen II.3 Plano de conjunto

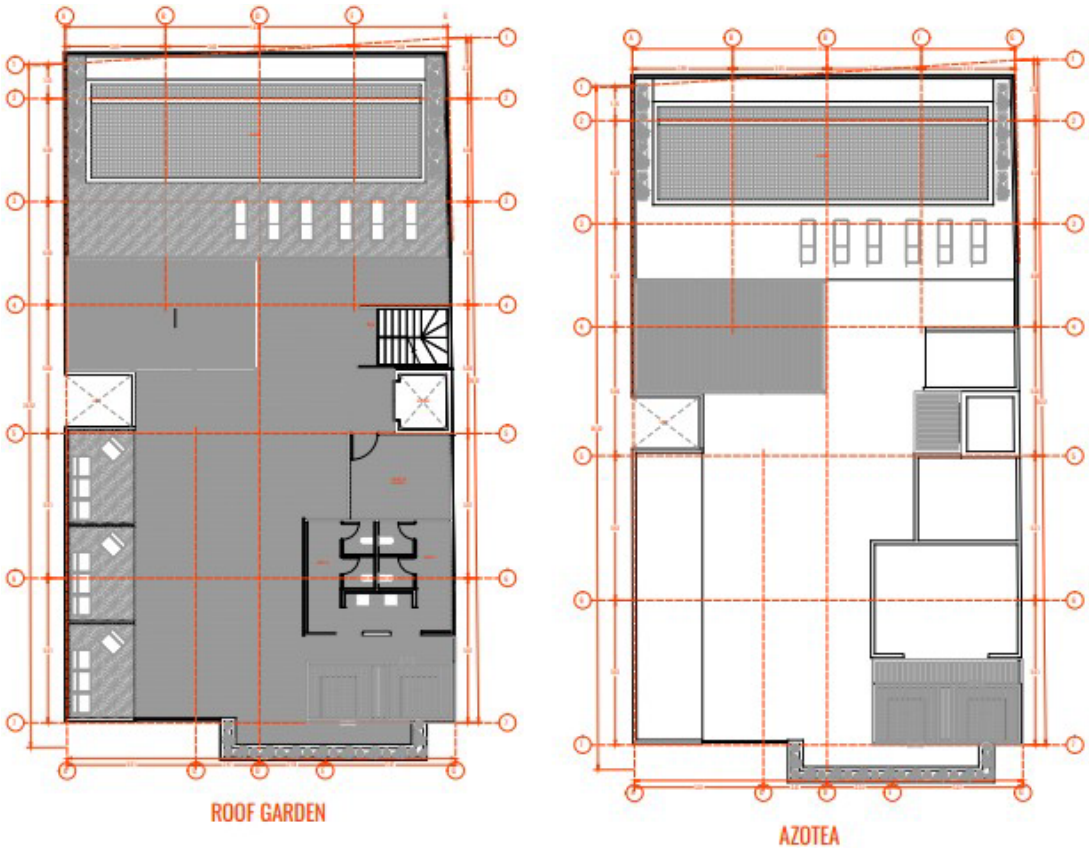
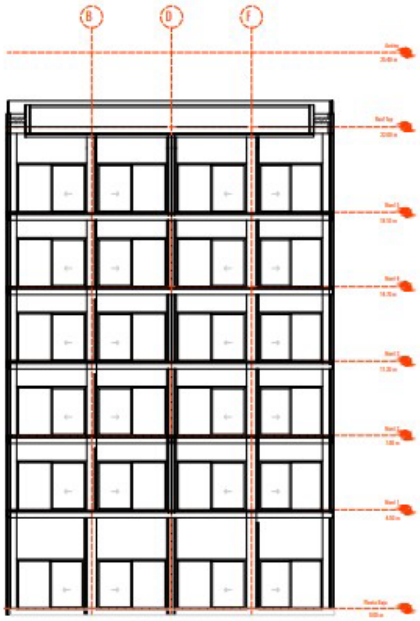


Imagen II. 4. Detalle del roof garden y azotea



SECCION A

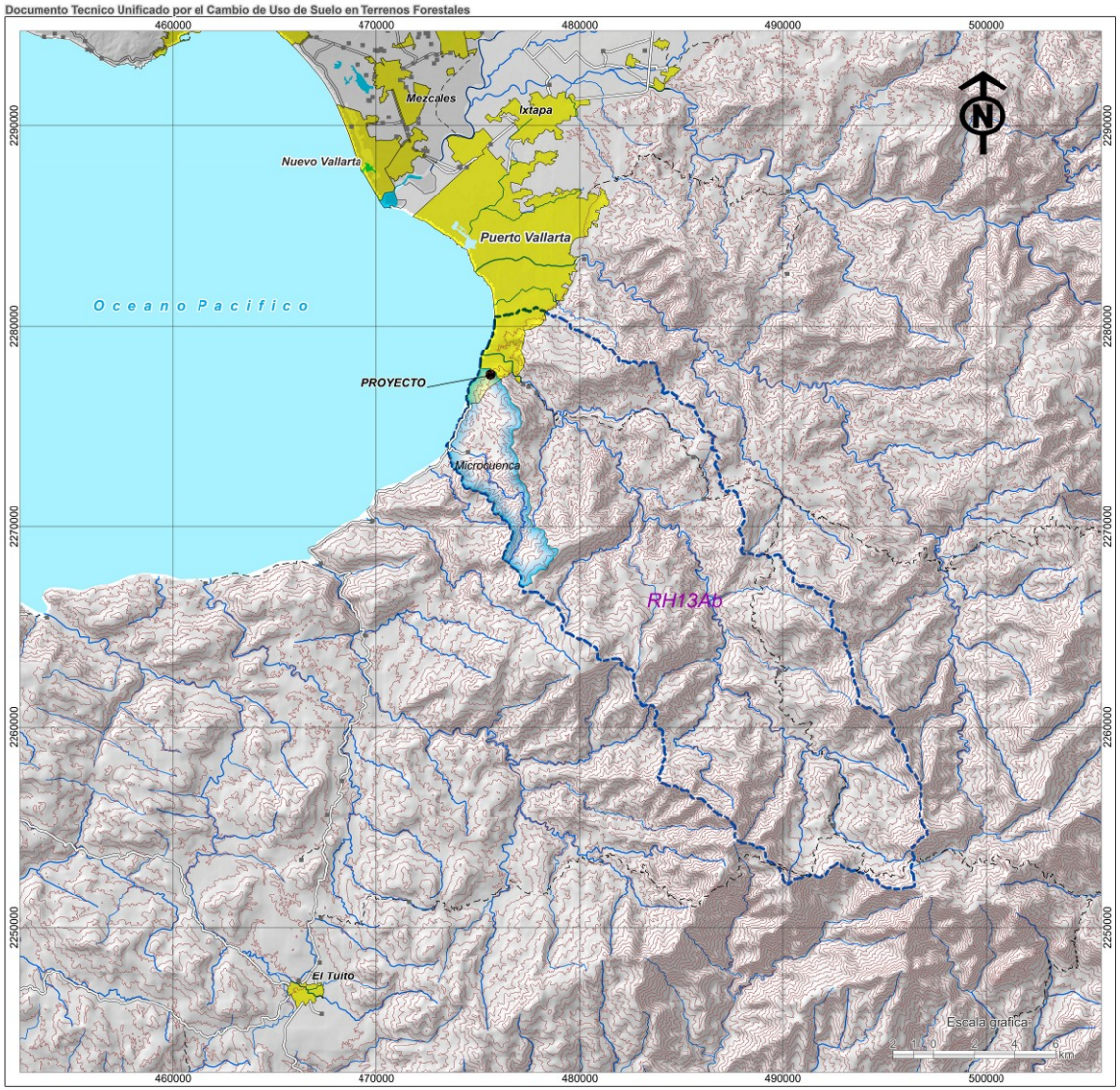


SECCION B



Imagen II.5. Detalle de Secciones y Alzados

II.2.2. Representación gráfica regional.



INFORMACION GENERAL:

PROMOVENTE: **VICTOR M. RODRIGUEZ SANCHEZ.**

PROYECTO: **MAYAMAR DESARROLLO.**

SUPERFICIE DEL PREDIO: **0.3153 HA.**

SUPERFICIE CUSTF: **0.3042 HA.**

LOCALIDAD CERCANA: **PUERTO VALLARTA.**

MUNICIPÍO: **PUERTO VALLARTA.**

ESTADO: **JALISCO.**

Informacion geodesica:

Proyección:	UTM.
Fals Este:	500000.0
False Norte:	0.0.
Meridiano central:	-105.0.
Factor de escala:	0.9996.
Latitude de origen:	0.0.
Unidad linear:	Metros.
Cuadricula:	A cada 10,000 m.

SIMBOLOGIA:

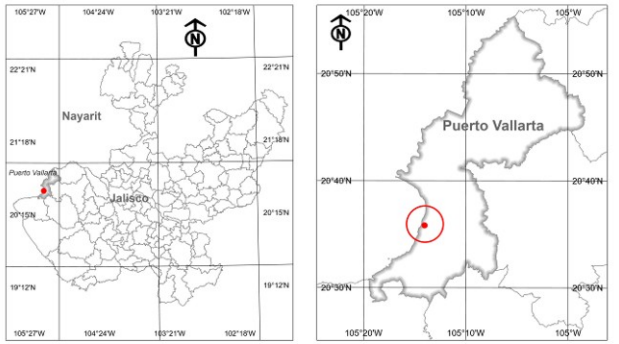
- Localidad rural.
- Localidad urbana.
- Brecha de terraceria
- Camino pavimentado
- Curva a nivel
- Cuenca y Subcuenca
- Microcuenca
- Cuerpo de agua
- Poligonal CUSTF.

MAPA 1. UBICACION DE LA MICROCUENCA Y EL PROYECTO, EN LA CUENCA Y SUBCUENCA

FORESTAL Y AMBIENTAL CONSULTORES

Fecha de elaboracion: mayo de 2024
Elaborado por: Forestal y Ambiental Consultores

MACROLOCALIZACION

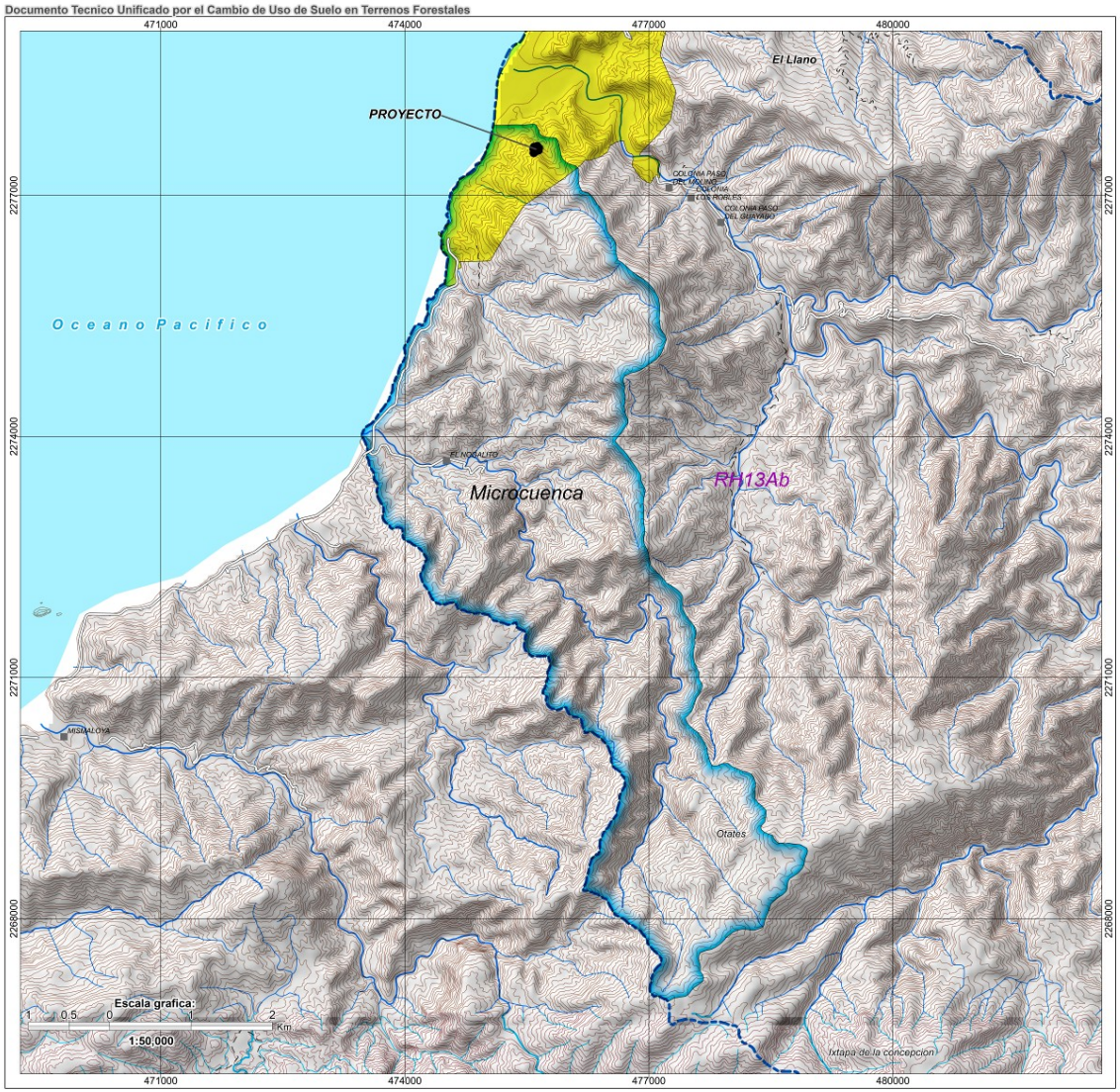


DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

Para el trámite de Cambio de Uso de Suelo

en Terrenos Forestales, Modalidad B-Particular.

II.2.3. Representación gráfica local.



INFORMACION GENERAL:

PROMOVENTE: **VICTOR M. RODRIGUEZ SANCHEZ.**

PROYECTO: **MAYAMAR DESARROLLO.**

SUPERFICIE DEL PREDIO: **0.3153 HA.**

SUPERFICIE CUSTF: **0.3042 HA.**

LOCALIDAD CERCANA: **PUERTO VALLARTA.**

MUNICIPÍO: **PUERTO VALLARTA.**

ESTADO: **JALISCO.**

Informacion geodesica:

Proyección:	UTM.
Fals Este:	500000.0
False Norte:	0.0.
Meridiano central:	-105.0.
Factor de escala:	0.9996.
Latitude de origen:	0.0.
Unidad linear:	Metros.
Cuadricula:	A cada 3,000 m.

SIMBOLOGIA:

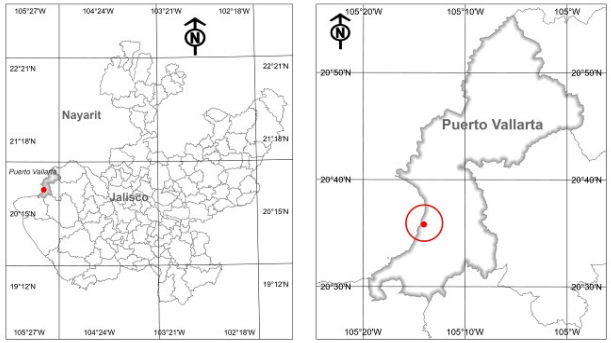
- Localidad rural.
- Localidad urbana.
- Brecha de terraceria
- Camino pavimentado
- Curva a nivel
- Cuenca y Subcuenca
- Microcuenca.
- Cuerpo de agua.
- Corriente perenne.
- Corriente intermitente.
- Poligonal CUSTF.

MAPA 2. UBICACION DE LA MICROCUENCA Y EL PROYECTO.

FORESTAL Y AMBIENTAL CONSULTORES

Fecha de elaboracion: mayo de 2024
Elaborado por: Forestal y Ambiental Consultores

MACROLOCALIZACION



II.2.4. Preparación del Sitio

Las actividades consideradas, tienen como finalidad de dejar el sitio del proyecto listo para las actividades de cimentación y construcción. Por las condiciones de vegetación en las que se encuentra el sitio, con manchones de vegetación característica de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia, se recomienda realizar las siguientes actividades:

- ✓ **AHUYENTAMIENTO DE FAUNA**:

Consiste en el ahuyentamiento de fauna que pudiera encontrarse en el sitio del **proyecto**, antes y y durante la etapa de preparación del sitio, esto como una medida de seguridad, dirigido desde el área de CUSF hacia fuera. Con esta acción se logrará que todo ejemplar de fauna silvestre que pudiese encontrarse en el sitio, se traslade hacia las áreas en estado natural de la zona. Se instalará una malla perimetral conformada por malla ciclónica y malla sombra, así mismo se procederá a proteger los árboles que se conservarán con una cerca provisional de varilla y cinta de precaución.

- ✓ **MARCADO DE POLÍGONOS Y RESCATE DE FLORA.**

Con cinta plástica y estacas se realizará un marcaje de los polígonos donde llevará a cabo el **CUSF**, de esta manera asegurando que el retiro de vegetación se lleve exclusivamente dentro de dichos polígonos, aunado a esto se pondrá en marcha el Programa de Rescate, Protección y Conservación de la Flora, en dicha medida de rescate, independientemente de su clasificación o su listado dentro de la **NOM-059-SEMARNAT-2010** se analizará que sea técnicamente factible y garantizable su supervivencia una vez rescatados. Se plantea un Programa para el seguimiento de la Reforestación.

- ✓ **DESMONTE Y RETIRO DE RESIDUOS**.

Directamente, se realizará la excavación de tierra, con el fin de rebajar el rasante del terreno, reduciendo así su cota y lograr formar un plano de apoyo adecuado para ejecutar la obra. Esto se realizará por medio de maquinaria retroexcavadora 320, sacando el material de la obra, haciendo su adecuada disposición de acuerdo con lo estipulado por la Autoridad.

- ✓ **DESPALME**:

Consiste en el retiro de una capa de tierra vegetal de alrededor de 20 cm de profundidad que consiste en una parte de la capa que contiene arcilla de color negro de consistencia blanda, misma que será reutilizada en parte como relleno en la conformación y nivelación de áreas verdes del proyecto, en caso de sobrante será enviado a un sitio determinado por los representantes del H. Ayuntamiento. La capa retirada será suplida con material mejorado de banco, hasta nivel que marca el proyecto en capas de 20 cm para tener un grado de compactación adecuado.

- ✓ **TRAZO**

Consiste en marcar de manera manual, con cal, cuerdas y estacas, las diferentes zonas del proyecto correspondientes al desplante de los espacios y zonas para la introducción de los servicios.

- ✓ **ABERTURA DE CAJA O EXCAVACIONES**

Consiste en el retiro del suelo natural hasta llegar a los niveles que requiere el proyecto. Nuestra topografía del terreno determinará cuanto será necesario excavar para asegurar la cimentación de nuestras construcciones.

Las excavaciones se realizarán con la ayuda de maquinaria y el material producto de estas mismas que no sea aprovechado en rellenos se retirará del área del proyecto mediante vehículos de carga, evitando la posibilidad de algún deslizamiento de material.

- ✓ **NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN**

Esta consiste en la colocación de una parte del material de despalme y también de material proveniente de casas comerciales correctamente establecidas y autorizadas. Se colocará el material de compactación hasta llegar a niveles requeridos, humedeciendo, compactando y novelando según determine la planimetría del proyecto.

Será necesario la implementación de maquinaria pesada como retroexcavadora, compactadora y camiones de volteo.

II.2.5. Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

CONSTRUCCIÓN

- ✓ **TRAZO, DELIMITACIÓN DE OBRAS DE CONSTRUCCIÓN**

Se realizará de acuerdo con las características y necesidades del **proyecto** a desarrollar, lo cual comprende trazo de ejes principales, secundarios y anchos de cepas de cimentaciones. Para la ejecución de esta labor se tomarán en cuenta las características establecidas en los planos anexos al presente documento y se realizará con personal calificado. Se realizará utilizando cal y tablas para definir claramente las dimensiones de cada obra.



Imagen II.6. Ejemplo de trazo y marca del área para el inicio de la construcción.

1. **Revisión de los alineamientos**: Tanto de las veredas como de las obras para tomarlos como referencia. Se tendrá en cuenta que se debe respetar siempre los límites de las construcciones. Se marcan los límites de las obras con estacas de acero de 60 cm clavadas a una profundidad de 50 cm.

2. **Construcción y colocación de balizas:** Estas se ubicarán en las esquinas de la obra, así como en el cruce de los muros. Las balizas se colocan fuera de la obra con la finalidad de que faciliten los trabajos de excavación y volver a demarcar o replantear sin que se pierda la ubicación de los ejes.

3. **Amarre de cordeles:** Cuando las balizas están colocadas y niveladas, se amarrarán los cordeles entre ellas. Así se logra dibujar los ejes de los muros que servirán de guía.

4. **Bajar los ejes sobre el terreno:** Este se logra utilizando una plomada, la cual se coloca en ambos extremos del cordel para marcar los puntos sobre el suelo.

5. **Traza la línea:** Finalmente, hecho lo anterior, se usará un cordel y cal para trazar la línea sobre el suelo. Así se podrá ver en este el marcado de los ejes que figuran en el plano.

- ✓ **CIMENTACIÓN**

Una vez se hayan llevado a cabo las excavaciones necesarias hasta el nivel requerido se verterá concreto para la creación de una plantilla que tiene como función de protección por corrosión ya que se encuentra en contacto directo el acero sobre el terreno. La cimentación utilizada será de tipo superficial, que estará compuesta por; zapatas aisladas, zapatas corridas, contra trabes y losas de cimentación. Estas serán distribuidas de acuerdo los casos de carga presentes en el **proyecto**. Para el armado se usará de acuerdo con los detalles estructurales con un esfuerzo de eficiencia de fy=4200kg/cm^2, el concreto a utilizar será del tipo premezclado f'c=250kg/cm^2 adicionado con impermeabilizante integral y revenimiento 14 obteniendo muestras periódicas para definir la resistencia real del concreto.

La cimbra por utilizar será de pino de tercera con un acabado aparente en la superficie de cimentación, con aplicación de pasta desmoldante para la prolongación de vida de la madera y un aumento en la eficiencia al momento de remoción del cimbrado. Una vez se hayan terminado de construir los elementos de cimentación se procederá a cepillar y limpiar para aplicar dos capas de impermeabilizante elastómero del tipo compuesto por cemento-catalizador.

- ✓ **CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA**

Se pretenden realizar las actividades para el levantamiento de las estructuras y construcción del proyecto. Las actividades que se realizarán para este fin son las siguientes:

- ✓ **ANCLAJE DE CASTILLOS**

El castillo quedará armado, antes de levantar el muro: Primero se dejan de 25 a 30 cm de acero en los castillos, por arriba del muro, esto para poder amarrar el acero al acero de la losa o al de los cerramientos. Después se coloca la cimbra: colocar los tablones para ambas caras del muro, y finalmente poner los yugos. La madera para la cimbra va barnizada con aceite quemado o diésel, la cimbra se fija al muro con amarres de alambre recocido, que se pasan de un lado al otro del muro a través de pequeñas perforaciones que se hacen en las juntas. El acero se humedece antes de colar para limpiar el polvo. Hay que picar la mezcla mientras se va colando, con una varilla y golpeando la cimbra para que no quede poroso el concreto.

- ✓ **CERRADO DE CIMENTACIÓN:**

cuando se tenga el nivel de calle se colocará una dala de cerramiento que cerrara los espacios y dejara una superficie firme de concreto. En la cual previamente se tuvo que haber preparado con una malla de varilla.




Imagen II.7 Cerrado de cimentación

- ✓ **DALAS O CADENA DE DESPLANTE O CERRAMIENTOS**

Esta trabe que sirve para distribuir las cargas verticales y ayudar a la estructura a trabajar correctamente en casos de asentamientos. Generalmente es de concreto armado, del mismo ancho del muro y sirve para evitar que el muro sufra fallas o cuarteaduras.

DETALLE DE CADENA DE DESPLANTE

- ✓ **SE REALIZAN:**

Bajo todos los muros que se van a desplantar, Sobre las cimentaciones que se hayan construido.

- ✓ **CONSTRUCCIÓN:**

Cada dala se hace con 4 varillas de 3/8" armadas con anillos de alambrón de ¼" y alambre recocido calibre 18. También se venden armadas. La dala se hará del ancho del muro según el material que se va a usar. También hay que cortar la varilla del largo que va a tener la dala. Los anillos van separados uno del otro según lo que marque el plano estructural (generalmente a cada 60cm.) y se amarrara a la varilla con alambre recocido.

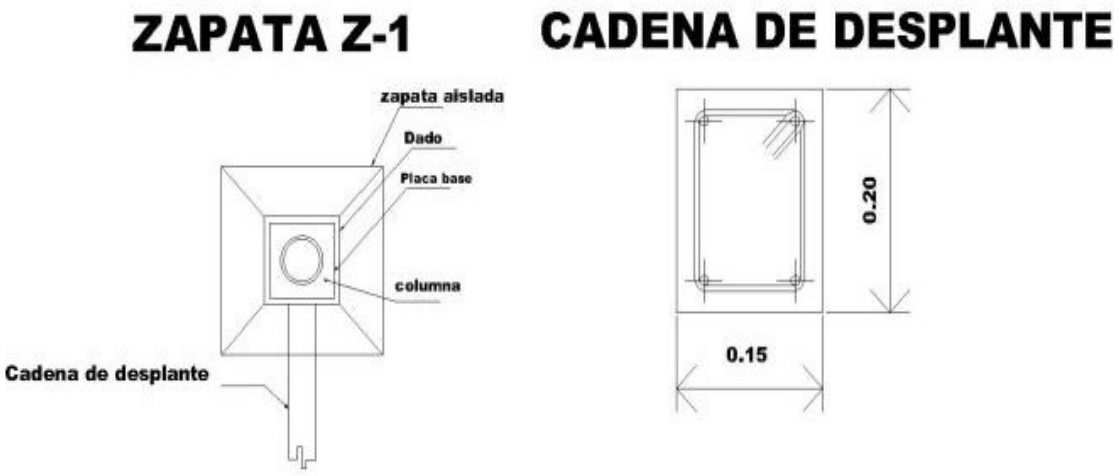


Imagen II.8 Dala o cadena de desplante

- ✓ **LEVANTAMIENTO DE MUROS, RESPETANDO CERRAMIENTOS:**

El levantamiento del muro se inicia extendiendo el mortero sobre el emplantillado. Los ladrillos deben humedecerse con agua antes de ser colocados, para evitar que el ladrillo seco absorba el agua del mortero, impidiendo una buena pega.

El espacio que se dejará entre cada ladrillo será de 1.5 cm aproximadamente. A este espacio se denomina junta y puede ser vertical u horizontal.

La altura máxima de muro que se construirá en una jornada de trabajo es de 1.3 m, que equivale a 12 o 13 filas. El resto se completará al día siguiente. Esto se hace para que las hiladas superiores no compriman a las inferiores, adelgazando las juntas horizontales. Además, un muro con mortero fresco de más de 1.3 m de altura es inestable y peligroso. Hay que tener presente que las juntas verticales quedarán en medio del ladrillo de la fila inferior, esto garantizará un buen amarre de los ladrillos. Los extremos de los muros que terminarán contra una columna de amarre quedarán endentados en 5 cm como máximo.

- ✓ **COLADO DE CASTILLOS Y DALAS DE CERRAMIENTO**

Se colocará la cimbra alrededor del castillo dejando 20 cm de cada lado para que se pueda clavar la madera con el block y una vez clavada la madera se realizan dos hoyos en cada tabla para poder introducir el alambre y así poder amarrar la cimbra para que esta no se abriera debido al empuje del vaciado de concreto, después de esto, nivelamos cada madera con el nivel de burbuja para que el castillo no quedara desnivelado. Una vez terminada la nivelación, colocamos dos contravientos de

cada lado para que al momento de colar esta no se abra, aunque ya debió haber estado previamente asegurada con alambre galvanizado.

La cadena de cerramiento se colocará en la parte superior del muro, esta debe ir amarrada con la varilla de los castillos, y al momento de colar la losa, se cuela también la cadena. Esta cadena tendrá un armado igual al de un castillo o una dala de desplante, este armado son 4 varillas de 3/8", y estribos de alambrón a cada 15 cm. Deberán contar también con el recubrimiento de 2.5 cm por cada lado.

- ✓ **CERRAMIENTOS, COLADO**

Se utilizará una cimbra de tabla, mismas que se usaron para la cadena de desplante de la cimentación. Se hace un cajón que se coloca sobre el muro, a la altura a la que termina la puerta, y se apuntalarán en los huecos para que en el colado no se mueva.
La proporción para el concreto será la misma de las dalas y castillos.
Se pica el concreto con una varilla para que no queden huecos.

- ✓ **CIMBRADO, ARMADO Y COLADO DE LOSA DE AZOTEA**

Antes de comenzar a colocar las viguetas sobre los muros o las vigas es necesario apuntalar provisionalmente la estructura.

Esto se realiza con polines de 10x10 cm. en sentido contrario al de las viguetas, sostenidos a su vez por postes de las mismas dimensiones, estos se colocarán distanciados a 1.50 m. entre ellos. Es muy importante que este apuntalamiento esté afianzado en todas direcciones, pues será el

encargado de sostener la losa mientras fragua el concreto Posteriormente se colocarán de manera manual las viguetas sobre los muros cargadores.

Hay que tomar en cuenta que las viguetas se apoyan directamente sobre los muros, por lo que es necesario al dimensionarlas cortarlas 10 cm. más (5 cm. para cada lado) largas de lo que mide el claro a cubrir. La distancia a la que se colocarán las viguetas dependerá directamente de las dimensiones de las bovedillas.

Una vez ubicadas todas las viguetas sobre el claro, se colocarán las bovedillas igualmente de forma manual una por una comenzando por uno de los extremos del claro.

Sobre los muros que delimitan el claro se colocará un armado igual al cerramiento de puertas y ventanas que se colará junto a la mezcla de la capa de compresión de la losa. Esto formará una cadena de remate que dará más firmeza y resistencia a la losa, además de dirigir las cargas a las cimentaciones a través de los muros. Como frontera exterior de estas cadenas se colocarán tablones sujetados a los muros con trozos pequeños de madera unidos con clavos y alambre recocido.

Cuando se haya terminado la colocación de todas las bovedillas se procederá a tender sobre la losa las mangueras de la instalación eléctrica, así como salidas de cielo que se estén proponiendo, para las cuales será necesario retirar la bovedilla correspondiente al sitio elegido. De la misma manera se hará, en el caso de ser necesario, con las instalaciones hidráulicas y sanitarias.

Antes de colar la mezcla y con la intención de lograr una mayor resistencia y cohesión en el sistema constructivo, se colocará sobre las viguetas y bovedillas una malla electrosoldada que

cubra en su totalidad la superficie de la losa. Esta se amarrará a la varilla superior del armado con alambre recocido.

Antes de vaciar, es importante tapar todos los huecos que hayan quedado entre las bovedillas para así tener la menor cantidad de desperdicio posible, asimismo se mojarán las bovedillas con la intención de evitar la eventual absorción del agua de la mezcla al momento del vaciado. La mezcla se vaciará preferentemente con carretilla para agilizar el proceso hasta completar toda la losa. Como en el caso de cualquier losa, habrá que esperar al menos 7 días para remover el apuntalamiento de la losa, durante ese tiempo será –principalmente en los primeros 5 días– será necesario regar la losa 3 veces al día para curarlo.

- ✓ **PERSONAL**

Se requerirá de personal calificado para la construcción del **proyecto**, el cual constará de un ingeniero civil, maestro de obra, 25 albañiles, 15 obreros; así como la contratación de empresas dedicadas a la instalación de herrería y cancelería, plomería, voz y datos, jardinería, red eléctrica, etc. Los cuáles serán requeridos de acuerdo con el avance del **proyecto**. A este respecto cabe mencionar que la construcción del **proyecto** no generará fenómenos migratorios temporales, debido a que el personal que preste sus servicios se podrá trasladar de manera diaria al lugar de trabajo, ya sea por medio del transporte público y/o traslado del personal.

✓ MAQUINARIA

Para la construcción del proyecto solo se requerirá la utilización de vehículos (camionetas y camiones de carga) y equipos de construcción como revolvedora, retroexcavadora, *bulldozer*, martillos hidráulicos, grúas, aplanadora hidráulica tipo "bailarina".

✓ COMBUSTIBLE

El combustible requerido para las actividades del proyecto será proveído por las gasolineras locales que se encuentran cercanas al sitio del proyecto, por lo que no se requiere almacenamiento, principalmente se empleará gasolina durante la etapa de construcción, para el suministro de materiales de construcción.

Tabla II.9. Equipo y vehículos requeridos para el proceso de la construcción de la obra

Equipo	Horas/día	Tipo de combustible	Decibeles emitidos	Emisiones (g/s)
2 Revolvedoras	8	Gasolina	96-98	5
2 Camiones de volteo	8	Diésel	86-98	5
2 Camionetas	10	Gasolina	86-98	5

✓ VOLUMEN Y TIPO DE AGUA

El agua utilizada durante las etapas de preparación del sitio y construcción será obtenida a través de la formalización de un contrato de servicio de trasiego de agua cruda por medio de pipas al sitio del proyecto, a través de una empresa debidamente autorizada por la autoridad correspondiente. Su almacenamiento será temporal, en tinacos y/o bidones. El abastecimiento de agua para consumo de los trabajadores será a través de establecimientos cercanos al sitio del proyecto, por

medio de garrafones de 20 litros y de las marcas comerciales distribuidas en la zona, según las necesidades del personal que laborará en el sitio del proyecto.

✓ ENERGÍA ELÉCTRICA

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción la energía eléctrica será provista por medio de plantas eléctricas portátiles para funcionamiento de equipos y herramientas, ya que todas las actividades se realizarán en horarios diurnos.

✓ CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES PROVISIONALES

Se habilitarán con materiales removibles. Tales como una bodega para resguardo de herramienta y materiales, serán construidas con madera y láminas, dicha instalación se ubicará en las inmediaciones del predio. Esto tendrá un carácter provisional, así como los baños, los cuales posteriormente serán retirados, una vez concluido las etapas de construcción del proyecto. Lse consideran 3 sanitarios portátiles, en una proporción de 1 por cada 5 trabajadores.

A continuación, se indican las superficies a ocupar:

Tabla II.10. Obras provisionales del proyecto

Obra provisional	Superficie (m^2)
Sanitarios	12
Bodega	15
TOTAL	

Los desechos sólidos producidos por estas actividades serán recolectados, reutilizando y reciclando los materiales aptos, y los no aptos serán enviados al sitio de disposición final de residuos sólidos autorizado, del mismo modo, los residuos líquidos acumulados en los sanitarios portátiles serán recolectados periódicamente por la empresa contratada para tal fin, la cual será la

responsable de disponerlos en sitios autorizados. Las instalaciones provisionales serán retiradas paulatinamente, una vez que se vaya terminando la obra principal.

II.2.6. Estimación del volumen por especies de materias primas forestales derivadas del cambio de uso de suelo

II.2.6.1. Metodología empleada para evaluar la vegetación en el Proyecto.

Derivado de que la superficie que se pretende destinar para las obras se distribuye en toda la superficie del predio. Y para contar con información adecuada, se decidió tomar dos muestras de la vegetación presente.

Previo a la evaluación de campo, se reconoció el terreno, con la finalidad de identificar, de manera general, las condiciones de la vegetación que serán afectadas por el cambio de uso de suelo, las vías de acceso y las condiciones topográficas del sitio.

Posteriormente se procedió a realizar la planeación en gabinete para la evaluación correspondiente. Con la información de las muestras, se podrá inferir en la zona donde se pretende realizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF), y a su vez, poder estimar las densidades y volúmenes totales de vegetación a remover (Scheaffer *et al*., 1987).

En gabinete, se determinó establecer un sistema de muestreo al azar, para evaluar los estratos vegetales presentes en el Proyecto, así como para evaluar la vegetación en la Microcuenca. Se tomó la decisión de evaluar sitios de forma circulares con un área de 1,000 m², dentro del cual se evaluaría arboles con un diámetro igual o mayor a 7.5 cm. Dentro de este mismo sitio, se propone delimitar una subunidad de 500 m² para evaluar por separado arbustos y/o sotobosque; Finalmente para evaluar el estrato herbáceo se consideró un área de un 1 m².

Para seleccionar la muestra, se utilizó el programa ArcGIS Pro 3.1, utilizando la herramienta de creación de puntos aleatorios, mediante la cual se indicó una distribución de 2 sitios de muestreo en el Predio (N) y para la Microcuenca la muestra fue 42 sitios, para su evaluación en campo.

La muestra para el proyecto representa una intensidad del **66%** respecto de la superficie total del Predio. Para el caso de la Microcuenca se estimó un 0.2%. Considerando, para ambos casos, una **confiabilidad de muestreo del 95% y un error máximo permisible del 10%**. Mientras que para la Microcuenca la intensidad de muestreo fue de (DOF, 2020).

Como se ha mencionado, las unidades de muestreo a evaluar serán circulares de 1000 m² (17.84 metros de radio), y a partir del centro de cada uno, se proyectó delimitar un sitio de 500 m² (12.65 metros de radio) y uno de 1 m², para **evaluar en cada sitio el estrato arbóreo, arbustivo y/o sotobosque y herbáceo** respectivamente.

Para el análisis cartográfico de utilizo ArcGIS Pro 3.1, donde se apoyó de información vectorial de la carta topográfica digital, clave fc13c39, escala 1:50,000 (INEGI, 2013), y se ubicó el Proyecto. A demás de obtener las coordenadas de ubicación de cada sitio de muestreo (UTM), las cuales se presentan en la Tabla II.11.

Una vez planeado en gabinete los aspectos mencionados, se inició con la evaluación en campo de los aspectos físicos y biológicos, tanto del Proyecto, como de la Microcuenca (MC), como zona de influencia.

Ya en campo, para la ubicación de cada sitio de muestreo se utilizó un GPS Garmin 64x y para su delimitación, se utilizaron cuerdas compensadas y cintas métricas (20 metros). En cada sitio se señaló el centro, y para esto se utilizó pintura en aerosol color azul o naranja fluorescente (Imagen II.9-12).

Los atributos dosometrico tomados en cuenta en cada sitio de muestreo, fueron la **altura total (h), el diámetro normal (DN) y el diámetro de copa (DC)**, de cada uno de los individuos registrados en el estrato arbóreo y arbustivo, y para el caso del **estrato herbáceo** se registró la **altura total y diámetro de copa**. Así mismo, durante los recorridos (transectos), se registraron datos del aspecto físico del terreno como, la pendiente (%), orientación, textura del suelo, contenido de materia orgánica y altura sobre el nivel del mar. Para el registro de la información se utilizaron, cintas diamétricas, hipsómetro, clinómetro, cinta metrica, formatos de campo, cámara fotográfica y prensa botánica.

Las condiciones de la vegetación (CONAFOR, 2020; INEGI, 2017), presente en el Predio y el Proyecto, presenta disturbios en toda su estructura, sin embargo, se encuentra dominada por individuos del estrato arbóreo y sotobosque (Tabla II.12).

Tabla II.11. Coordendas de ubicación de los sitios de muestre en el área del proyecto.

Sitio	Coordenadas UTM		Descripción
Muestreo	X	Y	
1	475639	2277566	Proyecto
38	475591	2277577	Proyecto

Tabla II.12. Zonificación en base a las condiciones de la vegetación en el Predio, donde se ubica el proyecto.

Descripción	Superficie (ha)
Vegetación de Selva mediana subcaducifolia	0.3042
Total	**0.3042**




Imagen II.9 y 10. Ubicación y delimitación de los sitios de muestreo para la evaluación de cada estrato.




Imagen II. 11 y 12. Evaluación de los estratos vegetales presentes.

II.2.6.2. Metodología utilizada para la estimación del volumen por especie.

La información obtenida de cada sitio se registró en un formato de campo. Mientras que, para la medición de los atributos, se utilizó equipo y materiales adecuado para obtener los valores con mayor precisión (Tabla II.13). Para estimar la altura total (m) del estrato arbóreo, se utilizó el Hipsometro de Christen con una graduación base de 2 metros, mientras que para el arbustivo y herbáceo se utilizó un flexómetro de 5 metros. El **diámetro normal (cm)** de individuos que componen el estrato arbóreo y arbustivo, se midió con una cinta diamétrica.

Y el **diámetro de copa** de cada individuo de todos los estratos, se utilizaron cintas métricas de 5 y 20 metros. En el mismo formato se registró la información de las características físicas de cada sitio de muestreo (Pendiente (%), tipo de suelo, textura del suelo, grado de compactación, material vegetal muerto (cm) y altura sobre el nivel del mar.

Tabla II.13. Material y equipo utilizado durante el inventario forestal en el Proyecto.

Equipo y materiales utilizados para la evaluación de campo	
✓ GPS Garmin 64x	✓ Machetes
✓ Brújula	✓ Pintura en aerosol
✓ Cámaras fotográficas digitales	✓ Prensas botánicas
✓ Clinómetro sunnto	✓ Lápices
✓ Cinta métrica y Diamétrica	✓ Tablas de apoyo
✓ Cinta métrica de 20 metros	✓ Formatos de campo
✓ Cuerda compensada	✓ Hipsómetro de Christen
✓ Manual de identificación de especies	✓ Bolsas de papel

- ✓ **Procesamiento de la información.**

Una vez levantada la información de campo, se procedió a capturar y procesar, para esto se utilizó el programa Microsoft Office Excel (versión 2010).

Se estimó el volumen en rollo total árbol por hectárea (Existencias Reales en m^3/ha); el área basal por hectárea (m^2/ha); la cobertura de copa (m^2/ha) y el número de individuos por hectárea, así como la cantidad de cada uno de estos los cuales serán afectados por la remoción durante la etapa de despalme y preparación del sitio.

Es importante destacar que no se cuenta con tablas de volúmenes específicas para cada especie en la zona, y, por lo tanto, se utilizó la ecuación **de hojosas, utilizada en el inventario nacional forestal 2020** (considerada para especies con diámetros entre 12.5 y 132.5 cm). Sin embargo, debido a que durante el inventario se registraron individuos con diámetros normales menores a lo sugerido en la ecuación, para los casos de diámetros normales menores se aplicó un factor de forma de 0.5 a la ecuación del cilindro, tal y como lo sugieren algunos autores (Romahn y Ramírez, 2010; Ojeda, 2011; Cailliez, 1980).

Los siguientes apartados describen brevemente la forma de la estimación correspondientes:

II.2.7.1.1.1. Cálculo del área basal, cobertura de copa y volumen por estrato vegetal.

El Área basal, el volumen y cobertura de copa por hectárea para cada una de las especies, se estimó en una hoja de Excel, tomando en cuenta las siguientes ecuaciones;

1. El área basal individual por especie, se utilizó la siguiente ecuación (**Anexo 1.1**);

$$AB = 0.7854 * D^2$$

Dónde:

AB= Área basal individual en m^2 .

D= Diámetro normal (1.30 m) en centímetros

= Constante resultado de *0.7854* $AB = \frac{3.1416}{4}$

100= Las unidades en centímetros, equivalentes a 1 m, conversión de centímetros a metros.

2. La cobertura de copa individual por especie se determinó mediante la siguiente ecuación (**Anexo 1.1**);

$$CC = 0.7854 * Dc^2$$

Dónde:

CC= Cobertura de copa individual en m^2.

D= Diámetro de copa en metros.

= Constante resultado de *0.7854* ¿ $\frac{3.1416}{4}$

3. El volumen individual por especie, se estimó mediante las siguientes ecuaciones (**Anexo 1.1**):

Para diámetro entre 12.5 a 132.5 cm:

$$V = 0.0006016 + (0.06075 * (D) + (0.00031 * h) + (0.33129 * h * D^2)) - ¿$$

Para diámetros menores a 12.5 cm se utilizó un factor de forma de 0.5 a la ecuación básica del cilindro:

$$V = Ab * h * ff$$

Dónde:

V.=Volumen individual (m^3).

D= Diámetro normal a lá altura del pecho (m).

h= Altura (m).

ff= Factor de forma (0.5).

AB= Área basal (m^2)

4. Posteriormente se estimó el **número promedio de individuos** registrados por especie y luego se extrapolo por hectárea (ha), para esto se utilizaron las siguientes ecuaciones:

Para estrato arbóreo: $D/ha = \frac{10{,}000 * ds}{1000}$; $AB/ha = \frac{10{,}000 * ABi}{1000}$; $CC/ha = \frac{10{,}000 * CCi}{1000}$;

$V/ha = \frac{10{,}000 * Vi}{1000}$

Para estrato arbustivo: $D/ha = \frac{10{,}000 * ds}{500}$; $AB/ha = \frac{10{,}000 * ABi}{500}$; $CC/ha = \frac{10{,}000 * CCi}{500}$;

$V/ha = \frac{10{,}000 * Vi}{500}$

Para estrato herbáceo: $D/ha = \frac{10{,}000 * ds}{1}$; $CC/ha = \frac{10{,}000 * CCi}{1}$;

Dónde:

D/ha= Densidad calculada; AB/ha= Área basal; CC/ha= Cobertura de copa; y V/ha= Volumen por hectárea;

10,000= Superficie (m^2) correspondientes a una hectárea.

Ds= Densidad registrada por especie en cada sitio de muestreo

1000= Superficie (m^2) de un sitio de muestreo arbóreo.

500= Superficie (m^2) de un sitio de muestreo arbustivo.

1= Superficie (m^2) de un sitio de muestreo herbáceas.

5. El siguiente paso fue sumar los valores calculados, tanto del AB, CC y Vol, individuales por especie, para obtener el valor total de las variables calculadas.

6. Una vez obtenido las variables mencionadas, se multiplico el valor total de cada una de estas, ya convertidas a hectáreas, por la superficie propuesta para el CUSTF, obteniendo de esta manera los valores finales de cada especie.

II.2.6.3. Estimación del error de muestreo y límite de confiabilidad.

Para realizar este análisis en el Proyecto se realizó un censo del estrato arbóreo y arbustivo que se verá afectado, y para el estrato herbáceo fue de 2 sitios de muestreo, de los cuales se promedió el valor del volumen por hectárea de todas las especies. Para la Microcuenca se levantaron 29 sitios de muestreo. Con estos promedios se estimaron las siguientes variables como se muestran en seguida y aplicando las siguientes ecuaciones:

1. Media aritmética: $$\hat{X} = \frac{\sum_{i+1} ¿}{n}$$

2. Varianza: $$S^2 = \frac{\sum (X - \hat{X})^2}{n-1}$$

3. Desviación estándar: $$S = \sqrt{S^2}$$

4. Coeficiente de variación: $$CV(\%)=\frac{S*100}{\hat{X}}$$

5. Error estándar (%): $$Es=\frac{CV}{\sqrt{n}}*\sqrt{1-\frac{n}{N}}$$

De acuerdo con la información recabada, se estimó un **error de muestreo del 6.50%**, con una confiabilidad del 95% y un error máximo admisible del 10%. Dichos resultados sugieren que la muestra representa una buena confiabilidad y por lo tanto es suficiente para la evaluación. Mientras que para el caso de la Microcuenca el error de muestreo fue de 8.1%.

II.2.6.4. Estimación del volumen por especie en hectáreas (V.T.A) y para la superficie propuesta para el CUSTF.

La **Tabla II.14 y 15,** se presentan los resultados estimados para el estrato arbóreo y arbustivo y/o sotobosque. La superficie **solicitada para el CUSTF corresponde a 3.042 m² (0.3042 ha)**. L**os datos y secuencia del cálculo se presentan en el Anexo 1.1 y 3.1.**

✓ **ESTRATO ARBÓREO.**

Este estrato presenta una densidad muy buena, registra una composición de 12 especies, estimando una afectación de 204 individuos, los cuales representan un volumen total de 26.160 m³ (Tabla II.14). Las especies que se verán más afectadas serán *Ficus insípida* en cuanto a volumen, ya que presenta un porte muy alto. *Attalea guacuyule* y *Bursera simaruba s*on las más dominantes en cuanto al número de individuos, en una superficie del CUSTF de 0.3042 ha. Se destaca también que *Attalea guacuyule y Bursera simaruba* se considera para el rescate y reubicación de

los individuos jóvenes o en forma de vareta. Este estrato presenta una altura promedio de 11.6 metros y un diámetro normal de 24.2 cm.

✓ **ESTRATO ARBUSTIVO Y/O SOTOBOSQUE.**

Este estrato, dentro del Predio, registra 8 especies, estimando un volumen total de 0.069 m³, y una afectación en cuanto a la densidad de 195 individuos. En este caso, las especies más afectadas serán *Rauvolfia tetraphylla* y *Chamaedorea pochutlensisum* (Tabla II.12).

- ✓ **HERBÁCEO.**

Este estrato no se registró en las muestras levantadas.

En total se estima se removerán**, por el CUSTF, de 399 individuos**, los cuales suman un **volumen total de 26.230 m³**, de manera conjunta el **estrato arbóreo y arbustivo**. Como se muestra, las condiciones de la vegetación presentes en el proyecto, nuestra una perturbación fuerte en su estructura, lo cual se refleja individuos poco desarrollados y dispersos.

Tabla II.14. Estimación de existencias reales totales por hectárea y especie para el estrato arbóreo.

NO.	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	D.N. x (cm)	ALTURA x (m)	E.R. (ha) INDIVIDUOS	E.R. (ha) A.B. (m²)	E.R. (ha) VOL. (m³)	E.R.T INDIVIDUOS	E.R.T A.B. (m²)	E.R.T VOL. (m³)	NOM 59	LISTA ROJA
1	Arecaceae	*Attalea guacuyule*	Palma	34.8	14.2	60	1.954	11.396	18	0.594	3.467	-	LC
2	Burseraceae	*Bursera simaruba*	Papelillo	28.2	13.1	95	1.479	9.079	29	0.450	2.762	-	LC
3	Urticaceae	*Cecropia obtusifolia*	Trompeta	16.1	11.0	30	0.437	2.450	9	0.133	0.745	-	LC
4	Sapindaceae	*Cupania dentata*	Cola de Pava	16.4	12.1	260	0.235	1.286	79	0.072	0.391	-	-
5	Araliaceae	*Dendropanax arboreus*	Zapotillo	15.0	10.0	30	0.243	1.128	9	0.074	0.343	Nativa	LC
6	Fabaceae	*Erythrina variegata*	Sp 1	14.0	8.0	20	0.174	0.738	6	0.053	0.224	-	LC
7	Moraceae	Ficus insipida	Higuera Blanca	80.5	19.5	20	6.079	51.421	6	1.849	15.642	-	LC
8	Malvaceae	*Guazuma ulmifolia*	Guasima	11.1	6.9	55	0.210	0.802	17	0.064	0.244	Nativa	LC
9	Anacardiaceae	*Mangifera indica*	Mango	22.7	12.0	30	0.508	2.674	9	0.155	0.813	-	-
10	Lauraceae	*Nectandra hihua*	Aguacatillo	24.5	12.0	20	0.575	3.014	6	0.175	0.917	-	LC
11	Fabaceae	*Pisonia capitata*	Garabato	18.0	13.7	30	0.280	1.750	9	0.085	0.532	-	LC
12	Myrtaceae	*Psidium sartorianum*	Arrayancillo	9.0	6.5	20	0.064	0.259	6	0.020	0.079	-	LC
			TOTAL	**24.2**	**11.6**	**670**	**12.239**	**86.0**	**204**	**3.723**	**26.160**		

Tabla II.15. Estimación de existencias reales totales por hectárea y especie para el estrato arbustivo.

NO.	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	D.N. x (cm)	ALTURA x (m)	E.R. (ha) INDIVIDUOS	E.R. (ha) A.B. (m²)	E.R. (ha) VOL. (m³)	E.R.T INDIVIDUOS	E.R.T A.B. (m²)	E.R.T VOL. (m³)	NOM 59	LISTA ROJA
1	*Moraceae*	*Brosimum alicastrum*	Capomo	4.0	3.0	20	0.004	0.018	6	0.005	0.385	Nativo	-
2	*Salicaceae*	*Casearia corymbosa*	Latilla	6.0	3.0	20	0.009	0.028	6	0.008	0.785	-	LC
3	*Arecaceae*	*Chamaedorea pochutlensis*	Palma Camedor	3.3	2.8	160	0.003	0.014	49	0.004	0.569	A	LC
4	*Sapindaceae*	*Cupania dentata*	Cola de Pava	4.3	3.8	60	0.010	0.044	18	0.013	1.602	-	-

5	*Melastomataceae*	*Miconia glaberrima*	Negrito	6.0	9.0	20	0.009	0.055	6	0.017	0.785	-	LC
6	*Picramniaceae*	*Picramnia guerrerensis*	Arenillo	4.5	4.1	80	0.006	0.027	24	0.008	0.422	-	EN
7	*Nyctaginaceae*	*Pisonia capitata*	Garabato	5.0	2.7	60	0.007	0.022	18	0.007	0.516	-	LC
8	*Apocynaceae*	*Rauvolfia tetraphylla*	Arbusto 1	4.5	2.6	220	0.006	0.021	67	0.006	0.600	Nativo	-
				4.7	**3.9**	**80**	**0.055**	**0.228**	**195**	**0.069**	**5.665**		

II.2.6.5. Identificar el volumen total por especie, aquellos correspondientes a las materias primas comercializables.

No en todos los casos, se podrán obtener productos forestales comercializables, ya que gran parte de las especies no representan un valor comercial importante en el mercado. Sin embargo, casi todas las especies son utilizadas de manera local con fines de uso doméstico o autoconsumo (como leña, frutos, postes para casas y cercados etc).

Por lo tanto, basándonos en publicaciones oficiales y artículos científicos, y en otros casos, se tomó de referencia los precios locales, acorde al uso del recurso.

Entre los archivos revisados se encuentra información publicada por: CONAFOR (2022); CONABIO (1998); INECC-SEMARNAT (2015); y Deveze (2016), los cuales enlistan en sus análisis un valor económico aproximado tanto de productos individuales, como de un conjunto de bienes y servicios que pueden generar dichas condiciones ecosistémicas similares a las del área del Proyecto. De la misma manera, otro elemento inherente a la presencia de cobertura vegetal es la fauna silvestre que convive en estas condiciones. Es importante señalar también, la importancia que tienen dentro del hábitat, y por esta razón también se contempla su valoración económica basado en valor cinegético y/o de ornato (Pérez, 2020; Aquino *et al*, 2007; y Cantú *et al*, 2011).

Las evaluaciones de campo permitieron identificar las diferentes modalidades de los recursos biológicos presentes en el Proyecto, en las siguientes Tablas se presenta la información donde a su vez se muestra el valor económico aproximado de los recursos forestales maderables y no maderables, del estrato arbóreo y arbustivo, que son de los que tenemos registros.

Mientras que otras Tablas, más abajo, se presentan los recursos biológicos faunísticos, específicamente en el área de CUSTF.

II.2.6.6. Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso de suelo

Como es bien sabido, que los recursos forestales proveen una gran cantidad de bienes y servicios, los cuales los han clasificados como de regulación (proveen el soporte de las actividades económicas y bienestar humano); Función de producción (Provee recursos básicos oxígeno, agua, madera etc); Función de soporte (hábitats, bosques, pesca, etc); Función de información (Investigación, cultural, etc). Y de esto se ha llegado a clasificarlos para darles una valoración aproximada, aunque si bien es cierto a pesar de estos beneficios, algunos autores sugieren que aún no se reconoce a detalle el valor económico de los recursos biológicos (WBI, 2000; Ojea *et al*, 2011; CONABIO, 1998).

Los servicios ambientales son el conjunto de beneficios que la naturaleza genera, para satisfacer las necesidades de los seres vivos (Wunder, 2006; Zapata, 2006; Návar, 2005; Torres y Guevara, 2005; INE,2002; CONAFOR, 2001; CONAFOR, 2001a) citados por Prieto *et al.,* 2007). Se sugiere que la valoración económica, se determinen desde un punto de vista de conservación y gestión basada en ecosistemas (enfoque de servicios ecosistémicos), y no como actualmente se ha intentado hacer mediante la valoración individual de los componentes de los ecosistemas, tales como madera, fauna, tierra, agua entre otros. Dicho marco conceptual relaciona las funciones del ecosistema y la biodiversidad con los beneficios que generan para el bienestar humano, tal y como se muestran en la Imagen II.13. (Ojea *et al*, 2011).

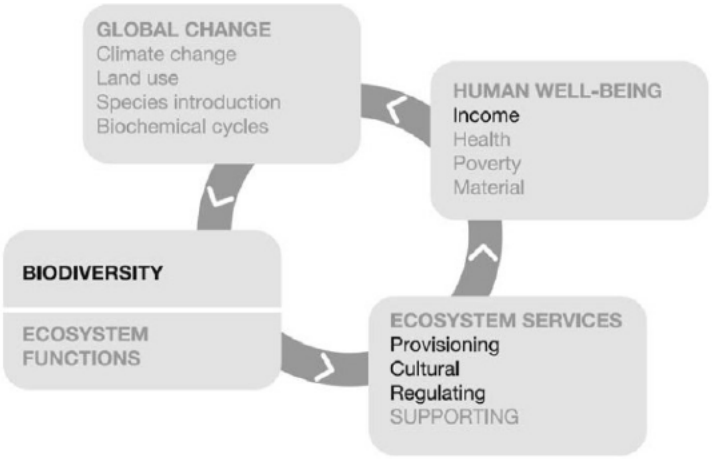


Imagen II.13. Marco conceptual del enfoque ecosistémico (Fuente: Tomado de Ojea *et al*, 2011: Adaptado por MA (2005)).

II.2.6.6.1. Identificar el valor económico de los recursos forestales de uso indirecto.

Considerando las revisiones de artículos científicos y documentos oficiales, referentes al valor económico de los servicios ecosistémicos en su conjunto, por la presencia de cobertura vegetal actual, la cual aún mantiene fluctuación de fauna silvestre, protección del suelo, captación e infiltración de agua, así como almacenamiento de carbono, en el sitio. El valor económico estimado para el área donde se pretende realizar el CUSTF (0.3042 ha), se presentan en las siguientes Tablas.

Tabla II.16. Estimación económica del sitio de CUSTF, de acuerdo con su valor funcional (uso indirecto), captura de carbono.

Tipo de bosque	Valor deposito carbono us$*/ha	Valor deposito carbono $ mn/ha	Valor total (mx$)
Bosque templado caducifolio	$600.0	$0.0	$0.0
Bosque tropical caducifolio	$1,800.0	$0.0	$0.0
Bosque templado	$3,000.0	$0.0	$0.0
Bosque tropical	**$3,600.0**	**$60,660.0**	**$18,452.8**

subperennifolio			
Costo dólar actual (MN) 2024	**$16.85**		
Superficie CUSTF	**0.3042**		

Tabla II.17. Estimación económica del sitio de CUSTF, de acuerdo con su valor funcional (uso directo), servicios ambientales hidrológicos y de biodiversidad.

Servicios ambientales (por cobertura vegetal)	Tipo vegetación	Valor us$/ha	Valor $ mn/ha	Valor total (mx$)
PSAH (Mantener cobertura arborea)	Selva mediana subcaducifolia	$65.28	$1,100.0	$334.6
PSAB (Biodiversidad, refugio, proteccion, alimento etc.)	Selva mediana subcaducifolia	$22.67	$382.0	$116.2
PSA-FPB (Fondo patrimonial de biodiversidad)	Selva mediana subcaducifolia	$29.67	$500.0	$152.1
Evitar sedimentación	Selva mediana subcaducifolia	$1.76	$29.7	$9.0
Caudal y suministro de agua y valor de uso en el hábitat	Selva mediana subcaducifolia	$3.16	$53.2	$16.2
Permanencia y continuidad de flujo de agua	Selva mediana subcaducifolia	$3.03	$51.1	$15.5
Suministro de agua	Selva mediana subcaducifolia	144.74	$2,438.9	$741.9
Flujo de agua continua y regulacion de sedimentos	Selva mediana subcaducifolia	22.14	$373.1	$113.5
Disponibilidad de agua potable (calidad y cantidad)	Selva mediana subcaducifolia	1.18	$19.9	$6.0
Captación y almacenamiento de agua	Selva mediana subcaducifolia	$144.74	$2,438.9	$741.9
Calidad de agua	Selva mediana subcaducifolia	$51.58	$869.1	$264.4
Regulación de agua y recreo	Selva mediana subcaducifolia	$147.8	$2,489.6	$757.3
Evita la erosion del suelo (Proteccion)	Selva mediana subcaducifolia	$6,016.6	$101,378.9	$30,839.5
Practicas de Ecoturismo de naturaleza	Selva mediana subcaducifolia	$46.5	$783.5	$238.3
			Total	**$34,346.5**
Costo dólar actual (MN) 2024	**$16.85**			
Superficie CUSTF (ha)	**0.3042**			

Tabla II.18. Estimación económica del sitio de CUSTF, de acuerdo con su valor funcional (uso indirecto), evitar la salinización, tratamientos de agua y grado farmacéutico.

Concepto	Tipo vegetación	Valor us$/ha	Valor $ mn/ha	Valor total (mx$)
Evitar salinizacion	Selva mediana subcaducifolia	$160.0	$2,696.00	$820.12
Tratamiento de agua (proceso de filtración)	Selva mediana subcaducifolia	$50.0	$842.50	$256.29
Valor farmaceutico	Selva mediana subcaducifolia	$6.0	$101.10	$30.75
			Total	**$1,107.2**
Costo dólar actual (MN) 2024	**16.85**			
Superficie CUSTF	**0.3042**			

Se consideró incluir el valor potencial de ejemplares de **fauna silvestre** registrados durante el muestreo de campo, de los grupos de **mamíferos, herpetofauna y aves**, los cuales se presentan en las siguientes Tablas.

Tabla II.19. Estimación económica de ejemplares de mamíferos registrados en el área.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	No. ind. Registrados	Valor aprox. Ejemplares ($)	VAlor total Captura ($)	Valor Total ($)
Procyonidae	*Nasua narica*	Tejon	1	$180	$180.00	$180
Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	4	$250	$1,000	$1,000
		TOTAL	**5**		**$1,180**	**$1,180**
[a]Fuente:	De acuerdo con el valor que las personas de la zona, así como de comunidades y ejidos le dan de manera local, en la zona.					

Tabla II.20. Estimación económica de ejemplares de herpetofauna registrados en el área.

Nombre Científico	Nombre Común	No. ind. Registrados	Valor aprox. Ejemplares ($)	VAlor total Captura ($)	Valor Total ($)	Nombre Científico
Anolidae	Anolis nebulosus[3]	Abaniquillo del Pacífico	2	$4,489	$8,977.10	$8,977
Iguanidae	Iguana iguana[2]	Iguana verde	1	$349	$349.11	$349
Iguanidae	Ctenosaura pectinata[1]	Iguana mexicana de cola espinosa	1	$349	$349.11	$349
		TOTAL	**4**		**$9,675**	**$9,675**
[1]Fuente	G. Perez. 2020. aproximación del valor económico del tráfico ilegal de vida silvestre en México. El semestre de las especialidades 1-2. 101-195.					

Tabla II.21. Estimación económica de ejemplares de aves registrados en el área.

	NOMBRE	NOMBRE	NO. IND.	VALOR APROX.	VALOR TOTAL	VALO APROXIMADO	VALOR
FAMILIA	CIENTIFICO	COMUN	REGISTRADOS	EJEMPLARES ($)	CAPTURA ($)	AVISTAMIENTO/ AÑO($)	TOTAL ($)
Cracidae	*Ortalis wagleri*[3]	Chachalaca Vientre Castaño	10	$174.55	$1,745.5	$5,215.68	$2,219.7
Columbidae	*Leptotila verreauxi*[3]	Paloma Arroyera	5	$101.00	$505.0		$742.1
Trochilidae	*Cynanthus auriceps*[3]	Esmeralda Occidental	1	$101.00	$101.0		$148.4
Accipitridae	*Buteogallus anthracinus*[2]	Aguililla Negra Menor	1	$101.00	$101.0		$148.4
Strigidae	*Glaucidium brasilianum*	Tecolote Bajeño	1	$101.00	$101.0		$148.4
Trogonidae	*Trogon citreolus*[3]	Coa Citrina	3	$101.00	$303.0		$445.2
Trogonidae	*Trogon elegans*	Coa Elegante	2	$174.55	$349.1		$443.9
Picidae	*Melanerpes chrysogenys*[3]	Carpintero Enmascarado	3	$174.55	$523.7		$665.9
Picidae	*Campephilus guatemalensis*[2]	Carpintero Pico Plateado	1	$174.55	$174.6		$222.0
Psittacidae	*Eupsittula canicularis*[2]	Perico Frente Naranja	12	$174.55	$2,094.6		$2,663.6
Tityridae	*Tityra semifasciata*	Titira Puerquito	5	$174.55	$872.8		$1,109.8
Tyrannidae	*Ramphotrigon flammulatum*[2]	Papamoscas Mexicano	2	$174.55	$349.1		$443.9
Tyrannidae	*Attila spadiceus*	Mosquero Atila	5	$174.55	$872.8		$1,109.8
Tyrannidae	*Myiarchus tuberculifer*	Papamoscas Triste	1	$174.55	$174.6		$222.0
Tyrannidae	*Myiarchus nuttingi*	Papamoscas Huí	2	$174.55	$349.1		$443.9

Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis Bienteveo	4	$174.55	$698.2		$887.9
Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luisito Común	4	$174.55	$698.2		$887.9

Continua…

Tabla II.21. Estimación económica de ejemplares de aves registrados en el área.

Familia	Nombre científico	Nombre común	No. ind. registrados	Valor aprox. ejemplares ($)	Valor total captura ($)	Valor aproximado avistamiento/año ($)	Valor total ($)
Troglodytidae	*Pheugopedius felix*[3]	Saltapared Feliz	5	$174.55	$872.8	$5,215.68	$1,109.8
Troglodytidae	*Thryophilus sinaloa*[3]	Saltapared Sinaloense	2	$174.55	$349.1		$443.9
Mimidae	*Melanotis caerulescens*[3]	Mulato Azul	1	$174.55	$174.6		$222.0
Turdidae	*Turdus rufopalliatus*[3]	Mirlo Dorso Canela	8	$174.55	$1,396.4		$1,775.7
Icteriidae	*Icteria virens*	Chipe Grande	1	$174.55	$174.6		$222.0
Icteridae	*Cassiculus melanicterus*	Cacique Mexicano	7	$174.55	$1,221.9		$1,553.8
Icteridae	*Icterus pustulatus*	Calandria Dorso Rayado	2	$174.55	$349.1		$443.9
Cardinalidae	*Piranga ludoviciana*	Piranga Capucha Roja	2	$174.55	$349.1		$443.9
Cardinalidae	*Granatellus venustus*[3]	Granatelo Mexicano	3	$174.55	$523.7		$665.9
Cardinalidae	*Cyanocompsa parellina*	Colorín Azulnegro	4	$101.00	$404.0		$593.7
Cardinalidae	*Passerina leclancherii*[3]	Colorín Pecho Naranja	6	$174.55	$1,047.3		$1,331.8
Thraupidae	*Saltator grandis*	Saltador Gris Mesoamericano	7	$174.55	$1,221.9		$1,553.8
		TOTAL	**110**		**$18,097**		**$23,313**
[11]Peligrto de extinción							
[1]Amenazada							
[2]Sujeta a protección especial							
[3]Nativa/endémica							
[1]Fuente	G. Perez. 2020. Aproximacion del valor economico del tráfico ilegal de vida silvestre en México. El semestre de las especialidades 1-2. 101-195.						
[2]Fuente:	Cantú, J. C.; Gómez de Silva, H. y M. E. Sánchez. 2011. El Dinero Vuela: El Valor Económico del Ecoturismo de Observación de Aves. Defenders of Wildlife. Washington. 56 pp.						

De acuerdo con las estimaciones de la abundancia y E.R.T. del área del Proyecto, se estima un valor económico total por los recursos forestales de **$281,392.26 pesos,** para una superficie de 0.3042 hectáreas (Tabla II.22).

Tabla II.22. Estimación económica total para el área donde se pretende realizar el CUSTF.

Concepto	$ total CUSTF
Valor directo:	**(0.3154 ha)**
1. Vegetación (maderable, postes, varetas, farraje etc.). Estrato arboreo, arbustivo y herbaceo	$193,317.5
2. Fauna silvestre (usos locales y comerciales)	$34,168.3
Valor indirecto (funcional):	
1. Captura de carbono	$18,452.8
2. Servicios ambientales hidrologicos (calidad agua, evitar sedimentacion y erosion, infiltracion, captura, almacenamiento etc.)	$34,346.5
3. Evitar salinizacion de agua, tratamiento natural del agua y grado farmaceutico	$1,107.2
Total	**$281,392.26**

II.2.6.7. Costo aproximado para la compensación y/o restauración de una superficie igual a la afectada por el CUSTF.

Para mitigar en alguna medida, los efectos provocados por el CUSTF, es importante identificar los factores que provocan la degradación (invasión de especies, fragmentación, etc.). Si el problema está asociado con la fragmentación, será necesario incrementar la conectividad entre puntos remanentes de vegetación original (Merriam y Saunders 1993).

Es conveniente, evaluar, los componentes del ecosistema (bióticos o abióticos) que hayan sido afectados y planear una estrategia de **compensación y restauración** por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, tal como se menciona en los siguientes puntos:

- ✓ Recopilar información para el ecosistema en cuestión previa a la alteración que se haya generado.
- ✓ Describir detalladamente la composición de especies y la estructura vegetal, de las áreas mejor conservadas del ecosistema en cuestión, o bien de los remanentes que conserven

una mayor semejanza con las áreas afectadas, que idealmente compartan características de composición, estructural y funcionalidades semejantes al ecosistema en cuestión.

- ✓ Identificar variables indicadoras de la recuperación del ecosistema en cuestión.
- ✓ Idealmente un proceso de recuperación debe involucrar un alto grado de compromiso por el detalle que involucran los trabajos de restauración, y, por tanto, durante la evaluación y seguimiento durante la recuperación del ecosistema.

Por tal motivo, y una vez analizada la zona del proyecto, se considera una superficie de 0.80 ha, en una parcela, ubicada en la localidad de Bucerias, municipio de Bahia de Banderas, Nayarit. La cual es dueño el promovente. Esto con la finalidad de llevar a cabo el proceso de compensación por CUSTF, y sugiriendo darle seguimiento durante 5 años.

Por lo tanto, se hace una estimación, respecto al costo económico que tendría la restauración de un área proporcional a la afectada.

El programa de compensación para la restauración de 8,000 m², considera los siguientes aspectos.

1. Reforestación (Año 1): Se proyectan especies nativas, enfocadas aquellas que serán afectadas por el CUSTF, siendo las principales; *Attalea guacuyule, Bursera simaruba, Guazuma ummifolia y Cupania dentata*, las cuáles se sugiere sean producidas en proporciones iguales bajo un sistema de producción de vivero.

Las características que la planta deben tener al salir del vivero:

Edad Mínima de 1 año.

Altura de 0.80 a 1.20 m.

Libre de Plagas y Enfermedades.

Color verde oscuro y tallo y sistema radicular lignificado.

Cepellón debe contar con un contenedor de 20 cm². En envase que facilite su movimiento.

2. Protección del área reforestada. La finalidad es evitar el ingreso de ganado al área reforestada. Se sugiere colocar por lo menos 3 hebras de alambre de púas y postes de acero (para evitar el derribo de vegetación aledaña). De la misma manera considerar la apertura de una brecha cortafuego como medida de prevención.

- ✓ **Seguimiento a los trabajos de reforestación (Mantenimiento durante 4 años)**.

Se recomienda dar seguimiento a la reforestación, con el mantenimiento, por lo menos por 4 años, donde se considere la reposición de planta muerta, fertilización y limpieza. A demás de evaluar cada año las condiciones de la planta.

Es importante asegurar que al final del tiempo definido, se cuenta con una sobrevivencia mínima del 80% ya establecida y en desarrollo.

2. Programa de conservación y restauración de suelos. Se proyecta la construcción de **presas de piedra, barreras de piedra, terraza individual y zanja trinchera**. Las cuales ayudaran a reducir la perdida de suelo y la velocidad de los escurrimientos superficiales, además de favorecer a la infiltración (CONAFOR, 2023).

La Tabla II.23, muestra un resumen de los costos que se generarían por realizar acciones de restauración y conservación de suelos en una superficie de 1,181 m² (0.1181 ha).

Tabla II.23. Inversión aproximada para llevar a cabo los programas de reforestación y conservación de suelos, así como de rescate y reubicación de flora y fauna.

ACTIVIDAD	COSTO	UNIDAD DE	CANTIDAD	META	TOTAL
REFORESTACION Y CONSERVACION DE SUELOS:	**UNITARIO (MN)**	**MEDIDA**	**/HA/MES/AÑO/JORNAL**		
PRODUCCION/COMPRA DE PLANTA PARA LA REFORESTACION AÑO 1					
Compra de planta de especies nativas	$28.0	Planta	1100	880	$24,640.00
SUBTOTAL					**$24,640.0**
PROTECCION:					
Cercado con postes de fierro	$72,000.0	Km	0.38	0.38	$27,360.00
Brecha cortafuego	$9,000.0	Km	0.38	0.38	$3,420.0
SUBTOTAL					**$30,780.0**
OBRAS DE CONSERVACION DE SUELOS:					
Presas de piedra en carcavas	$1,800.0	m^3	10	10	$18,000.0
Zanja trinchera	$45.0	m	400	160	$7,200.0
Barreras de piedra	$32.0	m	400	160	$5,120.00
SUBTOTAL					**$30,320.0**
ASESORIA TECNICA PARA EL SEGUIMIENTO					
Asesoria tecnica (Seguimiento y presentacion de informes)	$12,000.0	Visita	4	4	$48,000.0
SUBTOTAL					**$48,000.0**
REFORESTACION (AÑO 1):					
Adquisición y flete de fertilizante organico mineral (Dosis abono organico 55 ml/planta).	$12.0	Planta	1100	880	$10,560.00
Transporte de planta (95 ha)	$3.5	Planta	1100	880	$3,080.00
Reforestacion con apertura de cepa comun	$7.0	Planta	1100	880	$6,160.00
Terraza individual modificada	$12.0	Terraza	1100	880	$10,560.00
Aplicación de fertilizante organico mineral (Dosis abono organico 55 ml/planta).	$4.0	Planta	1100	880	$3,520.00
Deshierbe en círculo alrededor de la planta (100%)	$8.0	Planta	1100	880	$7,040.00
SUBTOTAL					**$40,920.0**
PRODUCCION/COMPRA DE PLANTA PARA REPOSICION CONSIDERANDO UN 50% (AÑO 2):					
Compra de planta de especies nativas (50% de reposicion)	$28.0	Planta	1100	440	$12,320.0

SUBTOTAL					**$12,320.0**
ASESORIA TECNICA PARA EL SEGUIMIENTO					
Asesoria tecnica (Seguimiento y presentacion de informes)	$12,000.0	Visita	4	4	$48,000.0
SUBTOTAL					**$48,000.0**
MANTENIMIENTO PARA AÑO 2					
Mantenimiento de cercado con postes de fierro	$9,000.0	Km	0.38	0.38	$3,420.0
Mantenimiento de Brecha cortafuego	$7,000.0	Km	0.38	0.38	$2,660.0
Riego de auxlio manual (50% de la planta, dos veces al año; marzo-mayo)	$3.0	Planta	1100	880	$2,640.00
Transporte de planta para reposicion (50%l	$3.5	Planta	1100	440	$1,540.00

Continua…

Tabla II.23. Inversión aproximada para llevar a cabo los programas de reforestación y conservación de suelos, así como de rescate y reubicación de flora y fauna.

ACTIVIDAD	COSTO	UNIDAD DE	CANTIDAD	META	TOTAL
REFORESTACION Y CONSERVACION DE SUELOS:	**UNITARIO (MN)**	**MEDIDA**	**/HA/MES/AÑO/JORNAL**		
Reforestacion con apertura de cepa comun (reposicion de planta en un 50%)	$7.0	Planta	1100	440	$3,080.00
Deshierbe en círculo alrededor de la planta (100%)	$6.0	Planta	1100	880	$5,280.00
SUBTOTAL					**$18,620.0**
PRODUCCION/COMPRA DE PLANTA PARA REPOSICION CONSIDERANDO UN 30% (AÑO 3 al 5					
Compra de planta de especies nativas (30% de reposicion)	$28.0	Planta	1100	792	$22,176.00
SUBTOTAL					**$22,176.0**
ASESORIA TECNICA PARA EL SEGUIMIENTO					
Asesoria tecnica (Seguimiento y presentacion de informes)	$12,000.0	Visita	4	4	$48,000.0
SUBTOTAL					**$48,000.0**
MANTENIMIENTO PARA AÑO 3 al 5					

Cercado con postes de fierro	$9,000.0	Km	0.34	0.34	$3,078.0
Brecha cortafuego	$7,000.0	Km	0.34	0.34	$2,394.0
Mantenimiento de obras de conservacion de suelos (Reacondicionamiento de Presas de piedra, Acomodo de material y desasolve zanja trinchera	$600.0	Jornal	6	18	$10,800.0
Riego de auxlio manual (50% de la planta, dos veces al año; marzo-mayo)	$3.0	Planta	1100	1320	$3,960.00
Adquisición y flete de fertilizante organico mineral (Dosis abono organico 55 ml/planta/ Al 60% de la planta).	$12.0	Planta	1100	1584	$19,008.00
Transporte de planta para reposicion (30%)	$3.5	Planta	1100	792	$2,772
Reforestacion con apertura de cepa comun (reposicion de planta en un 30%)	$7.0	Planta	1100	792	$5,544
Aplicación de fertilizante organico mineral (Dosis abono organico 55 ml/planta. Al 50% de la planta).	$3.0	Planta	1100	1320	$3,960.00
Deshierbe en círculo alrededor de la planta (100%)	$6.0	Planta	1100	2640	$15,840.00
SUBTOTAL					**$67,356**
ASESORIA TECNICA PARA EL SEGUIMIENTO					
Asesoria tecnica (Seguimiento y presentacion de informes)	$12,000.0	Visita	4	4	$48,000.0
SUBTOTAL					**$48,000.0**
TOTAL DEL PROYECTO COMPENSACION Y REFORESTACION					**$439,132.0**

Tabla II.23. Inversión aproximada para llevar a cabo los programas de reforestación y conservación de suelos, así como de rescate y reubicación de flora y fauna.

PROGRAMAS DE RESCATE Y REUBICACION DE FLORA Y FAUNA SILVESTRE					
ACTIVIDAD	COSTO UNITARIO (MN)	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD /DIA/HA	META	TOTAL
RESCATE Y REUBICACION DE FLORA SILVESTRE AÑO 1:					
Rescate y reubicacion de flora silvestre (Dos brigadas conformadas por 3 personas cada una) Consiste en las labores de mano de obra para la esxtraccion, acondicionamiento y posteriormente reubicacion de individuos que se veran afectadas por CUSTF	$700	Jornal	2	60	$42,000.0
Adquisición y flete de fertilizante organico mineral (Dosis abono organico 50 ml/planta/ Al 100% de la planta)	$12	Planta	858	858	$10,296.00
Aplicación de fertilizante organico mineral (Dosis abono organico 55 ml/planta. Al 80% de la planta). Por dos años (año 1 y año 3 de manteniento)	$4	Planta	858	858	$3,432.0
SUBTOTAL					**$55,728.0**
RESCATE Y REUBICACION DE FLORA SILVESTRE MANTENIMIENTO AÑO 2					
Riego de auxlio manual (50% de la planta, dos veces al año; marzo-mayo)	$15	Planta	858	858	$12,870.00
Deshierbe en círculo alrededor de la planta (100%)	$12	Planta	858	858	$10,296.00
Asesoria tecnica (Seguimiento y presentacion de informes)	$12,000	Visitas	3	3	$36,000.00
SUBTOTAL					**$59,166.0**
RESCATE Y REUBICACION DE FLORA SILVESTRE MANTENIMIENTO AÑO 3					
Riego de auxlio manual (50% de la planta, dos veces al año; marzo-mayo)	$17	Planta	858	858	$14,586.00
Deshierbe en círculo alrededor de la planta (100%)	$13	Planta	858	858	$11,154.00
Asesoria tecnica (Seguimiento y presentacion de informes)	$12,000	Visitas	3	3	$36,000.00
SUBTOTAL					**$61,740.0**
RESCATE Y REUBICACION DE FLORA SILVESTRE MANTENIMIENTO AÑO 3					
Riego de auxlio manual (50% de la planta, dos veces al año; marzo-mayo)	$20	Planta	858	858	$17,160.00
Deshierbe en círculo alrededor de la planta (100%)	$13	Planta	858	858	$11,154.00
Asesoria tecnica (Seguimiento y presentacion de informes)	$12,000	Visitas	3	3	$36,000.00
SUBTOTAL					**$64,314.0**

Tabla II.23. Inversión aproximada para llevar a cabo los programas de reforestación y conservación de suelos, así como de rescate y reubicación de flora y fauna.

PROGRAMAS DE RESCATE Y REUBICACION DE FLORA Y FAUNA SILVESTRE					
ACTIVIDAD	COSTO UNITARIO (MN)	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD /DIA/HA	META	TOTAL
TOTAL					$240,948.0
RESCATE Y REUBICACION DE FAUNA SILVESTRE AÑO 1:					
Rescate y reubicacion de fauna silvestre (una brigada conformada por 3 personas)	$800	Jornal	3	135	$108,000.0
Consiste en las labores de mano de obra para acciones de ahuyentamiento, rescate y posteriormente reubicacion de individuos que se encuentren durante el CUSTF					
TOTAL					$108,000.0
TOTAL, CUMPLIMIENTO DE PROGRAMAS AMBIENTALES POR 5 AÑOS, EN UNA SUPERFICIE DE 0.8 HA					$788,080.0

Se ha estimado, para poder llevar a cabo los trabajos de reforestación, el rescate y reubicación de flora y fauna silvestre, así como actividades de conservación de suelos y su mantenimiento por 4 años, se proyecta una inversión de $788,080 pesos, para restaurar un área de 0.80 hectareas.

II.2.7. Operación y mantenimiento

Durante la etapa de operación, el proyecto contempla ocupación de las habitaciones plurifamiliares con capacidad máxima para 8 personas, por planta.

Las actividades de operación de las instalaciones antes descritas consisten principalmente en lo siguiente:

- Poda y limpieza de áreas verdes.
- Disposición de residuos sólidos urbanos.
- Limpieza de áreas comunes

II.2.8. Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

Considerando el mantenimiento que se le dará, no se contempla el abandono, en caso de que así sea y que se desmantele el área, los materiales y equipos serán puestos a disposición en lugares autorizados por el Gobierno Municipal.

II.2.9. Programa de trabajo

Se considera que las actividades de preparación del sitio y construcción serán realizadas en un periodo de 36 meses, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla II.24. Resumen del plan de actividades

Actividad/Etapa	Mes													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	24	36
Etapa de Preparación del Sitio														
Desmonte (Cambio de uso de suelo)														
Despalme														
Retiro de residuos														
Abertura de caja														
Etapa de construcción														
Trazo de obras														
Abertura de caja y cimentación														
Introducción de sistema de captación de aguas														
Introducción de servicios de gas														
Introducción de servicios de luz y datos														
Introducción de servicios de hidrosanitarios														
Instalación de biodigestor														
Introducción de instalación hidráulica y pluvial														
Construcción de estructura de habitaciones plurifamiliares														
Conformación de superficie ajardinada (áreas verdes)														

Una vez terminadas las etapas de preparación del sitio y construcción, se considera un periodo de vida útil de 50 años del proyecto. Y se plantean las siguientes actividades.

Tabla II.25. Plan de trabajo para la operación y mantenimiento del proyecto

Actividad	Diario/ Semanal	Trimestral	Semestral	Anual
Saneamiento de depósitos de basura				
Limpieza de áreas comunes e instalaciones en general				
Mantenimiento de infraestructura				
Mantenimiento de las vialidades				
Manejo y disposición de los RSU				
Mantenimiento del sistema de saneamiento de aguas residuales				
Mantenimiento del sistema de agua potable				
Mantenimiento áreas verdes				

Mantenimiento general de la infraestructura				

II.2.10. Generación y manejo de residuos líquidos y emisiones a la atmósfera

Las especificaciones de este apartado serán comentadas en el Capítulo VI de medidas de mitigación.

II.2.10.1. Durante la preparación del sitio

✓ **RESIDUOS DE LIMPIEZA**

Se llevará a cabo la recolección del material terrícola que sea derivado de la excavación, que será puesto a disposición en lugares autorizados por el Ayuntamiento. Se realizará la reutilización al material que pueda funcionar para tales fines.

Se llevarán acciones de limpieza de residuos sólidos como trozos de madera, cartón, algunas ramas, empaques de plástico, basura orgánica, etc. Mismos que serán puestos a disposición en contenedores con tapadera para evitar la generación de vectores, y su recolección se realizará por parte del Ayuntamiento.

II.2.11.2. Durante la etapa de construcción de las obras

✓ **RESIDUOS SÓLIDOS**

Se generarán residuos los cuales serán principalmente:

- Residuos de manejo especial (escombro)
- Residuos de construcción (cemento, escombro, pedacería de alambre y madera).
- Residuos de fierro y aluminio
- Residuos sólidos urbanos (basura) en pequeñas cantidades.

Tomando como referencia la **NOM-161-SEMARNAT-2011**, la cantidad de residuos provenientes de la excavación y construcción que se generarán no resulta relevante, por lo que no será necesario implementar un plan de manejo de estos; sin embargo, la disposición que se les dará será bajo autorización por parte del Ayuntamiento.

Respecto de los residuos como fierro y aluminio, se dará prioridad a su reciclaje y/o reutilización.

Los residuos sólidos urbanos, serán dispuestos en tambos rotulados y con tapa a la entrada del predio, en los días asignados por la autoridad municipal para ser recogidos.

El sitio cuenta con servicio de recolección de basura por parte del municipio.

- ✓ **RESIDUOS SÓLIDOS**

Estos serán dispuestos y separados, en contenedores de plástico con tapadera, para posteriormente ser puestos a disposición al Ayuntamiento, aquellos que sean posibles a ser reutilizados, se les dará el uso adecuado, de acuerdo con lo especificado en sus etiquetas respectivas.

- ✓ **RESIDUOS PELIGROSOS**

Durante la etapa de construcción se utilizarán algunas sustancias peligrosas necesarias para que la maquinaria funcione adecuadamente. Gasolina, diésel, aceites, grasas que serán utilizadas en

vehículos automotores, se procurará que estas sustancias no sean derramadas, dándoles el correcto mantenimiento a estos equipos, en sitios autorizados.

Se abastecerán de combustible en la gasolinera más cercana al sitio del **proyecto**, lugar donde también se les dará el mantenimiento a los equipos en talleres autorizados.

La empresa constructora contará con una camioneta con funcionamiento a base de gasolina para los servicios de transporte de material y equipo de construcción que sean necesarios para el desarrollo del proyecto; como se mencionó anteriormente, éstas se abastecerán de combustible en la gasolinera más cercana a la localidad de Sayulita y a la vez recibirán mantenimiento preventivo en talleres autorizados para tal fin en dicha localidad.

- ✓ **RESIDUOS LÍQUIDOS**

Se rentará un módulo de sanitario portátil por cada 5 trabajadores, el cual cuenta con su propio contenedor de desechos como se muestra en la siguiente figura. Dichos desechos serán removidos por la empresa proveedora, también será la encargada de limpieza y transporte del módulo.



Imagen II.12. Ejemplo de módulo de sanitario portátil

II.2.10.3. Durante la operación y mantenimiento

✓ **RESIDUOS SÓLIDOS**

En la etapa de operación de la casa de descanso plurifamiliar, se generarán residuos sólidos urbanos (basura); calculados sobre la base de la ocupación de éste, estimándose que podrá ser ocupada por un máximo de 10 personas en temporadas vacacionales y fines de semana, con una generación promedio de 1 kg/día/persona, por tal virtud se estarían generando un total aproximado de 10 kilogramos/día, estos serán recolectados, separados según sus características y enviados a disposición final mediante el servicio de recolección de basura por parte del municipio.

✓ **RESIDUOS LÍQUIDOS**

Aguas residuales: Se recomienda la conexión de un Biodigestor Autolimpiable para el tratamiento de aguas generadas en el desarrollo. Bajo los criterios de sustentabilidad se recomienda el método de Biodigestor Autolimpiable Anaerobix.

El Biodigestor Autolimpiable Anaerobix es un sistema patentado para el saneamiento, sobre todo cuando no se cuenta con servicio de drenaje en red. En este caso se existe la red de drenaje, sin embargo, será una forma de limpieza de las aguas.

El sistema recibe las aguas residuales domésticas y realiza un tratamiento primario del agua, favoreciendo el cuidado del medio ambiente y evitando la contaminación de mantos freáticos. Es innovador en el Tratamiento de Aguas Residuales, y es ideal para el proyecto por contar con las siguientes características:

- Para su instalación NO requieren de bases de concreto, ni muros perimetrales solo se requiere la excavación, una cama de grava y una vez instalados se rellena el espacio con grava o un material permeable
- Por su forma estructural y grosor no existe riesgo de colapso si se llegan a vaciar.
- Pueden soportar con tapa de hierro colado autos de hasta 3.5 tons.
- Resisten el nivel freático.
- Integra un biofiltro que aumenta la eficiencia de tratamiento anaeróbico, no necesita adicionarle consumibles.
- La eficiencia de estos equipos está certificada por la PIA (Testing Institute for Wastewater Technology, organismo regulador internacional), lo que asegura que este sistema es de la más alta calidad.
- Ahorro de costes de instalación gracias a sus componentes ensamblables.
- Bajos costes de mantenimiento
- Costes reducidos para la eliminación de fangos en comparación con fosas filtro convencionales.
- Sin presencia de fangos en la salida.
- Cumplimiento de la **NOM-006-CONAGUA-1997** con los requerimientos para las fosas sépticas prefabricadas.
- Tanques con calidad mundial DIN.
- El sistema indica la capacidad de tratamiento diario no solamente el volumen total del tanque. Esto a diferencia de otros sistemas que solo indica el volumen total del tanque sin mencionar cuánto puede tratar al día.
- Fácil maniobrabilidad, no se requieren de grúas y maniobras especiales para su manejo.

- Instalación sencilla y rápida.

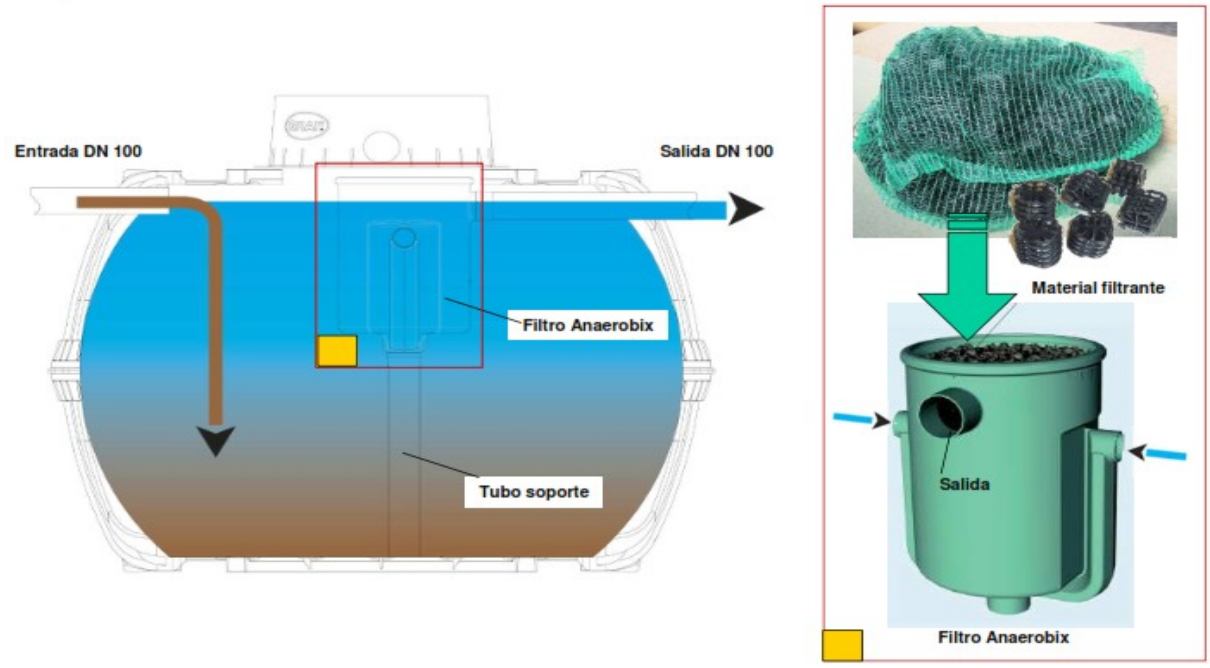


Imagen II.13. Ejemplo de la forma de funcionamiento de un biodigestor

Para el cálculo del volumen de agua residual máxima a tratar, se tomó en cuenta la capacidad máxima del proyecto. A partir de esa cantidad se calculó el volumen de agua residual total por día, que se consideró para la dimensión del Biodigestor Autolimpiable.

Las siguientes ecuaciones ayudan para la estimación pertinente y ver las necesidades.

Fórmula 1. Ecuación para estimar el volumen pico de generación de agua residual por descargas de inodoros en el proyecto

G = (8 usuarios) (3 descargas) (4.8 L/usuario/día) = 144 L/día
G = Caudal o gasto generado por día
3 = Constante de descargas máximas al día

Fórmula 2. Ecuación para estimar el volumen pico de generación de agua residual por uso de regaderas en el proyecto

G = (10 usuarios) (3 duchas) (100 L/usuario/día) = 3,000 L/día
G = Caudal o gasto generado por día
2 = Constante de duchas máximas al día

El uso de estos sistemas de tratamiento conlleva otros beneficios; es hermético, por lo que no despedirá aromas que puedan ser foco de enfermedades o que alteren el confort de los usuarios, además de que no depende de sistemas electromecánicos ni de energía eléctrica.

En dado caso se determine en usar este o cualquier sistema de tratamientos, tener en cuenta la necesidad de obtener una autorización por parte de la Comisión Nacional del Agua.

II.2.11. Etapa de abandono del sitio

No se tiene contemplado el abandono del proyecto. Sin embargo, por alguna razón tuviera que pasar, se sugiere su desmantelamiento y los materiales y equipos serán puestos a disposición en lugares autorizados por Ayuntamiento.

Descripción de tecnologías para control de residuos líquidos y sólidos

Sistema de manejo de residuos sólidos: La estrategia a seguir para un efectivo manejo de los residuos contempla lo siguiente:

- Compra de productos "*ambientalmente amigables*".
- Separación de basura (orgánica, inorgánica, reutilizable y de manejo especial).
- La disposición final de los residuos sólidos se realizará por medio de camiones recolectores del Ayuntamiento.

Generación de gases efecto invernadero

Durante las diferentes etapas que conforman la preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, habrá emisiones de gases efecto invernadero, las cuales serán generadas de manera secundaria por vehículos automotores que acudan al lugar y generación de energía eléctrica. Debido a que el movimiento de equipos sera reducido, este impacto será muy bajo.

CAPITULO III: VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO

ÍNDICE

CAPITULO III: VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO.....1

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO.....3

III.1. Ordenamientos jurídicos federales.....3

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.....5

Reglamentos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.....6

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su Reglamento.....10

III.2. Programas de ordenamiento ecológico del territorio (POET).....11

III.4. Normas Oficiales Mexicanas.....23

III.5. Planes o programas de desarrollo urbano (PDU).....25

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO

III.1. Ordenamientos jurídicos federales

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

Artículos aplicables	Vinculación con el proyecto
ARTÍCULO 4, quinto párrafo. 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.	Cumple con lo establecido en este artículo ya que se ajusta a la legislación existente para la protección y conservación de los recursos naturales y la vida silvestre, y propone medidas de mitigación encaminadas a evitar el daño o deterioro ambiental en el predio del proyecto.
ARTICULO 27.- 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 publica, 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	El proyecto se ubica en una zona urbanizada regulada por instrumentos de planeación vigentes, y se ajusta a lo establecido por los mismos, con lo que se da cumplimiento a lo dispuesto en este Artículo.

públicas.

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)

Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 25 de febrero de 2003. Reformada del 26 de abril de 2021, la presente Ley es reglamentaria del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, sus disposiciones son de orden e interés público y de observancia general en todo el territorio nacional, y tiene por objeto regular y fomentar el manejo integral y sustentable de los territorios forestales, la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales el país y sus recursos. Para dar cumplimiento a la presente ley se dará manejo conforme a la normatividad ambiental al respecto.

ARTÍCULO 7.- *Para efectos de esta Ley se entenderá por:*

VI. *Cambio de uso del suelo en terreno forestal: La remoción total o parcial de la vegetación forestal de los terrenos forestales arbolados o de otros terrenos forestales para destinarlos o inducirlos a actividades no forestales.*

ARTICULO 93.- *La Secretaría solo podrá autorizar el cambio de uso de 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 cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, la capacidad de almacenamiento de carbono, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.*

En las autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, la Secretaría deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las opiniones técnicas emitidas por los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate.

La Secretaría podrá emitir criterios y lineamientos en materia de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, en el ámbito de sus atribuciones y de conformidad con lo establecido en esta Ley y su Reglamento.

Las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la flora y fauna afectadas y su adaptación al nuevo hábitat conforme se establezca en el Reglamento.

Dichas autorizaciones deberán sujetarse a lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamientos ecológicos correspondientes, las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.

Tratándose de terrenos ubicados en territorios indígenas, la autorización de cambio de uso de suelo además deberá acompañarse de medidas de consulta previa, libre, informada, culturalmente adecuada y de buena fe, en los términos de la legislación aplicable. Para ello, la Secretaría se coordinará con el Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas.

Vinculación con el proyecto:

Como se ha venido mencionando, dentro del polígono del **proyecto**, se requerirá el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, motivo del presente estudio.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

Principalmente para el **proyecto** en materia de normatividad ambiental, le es aplicable la **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente**, específicamente en su artículo 28, Fracciones VII, IX y X) las cuales señalan:

ARTICULO 28.- *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:*

VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;

IX.- Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros;

X.- Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como sus litorales o zonas federales.

Vinculación con el proyecto:

Por tratarse de la construcción, operación y mantenimiento de un complejo habitacional plurifamiliar vertical, que comprende actividades inmersas en un ecosistema forestal, se presenta el siguiente Dictamen Técnico Unificado, para su correspondiente evaluación por parte de la Autoridad.

Reglamentos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental. (Publicado en el D.O.F. de fecha 30 de mayo de 2002), siendo

su última reforma publicada en el DOF 31-10-2014; mismo que aplica al proyecto específicamente en su artículo 5°, incisos O), Q) y R), donde se establece lo siguiente:

Artículo 5°. - *Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:*

O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS:

Fracción I. *Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores a 1000 metros cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables; Reglamento de la ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en materia de evaluación del impacto ambiental cámara de diputados del h. congreso de la unión Secretaría General Secretaría de Servicios Parlamentarios Última Reforma DOF 31-10-2014 9 de 29.*

Fracción II. *Cambio de uso del suelo de áreas forestales a cualquier otro uso, con excepción de las actividades agropecuarias de autoconsumo familiar, que se realicen en predios con pendientes inferiores al cinco por ciento, cuando no impliquen la agregación ni el desmonte de más de veinte por ciento de la superficie total y ésta no rebase 2 hectáreas en zonas templadas y 5 en zonas áridas, y.*

Fracción III. Los demás cambios de uso del suelo, en terrenos o áreas con uso de suelo forestal, con excepción de la modificación de suelos agrícolas o pecuarios en forestales, agroforestales o silvopastoriles, mediante la utilización de especies nativas.

Q) DESARROLLOS INMOBILIARIOS QUE AFECTEN LOS ECOSISTEMAS COSTEROS:

Construcción y operación de hoteles, condominios, villas, desarrollos habitacionales y urbanos, restaurantes, instalaciones de comercio y servicios en general, marinas, muelles, rompeolas, campos de golf, infraestructura turística o urbana, vías generales de comunicación, obras de restitución o recuperación de playas, o arrecifes artificiales, que afecte ecosistemas costeros.

R) OBRAS Y ACTIVIDADES EN HUMEDALES, MANGLARES, LAGUNAS, RÍOS, LAGOS Y ESTEROS CONECTADOS CON EL MAR, ASÍ COMO EN SUS LITORALES O ZONAS FEDERALES:

Fracción I. *Cualquier tipo de obra civil, con excepción de la construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en estos ecosistemas, y*

Fracción II. *Cualquier actividad que tenga fines u objetivos comerciales, con excepción de las actividades pesqueras que no se encuentran previstas en la fracción XII del artículo 28 de la Ley, y que de acuerdo con la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables y su reglamento no requieren de la presentación de una manifestación de impacto ambiental, así como de las de navegación, autoconsumo o subsistencia de las comunidades asentadas en estos ecosistemas.*

Aunado a lo anterior y considerando el acuerdo con el Decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 23/04/2018, por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la **Ley**

General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, artículo 3o, XIII Bis, que define a los Ecosistemas Costeros como:

ARTCULO 3o.- *Para los efectos de esta Ley se entiende por:*

I.- *a* ***XIII.- ...***

…XIII Bis. - Ecosistemas costeros*: Las playas, las dunas costeras, los acantilados, franjas intermareales; los humedales costeros tales como las lagunas interdunarias, las lagunas costeras, los esteros, las marismas, los pantanos, las ciénegas, los manglares, los petenes, los oasis, los cenotes, los pastizales, los palmares y las selvas inundables; los arrecifes de coral; los ecosistemas formados por comunidades de macroalgas y de pastos marinos, fondos marinos o bentos y las costas rocosas. Estos se caracterizan porque se localizan en la zona costera pudiendo comprender porciones marinas, acuáticas y/o terrestres; que abarcan en el mar a partir de una profundidad de menos de 200 metros, hasta 100 km tierra adentro o 50 m de elevación.*

La Secretaría, en colaboración con las entidades federativas y los municipios, determinará la zona costera nacional tomando en consideración las interacciones fisiográficas y biológicas particulares de la zona que se trate y la publicará en el Diario Oficial de la Federación mediante Acuerdo.

Vinculación con el proyecto:

Por tratarse de la construcción y operación de un desarrollo inmobiliario de viviendas plurifamiliar, que comprende actividades cercanas a ecosistema costero. A demás de que cuenta con desarrollo de **Selva mediana subcaducifolia**, para esto se presenta el siguiente Documento Técnico Unificado, para su correspondiente evaluación por parte de la Autoridad.

Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación Originada por la Emisión del Ruido

(Publicado en el D.O.F. de fecha 6 de diciembre de 1982). En artículo 29 se indica que, para efectos de prevenir y controlar la contaminación ambiental originada por la emisión de ruido, ocasionada por automóviles, camiones, autobuses, tracto-camiones y similares, se establecen los siguientes niveles permisibles:

Peso bruto hasta 3,000 Kg., más de 3,000 y hasta 10,000 Kg. y más de 10,000 Kg. los niveles máximos permisibles son de **79, 81 y 84 dB (A), respectivamente**.

Los valores anteriores serán medidos a 15 m de distancia de la fuente por el método dinámica de conformidad con la norma correspondiente.

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su Reglamento

La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional.

Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado y propiciando 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 las etapas del proyecto, se generan diversos residuos y para dar cumplimiento a la presente ley se dará manejo conforme a la normatividad ambiental al respecto.

Vinculación del presente proyecto con la LGPGIR

Lineamiento	Vinculación
Artículo 18.- Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.	El presente proyecto contempla que todo Residuo que se genere durante la construcción, operación y mantenimiento de este, será clasificado de acuerdo con lo manifestado.

III.2. Programas de ordenamiento ecológico del territorio (POET)

Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

El POEGT se decretó el 7 de septiembre de 2012 (D.O.F, 2012). Por su escala y alcance, el POEGT no tiene como objeto autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales. Cada sector tiene sus prioridades y metas, sin embargo, en su formulación e instrumentación, los sectores adquieren el compromiso de orientar sus programas, proyectos y acciones de tal forma que contribuyan al desarrollo sustentable de cada región, en congruencia con las prioridades establecidas en este programa y sin menoscabo del cumplimiento de Programas de Ordenamiento Ecológico Local (POEL) o Regional (POER) vigentes.

Para orientar los objetivos del Proyecto, el promovente asume el compromiso de contribuir a mantener una congruencia con las prioridades de este POEGT en el desarrollo sustentable, para ello, se ha llevado a cabo el siguiente análisis-vinculación del proyecto con respecto al POEGT.

El modelo del **POEGT** para el país mexicano se sustenta primero en una regionalización ecológica en donde se definen características físico-bióticas. Se describen y se identifican áreas de atención prioritaria, a las cuales les asignan propuestas de corresponsabilidad sectorial para el desarrollo productivo y de asentamientos humanos. Cada una de estas regiones está acompañada de lineamientos, estrategias ecológicas y acciones que deben ser observados por los sectores.

El **POEGT** se constituye por 80 regiones ecológicas y 145 unidades denominadas **Unidades Ambientales Biofísicas (UAB),** las cuales son representadas a escala 1:2,000,000, a cada una le fueron asignados lineamientos y estrategias ecológicas específicas.

Para cada región ecológica, se identifican las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial que tienen como fin indicar los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Las regiones ecológicas se integran por un conjunto de **Unidades Ambientales Biofísicas (UAB)** que comparten la misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental. Así a cada **UAB** le son asignados lineamientos y estrategias ecológicas específicas, de la misma manera que ocurre con las **Unidades de Gestión Ambiental (UGA´s)** previstas en los **POER Y POEL**.

Cabe señalar que, aun cuando las **UAB** y las **UGA** comparten el objetivo de orientar la toma de decisiones sobre la ubicación de las actividades productivas y los asentamientos humanos en el territorio, así como fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales, las **UAB** se

construyeron como unidades de análisis y de síntesis para concentrar lineamientos y estrategias ecológicas aplicables en dichas unidades y, por ende, a las regiones ecológicas de las que formen parte.

✓ Ubicación del Proyecto en la Unidad Biofísica (UAB)

El proyecto se localiza en la UAB N°65 al norte y occidente de Jalisco, se extiende sobre una superficie de 16´531.2 km^2, su política ambiental contempla la Protección, Preservación y aprovechamiento sustentable y su prioridad de atención está clasificada como Baja. (Figura III.1) POEGT: Unidades Ambientales Biofísicas.

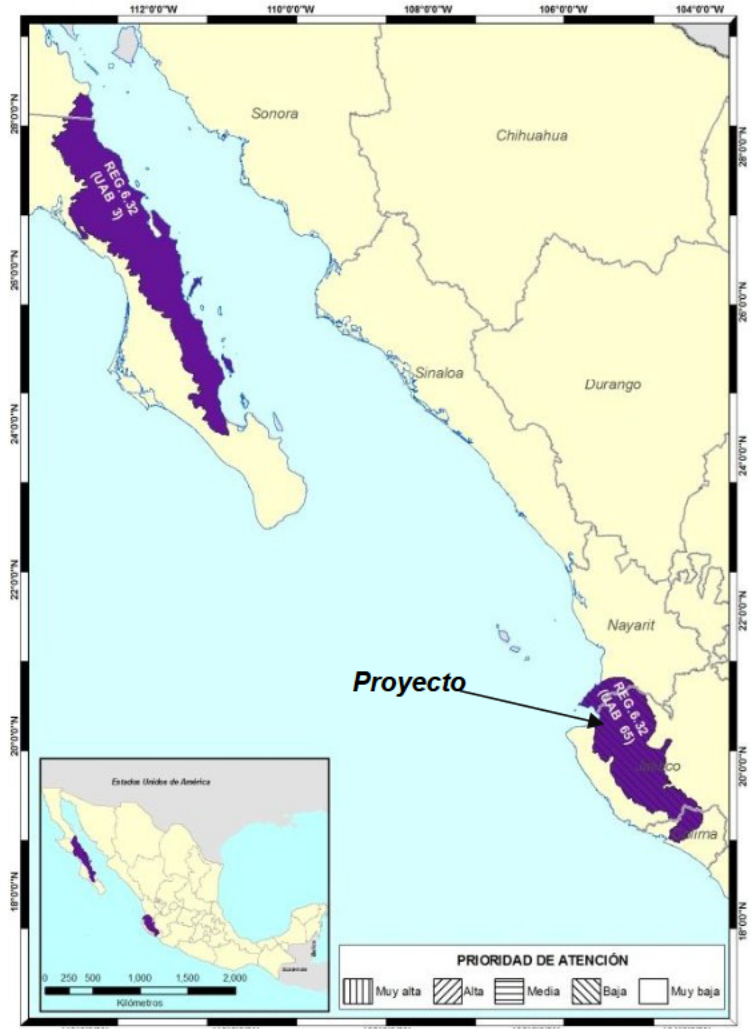


Figura III.1 Ubicación de la UAB 65 con respecto al proyecto.

En seguida se describen las vinculaciones de las estrategias que aplican al proyecto (Tabla III.1).

Tabla III.1 Estrategias vinculantes al proyecto (UAB 65)

Clave región	UAB	Nombre UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociaciones del desarrollo
6.32	**Sierras de la costa de jalisco y colima**	**Sierras de la costa de jalisco y colima**	**Preservación de flora y fauna**	**Forestal minería**	**Ganadería turismo**
Política	**Estrategia**			**Vinculación con el proyecto**	
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio					
A) Preservación	1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad.			Se considera la construcción, operación y mantenimiento de un Desarrollo Habitacional Plurifamiliar Vertical, el uso de suelo donde se ubica el proyecto es de tipo vegetación de selva mediana subcaducifolia y colindante con asentamientos humanos, por lo que la zona actualmente ya cuenta con perturbación antropogénica, dado que en los alrededores ya se encuentran construcciones en operación como casas de descanso, hoteles y restaurantes. En las etapas de construcción, operación y mantenimiento se tienen contempladas actividades que podrían llegar a afectar de manera puntual pero compensables sin ser de gran impacto los ecosistemas de los alrededores, ya que referente al manejo de aguas residuales, se llevará a cabo la instalación de un sistema de tratamiento para esas aguas con el objeto de preservar las condiciones del ecosistema, por lo que no habrá descargas de éstas al subsuelo sin el tratamiento correspondiente. Derivado de la afectación a la cobertura vegetal, se plantea como medida de compensación la reforestación de 880 individuos nativos, contemplando *Attalea guacuyule, Bursera simaruba, Guazuma ummifolia y Cupania dentata*), tal y como se detalla en el programa de reforestación. De la misma manera se rescatará germoplasma vegetal para su reproducción y posterior reubicación.	

Tabla III.2 Estrategias vinculantes al proyecto (UAB 65)

Clave región	UAB	Nombre UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociaciones del desarrollo
6.32	**Sierras de la costa de jalisco y colima**	**Sierras de la costa de jalisco y colima**	**Preservación de flora y fauna**	**Forestal minería**	**Ganadería turismo**
Política	**Estrategia**			**Vinculación con el proyecto**	
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio					
A) Preservación	2. Recuperación de especies en riesgo.			En el área del Proyecto se detectaron especies bajo alguna categoría de riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010); siendo *Attalea guacuyule* (Pr) una de las más comunes, seguida por *Chamaedorea pochutlensis* (A), que son especies nativas. Por lo tanto, como medida compensatoria se propone un programa de rescate, reubicación y reforestación en una parcela ubicada en una zona similar al predio, destinando una superficie de 8,000 m², donde se harán acciones de restauración y reforestación con las especies que se verán más afectadas.	
	3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.			Durante el inventario forestal en el Predio y sus inmediaciones, se registraron dos especies bajo alguna categoría de riesgo, *Attalea guacuyule* (Pr) y *Chamaedorea pochutlensis* (A). En dichas especies se sugiere hacer el esfuerzo para rescatar plantas completas, partes o germoplasma para reubicarlas y de esta manera mantenerla en sitios específicos de la zona. Como medida compensatoria se propone un programa de reforestación, rescate y reubicación de especies, en zonas aledañas al predio, principalmente las mencionadas y otras especies nativas que se verán afectadas durante la etapa de construcción, operación y mantenimiento del área del proyecto y los diversos complementos dentro del predio.	

Tabla III.3 Estrategias vinculantes al proyecto (UAB 65)

Clave región	UAB	Nombre UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociaciones del desarrollo
6.32	**Sierras de la costa de jalisco y colima**	**Sierras de la costa de jalisco y colima**	**Preservación de flora y fauna**	**Forestal minería**	**Ganadería turismo**
Política	**Estrategia**			**Vinculación con el proyecto**	
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio					
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.			No se contempla efectuar ningún tipo de aprovechamiento. Se tendrá vigilancia hacia los visitantes para que estos respeten las condiciones naturales del ecosistema aledaño al proyecto.	
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.			En las actividades a realizar, no se contempla la ejecución de ningún tipo de aprovechamiento forestal en el área del proyecto.	
				La valoración pertinente de los servicios ambientales que brinda el área del proyecto se encuentra explícita en la necesidad de implementar medidas de mitigación para minimizar, proteger y restaurar los ecosistemas y los recursos naturales afectados con la construcción, operación y mantenimiento del proyecto. De manera general, citaremos algunas de estas medidas, toda vez que en el capítulo VII del presente documento se detallan. Aire • Este elemento se verá impactado únicamente por los vehículos automotores que acudirán al proyecto para la etapa de construcción que será temporal el impacto, y la generada por los automóviles de los usuarios del proyecto una vez terminado.	

Tabla III.4 Estrategias vinculantes al proyecto (UAB 65)

Clave región	UAB	Nombre UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociaciones del desarrollo
6.32	**Sierras de la costa de jalisco y colima**	**Sierras de la costa de jalisco y colima**	**Preservación de flora y fauna**	**Forestal minería**	**Ganadería turismo**
Política	**Estrategia**	**Vinculación con el proyecto**			
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio					
C) Protección de los recursos naturales	8. Valoración de los servicios ambientales.	Agua • El proyecto estará conectado al sistema de agua potable y alcantarillado de la zona y se instalarán mecanismos ahorradores, es posible además que se instale un sistema de tratamiento de aguas residuales para descarga y tratar las aguas residuales al suelo. • Suelo • De acuerdo con el Programa Municipal de Desarrollo Urbano para Puerto Vallarta, el área donde se ubica el proyecto en la Clasificación de Áreas se considera como Áreas Urbanizables (AUR), además de acuerdo al Inventario Nacional Forestal y de Suelos el uso de suelo y vegetación contemplado para el polígono es zona urbana con área no forestal, de igual manera el Reglamento de Gestión y Ordenamiento territorial del Municipio de Puerto Vallarta en la Utilización especifica del suelo, los usos y destinos, de acuerdo a las características del área se puede considerar como Habitacional Medio (H3) y en INEGI, serie VI, ese considera como vegetación de Selva Mediana Subcaducifolia; dicho lo anterior la operación del presente proyecto no contraviene con lo estipulado en ambos instrumentos. Sin embargo, a pesar de eso, el análisis si destacamos que existe cobertura arbórea y sotobosque que mantiene y provee funciones importantes.			

Tabla III.5 Estrategias vinculantes al proyecto (UAB 65).

Clave región	UAB	Nombre UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociaciones del desarrollo
6.32	**Sierras de la costa de jalisco y colima**	**Sierras de la costa de jalisco y colima**	**Preservación de flora y fauna**	**Forestal minería**	**Ganadería turismo**
Política	**Estrategia**	**Vinculación con el proyecto**			
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio					
C) Protección de los recursos naturales	8. Valoración de los servicios ambientales.	Flora Se recomienda llevar a cabo, acciones de reforestación, rescate y reubicación de individuos de *Attalea guacuyule* (508 en su mayoría en etapa juvenil y pocas en etapa adulta), para reforestación se consideran 490 de *C. dentata,* 176 de *Bursera simaruba,* y 101 de *G. ulmifolia*. De la misma manera se plantea un programa de rescate y reubicación considera rescatar 50 de *C. dentata,* 250 de *Bursera simaruba y* 50 individuos de *C. pochutlensis*. Se proponen estas especies porque son las que por un lado se verán más afectadas. Mediante estas acciones y su mantenimiento por 4 años, se estará contribuyendo en compensar un poco y se fomenta la preservación de las especies que se verán afectadas por el CUSTF.			
	9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados.	La construcción y operación del proyecto no explotará, ni comprometerá el equilibrio de las escorrentías, cuerpos de agua superficiales y acuíferos; ya que el abasto de agua potable es a través de la red de la localidad. Además, se fomentará el consumo del recurso hídrico se hará de manera consciente.			

Tabla III.6 Estrategias vinculantes al proyecto (UAB 65).

Clave región	UAB	Nombre UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociaciones del desarrollo
6.32	**Sierras de la costa de jalisco y colima**	**Sierras de la costa de jalisco y colima**	**Preservación de flora y fauna**	**Forestal minería**	**Ganadería turismo**
Política	**Estrategia**	**Vinculación con el proyecto**			
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio					
C) Protección de los recursos naturales	10. Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos.	El agua que se utilizará durante la operación del proyecto es a través de la red que se distribuye en la zona. En el caso específico del llenado de las albercas, contará con sistemas ahorradores, así como la instalación de cubiertas para evitar la evaporación del agua, el llenado de estas solo será durante los periodos de ocupación por medio de pipas.			
	12. Protección de los ecosistemas.	El proyecto contempla la construcción, operación y mantenimiento de un desarrollo habitacional plurifamiliar vertical, el cual por las actividades que desarrolla no contempla la afectación puntual; sin embargo, derivado de esto, se proyectan actividades para proteger dichos sistemas como el cuidado de la calidad visual y la densidad arbórea, priorizar no realizar actividades por la noche para evitar afectación a la fauna, el consumo razonable del recurso hídrico, y la instalación de un sistema de tratamiento de aguas residuales para evitar las descargas de aguas residuales al suelo. Además, se tiene contemplado como medida de compensación actividades de reforestación, rescate y reubicación de especies nativas, para favorecer a la permanencia de las especies que se puedan ver más afectadas.			

Tabla III.7 Estrategias vinculantes al proyecto (UAB 65).

Clave región	UAB	Nombre UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociaciones del desarrollo
6.32	**Sierras de la costa de jalisco y colima**	**Sierras de la costa de jalisco y colima**	**Preservación de flora y fauna**	**Forestal minería**	**Ganadería turismo**
Política	**Estrategia**	**Vinculación con el proyecto**			
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio					
D) Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	El proyecto contempla la afectación de una fracción de terreno con presencia de vegetación forestal. Sin embargo, debido a esto el promovente tiene la responsabilidad de ejecutar el plan de trabajo de las acciones de rescate, reubicación de flora, así como actividades de reforestación y obras de conservación de suelos, que favorezcan al inicio de la restauración forestales de una superficie igual a la que se verá afectada.			
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional)	La construcción y operación del proyecto forma parte de las acciones que tienen como objetivo el incrementar la demanda turística local, regional e internacional, ya que proporciona un servicio de interés para ambos. Y de la misma manera se logran generar empleos permanentes con la operación.			

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

Para el trámite de Cambio de Uso de Suelo

en Terrenos Forestales, Modalidad B-Particular.

De acuerdo a lo dispuesto anteriormente la vinculación de la operación del proyecto no contraviene con lo que se señala en las políticas del POEGT.

III.3. Decretos y programas de conservación y manejo de áreas naturales protegidas

- ✓ **ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS**

El área de interés para desarrollar el proyecto no se encuentra dentro o en la cercanía de algún Área Natural Protegida que pueda resultar afectada con las diferentes actividades que se contemplan, por lo que la operación del proyecto no infiere en la degradación de alguna reserva.

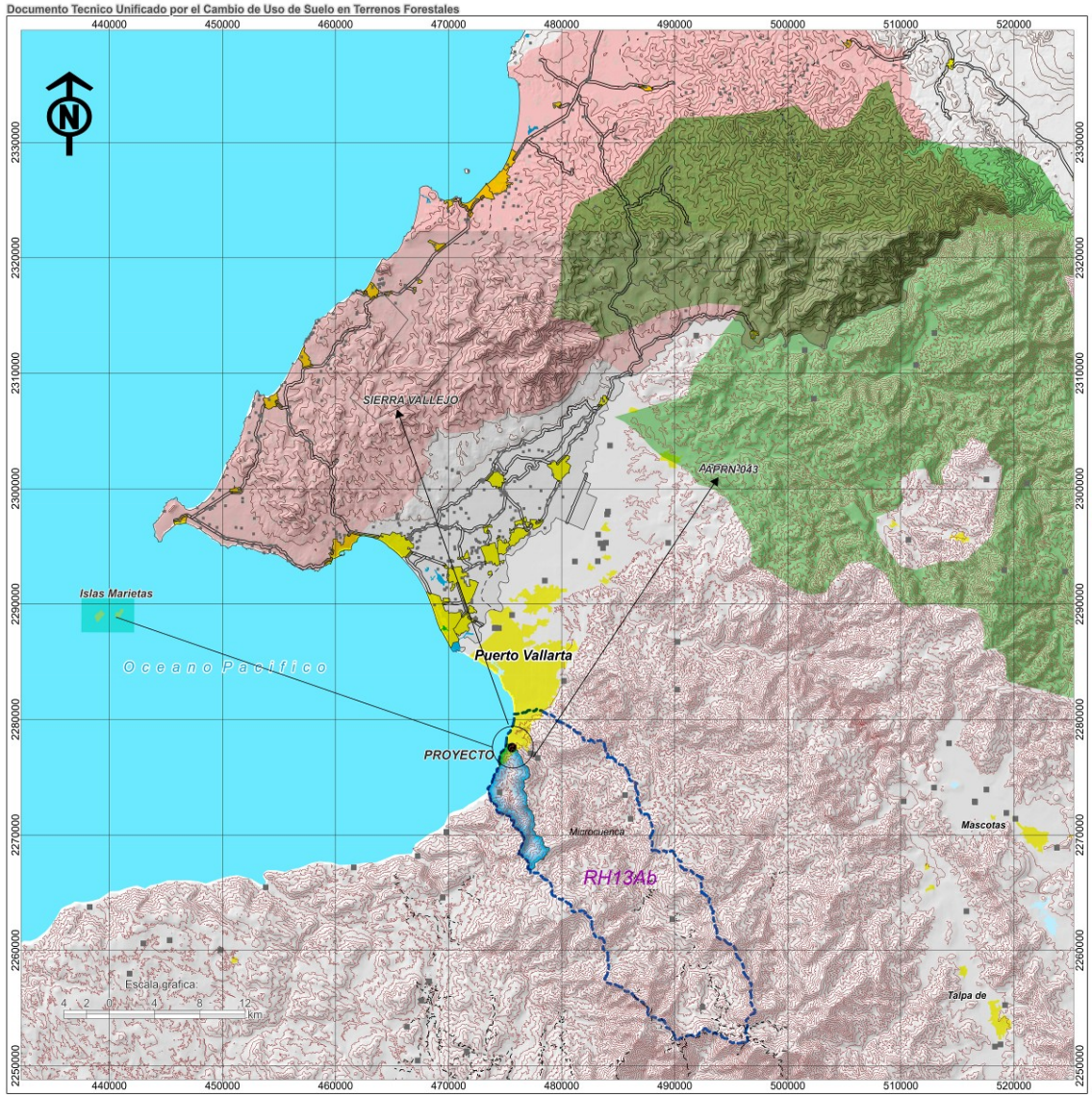
- ✓ **ÁREA NATURAL PROTEGIDA FEDERAL**

EL proyecto no se encuentra inmerso dentro de alguna área Natural protegida de tipo federal. Aunque se destaca que, aproximadamente 30 km al noreste y este, se localiza hacia la ANP C.A.D.N.R. 043 (Mapa 3)

- ✓ **ÁREA NATURAL PROTEGIDA ESTATAL**

Tampoco se localiza el proyecto dentro de áreas naturales protegidas estatales o municipales. La más cercana es la reserva de la biosfera estatal Sierra de Vallejo, ubicándose al norte del predio. Aproximadamente a 20 km (Mapa 3)

Mapa 3. Ubicación del Proyecto tomando como referencia ANP o zonas ecológicas de relevancia.



INFORMACION GENERAL:

PROMOVENTE: **VICTOR M. RODRIGUEZ SANCHEZ.**

PROYECTO: **MAYAMAR DESARROLLO.**

SUPERFICIE DEL PREDIO: **0.3153 HA.**

SUPERFICIE CUSTF: **0.3042 HA.**

LOCALIDAD CERCANA: **PUERTO VALLARTA.**

MUNICIPÍO: **PUERTO VALLARTA.**

ESTADO: **JALISCO.**

Informacion geodesica:

Proyección:	UTM.
Fals Este:	500000.0
False Norte:	0.0.
Meridiano central:	-105.0.
Factor de escala:	0.9996.
Latitude de origen:	0.0.
Unidad linear:	Metros.
Cuadricula:	A cada 10,000 m.

SIMBOLOGIA:

- Localidad rural.
- Localidad urbana.
- Brecha de terraceria
- Camino pavimentado
- Curva a nivel
- Cuenca y Subcuenca
- Microcuenca
- Cuerpo de agua
- Poligonal CUSTF.

Areas naturales protegidas cercanas:

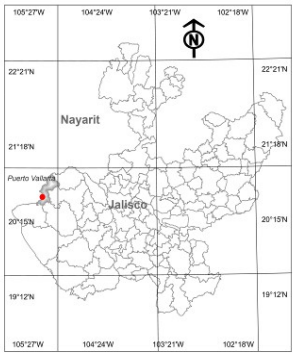
- ANP Federal.
- Region terrestre prioritaria (RTP).
- Region hidrologica prioritaria (RHP).
- Importancia conservacion aves (AICA).

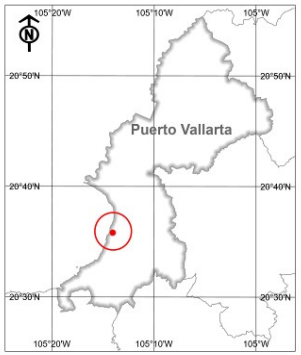
MAPA 3. UBICACION DE ANP, RHP, AICA Y RTP CERCANAS AL PROYECTO.

FORESTAL Y AMBIENTAL CONSULTORES

Fecha de elaboracion: mayo de 2024
Elaborado por: Forestal y Ambiental Consultores

MACROLOCALIZACION





III.4. Normas Oficiales Mexicanas.

Respecto a las normas oficiales mexicanas aplicables al **proyecto** se enuncian a continuación:

Tabla III.3.- Normas oficiales mexicanas aplicables al proyecto

Norma Oficial Mexicana	Especificaciones	Vinculación con el proyecto
NOM-001-SEMARNAT-2021	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.	Las aguas residuales generadas se consideran de uso doméstico, ya que solo se contemplan por el uso de sanitarios y aguas jabonosas por lavado de loza y regaderas, así como la limpieza de alimentos. Por lo que se considera que estas no rebasan los límites máximos permisibles establecidos en la presente norma, dichas aguas residuales serán descargadas al biodigestor que será instalado.
NOM-004-SEMARNAT-2002	Protección ambiental. - Lodos y biosólidos. - Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final.	El sistema de tratamiento de aguas residuales al que estarán conectadas las aguas negras que genere el proyecto, generarán lodos biodegradables (sin metales pesados o elementos patógenos) que podrán ser utilizados como abono o composta; en caso de ser necesario, se realizará un análisis de sus condiciones para verificar que estos no sobrepasen los LMP considerados en la Tabla 1 y 2 de la NOM en cuestión.
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	Durante las labores de construcción, la cantidad de vehículos utilizados no rebasará la cantidad de 2 y aquellos que sean

	combustible.	utilizados durante la operación del proyecto estos estarán bajo un esquema de mantenimiento bimestral (durante la etapa de construcción) y mantenimiento semestral (los que sean utilizados durante la operación del proyecto, tomando en cuenta que el proyecto será construido en un periodo de 36 meses, lo cual ayudara en evitar que se rebasen los parámetros establecidos en las NOM's. Es importante resaltar que estas actividades no se realizarán en las inmediaciones del proyecto, sino en lugares especializados y autorizados por el Ayuntamiento, de los cuales se obtendrá un comprobante que será incluido en los informes anuales que se presentarán a la Autoridad.
NOM-045-SEMARNAT-2017	Protección ambiental. - Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.	
NOM-059-SEMARNAT-2010	Protección ambiental – Especies nativas de México Flora y Fauna silvestres – Categorías en riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo.	Aplica ya que debido a que se registran especies de flora, tanto en el Proyecto y en la Microcuenca (sistema ambiental), catalogadas en alguna categoría de riesgo. A las cuales, en caso de presentarse en el predio, se les dará una atención especial. El caso de fauna silvestre se registraron indicios de pocos mamíferos y reptiles que regularmente son de fácil movilidad, así como aves, y se espera que el impacto para este elemento no sea mínimo o nulo.

NOM-080-SEMARNAT-1994	Que 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.	Toda maquinaria y vehículo que sean utilizados para las diferentes etapas del proyecto estarán bajo un estricto control en su mantenimiento, esto con el propósito de evitar que se rebasen los parámetros establecidos en las NOM's. Las horas de trabajo será diurno de 7:00 a 17:00 horas.

III.5. Planes o programas de desarrollo urbano (PDU)

En relación con la ubicación del predio del proyecto, este se encuentra ubicado en el Lote No. 42 de la Colona Las Amapas, colindante con la zona urbana de la Ciudad de Puerto Vallarta, Jal.

- ✓ **REGLAMENTO DE GESTION Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE PUERTO VALLARTA**

Con relación al lineamiento ecológico, el Proyecto se realiza en apego al Reglamento de Gestión y Ordenamiento Territorial del Municipio de Puerto Vallarta y no constituye un proyecto con una finalidad productiva, así también las obras del proyecto se pretenden realizar en la Zona Urbana donde el predio presenta fracturas con los ecosistemas y considerando que las actividades a realizar en el área de influencia directa e indirecta son de turismo local, actividad que se desarrolla desde hace décadas en la zona.

La zona en donde se establecerá el proyecto es de eminente desarrollo habitacional turístico por las potencialidades de uso del suelo, las bellezas escénicas de la región, el clima, la cercanía con la playa, etcétera. Los predios cercanos y/o contiguos al presente estudio, tienden a desarrollarse como habitacionales turísticos, sin potencial para el desarrollo forestal, ganadero o agrícola. En cuanto a ordenamientos en materia de uso del suelo, el área del proyecto se inscribe en la zona de aplicación del Reglamento de Gestión y Ordenamiento Territorial del Municipio de Puerto Vallarta.

- ✓ **PLAN PARCIAL DE DESARROLLO URBANO "DISTRITO URBANO 9", EN EL MUNICIPIO DE PUERTO VALLARTA JALISCO.**

El documento técnico comprende al subdistrito urbano A, el cual corresponde a Amapas-Conchas chinas, que es donde se localiza el Proyecto. Y también abarca el subdistrito B "Punta negra-El Nogalito" (Gaceta municipal Puerto Vallarta, 2012).

De acuerdo con la zonificación secundaria hecha para la zona se encuentra dentro en la utilización del suelo y tipos básicos de zona establecido en el Reglamento de Zonificación para el Municipio de Puerto Vallarta, según el Plano en donde se determina que el uso de suelo del predio es: **H3-V Habitacional Plurifamiliar Vertical Densidad Media. (Ver imagen III.4).**

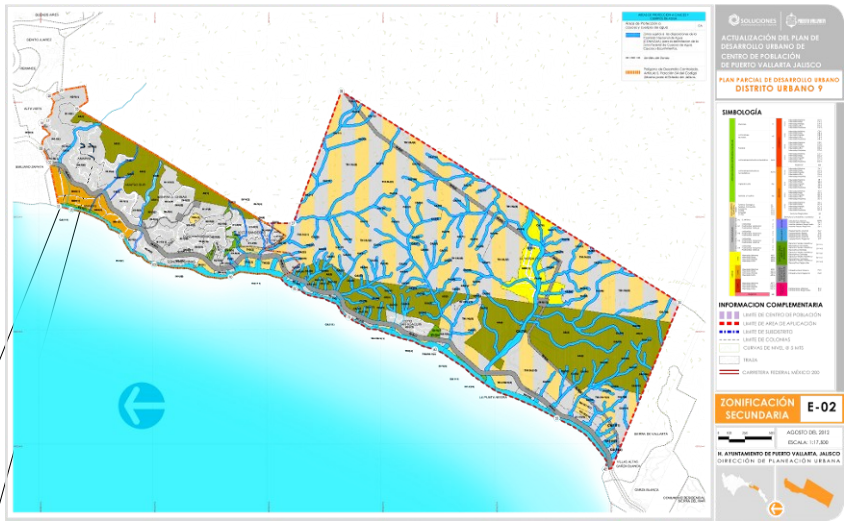


Imagen III.4 Plano de zonificación secundaria plano E-02 sobre el uso de suelo en el distrito 9.



H3-V Habitacional Plurifamiliar Vertical Densidad Media.

Usos generales: predomina el uso habitacional plurifamiliar

Dicho lo anterior, la construcción, operación y mantenimiento del **proyecto**, **no contraviene** con lo contemplado con el **Reglamento de Zonificación para el Municipio de Puerto Vallarta.**

Vinculación: El **proyecto** tiene como fin principal la construcción, operación y mantenimiento de un complejo plurifamiliar, por lo cual las actividades que se realizan entran de en las particularidades del **H3-V**.

Tabla III.5.- Vinculación con tabla de uso de suelo (H3-V)

Normatividad de utilización del suelo	Habitacional, plurifamiliar H2-H)	Proyecto	Vinculación
Densidad máxima (habitantes por hectárea)	270	10	Cumple
Superficie mínima del lote (m^2)	480	2,230.061	Cumple
Frente mínimo (ml)	16	26.50	Cumple
C.O.S.	0.7	687.69 m^2 C.O.S.= 0.31	Cumple
Niveles máximos de construcción (Altura máxima de la edificación)	*R	1	Cumple

C.U.S.		2.1	687.69 m^2 C.U.S.= 0.31	Cumple
Estacionamiento		1/vivienda	4	No cumple
Restricciones	Frontal (ml), hacia elementos viales	3.00 ml	7.00 ml	Cumple
	% área ajardinada restricción frontal	30%	0%	*No Cumple
	Trasera (ml)	3.00 m	38.00 ml	Cumple
Modo de edificación		Abierto- Semiabierto Semicerrado	Semi cerrado	Cumple

*Nota: Las resultantes de aplicar los coeficientes de ocupación y utilización del suelo. Para las zonas escarpadas se aplicará el Reglamento de Construcción.

A efectos de realizar y desarrollar un proyecto rentable en un sitio con esas dimensiones, se llevó a cabo el diseño del proyecto tratando de aprovechar al máximo su potencial.

Aunado a lo anterior, cabe señalar que la facultad de expedición de Licencias y Dictámenes de Construcción corresponderán al Ayuntamiento en relación con el cumplimiento de las Normas de edificación establecidas en los Planes de Desarrollo, sus Reglamentos, así como en lo establecido en el Artículo 12 fracción IX del Reglamento de Construcción para el Municipio de Puerto Vallarta:

Artículo 12. Son atribuciones de la Autoridad Municipal, las siguientes:

VIII. Autorizar la constitución del régimen de condominio para la utilización de un predio, finca o edificación;

IX. Expedir las licencias o permisos de construcción o edificación;

De tal modo, el promovente obtendrá previo a la realización del proyecto que nos ocupa, conforme al avance de obra las Licencias de uso de Suelo y Construcción por parte del H. Ayuntamiento Constitucional de Puerto Vallarta, Jalisco; autoridad encargada de la aplicación del

Reglamento de Zonificación para el Municipio de Puerto Vallarta, Jalisco**.**

Asimismo, se considera que la importancia ambiental vinculante con los Planes o Programas de Desarrollo Urbano de acuerdo con lo establecido en el Articulo 35 segundo párrafo de la **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente** para el caso del proceso de evaluación del impacto ambiental tiene su razón de ser con el fin de crear una planeación organizada encaminada a proyectos sustentables y principalmente propiciar el cumplimiento de la urbanización respetando la integralidad del medio ambiente; es decir, respetando las zonas

consideradas para tal fin como lo pueden ser las áreas silvestres, espacios verdes, áreas naturales protegidas, cuerpos de agua y zonas ecológicas.

Por lo mencionado anteriormente, para el caso del **proyecto**, la zona donde se inserta es una zona urbanizable y no de reserva ecológica o espacio verde. Es decir que según el **Reglamento de Zonificación para el Municipio de Puerto Vallarta** el uso de suelo permitido y compatible es el Habitacional, plurifamiliar horizontal densidad baja, el cual no establece en sus restricciones o parámetros, alguna de índole ambiental que se vea considerada, al establecer la zona con un uso habitacional, lo cual no contraviene con el **proyecto**.

CAPITULO IV: DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.

ÍNDICE

CAPITULO IV: DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. **1**

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO **3**

IV.1. Delimitación del área de estudio donde se pretende establecer el proyecto **3**

IV.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental (SA) **10**

IV.2.1. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SA 16

IV.2.2.1. Medio abiótico 17

IV.2.2.2. Medio Biótico 101

IV.2.2.3. Medio socioeconómico 161

IV.2.2.4. Paisaje 164

IV.3. Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio del uso de suelo propuesto **179**

- **La provisión del agua en calidad y cantidad** **183**
- **Perdida de suelo por la remoción de cobertura** **185**

La protección y recuperación de suelos **186**

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.

IV.1. Delimitación del área de estudio donde se pretende establecer el proyecto

El Sistema Ambiental (SA), está compuesto por un conjunto de relaciones de subsistemas, el ecológico, productivo y socioeconómico. Dichos subsistemas, se conforman por elementos que contribuyen a la funcionalidad en el interior del SA, sin embargo, para su interpretación, también se sugiere tomar en cuenta las condiciones del entorno. Esto significa, que existe una interrelación entre los elementos internos y externos, a escala temporal donde se desarrolla la problemática ambiental, las relaciones fluctúan sin transformar su estructura (Castañares, 2009). Para determinar el SA, se tomó como referencia información espacial de los aspectos físicos, biológicos y sociales (INEGI, 1971, 1999, 2001, 2010, 2015, 2017).

El Programa de Ordenamiento POEGT (SEMARNAT, 2012) para México, es el documento que establece políticas públicas ambientales en base a Unidades Ambientales Biofísicas (UAB), las cuales se rigen mediante estrategias y lineamientos ecológicos. El sistema ambiental se basa en los lineamientos establecidos en las UAB del POEGT, ya que esta regionalización, comprende unidades territoriales en base al medio biofísico (clima, vegetación, relieve y suelos), interactuando factores que conllevan a la homegeneidad dentro de la UBA y expresan heterogeneidad entre sí (SEMARNAT, 2013).

Se observa, en las inmediaciones del Proyecto, un crecimiento poblacional, dichas actividades, han fragmentado, a través de los años, a poblaciones forestales sobre la zona costera, así como en gran parte del entorno donde se localiza el proyecto.

Para determinar el SA, se tomó como referencia las diversas escalas cartográficas, esto para comprender las características del territorio en el cual se pretende insertar el proyecto y en el cual se consideran los tres análisis fundamentales siguientes:

1. El Territorial, el cual permite identificar y localizar los elementos bióticos y abióticos presentes en la zona, y su valoración espacial tanto desde el punto de vista dimensional, como en la dinámica que juegan en el sistémica, a lo cual se considera lo siguiente;

- ✓ Delimitación y descripción del sitio del proyecto,
- ✓ Cartografía específica disponible (INEGI escala 1:50,000 y 1:250,000 e imágenes de satélite 1:10,000), y para el sitio del proyecto a partir del análisis cartográfico, verificaciones en campo mediante los estudios específicos de flora, y fauna.
- ✓ Caracterización ambiental, según sus atributos físicos, bióticos y socioeconómicos más relevantes.
- ✓ Zonificación con los instrumentos legales aplicables, particularmente los de índole de planeación en cuanto a la compatibilidad del suelo, acorde al plan de desarrollo urbano del municipio, el cual ya se ha mencionado anteriormente.

2. En el análisis funcional. Forma parte del concepto sistémico integral, en el cual las condiciones en que se presenta actualmente el ecosistema, es el resultado de la convergencia de una serie de dinámicas asociadas en donde lo que le sucede a algún elemento, afecta en alguna medida al resto de los elementos. Inferir la dependencia entre los distintos actores y la susceptibilidad de cada uno de ellos al cambio, aportó elementos para dimensionar espacialmente

las cadenas de sucesos que pudieran ocurrir en caso de afectar alguno de los elementos presentes en el predio.

Una obtenida la información de campo, podemos entender un poco el funcionamiento de los elementos bióticos y abióticos de manera independiente, así como de la interdependencia entre cada uno de ellos de forma sistémica, con base en expresiones y evidencias de los ciclos y procesos naturales, permitió concebir la integridad funcional del ecosistema del propio Sistema Ambiental y, por ende, ser la justificación plena para su delimitación.

Dentro de los elementos más relevantes para definir la amplitud del Sistema Ambiental, fueron las dimensiones del proyecto, las obras y acciones a desarrollar, así como las áreas hasta donde pudieran manifestarse los efectos por la construcción del proyecto.

Resultado de este análisis, se conciben dos áreas:

1. **Sitio del Proyecto**. Este corresponde al espacio físico dentro de una poligonal englobada por las áreas que serán objeto de obras y actividades, donde de forma directa se establecerá infraestructura permanente (SEMARNAT, 2012).

2. **Área de influencia**. Espacio donde, por la realización de las obras y la modificación de los elementos físicos y bióticos que en el sitio del proyecto ocurren, pueden manifestarse de alguna forma, los efectos ambientales (SEMARNAT, 2012).

El proyecto presenta un modelo de construcción de bajo impacto, consideramos que los efectos negativos por el impacto serán muy puntuales y no sobrepasen hacia las partes interior de la Microcuenca, que conforma el SA. A demás de encontrarse en zonas urbanizadas anexas.

En la periferia del Proyecto, existen calles y en sus colindancias al norte, este y oeste, se observan lotes urbanizadas y por lo tanto servirá como límite dentro de las dinámicas más relevantes de los elementos físicos y bióticos, en lo referente a la zona marítima, según la topografía del sitio del proyecto no se afectará la hidrodinámica costera, ya que se encuentra en una zona elevada.

Con el conocimiento de los principales elementos del ecosistema, que definen las dinámicas y que permiten inferir las tendencias en caso de seguir así, o inclusive prever lo que les sucedería en caso de cambiar algunos de sus elementos, se consideró el Sistema Ambiental (SA).

3. Delimitación del área de estudio donde pretende establecer el proyecto.

Uno de los factores considerados, fue ubicación y amplitud de los componentes ambientales con los que el proyecto tendrá alguna interacción y las dimensiones de este, así como a la distribución de obras y actividades a desarrollar, asociadas y provisionales, los sitios para la disposición de desechos y factores sociales (localidades y poblados cercanos).

Algunos elementos considerados para su delimitación fueron rasgos geomorfoedafológicos, hidrográficos, meteorológicos, tipos de vegetación y la fauna silvestre. El tipo, características, distribución, uniformidad y continuidad de las unidades ambientales (ecosistemas). Para esto, se tomó de referencia la clasificación del INEGI (2010), en cuanto a la delimitación de la Cuenca y Subcuenca, y mediante elementos de relieve, hidrológicos y de vegetación se procedió a delimitar una Microcuenca.

Se apoyo de un Modelo Digital de Elevación escala 1:50000, f13c69 (INEGI, 2012), los archivos vectoriales de la carta topográfica escala 1:50000, f13c69 (INEGI, 2023), la Red Hidrológica de la Subcuenca (RH13Ab), escala 1:50000 (INEGI, 2010). Para analizar la información se utilizó ArcGIS PRO 3.1 (ESRI, 2024). La delimitación de la Microcuenca, se encuentra drenada por un escurrimiento principal de tipo intermitente denominado arroyo Mismaloya (005), alimentado por una red hídrica desde la parte alta de la Microcuenca (Mapa 2).

El Proyecto, comprende una superficie para el CUSTF de 3,042 m², y se localiza en la Región hidrológica Huicicila (13); en la Cuenca Río Cuale-Pitillal (A); en la Subcuenca Río Cuale (b); y en la Microcuenca Arroyo Mismaloya (005). De la misma manera el Proyecto, se localiza dentro de la Provincia fisiográfica Sierra Madre del Sur (XII); Subprovincia Sierras de la costa de Jalisco y Colima (65) y dentro de un Sistema de Topoformas de Llanuras costeras con deltas (526-0/03) (Mapa 1).

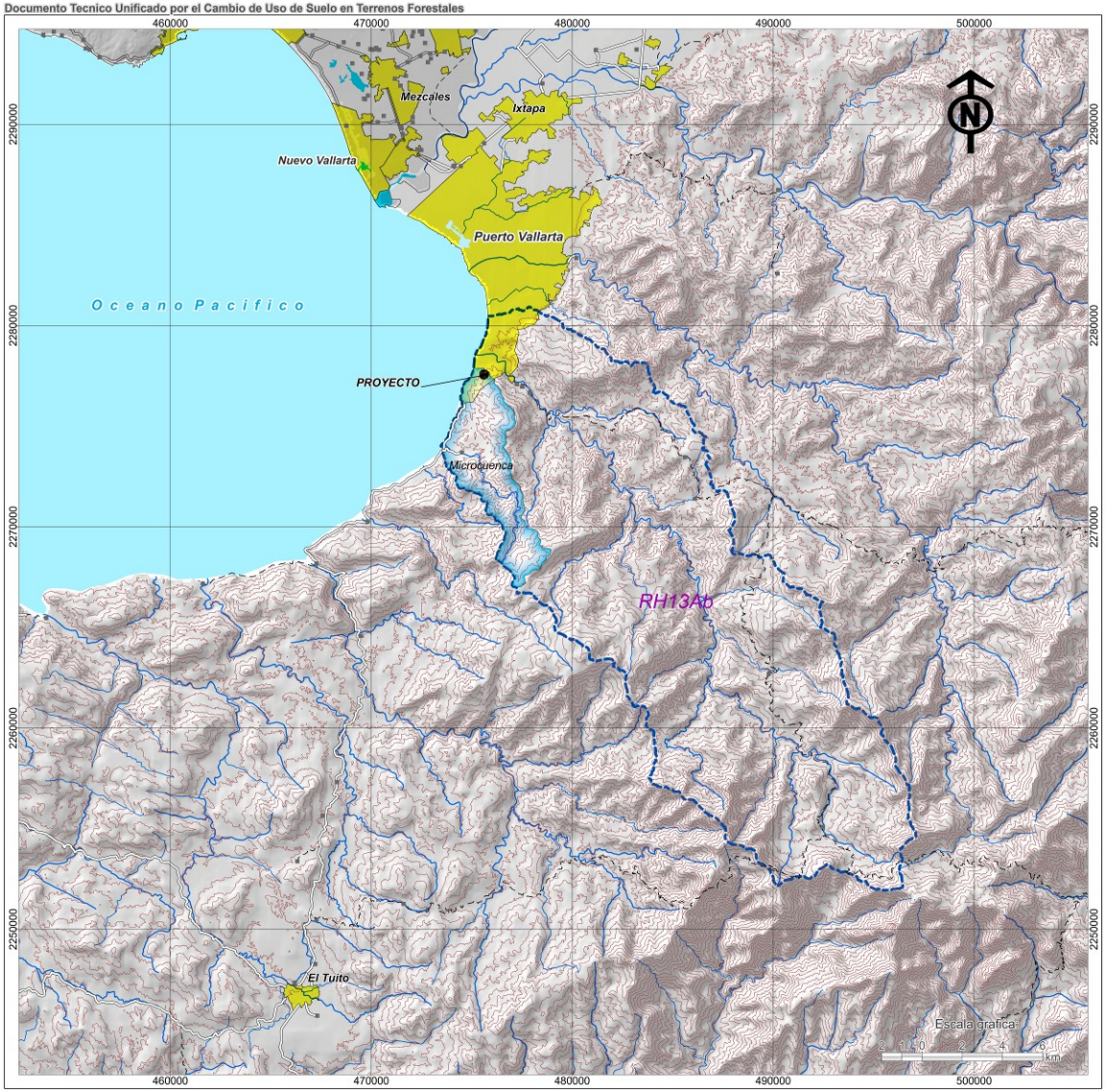
La superficie estimada para la Microcuenca fue de 2,361 ha (23.61 km²) y con un perímetro de 29.76 km. Esta será nuestra zona de interés para el análisis de los elementos biológicos y físicos.

Mapa 1. Ubicación de la Microcuenca y el Proyecto en la Cuenca y Subcuenca.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

Para el trámite de Cambio de Uso de Suelo

en Terrenos Forestales, Modalidad B-Particular.



INFORMACION GENERAL:

PROMOVENTE: **VICTOR M. RODRIGUEZ SANCHEZ.**

PROYECTO: **MAYAMAR DESARROLLO.**

SUPERFICIE DEL PREDIO: **0.3153 HA.**

SUPERFICIE CUSTF: **0.3042 HA.**

LOCALIDAD CERCANA: **PUERTO VALLARTA.**

MUNICIPÍO: **PUERTO VALLARTA.**

ESTADO: **JALISCO.**

Informacion geodesica:

Proyección:	UTM.
Fals Este:	500000.0
False Norte:	0.0.
Meridiano central:	-105.0.
Factor de escala:	0.9996.
Latitude de origen:	0.0.
Unidad linear:	Metros.
Cuadricula:	A cada 10,000 m.

SIMBOLOGIA:

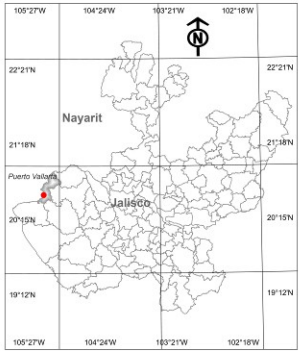
- Localidad rural.
- Localidad urbana.
- Brecha de terraceria
- Camino pavimentado
- Curva a nivel
- Cuenca y Subcuenca
- Microcuenca
- Cuerpo de agua
- Poligonal CUSTF.

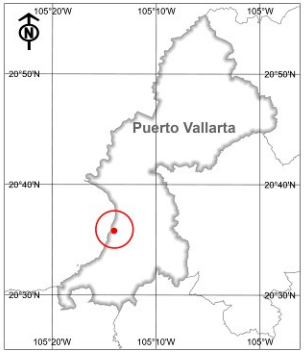
MAPA 1. UBICACION DE LA MICROCUENCA Y EL PROYECTO, EN LA CUENCA Y SUBCUENCA

FORESTAL Y AMBIENTAL CONSULTORES

Fecha de elaboracion: mayo de 2024
Elaborado por: Forestal y Ambiental Consultores

MACROLOCALIZACION





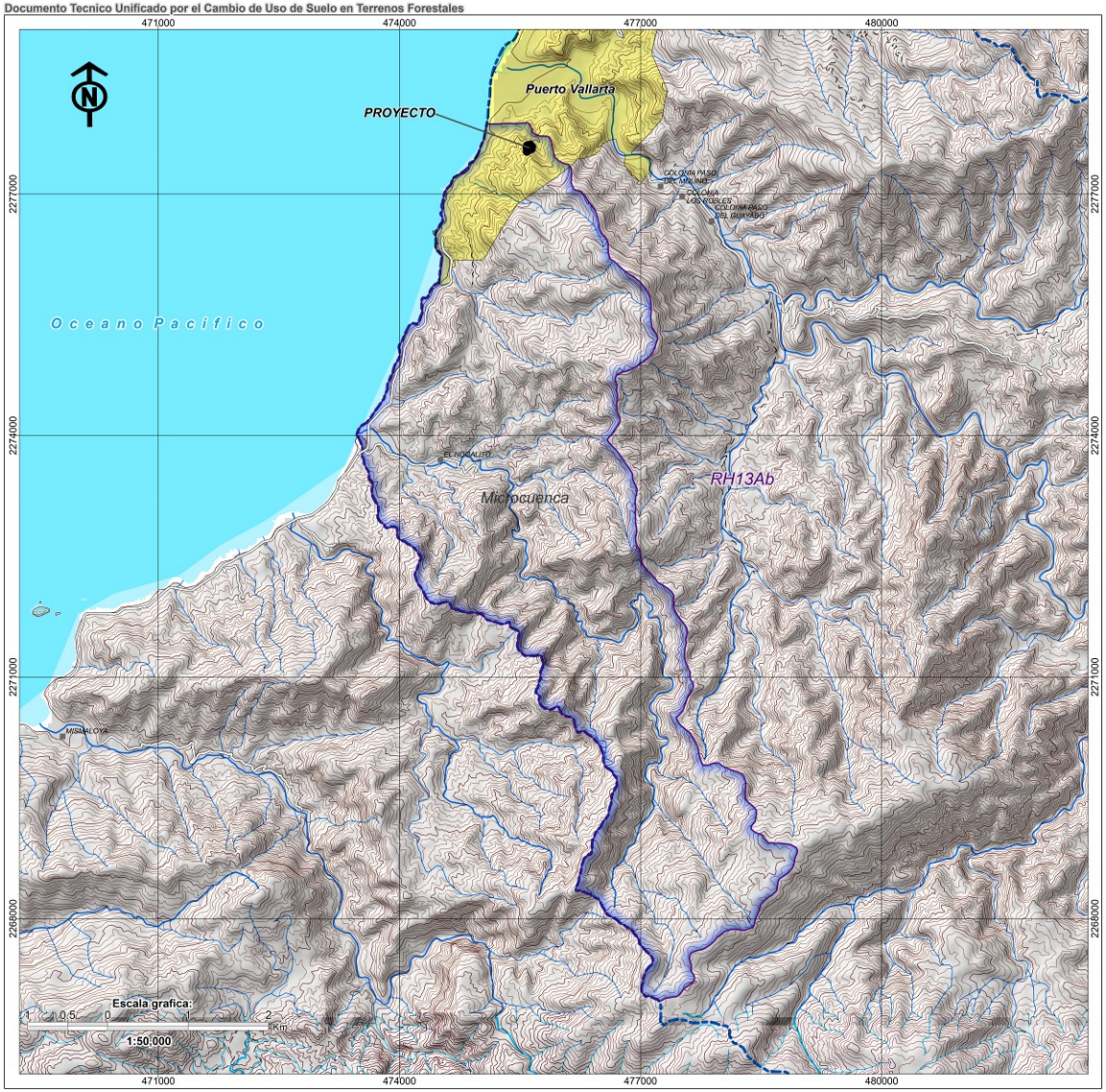
Mapa 2. Ubicación de la Microcuenca, como Sistema ambiental para su análisis.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

Para el trámite de Cambio de Uso de Suelo

en Terrenos Forestales, Modalidad B-Particular.

Documento Tecnico Unificado por el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales



INFORMACION GENERAL:

PROMOVENTE: **VICTOR M. RODRIGUEZ SANCHEZ.**

PROYECTO: **MAYAMAR DESARROLLO.**

SUPERFICIE DEL PREDIO: **0.3153 HA.**

SUPERFICIE CUSTF: **0.3042 HA.**

LOCALIDAD CERCANA: **PUERTO VALLARTA.**

MUNICIPÍO: **PUERTO VALLARTA.**

ESTADO: **JALISCO.**

Informacion geodesica:

Proyección:	UTM.
Fals Este:	500000.0
False Norte:	0.0.
Meridiano central:	-105.0.
Factor de escala:	0.9996.
Latitude de origen:	0.0.
Unidad linear:	Metros.
Cuadricula:	A cada 3,000 m.

SIMBOLOGIA:

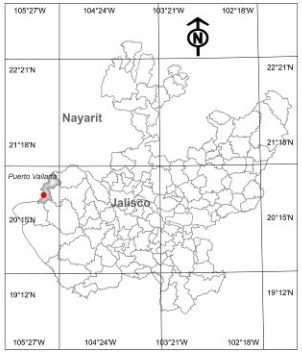
- Localidad rural.
- Localidad urbana.
- Brecha de terraceria
- Camino pavimentado
- Curva a nivel
- Cuenca y Subcuenca
- Microcuenca.
- Cuerpo de agua.
- Corriente perenne.
- Corriente intermitente.
- Poligonal CUSTF.

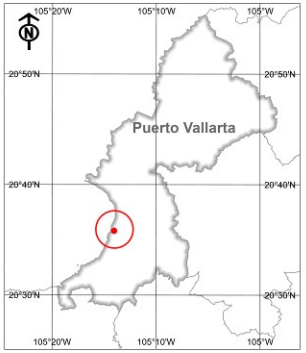
MAPA 2. UBICACION DE LA MICROCUENCA Y EL PROYECTO.

FORESTAL Y AMBIENTAL CONSULTORES

Fecha de elaboracion: mayo de 2024
Elaborado por: Forestal y Ambiental Consultores

MACROLOCALIZACION





IV.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental (SA)

La caracterización, nos ayudara a genera un diagnóstico del sistema ambiental, previo a la realización del proyecto, en donde se identificaron y analizaron las tendencias del comportamiento de los procesos de deterioro natural y grado de conservación del área de estudio y de la calidad de vida que pudieran presentar en la zona por el desarrollo del proyecto, considerando aspectos de tiempo y espacio.

Mediante este, podremos explicar su funcionamiento y qué uso ecológicamente viable podría tener, así como la calificación que, de manera subjetiva, podría calificarse a fin de que pueda ser empleado como un parámetro de comparación con respecto al tiempo, de la velocidad y grado de cambio

Existe una carretera pavimentada que conduce, muy cercas al predio, la cual es la federal 200. Y dicha carretera y otro tipo de infraestructura, han modificado al ambiente natural en distintos puntos del SA, sustituyendo áreas naturales, por infraestructura para el desarrollo económico regional, influenciados por las distintas prácticas agrícolas y de ganadería, así como de asentamientos humanos.

Se observa en la zona, el incremento de infraestructura con fines turísticos, sobre toda la Riviera y hacia al pie de la sierra en la ciudad de Puerto Vallarta. El tráfico constante de vehículos y personas ha provocado una transformación continua y sinérgica de las condiciones biofísicas del área.

Como ya se ha detallado, Plan de desarrollo del municipio, específicamente para la zona, clasifica la zona para actividades con fines habitacionales plurifamiliares, lo que ha impactado en parte, el deterioro del ambiente natural, de tal manera que se observan fragmentaciones de la cobertura vegetal, en algunos casos muy fuerte y en otros muy leve.

Sin embargo, es importante señalar también, que el desarrollo de estas actividades ha traído consigo una gran cantidad de empleos directos en la zona, observándose una buena calidad de vida de los habitantes (económicamente).

El desarrollo económico en la zona ha ido creciendo notablemente, lo cual se refleja en las fuentes de empleo, buenos salarios y capacitación que se ofrece el sector turístico. A demás de que el municipio y el estado perciben impuestos, gracias a las inversiones en diversas obras de beneficio social y de instalación de servicios en el municipio. Es importante recalcar, que un proyecto bien diseñado en compatibilidad con el ambiente no implica el manejo de sustancias peligrosas y/o tóxicas o procesos de deterioro de los componentes ambientales que sustentan la actividad turística.

A pesar de que la cubierta forestal, es la que, se verá más impactada por la construcción de las obras, se considera como no significativa, ya que solo se afectarán las áreas de desplante en áreas pequeñas, y se conservara zonas aledañas con vegetación natural en el mismo Predio. Por otro lado, la composición florística identificada es reducida y estas mismas especies se distribuyen sin problemas fuera del Proyecto. La presencia de fauna silvestre es muy limitada, se registró una baja incidencia, por tal motivo no se prevé afectarla significativamente, sobre todo en los límites del proyecto, sin embargo hacia dentro de la selva, se observan mejores poblaciones de flora y fauna.

Es importante mencionar que en las distintas etapas del Proyecto se tomarán todas las precauciones para que los impactos generados sean bajos y de concordancia con la factibilidad de la realización del proyecto.

Los criterios de valoración, para los elementos físicos del ambiente, se basan principalmente en el factor *Calidad*, concebido como parámetro que se refiere a la desviación de los valores identificados pero adosados al factor *Naturalidad, versus* los valores perceptibles de un ambiente no alterado (Boix *et al*., 2009).

Los elementos bióticos, adoptan el aspecto simple de *Naturalidad*, donde se estima el estado de conservación de las comunidades e indica el grado de perturbación derivado de la acción humana, en comparación con otro de referencia, que se ubica relativamente cerca (Recatala *et al*., 2009).

Por su parte, la concepción de los atributos del escenario socioeconómico, recurren al criterio de Representatividad, como el factor descriptivo del estado. Se refiere a qué tan relevante es la actividad con respecto a las principales actividades en la localidad.

La siguiente Tabla describe brevemente, los elementos básicos para la descripción del sistema o elementos perceptibles, representados en la superficie de interés para el análisis.

Tabla IV.1. Indicadores para describir el estado de los elementos del SA.

Elemento	Factor de condición	Grado de alteración estimada
	Medio físico	
Calidad del Agua	La afluencia de turismo en la zona cercana al proyecto es alta sobre todo en ciertos periodos del año, considerando que la infraestructura turística y urbana tiende a incrementarse, actualmente los efectos por contaminación son poco evidentes. De la misma manera a pesar de una importante infraestructura urbana. Por lo que el agua de la zona costera tampoco presenta rasgos de deterioro relevantes en sus atributos. Es notable la presencia de basura principalmente atribuida por la inadecuada disposición de residuos desde las zonas urbanas y producto de los turistas que visitan la zona.	BAJO (x<10%) De acuerdo con lo reportado para la zona costera de Compostela, la Conagua (2022), en cuanto a la calidad del Agua mencionan los siguientes parametros; **Solidos Suspendidos** en escurrimiento superficial es excelente (20.8 mg/l); **Coliformes fecales** fuertemente contaminada (24,196 NPM/100 ml); Enterococos fecales fuertemente contaminada (2,254 NMP/100 ml); **Saturación de oxígeno disuelto superficial** Excelente (78.5%). Esto de acuerdo con la estación de Calidad de agua superficial con Clave OCLSP3964M1 y OCLSP3965M1, de calidad mala. Por lo tanto, tomando en cuenta estos parámetros se sugiere que la alteración en la calidad del agua es baja.
Naturalidad del Suelo	La condición del suelo en el terreno se califica como transformado, en gran parte de este, pues su calidad y naturalidad se encuentran marcadas por condiciones de vegetación de acahual, mientras que gran parte de la vegetación primaria han sido desplazada por actividades agrícolas y pecuarias a través de quemas y desmontes principalmente, así como las dinámicas socioeconómicas determinan en mayor medida, las condiciones del escenario actual.	BAJO (x<10%). Las características naturales, son fácilmente reconocibles y dominantes en la zona, el elemento natural se ha visto afectado en aproximadamente un 10% del escenario dominante de la Microcuenca. El indicador clave 3-3 (SEMARNAT, 2019), sobre el estado de la degradación del suelo (físicas, químicas y biológicas). Específicamente mediante la herramienta ArcGIS PRO (2209), se realizó un proceso para estimar la erosión actual de la Microcuenca, por la acción del agua. Nula=94.7%; ligera 3.3%, moderada 2% y alta=0%; y muy alta=0%.

Continua…

Tabla IV.1. Indicadores para describir el estado de los elementos del SA.

Elemento	Factor de condición	Grado de alteración estimada
Medio físico		
Calidad del Aire	El aire no presenta efectos relevantes por afectación antrópica y se califica como totalmente natural, ya que en el sitio no se realizan actividades industriales o de transformación, aunado a la alta capacidad dilutiva de la zona.	NULO (No detectable), porque la información se registra en la Capital del estado. De acuerdo con el Sistema Nacional de Indicadores Ambientales (2019), el municipio de Compostela presenta valores bajos en los siguientes parámetros: Oxido de Nitroso: 500.1-2,000 t. Bióxido de azufre: 60.1 a 1,600 t. Monóxido de carbono: 1,600.1-60,000 t. Amoniaco: 0.8 a 200 t. Mientras que INECC (2016), publica que, para Nayarit, se registró un promedio de Partículas suspendidas con diámetro aerodinámica =<micrómetros (PM_{10}) de =<38. (dentro del rango) $PM_{2.5}$ promedio de 14 (fuera del rango) O_3 de 0.068 (dentro del rango).
Modificación del clima local	Debido a que no existen construcciones en el área del proyecto y el SA, el clima no ha sido objeto de afectación en el ámbito regional y local, posiblemente solo llegue a ser diferente puntualmente en la zona del proyecto una vez establecido.	NULO (No detectable)
Dominancia de Flora Silvestre	Actualmente la flora presente en la Microcuenca, se mantiene en buen estado, ya que se registran zonas bien conservadas y en zonas bajas se observan fragmentaciones de Selva mediana subcaducifolia. Se observan también acahuales, existen puntos bien definidos con completa transformación, por ejemplo, en la zona costera. De las partes más elevada se percibe un escenario con un ambiente completamente conservado, con abundante presencia de flora, de acuerdo con el análisis de la vegetación. Cabe destacar que, en la parte alta de la Microcuenca, es donde se registra vegetación de Selva conservada y con una mayor composición, que la que se	BAJO (x<10%). Las características naturales se mantienen estables y dominan elementos naturales, manteniéndose una cobertura aproximadamente del 85%. Indicador de desempeño ambiental (SEMARNAT, 2019). Indicador básico 7-6, extensión de bosques y selvas (estado): 7.1. C.U.S.T.F. el cual nos da un valor de 0.56.

Elemento	Factor de condición	Grado de alteración estimada
	desarrolla en el Proyecto.	

Continua…

Tabla IV.1. Indicadores para describir el estado de los elementos del SA.

Elemento	Factor de condición	Grado de alteración estimada
Medio físico		
Fauna	El estado de conservación de la fauna se asocia a la vegetación, la frecuencia de avistamientos de fauna silvestre en las partes medias y altas de la Microcuenca es común observar indicios, sin embargo, hacia la zona bajas, existen escasas áreas de refugio, alimentación, reproducción o anidación por sus características transformadas o perturbadas, por lo que solo es posible observar fauna menor de paso.	MEDIO (x<30%). Las características naturales, mantienen estabilidad y, aun, dominan en aproximadamente el 85% de la superficie de la Microcuenca. Por otro lado, el Índice de biodiversidad clave No.3. Especies en riesgo (SEMARNAT, 2010), se puede calcular un porcentaje de presencia en el área del Proyecto. Índice de vegetación remanente (clave No. 1), el cual corresponde al 44%.
Escenario perceptivo	Actualmente la vegetación como el elemento más importante y que define el escenario perceptivo, se mantiene con afectación evidente en el ámbito local y regional, existen puntos bien definidos de su completa transformación, como son los asentamientos humanos de la zona costera. El resto del territorio puede ser apreciado por un espectador, ubicado en la parte alta del predio y del SA, como un ambiente homogéneo, con variación en la flora espacialmente, determinada por la densidad y la fragmentación de la cubierta vegetal. Su estado es mediano, aunque difiere a ambientes donde no existe afectación alguna en las cañadas protegidas a nivel de SA y en la parte alta de la cuenca que define el SA.	MEDIO (El escenario difiere en toda la región y la actividad humana muestra efectos evidentes en el paisaje).
Flujos de materia y energía	El deterioro natural y antrópico registrado en el predio, ha sido parcial y muestra alteración en los estratos bajos, de manera significativa en los flujos de materia y energía, es decir está altamente transformado. Específicamente en las zonas bajas del SA.	MEDIO (no medible).

Continua…

Tabla IV.1. Indicadores para describir el estado de los elementos del SA.

Elemento	Factor de condición	Grado de alteración estimada
Medio físico		
Economía Empleo y Mano de Obra Estilo y calidad de vida Turismo, agricultura y ganadería Asentamientos humanos	Las dinámicas asociadas al socio-sistema en el área del proyecto son importantes, existe un flujo de capital de inversionistas, presencia de fuentes de empleo y desarrollo de infraestructura carretera y turístico-habitacional.	MEDIO (Los efectos son regionales significativos).

IV.2.1. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SA

Es importante reconocer los componentes ambientales que puedan verse afectados por las actividades, y para esto se tomaron en cuenta los siguientes aspectos (Cecel-ingenieros, 2015);

- ✓ Aspecto técnico. Diferentes etapas de desarrollo del Proyecto.
- ✓ La Incidencia. Son los impactos directos e indirectos que se pueden generar por la ejecución, operación y abandono del Proyecto.
- ✓ Espacio requerido para el establecimiento del Proyecto. Es la infraestructura temporal o permanente.
- ✓ Vías de acceso al Proyecto. Son las vías de acceso, aquellas existentes en la zona.
- ✓ Aspecto social de interés. Las localidades cercanas, autoridades (locales, estatales y federales), que forman parte del seguimiento de la ejecución de Proyecto (empleo y permisos).

La caracterización de los elementos que componen el SA, y parte de los cuales se verán afectados por el CUSTF, se tomó en cuenta el área de influencia donde potencialmente se manifiestan los impactos derivados de las distintas actividades del proyecto (aspectos físico-ambientales y Socioeconómico). Como se muestra en el Mapa 2, la delimitación del área de influencia del Proyecto abarca asentamientos humanos cercanas, las vías de comunicación, las cuales facilitan el ingreso al proyecto, y además que conectan con la carretera que conduce a la localidad de San Blas.

IV.2.2.1. Medio abiótico

Dentro de los ecosistemas existe una gran cantidad de interacciones entre sus elementos biológicos y físicos, lo cual llega a conformar un sistema que tiende a ser auto estable, debido a la contribución que ofrece cada uno de estos sobre algún otro elemento, por lo tanto, se define también como la unidad funcional básica (Millar, T. 1994; citado por Villalobos, 2006).

La Microcuenca, fue evaluada y analizada en zonas con condiciones conservadas de vegetación, así como también otras zonas donde existe alta influencia de asentamientos humanos y vías de comunicación. Se atribuye que las condiciones vegetales cercanas a la construcción de carreteras tienden a sufrir un elevado grado de degradación (Requena Lara *et al*., 2020).

El análisis de los elementos físicos nos dará una referencia sobre las condiciones que guardan en la zona. Para describir detalladamente se revisó información vectorial y cartográfica publicada por el INEGI (1974; 2000; 2023; 2013, 2014, 2015 y 2016), así como los registros climatológicos de la zona (CONAGUA, 2024), manuales y guías de identificación de especies de flora y fauna silvestre.

La información analizada, será de utilidad para comparar estas condiciones, con la que actualmente se desarrolla en el Proyecto donde se plantea el CUSTF (Capítulo V y VI).

IV.2.2.1.1. Clima de la Microcuenca (SA).

Se consulto información climática para la zona, destacando la cartográfica climática digital escala 1: 250,000 (INEGI, 2000), donde se describe la clasificación climática dominante (INEGI, 2005). En este caso, la condición climática es de **tipo cálido subhúmedo de mayor humedad** con clave Aw2-w (Tabla IV.2; Mapa 3).

De acuerdo con información estadísticas, de la estación el cuale (14339). La precipitación y temperatura media, registrada es de 1,667.4 mm y 22.7.0° C respectivamente, de acuerdo con las normales climatológicas para la estación 14339 (Tabla IV. 3), localizada en la localidad de el Cuale (CONAGUA, 2024). La Tabla IV. 3, muestra el valor promedio registrados del periodo de 1951-2010 (Grafico 1). El Mapa 4 interpreta la distribución de Isoyetas e Isotermas, así como la unidad climática.

Tabla IV. 2. distribución de los tipos de cimas en la Microcuenca (SA)

Tipo	Clave	Proporción %	Total (%)
Cálido subhúmedo	$Aw_2(w)$	100	100

Tabla IV.3. Estación meteorológica más cercana a la Microcuenca (SA).

Estación	Nombre	Municipio	X	Y	Altitud (msnm)	Estado
14339	El Cuale	El Cuale	477380	2276113	53	Operación

- ✓ **Descripción de la condición climática.**

Presenta una temperatura media anual mayor de 22ºC y su temperatura media mensual más baja superior a 18ºC. De acuerdo con su grado de humedad y su abundancia, son cálidos subhúmedo con lluvias en verano de mayor humedad (24.22%).

Los Cálidos Subhumedos con lluvias en verano (de mayor humedad -Aw2-w).

Son los de mayor humedad de este grupo, se pueden presentar precipitaciones medias anuales que fluctúan entre los 1200 a 1500 mm, con un porcentaje de lluvia invernal menor a 5 y con temperaturas promedios anuales que van de los 24° a los 26° C (INEGI, 2000; 2005). Se clasifica para toda la superficie de la Microcuenca (SA).

El análisis, se basó a la clasificación de Koppen modificado por García (1988), para México. Como se ha dicho, se revisaron los datos de la estación meteorológica más cercana (Tabla IV.3), así como la cartografía digital escala 1: 250,000 (INEGI, 2000; CONAGUA, 2022).

Utilizando temperatura y precipitación media, de varias estaciones aledañas, se construyeron curvas de Isotermas e Isoyetas, para el análisis se utilizó ArcGIS PRO 3.1 (ESRI, 2022). Esto, mediante una interpolación (IDW-Distancia inversa ponderada), con la cual nos proporciona información específica dentro de zonas de la Microcuenca. El resultado fue un archivo tipo raster, una de Isotermas y otra de Isoyetas. A partir de estas, se obtuvieron polilíneas con la información de la distribución de la precipitación y temperatura media en la Microcuenca (**Mapa 3**).

La estación meteorológica de El Cuale 14339 (datos de 1951-2010), indica que el mes más lluvioso es septiembre (442.4 mm) y el más seco marzo con un registro de 4 mm. La temperatura media es de 22.7° C, siendo el mes de agosto el más caliente (25.7° C) y el más frio es febrero con 19.3° (Grafico IV.1 y Tabla IV. 4).

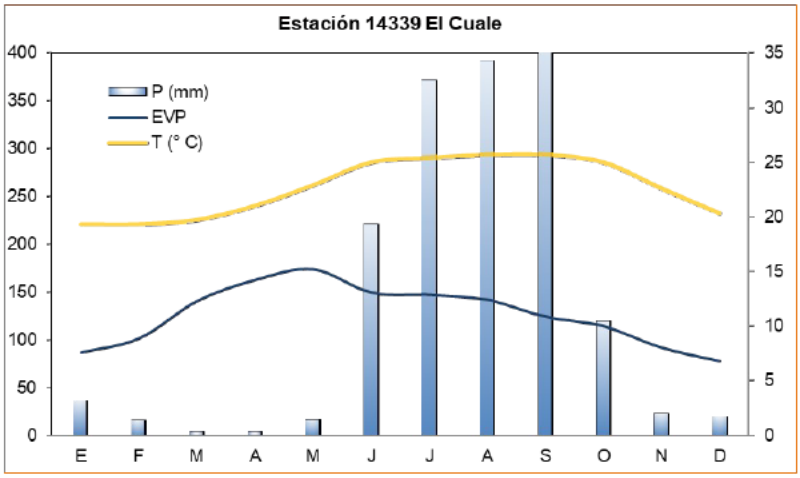


Gráfico 1. Climograma estación 14339, El cuale.

Mes	T (° C)	P (mm)
E	19.3	36.5
F	19.3	16.3
M	19.7	4
A	21	4.3
M	22.9	17.2
J	25	221.1
J	25.4	371
A	25.7	392.3
S	25.7	442.4
O	25	119.8
N	22.6	22.7
D	20.3	19.8
Anual	**22.7**	**1,667.4**

Tabla IV 4. Temperatura y precipitaciones mensuales.

IV.2.2.1.1. Fenómenos meteorológicos registrados en la Microcuenca.

Los fenómenos meteorológicos que se presentan en el estado son, helados y granizadas. Las primeras se producen en invierno y su frecuencia está relacionada principalmente con el tipo de clima y el relieve, de tal forma que su distribución sigue un patrón acorde con esos factores.

En esta zona no se han presentado, en la zona, granizada y heladas, pero si algunas tormentas eléctricas y eventos de nieblas.

Tabla IV.5. Fenómenos meteorológicos registrados.

Estación 18029 (San Blas)													
Elemento	**Ene.**	**Feb.**	**Mar.**	**Abr.**	**May.**	**Jun.**	**Jul.**	**Agos.**	**Sep.**	**Oct.**	**Nov.**	**Dic.**	**Anual**
Evaporación	86.5	101.5	140.7	162.8	173.	149.5	147	141.8	124.2	114.	91.8	77.6	1,511.50

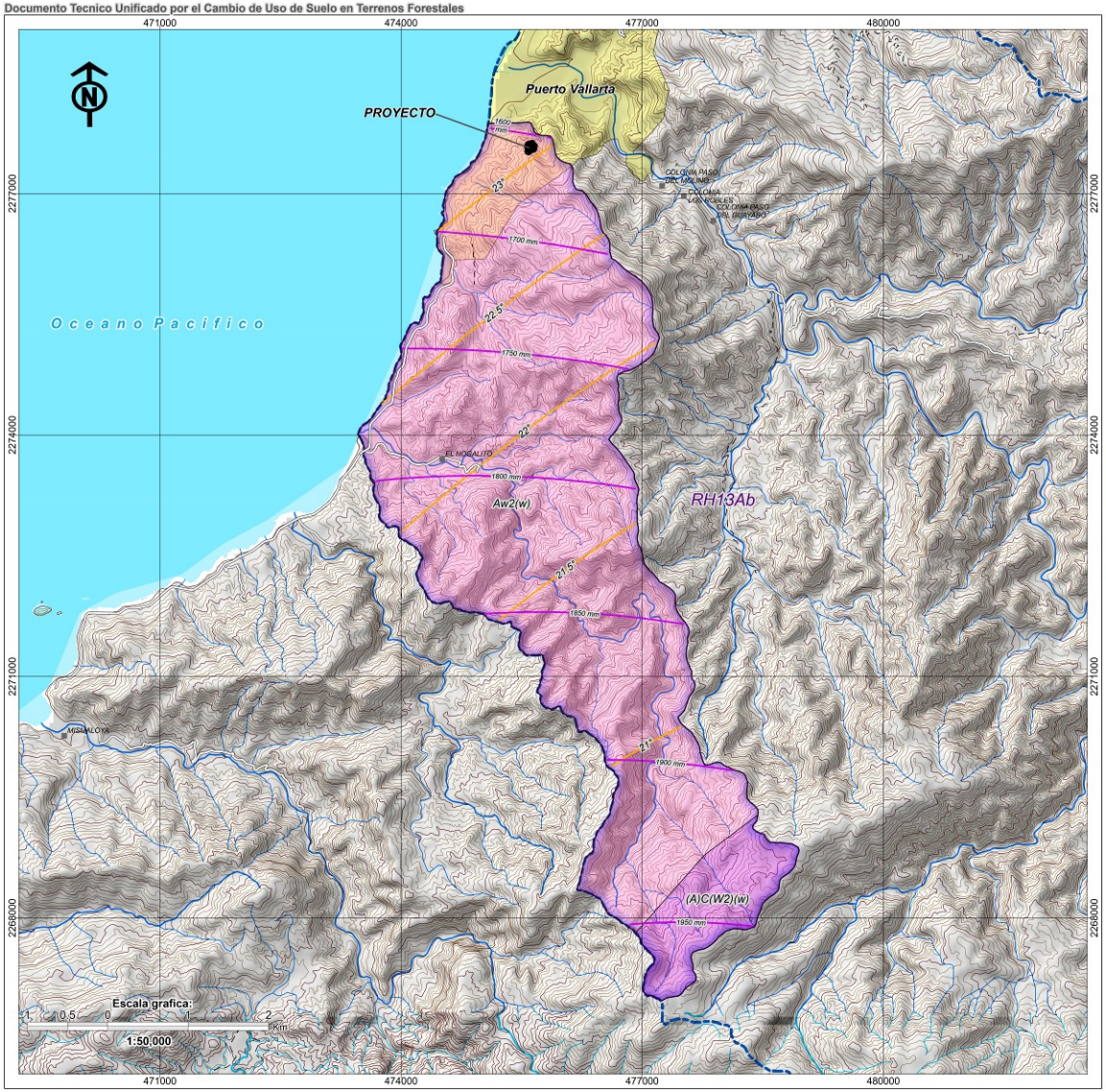
					9					2			
Niebla	4.5	1.3	3.9	2.2	7.9	12.4	9.9	8.3	9	9.1	3.5	2	74
Granizada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tormentas eléctricas	0.6	1.4	1.3	0.1	0.7	2.2	3.4	3.7	3.2	1.3	0.9	1.5	20.3

Mapa 4. Clima característico en la Microcuenca (SA) (se anexa).

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

Para el trámite de Cambio de Uso de Suelo

en Terrenos Forestales, Modalidad B-Particular.



INFORMACION GENERAL:

PROMOVENTE: **VICTOR M. RODRIGUEZ SANCHEZ.**

PROYECTO: **MAYAMAR DESARROLLO.**

SUPERFICIE DEL PREDIO: **0.3153 HA.**

SUPERFICIE CUSTF: **0.3042 HA.**

LOCALIDAD CERCANA: **PUERTO VALLARTA.**

MUNICIPÍO: **PUERTO VALLARTA.**

ESTADO: **JALISCO.**

Informacion geodesica:

Proyección:	UTM.
Fals Este:	500000.0
False Norte:	0.0.
Meridiano central:	-105.0.
Factor de escala:	0.9996.
Latitude de origen:	0.0.
Unidad linear:	Metros.
Cuadricula:	A cada 3,000 m.

SIMBOLOGIA:

- Localidad rural.
- Localidad urbana.
- Brecha de terraceria.
- Camino pavimentado.
- Curva a nivel base.
- Cuenca y Subcuenca
- Microcuenca.
- Cuerpo de agua.
- Corriente perenne.
- Corriente intermitente.
- Poligonal CUSTF.

Clima microcuenca:

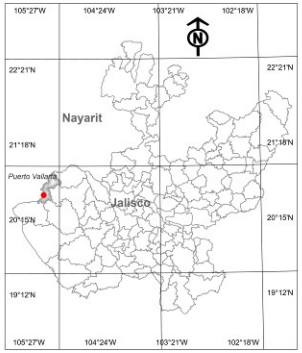
- Isoyetas.
- Isotermas.
- Calido subhumedo -Aw2(w).
- Semicalido subhumedo -(A)C(w2)(w).

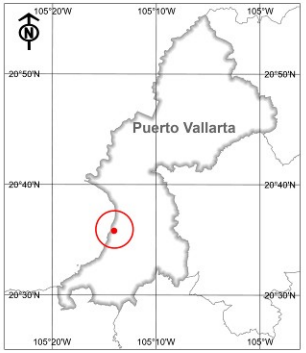
MAPA 4. CLIMA REPRESENTATIVO DE LA MICROCUENCA.

FORESTAL Y AMBIENTAL CONSULTORES

Fecha de elaboracion: mayo de 2024
Elaborado por: Forestal y Ambiental Consultores

MACROLOCALIZACION





IV.2.2.2. Fisiográficas de la Microcuenca (SA).

De acuerdo con la información publicada por INEGI (2000), escala 1:1,000,000, la zona del Proyecto y Microcuenca, hemos constatado que se localiza en la Provincia Sierra madre del Sur (XII), dentro de la Subprovincia Sierras de la costa de Jalisco y Colima (65) y dominada por un Sistema de topoformas conformada por Sierra alta compleja (100-0/01) y en menor proporción y la parte baja por llanura costera (526-0/03) (Mapa 5). En seguida se describen las principales características:

- ✓ **Provincia Sierra madre del Sur.**

Zona compleja, debido a la relación que guarda con la placa de cocos. A dicha placa se debe la fuerte sismicidad que se manifiesta en esta provincia, específicamente sobre las costas. Las rocas que sobreyacen a las rocas ígneas, son las sedimentarias del terciario superior (INEGI, 2000; 1981).

- ✓ **Subprovincia Sierras de la costa de Jalisco y Colima**

Es una franja irregular que atraviesa la provincia. Presenta formas volcánicas acumulativas originadas por emisión de lavas y ceniza, las cuales no se han sido transformadas por procesos exógenos, lo que significa que son relativamente nuevas. (INEGI, 2000).

- ✓ **Sierra alta compleja**

Sistema más grande, conformada por la Sierra de Vallejo, su Topografía es accidentada y se caracteriza por presentar una red hídrica amplio (INEGI, 2000).

IV.2.2.2.1. Grado de Pendiente (%) en la Microcuenca (SA) y proyecto.

La geomorfología es un elemento importante en el desarrollo del fenómeno hidrológico, por lo tanto, esta se refiere a las formas que se van presentan sobre la superficie terrestre, entre las que destacan la pendiente, área, perímetro etc (Campos, 1998).

Para determinar las pendientes de la Microcuenca, se apoyó con las curvas a nivel, escala 1:50,000 (f13c69) con un desnivel de 20 metros (INEGI, 2023). Para detallar la zona, se generaron curvas a nivel con un desnivel de 10 metros, el análisis se obtuvo con ArcGIS PRO 3.1, utilizando herramientas, para generar un archivo raster, tales como análisis-*3D Analyst* y manejo de datos (d*ata management-tin-create tin; y 3D Analyst Tools-conversion-from tin-tin to raster*). Posteriormente se extrajeron las curvas a nivel de 10 m y finalmente se volvió a generar un archivo tipo raster (MDE), mediante estas últimas curvas, con mejor detalle del relieve. Con este archivo se procedió a obtener valores de la pendiente de la MC.

Para su análisis se utilizó a herramienta de *Spatial Analyst Tool y Surface & Slope* (pendientes en porcentajes). Se realizó una reclasificación para manejar rangos de pendientes, utilizando la herramienta *Reclassify*. Con esta última se clasificaron los rangos de pendientes de 10%, obteniendo nuevamente un archivo raster, pero con los rangos de pendientes (%) que nos interese conocer dentro de la Microcuenca (Mapa 6).

Los resultados indican que Microcuenca (SA), presenta una dominancia con pendientes con un relieve muy escarpado (46%), y en zonas bajas se presentan relieves que van de moderado a escarpado, tal y como se muestra en la Tabla IV. 6.

Tabla IV.6. Pendiente (%) calculada para la Microcuenca (SA).

Numero	categoría	Superficie	Superficie	Tipo de
Valor	pendiente (%)	(ha)	(%)	relieve
1	0 a 10%	52	2.18	Ligero
2	10 a 20%	192	8.13	Moderado
3	20 a 30%	170	7.19	Accidentado
4	30 a 40%	179	7.57	Accidentado
5	40 a 50%	454	19.21	Accidentado
6	50 a 60%	227	9.62	Escarpado
7	60 a 70%	587	24.86	Muy Escarpado
8	70 a 80%	396	16.77	Muy Escarpado
9	80 a 90%	70	2.98	Muy Escarpado
10	90 a 100%	27	1.13	Muy Escarpado
11	> al 100%	8	0.36	Muy Escarpado
	Total	**2,361**	**100**	
		Superficie total SA	**1,961**	

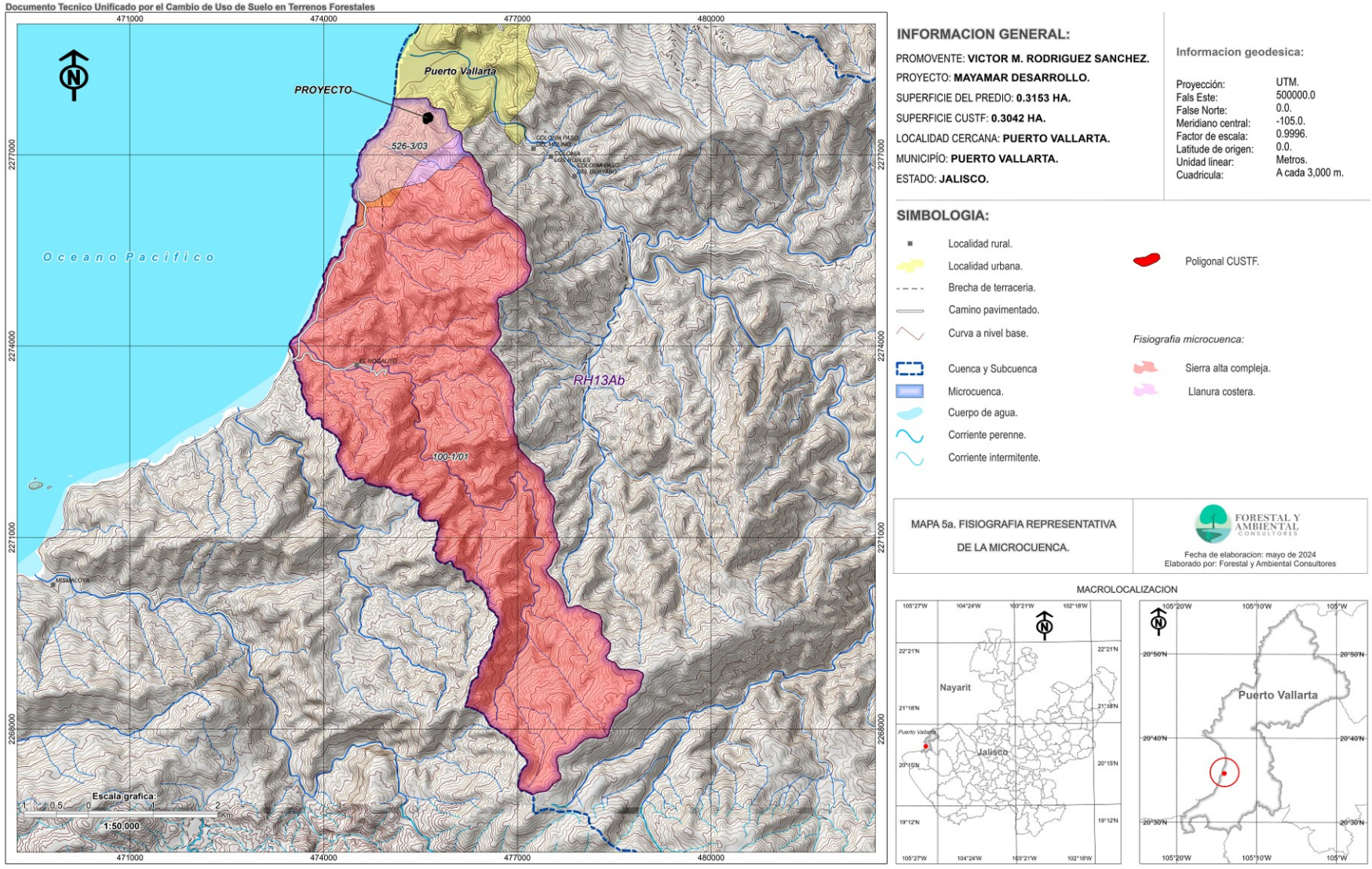
IV.2.2.3. Edafología de la Microcuenca (SA).

Su formación se debe a las interacciones de factores físicos, biológicos y el tiempo (INEGI, 2004). De acuerdo con los horizontes, propiedades y materiales de diagnósticos (procesos de formación), los cuales deben ser medibles y observables en campo (WRB, 2007).

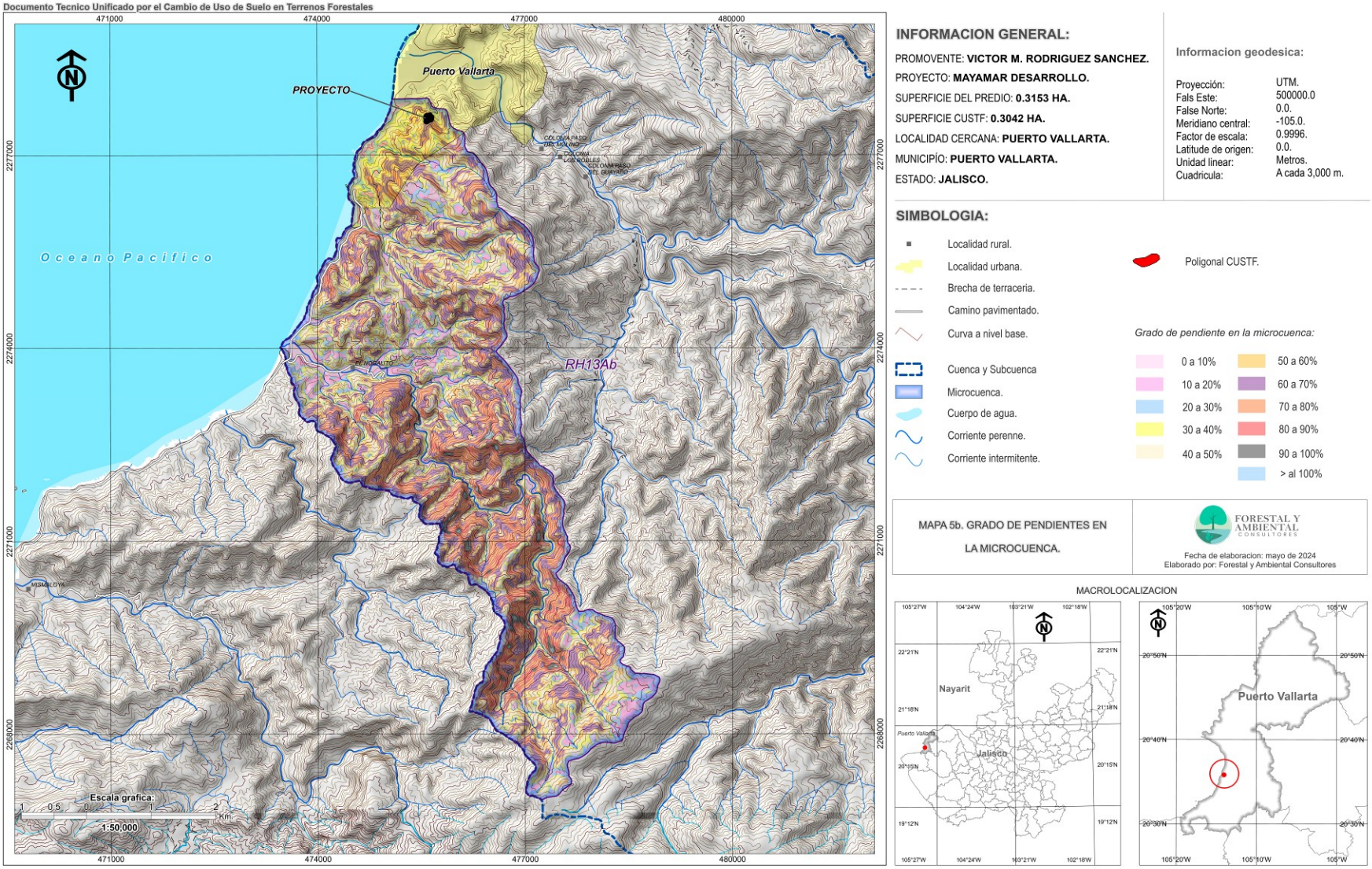
El estado, presenta condiciones de relieve accidentados de origen volcánico, con etapas geomorfológicas jóvenes como lo son la Sierra Madre Occidental y el Eje Neovolcánico, así como

etapas ya desarrolladas (maduros), como en la Sierra Madre del Sur. Estas condiciones y las diferencias altitudinales son las responsables de las variaciones de humedad y temperatura, así como los diferentes tipos de vegetación. Como consecuencia, la interacción de los factores con el material parental, a través del tiempo, han generado cambios en la formación de diversos tipos de suelo (INEGI, 2000).

Mapa 5a. Fisiografía representativos en la Microcuenca (SA) (Se anexa).


Documento Tecnico Unificado por el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales
471000
474000
477000
480000
2277000
2274000
2271000
2268000
PROYECTO
Puerto Vallarta
526-3/03
Oceano Pacifico
EL NOGALITO
RH13Ab
100-1/01
MISAMLOYA
Escala grafica:
1 0.5 0 1 2 km
1:50,000
INFORMACION GENERAL:
PROMOVENTE: VICTOR M. RODRIGUEZ SANCHEZ.
PROYECTO: MAYAMAR DESARROLLO.
SUPERFICIE DEL PREDIO: 0.3153 HA.
SUPERFICIE CUSTF: 0.3042 HA.
LOCALIDAD CERCANA: PUERTO VALLARTA.
MUNICIPÍO: PUERTO VALLARTA.
ESTADO: JALISCO.
Informacion geodesica:
Proyección: UTM.
Fals Este: 500000.0
False Norte: 0.0.
Meridiano central: -105.0.
Factor de escala: 0.9996.
Latitude de origen: 0.0.
Unidad linear: Metros.
Cuadricula: A cada 3,000 m.
SIMBOLOGIA:
Localidad rural.
Localidad urbana.
Brecha de terracería.
Camino pavimentado.
Curva a nivel base.
Cuenca y Subcuenca
Microcuenca.
Cuerpo de agua.
Corriente perenne.
Corriente intermitente.
Poligonal CUSTF.
Fisiografia microcuenca:
Sierra alta compleja.
Llanura costera.
MAPA 5a. FISIOGRAFIA REPRESENTATIVA DE LA MICROCUENCA.
FORESTAL Y AMBIENTAL CONSULTORES
Fecha de elaboracion: mayo de 2024
Elaborado por: Forestal y Ambiental Consultores
MACROLOCALIZACION
Nayarit
Jalisco
Puerto Vallarta
Puerto Vallarta

Mapa 5b. Distribución de pendientes (%) en la Microcuenca (SA) (Se anexa).


Documento Tecnico Unificado por el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales
PROYECTO
Puerto Vallarta
Oceano Pacifico
RH13Ab
Escala grafica:
1:50,000
INFORMACION GENERAL:
PROMOVENTE: VICTOR M. RODRIGUEZ SANCHEZ.
PROYECTO: MAYAMAR DESARROLLO.
SUPERFICIE DEL PREDIO: 0.3153 HA.
SUPERFICIE CUSTF: 0.3042 HA.
LOCALIDAD CERCANA: PUERTO VALLARTA.
MUNICIPÍO: PUERTO VALLARTA.
ESTADO: JALISCO.
Informacion geodesica:
Proyección: UTM.
Fals Este: 500000.0
False Norte: 0.0.
Meridiano central: -105.0.
Factor de escala: 0.9996.
Latitude de origen: 0.0.
Unidad linear: Metros.
Cuadricula: A cada 3,000 m.
SIMBOLOGIA:
Localidad rural.
Localidad urbana.
Brecha de terraceria.
Camino pavimentado.
Curva a nivel base.
Cuenca y Subcuenca
Microcuenca.
Cuerpo de agua.
Corriente perenne.
Corriente intermitente.
Poligonal CUSTF.
Grado de pendiente en la microcuenca:
0 a 10%
10 a 20%
20 a 30%
30 a 40%
40 a 50%
50 a 60%
60 a 70%
70 a 80%
80 a 90%
90 a 100%
> al 100%
MAPA 5b. GRADO DE PENDIENTES EN LA MICROCUENCA.
FORESTAL Y AMBIENTAL CONSULTORES
Fecha de elaboracion: mayo de 2024
Elaborado por: Forestal y Ambiental Consultores
MACROLOCALIZACION
Nayarit
Jalisco
Puerto Vallarta

Como es sabido, las características de los suelos se pueden ver afectada por limitantes físicas, como el estrato rocoso (lítica) el cual determina las variaciones de espesor, la pedregosidad, y la química, las cuales impiden la capacidad para el desarrollo de actividades agrícolas. Estas se clasifican es Lítica (L) a menos de 50 cm., de profundidad y Lítica-profunda (LP) hasta 70 cm., limitada por roca madre. Las fases físicas indican la presencia de fragmentos de roca o materiales cementados que limitan el uso de la maquinaria agrícola y la penetración de las raíces del suelo (INEGI, 2000).

La estabilidad de estos se debe, a las características de textura y fases físicas. La textura, indica el tamaño de las partículas. El número 1 en la carta de suelos, significa que son suelos arenosos de textura gruesa (con más de 65% de arena). El 2, suelos de textura media, francos, equilibrados en el contenido de arena, arcilla y limo**.** Y el 3 son suelos arcillosos de textura fina (con más de 35% de arcilla), mal drenaje, baja porosidad, son por lo general duros al secarse, se inundan fácilmente y son menos favorables al laboreo (INEGI, 2000).

De acuerdo con la clasificación oficial (INEGI, 1971; 2005; 2015), el suelo dominante en la Microcuenca es Feozem háplico, seguido por Cambisol eutrico, y en menor proporción Regosol eutrico y Solonchak gleyico (Tabla IV.7; Mapa 7). En seguida se describen brevemente sus características y sus combinaciones presentes en la Microcuenca (SA).

1. Feozem háplico (Hh+Re/2)

Son suelos pardos, con una capa superficial color oscura, suave, rica en materia orgánica, resultado de una fuerte actividad biológica. De profundidad variable, los más profundos se

encuentran en zonas planas y los menos profundos, se localizan, en laderas con pendientes fuertes, limitándolos la roca, por lo tanto (INEGI, 2005).

La clave es **Hh+Re/2**, siendo Feozem háplico dominante, con una subunidad de Regosol eutrico, de clase textural media (2), equilibrados en cuanto al contenido de área, limo y arcilla, denominados francos, buen drenaje y porosidad en sus estructuras (Tabla IV.7a.).

Perfil representativo para Feozem háplico:

- ✓ **Horizonte A11**

Profundidad 0 a 22 cm. Color gris oscuro en húmedo. De textura Franca. Drenaje interno drenado (INEGI, 2000).

- ✓ **Horizonte A12**

Profundidad de 22 a 42 cm. Color gris oscuro en húmedo. Textura franca. Estructura en bloques subangulares y desarrollo débil. Drenaje interno drenado (INEGI, 2000).

Tabla IV.7a. Características principales del horizonte Feozem háplico.

Atributo	**Valor**	
Horizonte	**A11**	**A12**
Profundidad (cm)	0-22	22-46
Textura:		
% de arcilla	20	20
% de limo	46	40
% de arena	34	40
Clasificación textural	C	C
Color en húmedo	10YR 3/1	10YR 3/1
Conductividad eléctrica (mmhos/cm)	< 2.0	< 2.0
pH en agua relación 1:1	6.2	6.9
% de materia orgánica	4.2	2.3
C.I.C.T. (meq/100 g)	13.8	8.5
Cationes intercambiables:		
Potasio (meq/100 g)	0.5	0.2

Calcio (meq/100 g)	10.2	7
Magnesio (meq/100 g)	1.9	1.2

Estabilidad edafológica de Feozem háplico.

La susceptibilidad para erosionar es alta, tomando en cuenta que el relieve presente va de ligeramente inclinada a escarpada, presentan una estabilidad de media (INEGI, 2000; 2005).

2. Regosol eutrico (Re/2)

Suelos sueltos, poco desarrollados y no presentan capas bien diferenciadas. Regularmente son claros y pobres en materia orgánica, muy parecidos a la roca que los forma. La clave es **Re/2**, de clase textural media (2), equilibrados, denominados francos, buen drenaje y porosidad en sus estructuras (Tabla IV.7c.) (INEGI, 2000; 2005).

Perfil representativo para Regosol eutrico:

Horizonte A1

Con una profundidad que va de 0 a 20 cm. De color pardo oscuro en húmedo. De textura franca. Consistencia blanda en seco y friable en húmedo. Raíces finas y muy finas muy escasas. Drenaje interno drenado (INEGI, 2000).

Estabilidad edafológica de Regosol eutrica.

La susceptibilidad para erosionar puede ser alta, tomando en cuenta pendientes que van de ligeramente inclinada a escarpada, presentan una estabilidad de baja (INEGI, 2000; 2005).

Tabla IV.7b. Características principales del horizonte Regosol eutrico.

ATRIBUTO	VALOR
HORIZONTE	**A1**
Profundidad (cm)	0-20
Textura:	
% de arcilla	26
% de limo	36
% de arena	38
Clasificación textural	C
Color en húmedo	7.5YR 4/2
Conductividad eléctrica (mmhos/cm)	< 2.0
pH en agua relación 1:1	5.5
% de materia orgánica	**1.8**
C.I.C.T. (meq/100 g)	13
Cationes intercambiables:	
Potasio (meq/100 g)	0.9
Calcio (meq/100 g)	4.4
Magnesio (meq/100 g)	2.6
Sodio (meq/100 g)	0.2
% saturación de bases	> 50

IV.2.2.3.1. Estimación de la pérdida de suelos en la Microcuenca (SA).

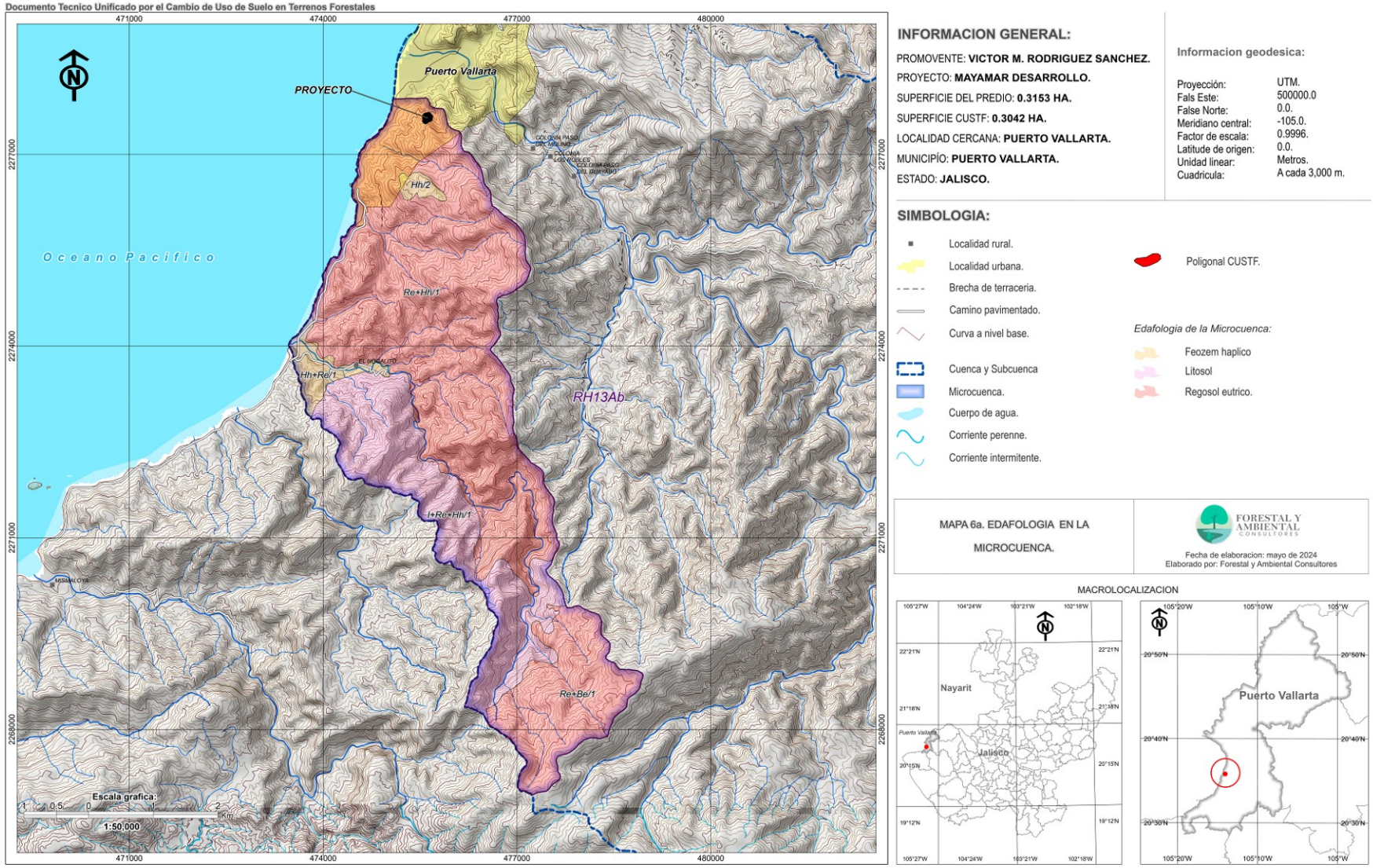
Para estimar un aproximado de la degradación hidrológica del suelo en la Microcuenca, se siguió el método de la *Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE, siglas en inglés)*. Se empleo información generada a nivel nacional, la cual estandariza algunos valores para la aplicación simplificada de la ecuación. Aunque se sugiere emplear la modificación propuesta por la *FAO Provisional Methodology of soil degradation assesment,* con fines comparativos en la determinación de pérdida de suelos (FAO, 1979; Cortes-Becerra, 2012).

La metodología establece criterios para calcular el grado de erosión actual de los terrenos, considerando un perfil representativo de condiciones de sitio estables, donde la erosión del suelo se considera como normal, de acuerdo con el tipo y profundidad del suelo, con pérdidas menores de 2.0 cm de espesor. La metodología comprende cinco etapas;

1. Fase de Reconocimiento.

Mediante imágenes de satélite, se hace un reconocimiento del área, tomando en cuenta el comparativo con imágenes de épocas anteriores, y se seleccionan sitios representativos, para el muestreo de campo, para que al final se genere una carta de vegetación.

Mapa 6a. Edafológicas en la Microcuenca (SA) (Se anexa).


Documento Tecnico Unificado por el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales
471000
474000
477000
480000
2277000
2274000
2271000
2268000
PROYECTO
Puerto Vallarta
Hh/2
Re+Hh/1
Hh+Re/1
RH13Ab
I+Re+Hh/1
Re+Be/1
Oceano Pacifico
EL MORALITO
MISMALOYA
Escala grafica:
1 0.5 0 1 2 Km
1:50,000
INFORMACION GENERAL:
PROMOVENTE: VICTOR M. RODRIGUEZ SANCHEZ.
PROYECTO: MAYAMAR DESARROLLO.
SUPERFICIE DEL PREDIO: 0.3153 HA.
SUPERFICIE CUSTF: 0.3042 HA.
LOCALIDAD CERCANA: PUERTO VALLARTA.
MUNICIPÍO: PUERTO VALLARTA.
ESTADO: JALISCO.
Informacion geodesica:
Proyección: UTM.
Fals Este: 500000.0
False Norte: 0.0.
Meridiano central: -105.0.
Factor de escala: 0.9996.
Latitude de origen: 0.0.
Unidad linear: Metros.
Cuadricula: A cada 3,000 m.
SIMBOLOGIA:
Localidad rural.
Localidad urbana.
Brecha de terraceria.
Camino pavimentado.
Curva a nivel base.
Cuenca y Subcuenca
Microcuenca.
Cuerpo de agua.
Corriente perenne.
Corriente intermitente.
Poligonal CUSTF.
Edafologia de la Microcuenca:
Feozem haplico
Litosol
Regosol eutrico.
MAPA 6a. EDAFOLOGIA EN LA MICROCUENCA.
FORESTAL Y AMBIENTAL CONSULTORES
Fecha de elaboracion: mayo de 2024
Elaborado por: Forestal y Ambiental Consultores
MACROLOCALIZACION
Nayarit
Jalisco
Puerto Vallarta
Puerto Vallarta

2. Fase de Identificación.

Parte de la delimitación de Microcuencas y regiones fisiográficas, estableciendo los sitios de muestreo; se toma en cuenta la frecuencia y superficie ocupada por las unidades cartográficas de dinámica vegetal.

3. Análisis Sistemático.

Se concreta el análisis de la información de campo a la Microcuenca y se clasifican las áreas de muestreo, tomando como base las clases de erosión de FAO, 1954. El marco de muestreo lo darán las Microcuencas, a partir de una dinámica vegetal por área de muestreo.

4. Clasificación de las unidades cartográficas.

Con el análisis sistemático de las áreas muestreadas, se realiza extrapolación de la clasificación de erosión actual, al resto de las unidades con dinámica vegetal homogénea, conforma al marco de muestreo establecido.

✓ **Determinación de áreas y niveles de erosión actual del suelo.**

Mediante ArcGis Pro, se ha podido estandarizar procedimientos de cálculo de superficies y valores de clase de erosión; depuración de la información, eliminando áreas no cartografiables a la escala de edición (Tabla IV.8).

Tabla IV.8. Sistema de Clasificación de la Erosión (FAO 1954).

Clase	Nombre de la clase	Definición de la clase
A	Erosión no manifiesta	La capa superficial del suelo se ha perdido en menos del 25% pero se admite un 10% de la superficie del área con grado de erosión B o C.
A/B	Erosión leve	La capa superficial del suelo se ha perdido en menos del 25% pero se tiene de un 10% a un 25% de la superficie del área con erosión B o C.
B	Erosión moderada	La capa superficial del suelo se ha perdido de un 25% a un 75% pero se admite de un 10% de la superficie del área con erosión A o C.

B/C	Erosión severa	La capa superficial del suelo se ha perdido de un 25 al 75% pero se tiene de un 10 a un 25% de la superficie del área con erosión A o C.
C	Erosión muy severa	La capa superficial del suelo se ha perdido en un 75% y se admite un 25% de la superficie del área con erosión A o B.

IV.2.2.3.1.1. Procedimiento para calcular el valor aproximado de la pérdida de suelo por la acción del agua en la Microcuenca (SA).

EL siguiente procedimiento se siguió en base a la ecuación universal de pérdidas de suelo (EUPS) de Wischmeier y Smith (1979) modificada, la cual se expresa de la siguiente manera:

$$E = R * K * LS * C * P$$

Dónde:

E.- Pérdida de suelo (Ton/ha/año).

R.- Erosividad de la lluvia (Mj/mm/ha/hr/año).

K.- Erodabilidad del suelo (Ton/ha/Mj/mm/).

L.- Longitud de la pendiente (m).

S.- Grado de pendiente (%).

C.- Cubierta vegetal (Adimensional).

P.- Práctica de conservación del suelo (Adimensional).

Se utilizaron los datos de las tablas de la metodología que se adaptó para México (Cortes. 1991; citado por Bueno-Hurtado *et al*, 2016*)*, lo que implico elaborar una plantilla en Excel para su cálculo y se obtuvo un solo valor de perdida de suelo.

Para generar un mapa de **zonificación de degradación del suelo**, se realizó el mismo procedimiento, utilizando la ecuación mencionada, para construir los archivos tipos raster, y de

esta manera interpretar dicha situación. Para el análisis espacial se utilizó **ArcGIS PRO 3.1** (**Anexo 1 y 2**), utilizando la herramienta de Algebra de mapas (Map algebra) se aplicó la formula con los factores calculados en archivos raster (Hope, 2010; Montes-Leon *et al*, 2011; Navarro, *et al*, 2012; Bueno-Hurtado *et al*, 2016).

Se apoyo con una base de datos de precipitación y temperatura, de las estaciones meteorológicas cercanas a la Microcuenca (SA), un MDE (tipo raster) escala 1:50,000, así como archivos vectoriales publicados por INEGI (2001; 2010; 2016), todo esto como insumos para el análisis.

Con ArcGIS PRO 3.1, se estimaron los valores morfometricas de la Microcuenca, y posteriormente estos fueron utilizados para el cálculo en una hoja de Excel, siguiendo cada una de las ecuaciones sugeridas.

En seguida se describe el cálculo para cada uno de los factores necesarios para el análisis:

1. Factor R de erosividad de la lluvia. Conocido como índice de Wischmeier (Wischmeier y Smith, 1978), y se define como la suma del producto de la energía cinética total y la intensidad máxima en treinta minutos por evento, el cual se expresa de la siguiente manera;

$$EL = (Ec) * I_{30}$$

Dónde:

EI_{30}= Índice de erosividad para un evento en MJ mm/ha h.

Ec= Energia cinética total de la lluvia en MJ/ha.

I_{30}= Intensidad máxima de la lluvia en 30 minutos en mm/h.

El cálculo anterior, corresponde a la energía cinética, requiere de la intensidad de la lluvia, sin embargo, como no se cuenta con información registrada por pluviográficos, se tomó en cuenta la información publicada por Cortés (1991).

Dicho estudio regionalizó el territorio nacional en 14 áreas y mediante análisis de regresión estimó el valor de **R** en función de la precipitación anual (P). Revisando el mapa se identificó que la Microcuenca (SA) se encuentra dentro de la región X (Tabla IV.91), quedando la siguiente ecuación para el cálculo del factor R.:

$$R=(6.6938*P)+¿$$

Dónde:

R= Erosividad de la lluvia (MJ mm / ha hr año).

P= Precipitación anual (mm).

Tabla IV.9. Valores determinados por Cortes (1991) para diferentes regiones de México.

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

El índice de erosividad se clasifica y expresa la agresividad de la lluvia para provocar la erosión del suelo, generando pérdidas que quedan definidas dentro de los rangos señalados en la siguiente Tabla (FAO, 1998).

Tabla IV.10. Clasificación de la agresividad de la lluvia en la erosión del suelo*

Valor (ton/ha/año)	Grado de erodabilidad
< a 2	Nula
2 a 10	Ligera
10 a 50	Moderada
50 a 200	Alta
>a 200	Muy alta

*Citado por Montes-León *et al*, (2011)

2. Factor K. Este factor ayuda a determinar la susceptibilidad de un suelo a ser erosionado y esta se encuentra relacionado con las propiedades del suelo, como la textura, contenido de materia orgánica, contenido de humedad y su estructura principalmente (Martínez et *all*.2001). Para esto se tomó en cuenta la unidad de suelo y la textura superficial de acuerdo con la clasificación hecha por la FAO (Tabla IV. 11), considerando los datos de suelos publicados por INEGI (1971).

Para este caso, la Microcuenca presenta cuatro condiciones edafológicas y en base a las especificaciones señaladas en la Tabla IV.12, se procedió a dar los valores correspondientes del factor K.

Tabla IV.11. Erosionabilidad de los suelos (K), acorde a la textura y contenido de materia orgánica.

Textura	Porcentaje de materia orgánica		
	0.0-0.5	0.5-2.0	2.0-4.0
Arena.	0.005	0.003	0.002
Arena fina.	0.016	0.014	0.010
Arena muy fina.	0.042	0.036	0.028
Arena migajosa.	0.012	0.010	0.008
Arena fina migajosa.	0.024	0.020	0.016
Arena muy fina migajosa.	0.044	0.038	0.030
Migajón arenoso.	0.027	0.024	0.019
Migajón arenoso fina.	0.035	0.030	0.024

Migajón arenoso muy fina.	0.047	0.041	0.033
Migajón.	0.038	0.034	0.029
Migajón limoso.	0.048	0.042	0.033

Continua…

Tabla IV.11. Erosionabilidad de los suelos (K), acorde a la textura y contenido de materia orgánica.

Textura	Porcentaje de materia orgánica		
	0.0-0.5	0.5-2.0	2.0-4.0
Limo.	0.060	0.052	0.042
Migajón arcillo arenosa.	0.027	0.025	0.021
Migajón arcilloso.	0.028	0.025	0.021
Migajón arcillo limosa.	0.037	0.032	0.026
Arcillo arenosa.	0.014	0.013	0.012
Arcillo limosa.	0.025	0.023	0.019
Arcilla.	0.013 - 0.029		

3. Factor LS: Es la longitud y grado de pendiente. La longitud de la pendiente (L) es la distancia desde el punto de origen del escurrimiento superficial, al punto donde el grado de la pendiente decrece lo suficiente para que se depositen los sedimentos. El factor S es el grado de inclinación de la pendiente.

Para determinar cada factor se utiliza la siguiente formula;

Para ***L***: $L=\left(\frac{\lambda}{22.13}\right)^{M}$ y para ***S*** $S=0.065+0.45\,s+0.0065^{2}$

Para calcularlo en conjunto:

$$S=\lambda^{m}¿$$

Dónde:

L= Factor longitud de la pendiente (adimensional).

S= Factor por grado de pendiente (adimensional).

λ =Longitud de la pendiente (metros).

m= Coeficiente que depende del grado de pendiente (el cual puede variar de 0.2 a 0.5) de acuerdo con la Tabla IV.12.

s= Grado de pendiente (%).

Tabla IV.12. Valores del coeficiente de acuerdo con el grado de pendiente.

Grado de pendiente (%)	Valor que debe tomar m
<1	0.2
1 a 3	0.3
3 a 5	0.4
>5	**0.5**

Las características morfometricas de la Microcuenca (SA) se mencionan en la Tabla IV.17.

4. Factor C. Se refiere a la capacidad de la vegetación para amortiguar el efecto de desprendimiento de partículas de suelo por las gotas lluvia y para impedir el arrastre de sedimentos con el escurrimiento superficial (Martínez *et all*., 2001).

Para el determinar el grado de perturbación de la vegetación en la Microcuenca (SA), se apoyó con información de la cobertura arbórea, con la que se pudo obtener la superficie cubierta por vegetación por hectárea y en base al porcentaje de cobertura determinada se tomó el factor de ***C*** de acuerdo con la Tabla IV.13. El uso de suelo existe en la Microcuenca (SA), se presenta en la Tabla IV.14.

Tabla IV.13. Valores para tomar en cuenta para el Factor ***C.***

Cultivo	Nivel de productividad		
	Alto	Moderado	Bajo
Maíz	0.54	0.62	0.80
Maíz labranza cero	0.05	0.1	0.15
Maíz rastrojo	0.10	0.15	0.20
Algodon	0.30	0.42	0.49
Pastizal	0.004	0.01	0.10
Alfalfa	0.020	0.05	0.10
Trébol	0.025	0.05	0.10
Sorgo grano	0.43	0.55	0.70

Sorgo grano rastrojo	0.11	0.18	0.25
Soya	0.48		
Soya después de maíz con rastrojo	0.18		
Trigo	0.15	0.38	0.53

Tabla IV.13. Valores para tomar en cuenta para el Factor ***C.***

Cultivo	**Nivel de productividad**		
	Alto	**Moderado**	**Bajo**
Trigo rastrojo	0.10	0.18	0.25
Bosque natural	**0.001**	0.1	0.10
Sabana en buenas condiciones	0.01	0.54	
Sabana sobrepastoreada	0.1	0.22	
Maíz-sorgo, mijo	0.4 a 0.9		
Arroz	0.1 a 0.2		
Algodón, tabaco	0.5 a 0.7		
Cacahuate	0.4 a 0.8		
Palma, cacao, café	0.1 a 0.3		
Piña	0.1 a 0.3		

Tabla IV.14. Datos uso de suelo y vegetación presentes en la Microcuenca.

Condición	**Factor C**	**Sup. (ha)**	**Microcuenca**
			(SA)
Bosque de encino-pino	0.001	477.0	Mismaloya-El Nogalito
Selva mediana subcaducifolia	0.001	1,725.0	Mismaloya-El Nogalito
Sin vegetacion aparente	0.400	37.5	Mismaloya-El Nogalito
Zona urbana	0.800	121.2	Mismaloya-El Nogalito
Promedio	**0.301**	**2,361**	

IV.2.2.2.3.1.2. Resultados de la pérdida y grados de erosión de los suelos en la Microcuenca y las causas que la originan.

Se obtuvieron los valores de precipitación de las estaciones meteorológicas distribuidas en la zona para el análisis con ArcGIS PRO (estación 14339, 14081, 14059, 18030 y 18021). Mientras que para la estimación directa se tomaron los datos de precipitación de la estación 14339 (Tabla IV.15; 16), por ser la más cercana la Microcuenca.

La información se consultó la página de la CONAGUA (2023), correspondientes a una base de datos normales registrados de 1951 al 2010. La información morfológicos de la Microcuenca (SA), se presentan en la Tabla IV.17.

Tabla IV.15. Datos generales de las condiciones hidrológicas donde se encuentra el Proyecto.

Región hidrológica	Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Sup. Microcuenca (Ha)
RH13	Rio Cuale-Pitillal (A)	Rio Cuale (b)	Mismaloya-El Nogalito (005)	2,361

Tabla IV.16. Datos de la precipitación y temperatura media, de la estación meteorológica más cercana a la Microcuenca.

Nombre	Coordenadas UTM		A.S.N.M.	Precipitación	Temperatura	Nombre	Clave
Microcuenca	X	Y	Z	Total anual (mm)	Media (°C)	Estación	
Mismaloya-El Nogalito	477074	2277496	53	1,667.4	22.7	El Cuale	005
Ixtapa	478479	2292125	19	1,093.3	26.1	La Desembocada	002
El Tuito	465957	2246893	600	1,745.9	22.4	El Tuito	008
Ixtapa	473814	2294575	20	1,075.8	27.4	San Jose del Valle	002
La Gloria	487890	2313043	56	1,577.6	26.1	Las Gaviotas	013
		Promedio		**1,432.0**	**24.9**		

Tabla IV.17. Parámetros morfometricos de la Microcuenca.

Descripción	Unidad	Valor
Superficie:		
Área	Km²	23.611
Perimetro	Km	29.761
Cotas:		
Cota máxima	metros	1,300
Cota mínima	metros	10
Centroide (wgs84, UTM 13 N)		
X Centroide	metros	476040.3
Y Centroide	metros	2272803.6
Z Centroide	m.s.n.m.	280
Altitud:		
Altitud media	m.s.n.m.	606
Altitud más frecuente	m.s.n.m.	540
Pendiente:		
Pendiente promedio MC:	%	16.3
Red hidrica:		
Longitud del cuerpo principal	Km	12.929
Orden de la red hídrica	No.	4
Longitud de la red hídrica	Km	40.276

Pendiente promedio de la red hídrica		16.3
Otros parámetros:		
Tiempo de concentración	Min	7
Pendiente del cauce principal	%	16.3
Longitud de la MC:	Km	7.900

- ✓ **Desarrollo de la ecuación y estimación de la erosión hídrica en la Microcuenca y el proyecto**.

Para estimar la degradación de los suelos, es importante calcular una aproximación de la pérdida de suelo de los terrenos forestales. La pérdida de suelo (**PS**) se compara con la tasa de formación del suelo (**TFS**) de acuerdo con las siguientes expresiones:

1. PS > TFS Degradación
2. PS = TFS Equilibrio
3. PS < TFS Formación

Formula a seguir para el cálculo es: $E = R * K * LS * C * P$

Dónde:

E = Erosión del suelo t/ha año.

R = Erosividad de la lluvia. Mj/hamm/hr.

K = Erosionabilidad del suelo.

LS = Longitud y Grado de pendiente.

C = Factor de vegetación.

P = Factor de prácticas mecánicas

1. La erosión potencial se determina de la siguiente manera:

$$Ep = R * K * LS$$

Factores considerados como inmodificables.

1. Estimación del factor R (Erodavilidad de la lluvia) para la Microcuenca (Anexo 2.1; 3.2.1).

La fórmula para el cálculo directo es: $R=¿$

Dónde:

R= Erodavilidad de la lluvia Mj/ha mm/hr.

P= Precipitación total Tabla IV.18 (1,667.4 mm).

Calculo;

$R=¿$ = $R=¿$

$R=(11{,}494.72+1{,}228.858)$ = $R=12{,}723.58\frac{Mj}{ha}mm/hr$

Tabla IV.18. Valores calculados del factor de erodabilidad por la acción de la lluvia "*R*".

Microcuenca (SA)	Precipitación	Factor de erodabilida de la Lluvia
	(mm)	R
Mismaloya y el nogalito	1,667.4	12,723.58

Por otro lado, el análisis con el **apoyo de ArcGIS PRO 3.1**, se obtuvo el **factor R**, en un archivo raster para la Microcuenca, mediante los siguientes pasos;

1) Se ubicaron las estaciones meteorológicas 14339, 14081, 14059, 18030 y 18021, así como la información y de la Precipitación total y temperatura media de cada una. Dicha información se capturo en Excel y posteriormente fue exportada a ArcGIS PRO conformando un archivo formato Shape (Figura IV.1).

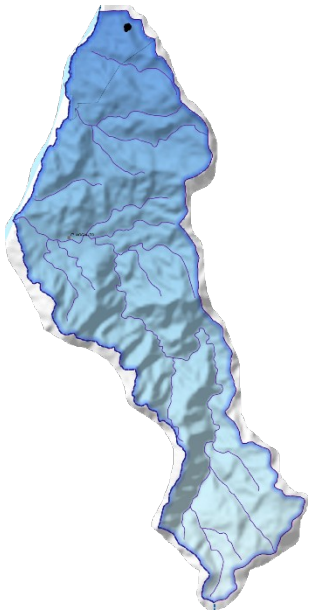


Figura IV.1. Resultado del valor de R, en la MC, utilizando la precipitación media, mediante una interpolación (método Spline).

Con ArcGIS PRO, se realizó una Interpolación (Spatial Analyst Tools>Interpolation>Spline). Esto para obtener un archivo tipo raster a partir de puntos, utilizando una técnica de curvatura mínima bidimensional, resultando una superficie suave que paso por estos puntos (ESRI, 2024). Para la interpolación se utilizó el campo de Precipitación (P) que contiene la Tabla de atributos del archivo Shape. El resultado de la interpolación es un raster que contiene información de la intensidad de la Precipitación para la Microcuenca (valor de R).

2. Estimación factor K (susceptibilidad de erodabilidad del suelo) (Anexo 2;3.2).

Se consideró la información de la textura del suelo (INEGI, 2000), como se muestra en la Tabla IV.11. A cada tipo de suelo, de acuerdo con sus propiedades de textura y contenido de materia orgánica, se le asignó un valor de *K* (Tabla IV.19). Al final se determinó un valor promedio del valor de *K*, para aplicarlo a la formula correspondiente. La información edafológica se obtuvo de la carta

edafología escala 1:50000, f13c69 (CETENAL, 1971) y de los perfiles de suelos publicados por INEGI (2000).

La Tabla IV.19, muestra la clasificación del suelo de la Microcuenca (SA) y su valor correspondiente a cada tipo de suelo. Estos últimos utilizados para el cálculo.

Tabla IV.19. Valores de las unidades de suelo distribuidas en la Microcuenca.

Tipo de suelo	Textura	Factor K	Microcuenca (SA)
Litosol	Migajon arcilloso	0.034	Mismaloya-El nogalito
Feozem haplico	Migajon arcilloso	0.021	Mismaloya-El nogalito
Regosol eutrico	Migajon arcilloso	0.021	Mismaloya-El nogalito
Promedio factor *K*		**0.025**	

El proceso para estimar el **factor K** mediante **ArcGIS PRO 3.1**: fue una interpolación, para esto se capturaron los valores los tipos de suelos y sus características de textura, contenido de materia orgánica y el valor del factor K correspondiente

Esta información se exporto a ArcGIS PRO generando un archivo tipo Shape de un total de 80 puntos con información referente (Tabla IV.20). Una vez concentrado la base de datos, se realizó la interpolación (Spatial Analyst Tools>Interpolation>IDW). Con este método se genera un archivo raster (Figura IV.2), a partir de puntos utilizando una técnica de la interpolación de distancia inversa ponderada (IDW), el método presupone que la variable que se representa

cartográficamente disminuye su influencia a mayor distancia desde su ubicación de muestra (ESRI, 2023).

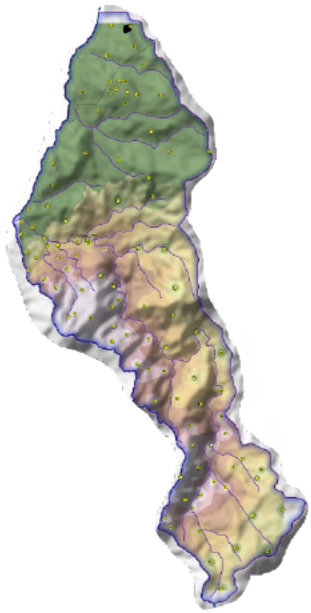


Figura. IV.2. Proceso para el valor de K en formato raster, utilizando una interpolación mediante el método IDW, asignado a los tipos de suelos en la zona.

Tabla IV.20. Información del tipo de suelo de la zona para determinar el factor K en ArcGIS PRO.

Id	Coordenada UTM		Clave	Suelo	Textura	Textura			Contenido	Permeabilidad	Factor
	X	Y		dominante		Arena	Limo	Arcilla	M.O		K
1	475314	2277636	R+Hhe/1	Regosol eutrico	Migajon arcillosa	34	36	30	2.9	Moderamente permeables	0.021
2	475727	2277248	R+Hhe/1	Regosol eutrico	Migajon arcillosa	34	36	30	2.9	Moderamente permeables	0.021
3	475679	2277629	R+Hhe/1	Regosol eutrico	Migajon arcillosa	34	36	30	2.9	Moderamente permeables	0.021
4	475219	2277089	R+Hhe/1	Regosol eutrico	Migajon arcillosa	34	36	30	2.9	Moderamente permeables	0.021
5	474782	2276406	R+Hhe/1	Regosol eutrico	Migajon arcillosa	34	36	30	2.9	Moderamente permeables	0.021
6	475076	2276073	R+Hhe/1	Regosol eutrico	Migajon arcillosa	34	36	30	2.9	Moderamente permeables	0.021
7	475457	2275160	R+Hhe/1	Regosol eutrico	Migajon arcillosa	34	36	30	2.9	Moderamente permeables	0.021
8	475576	2276208	R+Hhe/1	Regosol eutrico	Migajon arcillosa	34	36	30	2.9	Moderamente permeables	0.021
9	474211	2274684	R+Hhe/1	Regosol eutrico	Migajon arcillosa	34	36	30	2.9	Moderamente permeables	0.021
10	474226	2275089	R+Hhe/1	Regosol	Migajon arcillosa	34	36	30	2.9	Moderamente permeables	0.021

				eutrico							
11	474830	2275295	R+Hhe/1	Regosol eutrico	Migajon arcillosa	34	36	30	2.9	Moderamente permeables	0.021
12	474465	2274041	R+Hhe/1	Regosol eutrico	Migajon arcillosa	34	36	30	2.9	Moderamente permeables	0.021
13	474107	2274311	R+Hhe/1	Regosol eutrico	Migajon arcillosa	34	36	30	2.9	Moderamente permeables	0.021
14	475806	2273541	R+Hhe/1	Regosol eutrico	Migajon arcillosa	34	36	30	2.9	Moderamente permeables	0.021
15	476560	2270763	R+Hhe/1	Regosol eutrico	Migajon arcillosa	34	36	30	2.9	Moderamente permeables	0.021
16	476989	2270667	R+Hhe/1	Regosol eutrico	Migajon arcillosa	34	36	30	2.9	Moderamente permeables	0.021
17	477378	2270905	R+Hhe/1	Regosol eutrico	Migajon arcillosa	34	36	30	2.9	Moderamente permeables	0.021
18	477378	2271620	R+Hhe/1	Regosol eutrico	Migajon arcillosa	34	36	30	2.9	Moderamente permeables	0.021
19	476917	2271985	R+Hhe/1	Regosol eutrico	Migajon arcillosa	34	36	30	2.9	Moderamente permeables	0.021
20	476314	2273517	R+Hhe/1	Regosol eutrico	Migajon arcillosa	34	36	30	2.9	Moderamente permeables	0.021
21	476092	2274485	R+Hhe/1	Regosol eutrico	Migajon arcillosa	34	36	30	2.9	Moderamente permeables	0.021
22	475433	2274414	R+Hhe/1	Regosol eutrico	Migajon arcillosa	34	36	30	2.9	Moderamente permeables	0.021
23	476028	2274835	R+Hhe/1	Regosol eutrico	Migajon arcillosa	34	36	30	2.9	Moderamente permeables	0.021

Continua…

Tabla IV.20. Información del tipo de suelo de la zona para determinar el factor K en ArcGIS PRO.

Id	Coordenada UTM		Clave	Suelo	Textura	Textura			Contenido	Permeabilidad	Factor
	X	Y		dominante		Arena	Limo	Arcilla	M.O		K
24	477155	2275311	R+Hhe/1	Regosol eutrico	Migajon arcillosa	34	36	30	2.9	Moderamente permeables	0.021
25	476965	2268318	R+Hhe/1	Regosol eutrico	Migajon arcillosa	34	36	30	2.9	Moderamente permeables	0.021
26	477965	2268604	R+Hhe/1	Regosol eutrico	Migajon arcillosa	34	36	30	2.9	Moderamente permeables	0.021
27	477187	2267754	R+Hhe/1	Regosol eutrico	Migajon arcillosa	34	36	30	2.9	Moderamente permeables	0.021
28	477370	2267254	R+Hhe/1	Regosol eutrico	Migajon arcillosa	34	36	30	2.9	Moderamente permeables	0.021
29	477648	2268008	R+Hhe/1	Regosol eutrico	Migajon arcillosa	34	36	30	2.9	Moderamente permeables	0.021
30	478243	2267953	R+Hhe/1	Regosol eutrico	Migajon arcillosa	34	36	30	2.9	Moderamente permeables	0.021
31	478537	2268715	R+Hhe/1	Regosol eutrico	Migajon arcillosa	34	36	30	2.9	Moderamente permeables	0.021
32	474828	2273689	Hh+Re/1	Feozem haplico	Migajon arcillosa	38	32	30	4	Moderamente permeables	0.021
33	474888	2273630	Hh+Re/1	Feozem haplico	Migajon arcillosa	38	32	30	4	Moderamente permeables	0.021
34	474907	2273650	Hh+Re/1	Feozem haplico	Migajon arcillosa	38	32	30	4	Moderamente permeables	0.021
35	474673	2273646	Hh+Re/1	Feozem haplico	Migajon arcillosa	38	32	30	4	Moderamente permeables	0.021
36	474054	2273721	Hh+Re/1	Feozem haplico	Migajon arcillosa	38	32	30	4	Moderamente permeables	0.021
37	474114	2273566	Hh+Re/1	Feozem haplico	Migajon arcillosa	38	32	30	4	Moderamente permeables	0.021
38	474324	2273586	Hh+Re/1	Feozem haplico	Migajon arcillosa	38	32	30	4	Moderamente permeables	0.021
39	473840	2273911	Hh+Re/1	Feozem haplico	Migajon arcillosa	38	32	30	4	Moderamente permeables	0.021
40	473832	2273947	Hh+Re/1	Feozem haplico	Migajon arcillosa	38	32	30	4	Moderamente permeables	0.021
41	473629	2274027	Hh+Re/1	Feozem haplico	Migajon arcillosa	38	32	30	4	Moderamente permeables	0.021
42	473764	2274257	Hh+Re/1	Feozem haplico	Migajon arcillosa	38	32	30	4	Moderamente permeables	0.021
43	473622	2273784	Hh+Re/1	Feozem haplico	Migajon arcillosa	38	32	30	4	Moderamente permeables	0.021
4	473721	2273467	Hh+Re/1	Feozem haplico	Migajon arcillosa	38	32	30	4	Moderamente permeables	0.021

4											
45	473903	2273360	Hh+Re/1	Feozem haplico	Migajon arcillosa	38	32	30	4	Moderamente permeables	0.021
46	473760	2273130	Hh+Re/1	Feozem haplico	Migajon arcillosa	38	32	30	4	Moderamente permeables	0.021
47	475303	2276416	Hh+Re/1	Feozem haplico	Migajon arcillosa	38	32	30	4	Moderamente permeables	0.021
48	475282	2276596	Hh+Re/1	Feozem haplico	Migajon arcillosa	38	32	30	4	Moderamente permeables	0.021
49	475473	2276622	Hh+Re/1	Feozem haplico	Migajon arcillosa	38	32	30	4	Moderamente permeables	0.021
50	475399	2276474	Hh+Re/1	Feozem haplico	Migajon arcillosa	38	32	30	4	Moderamente permeables	0.021
51	475610	2276421	Hh+Re/1	Feozem haplico	Migajon arcillosa	38	32	30	4	Moderamente permeables	0.021
52	475795	2276363	Hh+Re/1	Feozem haplico	Migajon arcillosa	38	32	30	4	Moderamente permeables	0.021
53	475584	2276601	Hh+Re/1	Feozem haplico	Migajon arcillosa	38	32	30	4	Moderamente permeables	0.021
54	474048	2272974	I+Re+Hh/1	Litosol	Migajon arcillosa	35	31	30	1.2	Moderamente permeables	0.034
55	474326	2273351	I+Re+Hh/1	Litosol	Migajon arcillosa	30	31	39	1.2	Moderamente permeables	0.034
56	474670	2273404	I+Re+Hh/1	Litosol	Migajon arcillosa	30	31	39	1.2	Moderamente permeables	0.034
57	475127	2273021	I+Re+Hh/1	Litosol	Migajon arcillosa	30	31	39	1.2	Moderamente permeables	0.034
58	475365	2272829	I+Re+Hh/1	Litosol	Migajon arcillosa	30	31	39	1.2	Moderamente permeables	0.034
59	475166	2273530	I+Re+Hh/1	Litosol	Migajon arcillosa	30	31	39	1.2	Moderamente permeables	0.034
60	474769	2272763	I+Re+Hh/1	Litosol	Migajon arcillosa	30	31	39	1.2	Moderamente permeables	0.034
61	474624	2272313	I+Re+Hh/1	Litosol	Migajon arcillosa	30	31	39	1.2	Moderamente permeables	0.034
62	474286	2272802	I+Re+Hh/1	Litosol	Migajon arcillosa	30	31	39	1.2	Moderamente permeables	0.034
63	474511	2272267	I+Re+Hh/1	Litosol	Migajon arcillosa	30	31	39	1.2	Moderamente permeables	0.034
64	477184	2269899	I+Re+Hh/1	Litosol	Migajon arcillosa	30	31	39	1.2	Moderamente permeables	0.034
65	476807	2270276	I+Re+Hh/1	Litosol	Migajon arcillosa	30	31	39	1.2	Moderamente permeables	0.034
6	476132	2270712	I+Re+Hh/1	Litosol	Migajon arcillosa	30	31	39	1.2	Moderamente permeables	0.034

6											
67	476013	2271288	I+Re+Hh/1	Litosol	Migajon arcillosa	30	31	39	1.2	Moderamente permeables	0.034
68	475808	2271393	I+Re+Hh/1	Litosol	Migajon arcillosa	30	31	39	1.2	Moderamente permeables	0.034
69	477461	2270117	I+Re+Hh/1	Litosol	Migajon arcillosa	30	31	39	1.2	Moderamente permeables	0.034

Continua…

Tabla IV.20. Información del tipo de suelo de la zona para determinar el factor K en ArcGIS PRO.

Id	Coordenada UTM		Clave	Suelo	Textura	Textura			Contenido	Permeabilidad	Factor
	X	Y		dominante		Arena	Limo	Arcilla	M.O		K
70	477389	2270434	I+Re+Hh/1	Litosol	Migajon arcillosa	30	31	39	1.2	Moderamente permeables	0.034
71	476952	2269488	I+Re+Hh/1	Litosol	Migajon arcillosa	30	31	39	1.2	Moderamente permeables	0.034
72	477243	2269237	I+Re+Hh/1	Litosol	Migajon arcillosa	30	31	39	1.2	Moderamente permeables	0.034
73	477455	2269125	I+Re+Hh/1	Litosol	Migajon arcillosa	30	31	39	1.2	Moderamente permeables	0.034
74	476992	2268979	I+Re+Hh/1	Litosol	Migajon arcillosa	30	31	39	1.2	Moderamente permeables	0.034
75	476436	2268397	I+Re+Hh/1	Litosol	Migajon arcillosa	30	31	39	1.2	Moderamente permeables	0.034
76	476311	2268543	I+Re+Hh/1	Litosol	Migajon arcillosa	30	31	39	1.2	Moderamente permeables	0.034
77	476615	2269323	I+Re+Hh/1	Litosol	Migajon arcillosa	30	31	39	1.2	Moderamente permeables	0.034
78	476701	2268900	I+Re+Hh/1	Litosol	Migajon arcillosa	30	31	39	1.2	Moderamente permeables	0.034
79	476833	2268748	I+Re+Hh/1	Litosol	Migajon arcillosa	30	31	39	1.2	Moderamente permeables	0.034
80	476304	2271268	I+Re+Hh/1	Litosol	Migajon arcillosa	30	31	39	1.2	Moderamente permeables	0.034

3. Cálculo del factor LS (Longitud y grado de pendiente) (Anexo 2; 3.2)

Para determinar el factor LS se utilizó la siguiente formula:

$$LS = \lambda^{m} * (0.0138 + 0.00965 * s + 0.00138 * s^{2})$$

Dónde:

L= Factor longitud de la pendiente (adimensional).

S= Factor por grado de pendiente (adimensional).

λ =Longitud de la pendiente en metros (7,900 m).

m= Coeficiente que depende del grado de pendiente. el valor será = 0.5, ya que la pendiente promedio es de 16.3%.

s= Grado de pendiente (%).

Para obtener la **pendiente media** se utilizó la siguiente formula:

$$S=\left(\frac{Ha-Hb}{L}\right)*100$$

Dónde:

S= Pendiente media en %.

Ha= Altura máxima (1300 m).

Hb= Altura mínima (10 m).

L= Longitud entre la altura máxima y mínima (7,900 m).

El resultado de la pendiente media fue el siguiente (Tabla IV.21);

$$s=\left(\frac{1300-10}{7{,}900}\right)*100 = s=\left(\frac{1{,}290}{7{,}900}\right)*100 = s=0.163*100 = s=16.3\%$$

Tabla IV.23. Valor de la pendiente media.

Microcuenca (SA)	Pendiente media (S %)
Mismaloya	16.3
Promedio	**16.3**

Una vez teniendo el valor de la pendiente media se pudo determinar el **factor LS**. La siguiente expresión muestra el cálculo para la unidad de análisis y el resultado obtenido (Tabla IV.24);

$$LS=7900^{0.5}*(0.0138+0.00965*16.3+0.00138*16.3^2) =$$

$LS = 88.882 * (0.0138 + 0.1576 + (0.00138 * 266.640))$ =

$LS = 88.882 * (0.0138 + 0.1576 + 0.3680)$ = $LS = 88.882 * 0.5393$ = $Ls = 47.94$

Tabla IV.24. Valor del factor ***LS*** de la Microcuenca.

Microcuenca (SA)	**Factor *LS***
Mismaloya	47.94
Promedio	**47.94**

Cálculo del factor LS mediante ArcGIS PRO. El proceso se llevó a cabo tomando como referencia los siguientes pasos;

1. Con el MDE de la Microcuenca (SA), se generó un archivo raster de **pendientes del terreno (grados);** (*Spatial Analyst Tool>Surface>Slope*). Siendo uno de los primeros raster a utilizar para el cálculo del factor L.
2. Con el mismo MDE, se realiza un análisis hidrológico, obteniendo un raster con la **dirección de flujo** y otro más con la **acumulación de flujos**, como se muestra enseguida (*Spatial Analyst Tool>Hydrology>Flow direction* y *Spatial Analyst Tool>Hydrology>Flow accumulation*), Obteniendo un resultado como se muestra en las Figuras IV.3 y 4.



Paso 1. Dirección de flujo.

Figura IV.3. Proceso para obtener el valor de LS. Resultado sobre la dirección de flujo de los escurrimientos de la Mc.



Paso 2. Acumulación de flujo.
Figura IV.4. Proceso para obtener el valor de LS. Resultado sobre la acumulación de flujos de los escurrimientos de la Mc.

La dirección de flujo (Flow direction) está determinada por la dirección del descenso más empinado, o la caída máxima, desde cada celda del raster procesado. Mientras que la herramienta de Acumulación de flujos (Flow accumulation), calcula el flujo acumulado como el peso acumulado de todas las celdas que fluyen hacia cada celda con pendiente descendente en el ráster de salida, las celdas con acumulaciones concentradas ayudan a identificar canales de arroyos o ríos (ESRI, 2024).

3. Para el **factor L y S**, se siguió la sugerencia hecha por Castro *et al*., (2017) y Flores *et al*. (2003), donde hacen referencia a los cálculos mediante las siguientes expresiones:

Para el factor L con el área de drenaje aportadora:

$$L_{(i,j)} = \frac{A_{(i,j)} + D^{2m+1} - A_{(i,j)}^{m+1}}{X^m * D^{m+2} * (22.13)^m} \qquad m = \frac{\beta}{1+\beta} \qquad \beta = \frac{sen\emptyset / 0.0896}{3(sen\emptyset)^{0.8} + 0.56}$$

Donde:

$A_{(i,j)}$= Área aportadora unitaria a la entrada de un pixel (celda)Longitud (**Flow acumulation**)

D= Tamaño del pixel.

X= Factor de corrección de la forma.

m= Exponente de la longitud de la pendiente.

B= ángulo medio a todos los subgrids en la dirección de mayor pendiente.

Ø= Angulo de la pendiente.

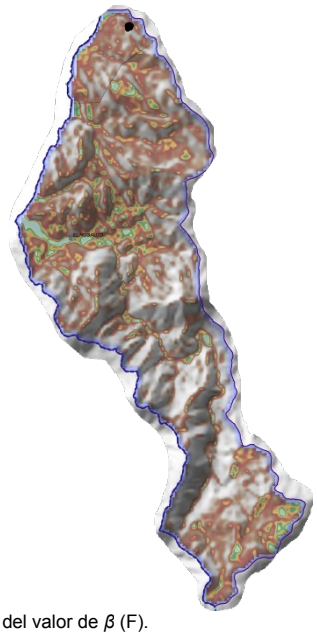
El ángulo de la pendiente debe convertirse en radianes (1 grado sexagesimal=0.01745 radianes), para poder procesarlo en ArcGIS PRO 3.1.

Para procesar los factores antes mencionados, se utilizará la siguiente secuencia de herramientas; *Spatial Analyst Tool>Map algebra>Raster calculator,*

Para obtener ***β*** (Figura IV.5) se utilizó la siguiente expresión; *Raster calculator= ((Sin("Slp_rec_.tif"*0.01745)/0.0896)/(3*Power(Sin("Slp_fin_rec_.tif"*0.01745),0.8)+0.56))*.

Para determinar ***m*** (Figura IV.6) se apoyó de la expresión siguiente; *Raster calculator ="Factor_ "f(β)_fin_.tif"/(" f(β)_fin_.tif +1)*.

El valor de $\boldsymbol{L_{(i,j)}}$ (Figura IV.7), se estimó mediante la siguiente expresión; *Raster calculator= (Power(("fa_fin_.tif"+625),("m_fin_.tif"+1))Power("fa_fin_.tif,("Factor_m"+1)))/Power (25,("m_fin_.tif +2)) *Power (22.13"m_fin_.tif "))*.



Paso 1. Resultado del valor de β (F).



Paso 2. Resultado del valor del factor m.



Paso 3. Result ado del valor del factor L

Figura IV.5,6 y 7. Proceso para determinar el valor del factor L.

Para el factor de inclinación de la pendiente $S_{(i,j)}$ se sugiere la siguiente expresión:

$$S_{(I,J)} = \begin{cases} 10.8 \sin \beta_{(i,j)} + 0.03 \tan \beta_{(i,j)} < 0.09 \\ 16.8 \sin \beta_{(i,j)} - 0.5 \tan \beta_{(i,j)} \geq 0.09 \end{cases}$$

Donde:

$S_{(i,j)}$= Inclinación de la pendiente

$\beta_{(i,j)}$= Ángulo medio a todos los subgrids en la dirección de mayor pendiente.

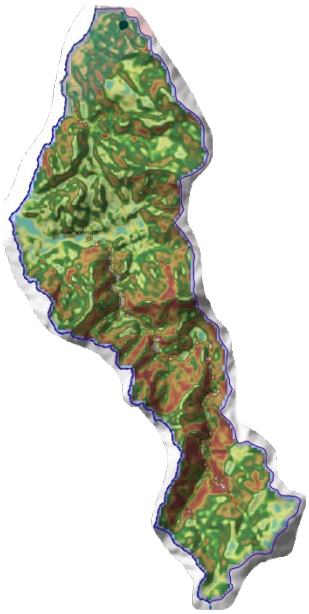
Para procesar los factores antes mencionados, se utilizará la siguiente secuencia de herramientas; *(Spatial Analyst Tool>Map algebra>Raster calculator)*,

Para determinar **$S_{(i,j)}$** (Figura IV.8) se utilizó la siguiente expresión; *Raster calculator: Con((Tan("Slp_fin_rec_.tif"*0.01745)<0.09),(10.08*Sin("Slp_fin_rec_.tif"*0.01745)+0.03), (16.8*Sin("Slp_fin_rec_.tif" *0.01745))- 0.5)).*

Finalmente teniendo los raster obtenidos con datos para el factor ***L*** y ***S*** (Figura IV.8), se procede a calcular el valor de *LS* (Figura IV.9), siguiendo los siguientes pasos; *Raster calculator= "L_fin_.tif"*" S_fin_.tif".*



Paso 4. Resultado del valor del factor S.



Paso 5. Resultado del valor factor LS.

Figura IV.8 y 9. Proceso para determinar el valor del factor LS.

La información obtenida mediante el uso de ArcGIS PRO 3.1, es un archivo tipo raster con información contenida de los factores ya descritos.

Con la información estimada de estos tres factores (***R, K*** y ***LS***), es posible determinar la **erosión potencial (EP)**, aproximada, de la Microcuenca (SA) y a partir de estos resultados podemos determinar posteriormente la degradación actual. Para esto únicamente se multiplican los factores ya determinados como se muestra en la siguiente formula;

$$Ep = R * K * LS$$

La estimación de la **erosión potencial**, de manera directa, nos indica (Anexo 3.2), que la pérdida de suelo, aproximada, de 15,451.73 ton/ha/año (Tabla IV.25a), clasificándose como una degradación muy alta (Mapa 6b).

Tabla IV.25a. Estimación directa de la erosión potencial para la Microcuenca (SA).

Microcuenca (SA)	Factor *R*	Factor *K*	Factor *LS*	Ep[1] promedio ton/Ha/Año
Mismaloya y el nogalito	12,723.58	0.025	47.94	15,451.73

[1]Ep: Erosión potencial.

Con la remoción de cobertura, se estaría perdiendo una lámina, aproximada, de 1,030 mm, considerando que 1 mm perdido de la superficie del suelo corresponde aproximadamente a 15 toneladas por hectárea (FAO, 1998, citado por Pedraza, 2015).

El análisis con ArcGIS PRO, dio como resultado un mapa con una zonificación del estado de degradación del suelo en la Microcuenca (Anexo 2). Para esto, multiplicaron los factores calculados (archivos raster), con la herramienta de *Raster calculator*, obteniendo categorías

de la erosión potencial como se muestran en la Tabla IV.25a, así como la representación de esta en la superficie mediante la generación de un nuevo archivo raster (Mapa 6b).

Tabla IV.25b. Estimación de la erosión potencial para la Microcuenca (SA) con el ArcGIS PRO.

Clasificación de erosión			Erosión potencial (Sin cobertura vegetal)	
No.	**Clase**	**Rango de erosión (ton/ha/año)**	**Superficie (ha)**	**Superficie (%)**
1	Nula	< a 2	0.5	0.0
2	Ligera	2 a 10	6.1	0.3
3	Moderada	10 a 50	33.8	1.4
4	Alta	50 a 200	578.1	24.5
5	Muy Alta	>a 200	1,742.5	73.8
Total			**2,361**	**100.0**

La zonificación, muestra que, la perdida de suelo potencial, el 98.3% de la superficie podría presentar una erosión que va de alta a muy alta, y el 1.7% presenta una degradación que va de ligera a moderada. Con esta información se elaboró un mapa con la zonificación de las condiciones de degradación de la Microcuenca (Mapa 6b).

La **erosión actual** se determina de la siguiente manera:

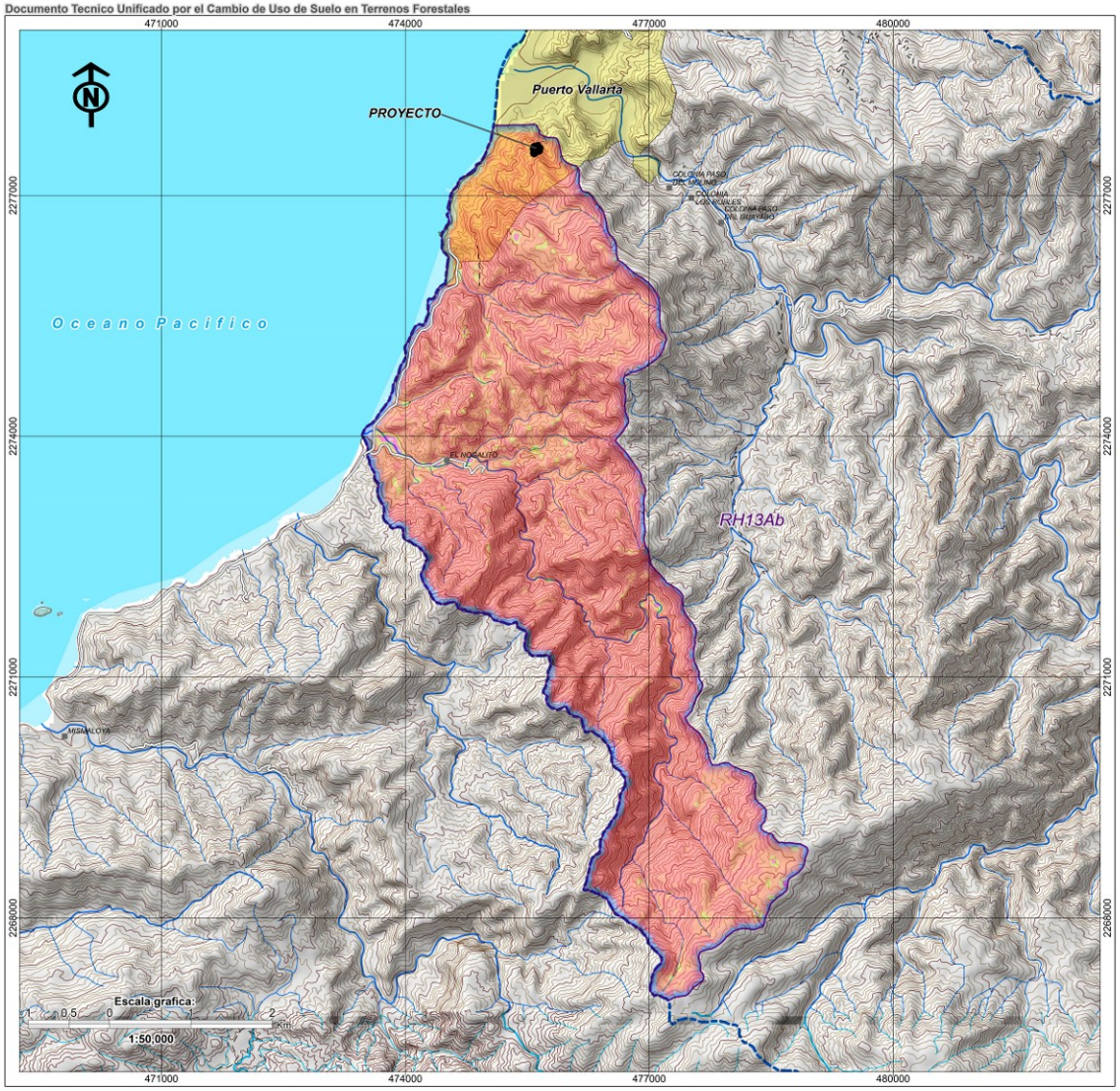
$$Ea = R * K * LS * C$$

Derivado que la Microcuenca, presenta cobertura vegetal arbórea, arbustiva y herbácea, por lo tanto, esta favorece a la protección de la superficie. Para esto se considera el factor *C,* el cual se agrega a la formula, para poder estimar la **erosión actual** del suelo (***Ea***).

Para esto, se apoyó de la clasificación del uso del suelo acorde a la clasificación del INEGI (2017), escala 1:250,000, así como a los muestreos de vegetación de campo para determinar el grado de conservación. Se registro en la Microcuenca vegetación dominante de Selva mediana perennifolia, subcaducifolia, pastizal inducido, una fracción de vegetación

de manglar, áreas agrícolas y zonas sin vegetación aparente (Tabla IV.25c), lo cual favorece en la protección al suelo durante el año.

Mapa 6b. Zonificación de la **erosión potencial** del suelo en la Microcuenca (SA) (Se anexa).



INFORMACION GENERAL:

PROMOVENTE: **VICTOR M. RODRIGUEZ SANCHEZ.**

PROYECTO: **MAYAMAR DESARROLLO.**

SUPERFICIE DEL PREDIO: **0.3153 HA.**

SUPERFICIE CUSTF: **0.3042 HA.**

LOCALIDAD CERCANA: **PUERTO VALLARTA.**

MUNICIPÍO: **PUERTO VALLARTA.**

ESTADO: **JALISCO.**

Informacion geodesica:

Proyección:	UTM.
Fals Este:	500000.0
False Norte:	0.0.
Meridiano central:	-105.0.
Factor de escala:	0.9996.
Latitude de origen:	0.0.
Unidad linear:	Metros.
Cuadricula:	A cada 3,000 m.

SIMBOLOGIA:

- Localidad rural.
- Localidad urbana.
- Brecha de terraceria.
- Camino pavimentado.
- Curva a nivel base.
- Cuenca y Subcuenca
- Microcuenca.
- Cuerpo de agua.
- Corriente perenne.
- Corriente intermitente.
- Poligonal CUSTF.

Degradacion potencial del suelo en la Microcuenca:

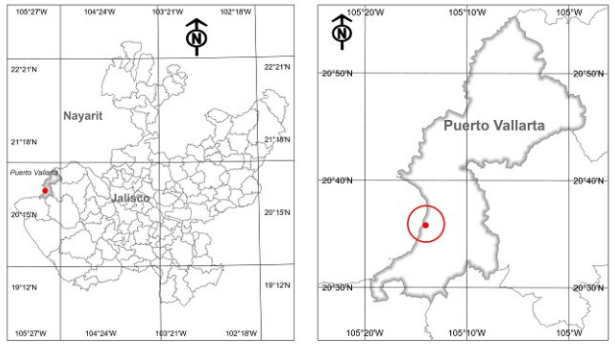
- Nula (0 a 2 ton/ha/año).
- Ligera (2 a 10 ton/ha/año).
- Moderada (10 a 50 ton/ha/año).
- Alta (50 a 200 ton/ha/año).
- Muy alta (> a 200 ton/ha/año).

MAPA 6b. DEGRADACION POTENCIAL DEL SUELO EN LA MICROCUENCA.

FORESTAL Y AMBIENTAL CONSULTORES

Fecha de elaboracion: mayo de 2024
Elaborado por: Forestal y Ambiental Consultores

MACROLOCALIZACION



Considerando las condiciones de la vegetación, así como las consideraciones de los valores del factor *C* de la Tabla IV.25c, se designó el valor del factor C a cada condición de uso de suelo. Para obtener un valor de C, estos fueron promediados, para estimar de manera directa erosión actual para la Microcuenca (Mapa 6c).

Tabla IV.25c. Valores promedios correspondientes al Factor *C*, para la Microcuenca.

Condición	Clave	Factor C
Bosque de encino-pino	BQP	0.001
Selva mediana subcaducifolia	SMS	0.001
Sin vegetación aparente	SV	0.400
Zona urbana	ZU	0.800
Promedio		**0.001**

Para obtener el valor de la **erosión actual** se sigue la siguiente formula (**Anexo 3.2**):

$$Ea = R * K * LS * C \quad = \quad Ea = 12{,}723.58 * 0.025 * 47.94 * 0.001 \quad = \quad Ea = 15 \frac{ton}{ha} / año$$

Tabla 25d. Estimación de la erosión actual para la Microcuenca.

Microcuenca (UA)	Factor *R*	Factor *K*	Factor *LS*	Factor C	Ea² promedio Ton/Ha/Año
Mismaloya	12,723.58	0.025	47.94	**0.001**	**15**

²Erosión actual.

La **erosión actual** es aproximadamente de **15 ton/ha/año**, por la acción del agua, esto significa que el **grado de erosión del suelo es moderada** para la Microcuenca (Tabla IV.25e).

Para generar un mapa detallado de la degradación del suelo, se realizó el cálculo con ArcGIS PRO, mediante los siguientes puntos:

- ✓ Con el archivo Shape de uso de suelo y con el contenido de un campo con los valores del factor C (para cada tipo de vegetación).
- ✓ Este archivo se convirtió a formato raster de la siguiente manera: (*Conversion Tool>To raster>Polygono to raster*), resultando un Raster que contiene los valores del factor *C* para la Microcuenca.
- ✓ Una vez teniendo cargado los archivos raster del factor *C* se realiza el cálculo de la erosión actual de la siguiente manera; *Spatial Analyst Tool>Map algebra>Raster calculator= " 1_R_.tif" * " 2_K_.tif" * " 3_LS_.tif * 4_C_.tif*". El resultado se interpreta en la Tabla

Tabla IV.25e. Erosión actual para la Microcuenca, obtenida con el software ArcGIS PRO.

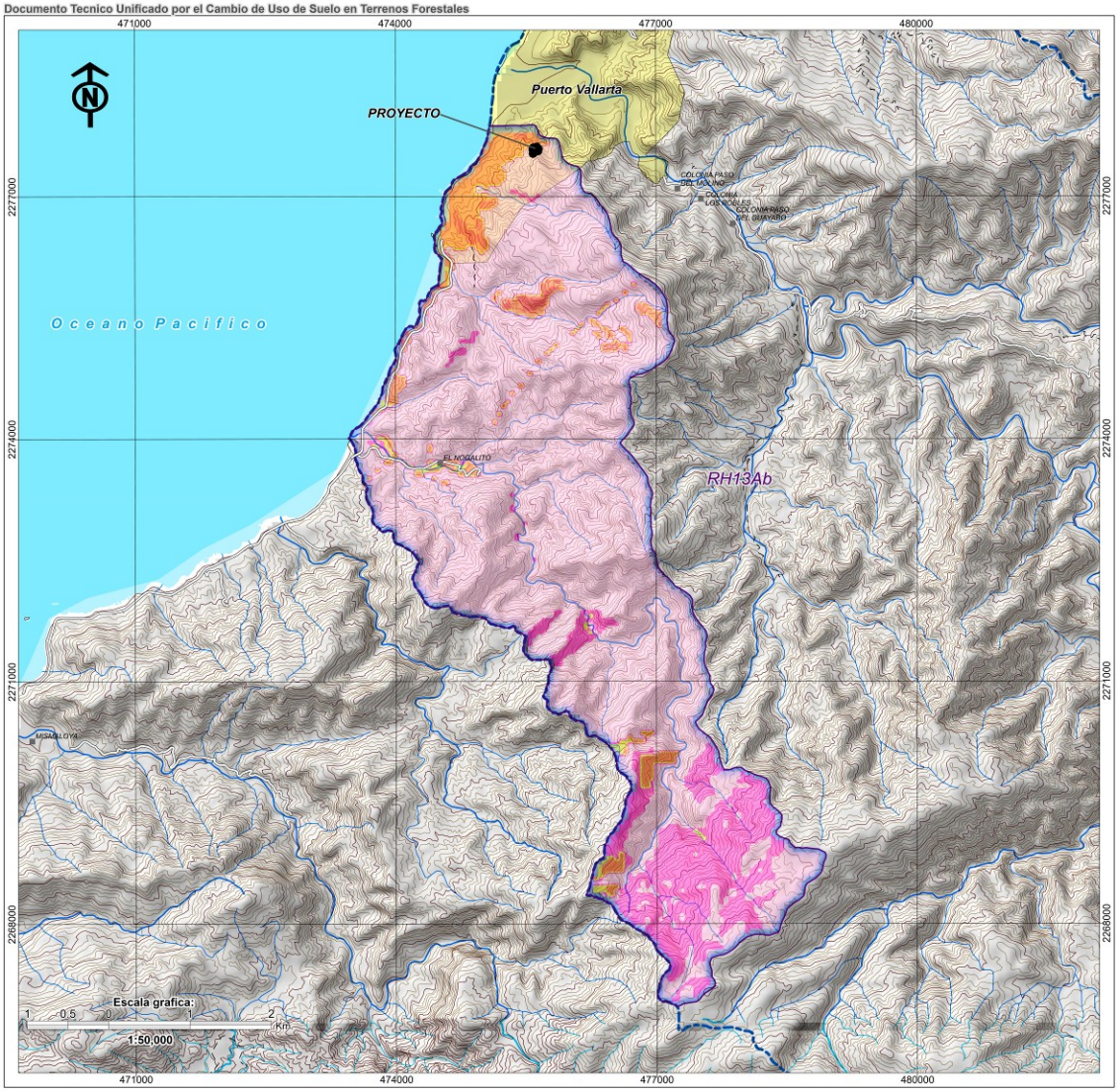
Clasificación de erosión			Erosión actual (Cobertura vegetal)	
No.	**Clase**	**Rango de erosión (ton/ha/año)**	**Superficie (ha)**	**Superficie (%)**
1	Nula	<2	1,878.9	79.6
2	Ligera	2 a 10	314.1	13.3
3	Moderada	10 a 50	15.9	0.7
4	Alta	50 a 200	121.5	5.1
5	Muy Alta	> a 200	30.6	1.3
Total			**2,361**	**100.0**

Se estima que el 79.6% de la superficie está representada por un gado de degradación nula, mientras que un 17% va de ligera a moderada y solo el 6.4% de alta a muy alta (Mapa 6c: Anexo 3.2).

Los resultados obtenidos, mediante la formula de manera directa (manual) y por medio de ArcGIS PRO (interpolaciones), para la Microcuenca, indican que la degradacion del suelo actual va de nula a alta. Mediante ArcGIS PRO, se clasificaron las zonas que presentan una mayor susceptibilidad

de ser erosionadas, las cuales se encuentran principalmente en las partes mas altas de la Microcuenca (Mapa 6c).

Mapa 6c. Zonificación del grado de **erosión actual** del suelo en la Microcuenca (Se anexa).



INFORMACION GENERAL:

PROMOVENTE: **VICTOR M. RODRIGUEZ SANCHEZ.**

PROYECTO: **MAYAMAR DESARROLLO.**

SUPERFICIE DEL PREDIO: **0.3153 HA.**

SUPERFICIE CUSTF: **0.3042 HA.**

LOCALIDAD CERCANA: **PUERTO VALLARTA.**

MUNICIPÍO: **PUERTO VALLARTA.**

ESTADO: **JALISCO.**

Informacion geodesica:

Proyección:	UTM.
Fals Este:	500000.0
False Norte:	0.0.
Meridiano central:	-105.0.
Factor de escala:	0.9996.
Latitude de origen:	0.0.
Unidad linear:	Metros.
Cuadricula:	A cada 3,000 m.

SIMBOLOGIA:

- Localidad rural.
- Localidad urbana.
- Brecha de terraceria.
- Camino pavimentado.
- Curva a nivel base.
- Cuenca y Subcuenca
- Microcuenca.
- Cuerpo de agua.
- Corriente perenne.
- Corriente intermitente.
- Poligonal CUSTF.

Degradacion actual del suelo en la Microcuenca:

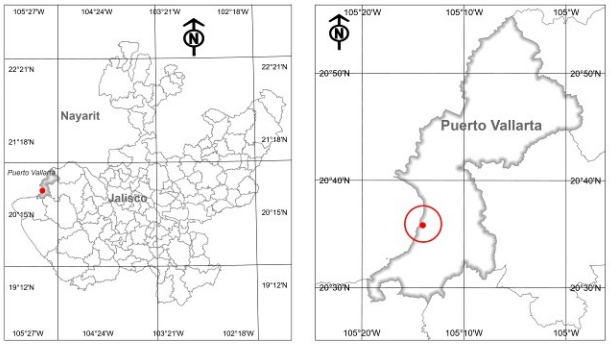
- Nula (0 a 2 ton/ha/año).
- Ligera (2 a 10 ton/ha/año).
- Moderada (10 a 50 ton/ha/año).
- Alta (50 a 200 ton/ha/año).
- Muy alta (> a 200 ton/ha/año).

MAPA 6c. DEGRADACION ACTUAL DEL SUELO EN LA MICROCUENCA.

FORESTAL Y AMBIENTAL CONSULTORES

Fecha de elaboracion: mayo de 2024
Elaborado por: Forestal y Ambiental Consulto4es

MACROLOCALIZACION



IV.2.2.4. Geología de la Microcuenca (SA).

La geología de la Microcuenca, se determinó en base a la clasificación de la carta geológica publicada por INEGI (1971), y de la carta geológica-minera del Servicio Geológico Mexicano (SGM, 2022) ambas a escala 1: 50,000. Dichas cartas describen una dominancia de rocas ígneas de Granito(Gr), y en menor proporción de Toba (T) (Tabla IV.26; Mapa 7).

Tabla IV.26. Tipos de rocas representativas en la Microcuenca.

Nombre	Superficie (ha)	Superficie (%)
Rocas igneas de granito	1739.7	73.7
Toba	621.4	26.3
Total	**2,361**	**100.0**

1. Fallas y fracturas en la Microcuenca (SA) y el estado.

Las principales estructuras, que se registran en la Microcuenca, son fracturas que forman un patrón que van de NE-SE y NW-SW y uno que se alinea N-S. Las fallas son normales, de grandes extensiones, como las que dieron origen a los valles de Matatipac, valles de Banderas, Ameca, Etzatlán. En el ámbito regional, se encuentra en la zona que cruza la falla Zapopan-Acambay que se utiliza como límite entre la zona de alta sismicidad y la zona sísmica de México (Mapa 7).

Se registran dos fallas que corren de Norte-Sur y cuatro fracturas que corren al mismo sentido (Mapa 7). Sin embargo, no se ha registrado evidencia que esta se encuentre en actividad, aun así, existe un riesgo para la infraestructura el cual dependerá de las condiciones sísmicas que pudiera presentarse en la zona.

2. Susceptibilidad de sismicidad en la Microcuenca y en el estado.

En la zona donde se localiza el Proyecto, se localiza en una zona sísmica de alta exposición (C y D), lo cual significa que es susceptible de presentarse sismos de magnitud alta, mayores a 7° en escala de Richter. Esto se debe a la convergencia que tiene la placa del Pacifico de la Rivera (Figura IV.10 y 11), que tiene una subducción promedio anual de 2 cm.

Figura IV.10. Regionalización del peligro sísmico en el territorio nacional (Tomado de Atlas de riesgos naturales del municipio, 2012)

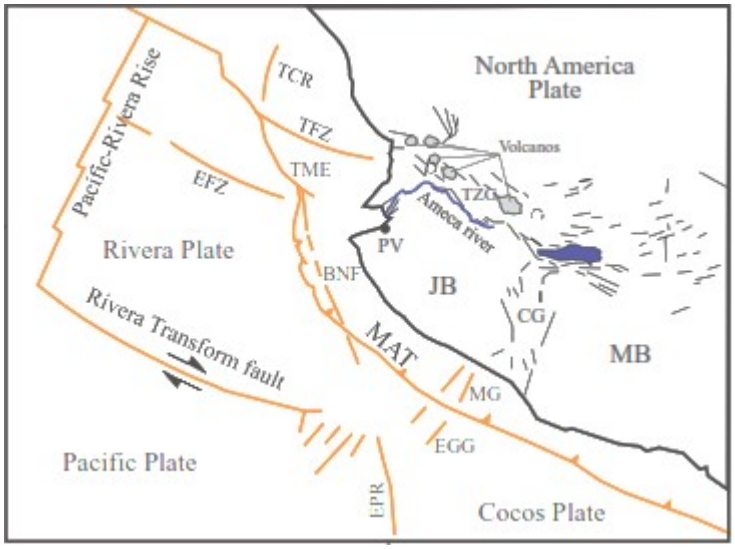


Figura IV.11. Plagas tectónicas en la República Mexicana (Tomado de Arzate *et al*, 2006).

En toda esta zona, se han presentado una gran cantidad de eventos sísmicos de baja magnitud (alrededor de 3° a 4° en la escala de Richter), por lo tanto, la Microcuenca donde se ubica el proyecto, está expuesta a estos eventos (SSN, 2023). De acuerdo con el SSN (2024), de octubre

de 2023 a enero de 2024, se han registrado un total de 5 sismos de baja intensidad en la zona (Figura IV.12).

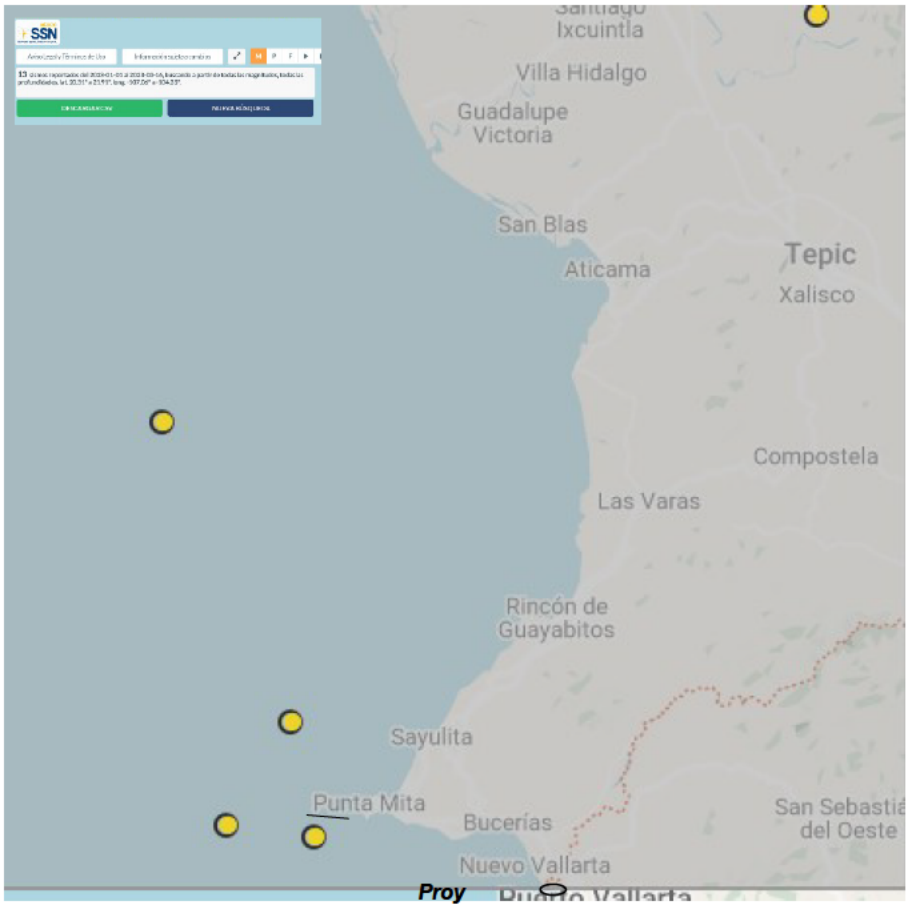


Figura IV.12. Principales puntos sísmicos registrados de octubre 2023 a enero 2024 (SSN, 2024).

3. Susceptibilidad a Inundaciones en la Microcuenca (SA).

Las inundaciones que se presentan en la época de lluvias se consideran de bajo riesgo para la zona. Para el sitio en particular no se detectaron áreas susceptibles de inundarse, ya que el relieve es inclinado. Sin embargo, se deberá tener cuidado en drenar adecuadamente las áreas que sufran modificaciones en la morfología del terreno, ya que cualquier cambio de la topografía podría traer como consecuencia que alguna zona pudiera ser susceptible de sufrir encharcamientos o inundaciones severas (Ayuntamiento municipal San Blas, 2012).

4. Susceptibilidad a deslizamientos en la Microcuenca (UA).

Se puede dar en un gado medio sobre las zonas con fuertes pendientes en a costera. Los suelos presentan estabilidad, por lo tanto, se puede considerar baja (Ayuntamiento municipal San Blas, 2012; SSN, 2024).

5. Actividad volcánica en la Microcuenca (UA).

No existe la presencia de actividades volcánicas dentro de la Microcuenca, aunque cabe destacar la presencia del Volcan el Cerobuco como el más cercano, con registros de actividades bajas. Las actividades que pudieran tener estos Volcanes podrían tener una influencia sobre la Microcuenca con un riesgo muy bajo (Ayuntamiento municipal San Blas, 2012; SSN, 2024).

Mapa 7. Geología representativa en la Microcuenca (SA) (Se anexa).

IV.2.2.5. Hidrológica de la Microcuenca (SA).

La Microcuenca, se localiza en la RH13 (Huicicila), Cuenca A (Río Cuale-Pitillal), Subcuencas b (Río Cuale). Está conformado por una red hídrica amplia, la cual comprende escurrimiento de tipo intermitentes, siendo el arroyo Mismoloya el cauce principal (INEGI, 2000; 2010). La red hidrológica de la zona se obtuvo de la información vectorial publicada por INEGI (2010), escala 1: 50,000, ya que en esta se establece el orden de la red hídrica.

Para conocer sobre las características y conformación de la red hídrica fue necesario además considerar los siguientes aspectos;

- ✓ **Sistema de drenaje o de corrientes superficiales.**

Una característica importante en una cuenca y que interviene en la magnitud de los escurrimientos, es la red de drenaje, consistente en el número y trayectoria de los escurrimientos y su importancia radica en la eficiencia del drenaje de esta, además la forma de drenaje es un indicador de las condiciones del suelo y de la superficie de la cuenca. Los cursos de agua, dentro de este contexto amplio, desempeñan una serie de funciones ecológicas tales como: modular el flujo de la corriente, almacenar agua, remover del agua materiales dañinos, y proporcionar un hábitat para plantas y animales terrestres y acuáticos (Aguirre, 2007).

Los cursos de agua y áreas adyacentes tienen características de suelo y vegetación diferentes de las zonas altas circundantes. Sostienen niveles más altos de diversidades y densidades de especies, y tasas de productividad biológica, que la mayoría de otros elementos del paisaje.

Los cursos de agua normalmente funcionan dentro de rangos naturales de flujo, movimiento de sedimentos, temperatura y otras variables, en lo que es denominado un equilibrio dinámico.

Las características de una red de drenaje se describen de acuerdo con:

1. Tipo de corriente.
2. Orden de causes.
3. La longitud de los causes.
4. La densidad de corriente.
5. La densidad de drenaje.

1. Tipos de corrientes.

1.- Perennes. Estos regularmente conducen agua todo el tiempo y el nivel de agua subterránea mantiene una alimentación continua y no desciende nunca debajo del lecho del río (Aguirre, 2007).

2.- Intermitentes. Llevan agua la mayor parte del tiempo, aunque principalmente en temporada de lluvias. En verano el escurrimiento cesa, u ocurre solamente durante o inmediatamente después de las lluvias (Aguirre, 2007).

3.- Efímeros. Este tipo conduce agua únicamente durante la temporada de lluvias y sólo transportan escurrimiento superficial (Aguirre, 2007).

La Microcuenca (SA), está compuesta por una red de escurrimientos de tipo intermitentes (Mapa 8).

2. Orden de cause y colector principal.

Esta es una clasificación que refleja el grado de ramificación o bifurcación dentro de una cuenca. Para definir este parámetro, es necesario introducir el concepto de ordenamiento de Strahler, en el cual, las corrientes se clasifican siguiendo un orden de importancia (Aguirre, 2007).

El orden de la cuenca está dado por el orden del cauce principal:

- ✓ Corrientes de primer orden: Tributario pequeños sin ramificaciones.
- ✓ Corrientes de segundo orden: Este posee únicamente ramificaciones de primer orden.
- ✓ Corrientes de tercer orden: Posee ramificaciones de primer y segundo orden.
- ✓ Corrientes de orden n+1: corrientes de orden n se unen.

Entre más alto es el orden de los escurrimientos en una Cuenca, indica un drenaje más eficiente que desalojara rápidamente el agua.

En este caso la Microcuenca está representada por una red hídrica de cuatro órdenes, de longitudes variables, y en su mayoría son de primer orden (Mapa 8) seguido en menores proporciones por el resto como se muestran enseguida.

Tabla IV.27. Orden de corriente y longitudes presentes en la Microcuenca.

Orden de escurrimiento	Número de escurrimientos	Longitud km
1	16	25.79
2	3	4.42
3	2	4.48
4	1	5.59
Total	**22**	**40.27**

3. Longitud de los causes.

Es la medición de forma lineal de los causes en Km. El resultado de este valor ayuda para obtener el valor de la densidad de drenaje en la Microcuenca. Los caudales medios, máximos y mínimos, crecen con la longitud de los cauces, esto se debe a la relación que existe entre las longitudes de

los cauces y las áreas de las cuencas hidrográficas correspondientes. De tal manera, el área crece con la longitud, y creciendo la superficie de captación, crece el caudal (Aguirre, 2007).

Las corrientes presentaron longitudes variables, aunque regularmente de baja dimensión, excepto la del orden 4 (Tabla IV.27).

4. Densidad de corriente.

Esta se define mediante la relación del número de escurrimientos, independientemente del número de orden de cause, entre el área de la Cuenca.

$$D_c = \frac{N_c}{A}$$

Dónde:

D_c= Densidad de corrientes.

N_C= Numero de corrientes (69).

A= Área de la Microcuenca en Km² (19.61 km²)

Si el valor es elevado, significa que la Microcuencas presenta un buen drenaje.

Cálculo para la Microcuenca:

$$D_c = \frac{69}{19.61} \quad = \quad D_c = 3.52\, corrientes/km^2$$

5. Densidad de drenaje.

Se define como la longitud total de los cauces dentro de la Microcuenca, dividida entre el área total de esta, expresada mediante la siguiente forma

.

$$D_d = \frac{L}{A}$$

Dónde:

D_d= Densidad de drenaje

L= Longitud total de las corrientes en Km. (53.60 km).

A= Área de la Cuenca en Km² (19.61 km²).

- ✓ Cuencas con drenaje pobre: D_d alrededor de 0.5 km/km^2
- ✓ Cuencas bien drenadas: D_d alrededor de 3.5 km/km^2

Este índice refleja la influencia de la geología, topografía, suelos y vegetación, en la Microcuenca hidrográfica, y está relacionado con el tiempo de salida del escurrimiento superficial de esta. Una densidad de drenaje alta refleja una Cuenca muy bien drenada que debería responder, relativamente rápido, al influjo de la precipitación. Mientras que una con baja densidad de drenaje refleja un área pobremente drenada, con respuesta hidrológica muy lenta.

En este caso el cálculo para la Microcuenca es de: $D_d = \frac{63.6}{19.61}$ = $D_d = 2.73\, km/k\, m^2$

El resultado indica que la Microcuenca (SA) presenta un **drenaje pobre**.

6. Sinuosidad de las corrientes de agua.

Es la relación entre la longitud del rio principal a lo largo de su cauce y la longitud del valle medido en línea curva o recta (Senciales, 1998). A medida que la sinuosidad aumenta, indica que la pendiente del cauce es baja, mientras que a medida que el índice es menor representa un cauce

con una pendiente mayor (Senciales, 1998). La siguiente formula determina el grado de sinuosidad del cauce y se clasifico de acuerdo con la Tabla IV.28:

$$S=\frac{L}{\dot{c}}$$

Dónde:

S= Sinuosidad de corriente.

L= Longitud del valle medio en Km (12.75 Km).

Lt= Longitud total en línea recta del cauce principal en Km (7.85Km).

Tabla IV.28. Índice de sinuosidad de acuerdo con la modificación de Morisawa (1985), citado por Senciales (1998).

Tipo de canal	Índice de sinuosidad
Rectilíneo	<1.05
Sinuoso	1.05-1.5
Meandrizante	>1.5
Entrelazado	>1.8
Anastomosado	>2.0

El cálculo para la Microcuenca (UA): $S=\frac{12.75}{7.85}$ **=** $S=1.62$

La sinuosidad de la Microcuenca presenta un cauce **entrelazado**, lo cual significa que presenta una pendiente media a moderada (Senciales, 1998; Aguirre, 2007).

IV.2.2.5.1. Hidrológica superficial de la Microcuenca (SA).

La red hidrológica que se distribuye en la Microcuenca, está representada por escurrimientos de tipo intermitentes y el cauce principal lo conforma el Arroyo las Higueras (Mapa 8), al cual descargan escurrimientos que vienen de todas las direcciones, de orden 1-4 (INEGI, 2010).

El escurrimiento principal se desprende desde la parte Este de la Microcuenca, siguiendo una dirección Oeste, hasta su desembocadura al mar. La longitud total aproximada del cauce principal es de 9.499 km (Mapa 8)

IV.2.2.5.1.1. Calidad del agua de la zona.

Debido a que no se cuenta con puntos de monitoreo de calidad del agua en el arroyo de la Microcuenca. Sin embargo, debido a que son escurrimientos cortos y poco influenciado por actividades humanas, se considera que la calidad del agua es buena, debido a que se recarga durante la época de lluvias, y se logra mantener durante gran parte del año.

Cercas de la Microcuenca en estudio, si cuenta con varios puntos de monitoreo para revisar la calidad del agua superficial, sobre todo en las inmediaciones de algunos escurrimiemtos. Para esto se revisaron datos de la estación monitoreo en la desembocadura del Rio mismaloya (OCLSP3964M1), así como en la desembocadura del rio el Pitillal (OCLSP3973M1) y Rio el nogalito, donde se observaron algunos parámetros respecto a los niveles de contaminación del agua (CONAGUA, 2024).

Los resultados de la evaluación hecha por la CONAGUA (2024), en estos puntos de monitoreo, llegaron a la conclusión que la calidad del agua presenta variaciones en los parámetros medidos, los cuales se presentan en la Tabla IV.29.

Algunos de los parámetros más relevantes para la zona fueron medidos fueron (CONAGUA, 2024):

1. Demanda bioquímica de oxígeno soluble (DBO/mg/litro).

   Fue menor a 2 mg/litro, lo cual se clasifica como de calidad excelente.

2. Demanda química de oxígeno soaluble (DQO/mg/litro).

En promedio fue de 21.65 mg/litro, lo cual se clasifica como de calidad aceptable.

3. Solidos suspendidos totales (SST/mg/litro).

En promedio fue de 21.65 mg/litro, lo cual se clasifica como de calidad aceptable.

El resultado para DLNNAY1891 fue de 31.7 mg/l, considerándose como de calidad buena, mientras que para DLNNAY1915 el resultado fue de 18.75 mg/l, lo cual representa una calidad excelente.

4. Coliformes fecales (COLI_FEC/NMP/100 mL).

En ambos casos el resultado sugiere que tanto en la estación de monitoreo DLNNAY1891 y DLNNAY1915, el agua se encuentra contaminada (5,794 y 3,455 NMP/100 m respectivamente).

5. Escherichia coli (E_COLI/NMP/100 mL).

Para ambas estaciones se registra una calidad buena (228 y 134 NMP/100).

6. Porcentaje de oxígeno disuelto (OD_%/%o)

Se registro una calidad excelente para ambos casos (86.8 y 79.6%)

Los indicadores nos sugieren que no existen niveles de toxicidad relevantes en el agua, loa cual significa, que la calidad del agua superficial en la zona es buena. En general podemos afirmar que la calidad del agua de la zona no presenta signos relevantes de contaminación, con excepción de coliformes fecales que si se encuentra en altas concentraciones.

Tabla IV.29. Resultados obtenidos de los indicadores de calidad del agua en la zona cercana a la Microcuenca (CONAGUA, 2024).

CLAVE	NOMBRE	TIPO CUERPO DE AGUA	AÑO	COLI FEC	E COLI	DBO SOL	DQO SOL	TOX D 48 IIT	TOX D 48 CID IIT	TOX D 48 CON IIT	TOX CID 48 IIT	TOX CIC CON 48 IIT	TOX V 48 IIT	SDT	OD %	OD % CID	OD % CON	SST
OCLSP3964M1	Desembocadura rio Mismaloya	COSTERO (HUMEDAL)	2020	17329	4884			<1					<1	144	79.4			205.2
OCLSP3973M1	Desembocadura rio tipillal	COSTERO (HUMEDAL)	2022	6488	315	<2	<10	<1			<1		<1	649.6	68.5	76.2		33.5
OCLSP3965M1	Desembocadura el Nogalito	COSTERO (HUMEDAL)	2022	2354	253	<2	<10		<1	<1	<1	<1		144		89.3	88.9	<10

IV.2.2.5.1.2. Balance hídrico de la Microcuenca (SA).

El balance hídrico, nos permite determinar la distribución de la precipitación que cae en determinado sitio, entre ellas destaca la parte de agua que vuelve a la atmósfera ya sea por evaporación directa o por transpiración de la vegetación (evapotranspiración); aquella que escurre por la superficie (escurrimiento superficial), a través de la red de drenaje hasta los cauces principales o bien al mar, y la porción de agua que se infiltra en el terreno y se incorpora al sistema de aguas subterráneas o acuífero (Breña y Jacobo, 2006).

El balance hídrico debe cumplir con la siguiente ecuación;

$$P = ETR + ES + I$$

Donde;

P. Precipitación.

ETR. Evapotranspiración.

ES. Escorrentía superficial.

I. Infiltración.

La fórmula general se expresa de la siguiente manera:

Captación-ETR = ES+I

- ✓ **captación (P-área).**

Es la cantidad de agua de la precipitación por unidad de área del territorio (cuenca, subcuenca o microcuenca). La unidad de medida es metros cúbicos (m³), denominándosele captación bruta

(CONAFOR, 2018; Aparicio, 1992). La Microcuenca cuenta con una superficie de 1,961 ha y una precipitación total anual 1,441.4 mm (CONAGUA, 2023).

Para estimar la captación total, se utilizó la siguiente expresión:

$$Captacion = \frac{(P * A * 10000)}{1000}$$

Por lo tanto, la captación bruta de la precipitación por mes es como se registra en la Tabla siguiente.

Tabla IV.30. Resultado de la captación bruta para la Microcuenca.

Mes	Precipitación (MM)	captación bruta Mensual (M/M²) M³
E	36.5	1,511,273
F	16.3	959,766
M	4	444,071
A	4.3	71,624
M	17.2	1,368,024
J	221.1	9,461,570
J	371	24,345,100
A	392.3	27,911,990
S	442.4	25,698,799
O	119.8	8,867,088
N	22.7	916,791
D	19.8	1,683,171
Total	**1,667.4**	**103,239,266**
	Total en hm³	**103.233**

IV.2.2.5.1.2.1. Estimación del escurrimiento superficial de la microcuenca.

Como es sabido, los escurrimientos superficiales fluyen sobre la superficie de manera laminar y al acumularse en zonas bajas forman arroyos y ríos. Para obtener esta estimación, es necesario conocer la probabilidad de ocurrencia de la precipitación (máxima diaria anual), ya que con esto

podremos diseñar y planear las obras de conservación necesarias como medida de mitigación, especialmente el control de cárcavas y obras de captación de agua de lluvia (CONAFOR, 2023).

Para la estimación, se apoyó de lo señalado en el manual de conservación y restauración de suelos de la CONAFOR (2023), y tomando como referencia información histórica de lluvias en los últimos 50 años. En seguida se describen brevemente los pasos a seguir para la estimación requerida, sin embargo, dicho procedimiento también se detalla en un archivo Excel:

1. Se cuenta con los datos morfometricos de la microcuenca y sus principales escurrimientos.

Tabla IV. 31. Datos morfométricos característicos de la Microcuenca.

Descripción	Unidad	Valor
Superficie:		
Área	Km²	
Perimetro	Km	
Cotas:		
Cota máxima	metros	
Cota mínima	metros	
Centroide (wgs84, UTM 13 N)		
X Centroide	metros	
Y Centroide	metros	
Z Centroide	m.s.n.m.	
Altitud:		
Altitud media		
Altitud mas frecuente		
Altitud de frecuencia media (1/2)		
Pendiente:		
Pendiente promedio MC:	%	
Red hidrica:		
Longitud del cuerpo principal	Km	
Orden de la red hídrica		
Longitud de la red hídrica	Km	
Pendiente promedio de la red hídrica		
Otros parámetros:		
Tiempo de concentración	Min	

Pendiente del cauce principal	%	
Longitud de la MC:	Km	

Tabla IV.32. Ubicación de la Microcuenca en la Región Hidrológica, y escurrimientos.

RH	Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Long. Esc. Principal (Km)	Long. Esc. Secundarios (Km)	Cantidad Escurrimiento	No. Orden
RH13Ab	Rio Cuale-Pitillal (A)	Río Cuale (bb)	Otates	9.499	51.47	69	4

2. Se cuenta con datos históricos de la precipitación (Tabla iv. 33), tomados de la estación meteorológica de San Blas (18029), esto porque se tienen registro de precipitación durante 67 años.

Tabla IV. 33. Precipitación del periodo 1938 al 2016 (18029 San Blas), para determinar la Probabilidad de lluvia y el periodo de retorno

C1	C2	C3	C4	C5
LLUVIA MAXIMA ANUAL		LLUVIA MAXIMA ORDENADA DE >a<.		
AÑO	LLUVIA (mm)	AÑO	LLUVIA ORDENADA (mm)	ORDEN CONSECUTIVO (m)
1938	178	1969	242.0	1
1939	86	1943	236.0	2
1940	123	1971	230.0	3
1941	87	1946	220.0	4
1942	137	1944	200.0	5
1943	236	1998	190.0	6
1944	200	1938	178.0	7
1945	100	1999	173.0	8
1946	220	1963	168.5	9
1947	26	2001	165.0	10
1948	12	1966	160.0	11
1954	98	2005	160.0	12
1955	14	1979	156.0	13
1956	70	1975	153.0	14
1957	86	2002	145.0	15
1960	9.8	1989	143.0	16
1961	132.4	1977	142.0	17
1962	111.5	1965	141.0	18

1963	168.5	1942	137.0	19
1964	116	1982	133.0	20
1965	141	1961	132.4	21
1966	160	2008	128.5	22
1967	120	1972	128.0	23
1968	80.5	2009	125.0	24
1969	242	1940	123.0	25

Continúa…

Tabla IV. 33. Precipitación del periodo 1938 al 2016 (18029 San Blas), para determinar la Probabilidad de lluvia y el periodo de retorno

C1	C2	C3	C4	C5
LLUVIA MAXIMA ANUAL		LLUVIA MAXIMA ORDENADA DE >a<.		
AÑO	LLUVIA (mm)	AÑO	LLUVIA ORDENADA (mm)	ORDEN CONSECUTIVO (m)
1970	114	1992	123.0	26
1971	230	1967	120.0	27
1972	128	1986	120.0	28
1973	112	1990	120.0	29
1974	98	1980	118.5	30
1975	153	1964	116.0	31
1976	107	1970	114.0	32
1977	142	1973	112.0	33
1978	81	1962	111.5	34
1979	156	1981	111.0	35
1980	118.5	1995	109.5	36
1981	111	1976	107.0	37
1982	133	1994	104.0	38
1983	101.5	1984	103.5	39
1984	103.5	1983	101.5	40
1985	64	1945	100.0	41
1986	120	2004	100.0	42
1987	90	1954	98.0	43
1988	3	1974	98.0	44
1989	143	2007	90.5	45
1990	120	1987	90.0	46
1991	67	2003	90.0	47
1992	123	1997	89.0	48
1993	87.5	2016	88.0	49
1994	104	1993	87.5	50
1995	109.5	1941	87.0	51
1996	76	1939	86.0	52
1997	89	1957	86.0	53
1998	190	1978	81.0	54
1999	173	1968	80.5	55
2000	72	1996	76.0	56
2001	165	2015	73.0	57
2002	145	2000	72.0	58

2003	90	1956	70.0	59
2004	100	1991	67.0	60
2005	160	2006	65.5	61
2006	65.5	1985	64.0	62
2007	90.5	1947	26.0	63
2008	128.5	1955	14.0	64
2009	125	1948	12.0	65
2015	73	1960	9.8	66
2016	88	1988	3.0	67
				67

Se tomaron los datos de esta estación, gracias a que comparte la misma condición climática que la de la Microcuenca. Y se localiza en la localidad de San Blas, en la ubicación de 105° 17´0" y latitud 21°32´38", con una altitud de 4 msnm, con numero de estación 18029. La información comprende registros desde 1938 a 2016 (CONAGUA, 2024).

Para estimar los valores de escurrimientos y captación se desarrollará mediante los siguientes procedimientos:

Probabilidad y periodo de retorno de la lluvia.

- ✓ **Estimación de la probabilidad de lluvia.**

El periodo de retorno de la lluvia Máxima diaria anual es un factor importante para determinar el escurrimiento medio y máximo instantáneo. Para el presente caso se considera un periodo de retorno de 50 años.

Para determinar la probabilidad de lluvia de una determinada zona, se utilizaron los datos de precipitación máxima diaria anual mencionados en la Tabla 39. Para esto se utilizó la siguiente ecuación (CONAFOR, 2018).

$$P = \frac{m_i * 100}{n+1}$$

Dónde:

P = Probabilidad de ocurrencia de una lluvia (%).

m = Numero de orden de la lluvia.

n = Número de eventos registrados.

Ejemplo del procedimiento para cada evento registrado:

$$P=\frac{1*100}{67+1} \quad = \quad P=\frac{100}{66} \quad = \quad P=1.47\,\%$$

De esta manera se realiza la estimación para cada evento considerando el orden de la información. Los resultados de la probabilidad de lluvia para cada año se registran en la Tabla 40 en la columna C6.

- ✓ **Estimación del periodo de retorno.**

El periodo de retorno o frecuencia de una determinada cantidad (máxima diaria anual) de lluvia es la periodicidad estadística en años con que pueden presentarse tormentas de características similares en intensidad y duración.

El cálculo del periodo de retorno es relevante para la planeación de obras de conservación de suelos. Para el cálculo del periodo de retorno se aplica la siguiente fórmula (CONAFOR, 2018).

$$F=\frac{n+1}{m_i}$$

Dónde:

F = Frecuencia o periodo de retorno.

n = Número total de años de registro.

m = Número de orden de la lluvia.

$$F=\frac{67+1}{1} \quad = \quad F=\frac{38}{1} \quad = \quad F=68.0$$

Los resultados para cada año se registran en la Tabla IV. 34 en la columna C7.

Tabla IV. 34. Resultados del cálculo para la probabilidad de Lluvia y el periodo de retorno.

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
LLUVIA MAXIMA ANUAL		LLUVIA MAXIMA ORDENADA DE >a<.			PROBABILIDAD	PERIODO DE
AÑO	LLUVIA (mm)	AÑO	LLUVIA ORDENADA (mm)	ORDEN CONSECUTIVO (m)	DE LLUVIA (%)	RETORNO (AÑOS)
1938	178	1969	242.0	1	1.47	68.00
1939	86	1943	236.0	2	2.94	34.00
1940	123	1971	230.0	3	4.41	22.67
1941	87	1946	220.0	4	5.88	17.00
1942	137	1944	200.0	5	7.35	13.60
1943	236	1998	190.0	6	8.82	11.33
1944	200	1938	178.0	7	10.29	9.71
1945	100	1999	173.0	8	11.76	8.50
1946	220	1963	168.5	9	13.24	7.56
1947	26	2001	165.0	10	14.71	6.80
1948	12	1966	160.0	11	16.18	6.18
1954	98	2005	160.0	12	17.65	5.67
1955	14	1979	156.0	13	19.12	5.23
1956	70	1975	153.0	14	20.59	4.86
1957	86	2002	145.0	15	22.06	4.53
1960	9.8	1989	143.0	16	23.53	4.25
1961	132.4	1977	142.0	17	25.00	4.00
1962	111.5	1965	141.0	18	26.47	3.78
1963	168.5	1942	137.0	19	27.94	3.58
1964	116	1982	133.0	20	29.41	3.40
1965	141	1961	132.4	21	30.88	3.24
1966	160	2008	128.5	22	32.35	3.09
1967	120	1972	128.0	23	33.82	2.96
1968	80.5	2009	125.0	24	35.29	2.83
1969	242	1940	123.0	25	36.76	2.72
1970	114	1992	123.0	26	38.24	2.62
1971	230	1967	120.0	27	39.71	2.52
1972	128	1986	120.0	28	41.18	2.43
1973	112	1990	120.0	29	42.65	2.34
1974	98	1980	118.5	30	44.12	2.27
1975	153	1964	116.0	31	45.59	2.19
1976	107	1970	114.0	32	47.06	2.13
1977	142	1973	112.0	33	48.53	2.06
1978	81	1962	111.5	34	50.00	2.00
1979	156	1981	111.0	35	51.47	1.94
1980	118.5	1995	109.5	36	52.94	1.89
1981	111	1976	107.0	37	54.41	1.84
1982	133	1994	104.0	38	55.88	1.79
1983	101.5	1984	103.5	39	57.35	1.74

1984	103.5	1983	101.5	40	58.82	1.70
1985	64	1945	100.0	41	60.29	1.66

Continúa...

Tabla 40. Resultados del cálculo para la probabilidad de Lluvia y el periodo de retorno.

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
LLUVIA MAXIMA ANUAL		LLUVIA MAXIMA ORDENADA DE >a<.			PROBABILIDAD	PERIODO DE RETORNO
AÑO	LLUVIA (mm)	AÑO	LLUVIA ORDENADA (mm)	ORDEN CONSECUTIVO (m)	DE LLUVIA (%)	(AÑOS)
1986	120	2004	100.0	42	61.76	1.62
1987	90	1954	98.0	43	63.24	1.58
1988	3	1974	98.0	44	64.71	1.55
1989	143	2007	90.5	45	66.18	1.51
1990	120	1987	90.0	46	67.65	1.48
1991	67	2003	90.0	47	69.12	1.45
1992	123	1997	89.0	48	70.59	1.42
1993	87.5	2016	88.0	49	72.06	1.39
1994	104	1993	87.5	50	73.53	1.36
1995	109.5	1941	87.0	51	75.00	1.33
1996	76	1939	86.0	52	76.47	1.31
1997	89	1957	86.0	53	77.94	1.28
1998	190	1978	81.0	54	79.41	1.26
1999	173	1968	80.5	55	80.88	1.24
2000	72	1996	76.0	56	82.35	1.21
2001	165	2015	73.0	57	83.82	1.19
2002	145	2000	72.0	58	85.29	1.17
2003	90	1956	70.0	59	86.76	1.15
2004	100	1991	67.0	60	88.24	1.13
2005	160	2006	65.5	61	89.71	1.11
2006	65.5	1985	64.0	62	91.18	1.10
2007	90.5	1947	26.0	63	92.65	1.08
2008	128.5	1955	14.0	64	94.12	1.06
2009	125	1948	12.0	65	95.59	1.05
2015	73	1960	9.8	66	97.06	1.03
2016	88	1988	3.0	67	98.53	1.01
				67		

Continúa...

Tabla IV. 41. Valores del periodo de retorno calculada.

C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16
RECUENCIA	DURANCION	LLUVIA MAXIMA	PERIODO DE	DIFERENCIA		DIFERENCIA	CANTIDAD MAXIMA	P (mm)-ESTIMADA
AÑOS	(HRS)	ORDENADO (mm)-(C4)	RETORNO (AÑOS) (C7)	C4	C5	C1 - C7	DE LLUVIA EN 24 HRS	
2	24	111.5	2.00	111.5	2.00	0.00	0.00	111.500
5	24	156.0	5.23	3.0	0.37	4.63	37.15	**190.147**
		153.0	4.86					
10	24	190.0	11.33	12.0	1.62	8.38	62.12	240.118
		178.0	9.71					
20	24	230.0	22.67	10.0	5.67	14.33	25.29	245.294
		220.0	17.00					
30	24	236.0	34.00	6.0	11.33	18.67	9.88	239.882
		230.0	22.67					
50	24	242.0	68.00	6.0	34.00	16.00	2.82	238.824
		236.0	34.00					
60	24	242.0	68.00	6.0	34.00	26.00	4.59	240.588
		236.0	34.00					
70	24	242.0	68.00	242	68.00	2.00	7.12	249.118
80	24	242.0	68.00	242	68.00	12.00	42.71	284.706
90	24	242.0	68.00	242	68.00	22.00	78.29	320.294
100	24	242.0	68.00	242	68.00	32.00	113.88	355.882

La Tabla IV. 41 muestra en la columna 16, los resultados de la precipitación estimado a un periodo de retorno máximo de 100 años. Para estimar el escurrimiento superficial de la Mirocuenca, se consideró la estimación hecha con un periodo de retorno de 5 años, determinando una precipitación de una tormenta máxima de 190.147 mm en un tiempo de 24 horas.

- ✓ **Secuencia para la estimación del escurrimiento superficial.**

El escurrimiento superficial representa una etapa del ciclo hidrológico, el cual se calculó con datos de la cantidad e intensidad de la lluvia máxima diaria anual, la cobertura vegetal, la rugosidad del terreno, la textura, contenido de materia orgánica del suelo, la pendiente del suelo y el manejo del suelo (CONAFOR, 2023; Aparicio, 1992). La información se obtuvo a través de un inventario, recorridos de campo y con apoyo de las cartas topográficas y archivos vectoriales publicados por INEGI (2010; 2017)

La estimación del escurrimiento superficial fue de acuerdo con la métodologia propuesta por el Servicio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (USDA-SCS), que toma en cuenta la mayoría de los parámetros que inciden en el escurrimiento superficial (Francisco-Nicolas, *et al*., 2010; CONAFOR, 2023). Donde el **método de curvas numéricas**, presenta similitudes con el coeficiente de escurrimiento y fueron obtenidas por el Servicio de Conservación de Suelos, basándose en la observación de hidrógramas, procedentes de varias tormentas en diferentes cuencas de los Estados Unidos. Estas curvas dependen del tipo de suelo, condición hidrológica de la Microcuenca, uso y manejo del suelo, así como de su antecedente condición de humedad (Francisco-Nicolas, *et al*., 2010; CONAFOR, 2023).

La ecuación Para determinar el escurrimiento medio, a partir de las curvas numéricas, se consideran las siguientes relaciones:

$$Q=\frac{(p-02S)^2}{p+0.8S}$$

Dónde:

Q = Escurrimiento medio por evento (mm).

P = Precipitación efectiva por evento (mm).

S= Potencial máximo de retención de humedad (mm).

Esta ecuación es aplicable siempre y cuando el resultado de **0.2S sea menor que P**, de lo contrario se entiende que la lluvia es retenida por el suelo y por lo tanto no se presenta escurrimiento. Para esto se procede primero a determinar el valor de **S**, utilizando la siguiente formula:

$$S=\left(\frac{25400}{CN}\right)-254$$

Dónde:

S = Potencial máximo de retención de humedad.

CN = Curva numérica o número de curva obtenida de tablas.

El valor de las curvas numéricas está determinado por los siguientes factores:

1. Condición del suelo.

Se considera que el contenido de materia orgánica y la textura del suelo, favorecen regularmente en la infiltración (CONAFOR, 2023). El USDA tomó en cuenta la clase textural de los suelos y su infiltración básica y para agruparlos en cuatro clases, como se muestran en la Tabla IV. 42.

Tabla IV. 42. Grupos de suelo de acuerdo con sus características de infiltración.

Grupo de suelo	Descripción de las características de 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/hr.
B	Suelos con bajo potencial de escurrimiento, arenosos menos profundos y más agregados que el grupo A. Cuando húmedo. Estos tienen una infiltración mayor que los promedio. Ejemplos: suelos migajones, arenosos y limosos. Infiltración básica 4–8 mm/hr.
C	Suelos con alto potencial de escurrimiento, comprende suelos someros y suelos con considerable contenido de arcilla, pero menor al del grupo D. Estos tienen una infiltración menor que la promedio después de saturación. Ejemplo: suelos migajones arcillosos. Infiltración básica 1–4 mm/hr.
D	Suelos con alto potencial de escurrimiento como suelos pesados, con alto contenido de arcilla expandibles y suelos someros con material fuertemente cementado. Infiltración básica menos 1 mm/hr.

Considerando este factor en la Microcuenca, las condiciones de edafología comparten similitud a lo que se establece en el grupo de suelo de tipo **"C".**

2. Condición hidrológica o cobertura vegetal del terreno.

Este factor considera la cobertura vegetal del suelo, la cual incide directamente en la intercepción de la precipitación, y la rugosidad que se opone al escurrimiento. Para este factor se determinaron tres clases de cobertura de acuerdo con la Tabla IV. 43a y IV.43b, y los parámetros para agruparlas de acuerdo con el uso del terreno (CONAFOR, 2023).

Tabla IV. 43a. Clases de cobertura vegetal.

Clases de cobertura vegetal	Cobertura vegetal (%)
Buena	> de 75
Regular	50 a 75
Mala	< de 50

De acuerdo con la información de campo, y considerando también el uso de suelo y vegetación, la Microcuenca presenta una cobertura vegetal arbórea mayor al **75%***,* por lo tanto, se considera como una cobertura vegetal **buena** (Tabla IV. 43b).

Tabla IV. 43b. Condiciones de la vegetación e Hidrología.

Vegetación	Condición hidrológica
Pastos naturales	**Malas condiciones**: dispersos, fuertemente pastoreados, con menos que la mitad del área total con cobertura vegetal. **Condiciones regulares**: moderadamente pastoreados, con la mitad o las tres cuartas partes del área total con cubierta vegetal. **Buenas condiciones**: ligeramente pastoreados y con más de las tres cuartas partes del área total con cubierta vegetal.
áreas boscosas	**Condiciones malas**: tienen árboles dispersos y fuertemente pastoreadas, sin crecimiento rastrero. **Condiciones regulares**: moderadamente pastoreadas y con algo de crecimiento. **Buenas condiciones**: densamente pobladas y sin pastorear.
Pastizales mejorados	**Buenas condiciones**: pastizales mezclados con leguminosas sujetas a un cuidadoso sistema de manejo de pastoreo.
Rotacion de praderas	**Malas condiciones**: áreas con material disperso, sobrepastoreado. **Buenas condiciones:** praderas densas, moderadamente pastoreadas, bajo una adecuada planeación de rotación de cultivos.
Cultivos	**Malas condiciones**: cultivos manejados con base en monocultivos. **Buenas condiciones**: cultivos que forman parte de una buena rotación de cultivos (cultivos de escarda, praderas, cultivos tupidos).

3. Uso del suelo.

Este factor, es determinante para estimar el escurrimiento superficial. Por esta razón se consideran diferentes prácticas de manejo a que es sometido. Con este último parámetro se compone el cuadro para obtener la curva numérica que se utilizará en la fórmula (Tabla IV. 43b).

Tabla IV. 44. Uso, tratamiento y condición hidrológica del suelo, para obtener el valor de CN

USO DE SUELO	TRATAMIENTO O PRACTICA	CONDICIÓN HIDROLÓGICA	CURVA NUMÉRICA			
			A	B	C	D
Suelo en descanso	Surcos rectos		77	86	91	94
Cultivos de descarda	Surcos rectos	Mala	71	81	88	91
	Surcos rectos	Buena	67	78	85	89
	Curva de nivel	Mala	70	79	84	88
	Curva de nivel	Buena	95	75	82	86
	Terrazas y curva a nivel	**Mala**	66	74	**80**	82

USO DE SUELO	TRATAMIENTO O PRACTICA	CONDICIÓN HIDROLÓGICA	CURVA NUMÉRICA			
			A	B	C	D
	Terrazas y curva a nivel	Buena	62	71	78	81

Continúa…

Tabla IV. 44. Uso, tratamiento y condición hidrológica del suelo, para obtener el valor de CN

USO DE SUELO	TRATAMIENTO O PRACTICA	CONDICIÓN HIDROLÓGICA	CURVA NUMÉRICA			
			A	B	C	D
Cultivos de tupidos	Surcos rectos	Mala	65	76	84	88
	Surcos rectos	**Buena**	63	75	**83**	87
	Curva de nivel	Mala	63	74	82	85
	Curva de nivel	Buena	61	73	81	84
	Terrazas y curva a nivel	Mala	61	72	79	82
	Terrazas y curva a nivel	Buena	59	70	78	81
Leguminosas en hilera o forraje en rotacion	Surcos rectos	Mala	66	77	85	85
	Surcos rectos	Buena	58	72	81	85
	Curva de nivel	Mala	64	75	83	85
	Curva de nivel	Buena	55	73	80	83
	Terrazas y curva	Mala	63	73	80	83
	Terrazas y curva	Buena	51	67	76	80
Pastizales	**Sin tratamiento mecánico**	**Mala**	68	79	**86**	89
	Sin tratamiento mecánico	Regular	49	69	79	84
	Sin tratamiento mecánico	Buena	39	61	74	80
	Curva de nivel	Mala	47	67	81	88
	Curva de nivel	Regular	25	59	75	83
	Curva de nivel	Buena	20	35	70	79
Pasto de corte		Buena	30	58	71	78
Vegetación natural/Bosque		Mala	45	66	77	83
		Regular	36	60	73	79
		Buena	25	55	**70**	77
Camino de tierra		**Buena**	72	82	**87**	89
Camino pavimentado		Buena	90	90	90	90

- ✓ **Estimación del escurrimiento superficial para la microcuenca:**

Información necesaria para la estimación:

1. El periodo de retorno de 5 años, en este caso el valor es de **190.15**, en una tormenta máxima de 24 horas.

2. La Microcuenca presenta una **cobertura arbórea aproximada mayor al 76%.**

3. La Microcuenca, presenta **cobertura vegetal de bosque natural**, pocas zonas urbanas, agricultura de temporal y zonas sin vegetación aparente (Tabla IV. 45a).

4. Su condición hidrológica va de buena (bosque y pasto) a mala (sin vegetación) (menor al 50 y mayor 75 % de cobertura) (Tabla 45a).

Tabla IV. 45a. Condición de la vegetación e hidrológica, obtenida para estimar el valor de CN.

CONDICION			ESCURRIMIENTO		
VEGETAL	SUP. (ha)	SUP. (%)	COBERTURA (%)	CLASE	CURVA NUMERICA
Agricultura de temporal	355	18.1	< de 50%	Mala	81
Manglar	43	2.2	> a 75%	Buena	55
Pastizal cultivado	192	9.8	< de 50%	Mala	79
Selva mediana subcaducifolia	224	11.4	> a 75%	Buena	55
Selva mediana subperennifolia	1108	56.5	> a 75%	Buena	55
Sin vegetación aparente	39	2.0	< de 50%	Mala	82
	1,961	**100**			**68**

5. Tipo de suelo. Se registran varias condiciones, sin embargo, la textura dominante es franca y migajón limoso, el cual se considera como del grupo B. Se registran 4 grupos de suelos, de los cuales el dominante es Feozem haplico, seguido por Cambisol eutrico, y en menor proporción cambisol eutrico y Solonchak gleyico, con una profundidad variada y de textura media (Francos). El valor promedio que se obtuvo se presenta en la siguiente Tabla:

Tabla IV. 45b. Grupo de suelo de acuerdo con sus características para obtener el valor de CN.

TIPO DE SUELO	CLAVE	TEXTURA	SUPERFICIE		ESCURRIMIENTO
			(ha)	(%)	GRUPO SUELO
Cambisol eutrico	Be+Lo/2	Franco	781	40	B
Feozem haplico	Hh+Re/2	Migajon limoso	1083	55	B

Regosol eutrico	Re/2	Migajon limoso	47	2	B
Solonchak gleyico	Zg/3	Arenoso	50	3	B
PROMEDIO			**1,961**	**100**	B

Relacionando estos factores se pudo determinar un valor para *CN* promedio el cual fue de **68**. Ya con este valor es posible continuar con la estimación del valor del **potencial máximo de retención de humedad (S) y el escurrimiento medio (Q)**, utilizando las fórmulas mencionadas anteriormente, ya que, el valor de 0.2S< P, fue de 24.09< 190.15.

Para la estimación del **potencial máximo de retención de humedad** se desarrolla de la siguiente manera para:

1. $S=\left(\frac{25400}{68}\right)-254$ 2. $S=374.447-254$ 3. $S=120.45\%$

Por lo tanto, para estimar el valor de **escurrimiento medio**, se sustituye en la siguiente ecuación, para el cálculo de;

1. $Q=\frac{(P-(0.2*S))^2}{P+(0.8*S)}$ 2. $Q=\frac{(190.15-(0.2*120.45))^2}{190.15+(0.8*120.45)}$ 3. $Q=\frac{(190.15-24.0894)^2}{190.15+96.3577}$ 4. $Q=\frac{(166.0576)^2}{286.5048}$ 5. $Q=\frac{27575.1345}{286.5048}$ 6. $Q=96.25$

El resultado nos sugiere que, para la Microcuenca, de los **190.15 mm** de lluvia máxima a en un periodo de retorno de 5 años**,** escurrirá una lámina de **129.031 mm**. Esto es equivalente al **67.9 %** del escurrimiento.

- ✓ **Estimación del escurrimiento total para la microcuenca.**

Considerando que la superficie de la Microcuenca es de **1,961 ha (19.61 km²)**, y tomando en cuanta una **lluvia máxima esperada**, para un periodo de retorno de 5 años, de **190.15 mm**. además de tener una estimación del **escurrimiento medio** con un valor de **96.25 mm.**

Con estos valores, podemos determinar el volumen total de agua, que escurre en la Microcuenca, aplicando la siguiente fórmula:

1. $Qt = \frac{Q * A * 10000}{1000}$ 2. $Qt = \frac{96.25 * 1{,}961 * 10000}{1000}$ 3. $Qt = \frac{1887461.799}{1000}$ 4.

$Qt = 1{,}887{,}461.799\, m^3$

El escurrimiento total estimado, es equivalente a **1.887 Mm³**.

Tabla IV. 45c. Resumen de las estimaciones de escurrimiento superficial para la Microcuenca.

INDICADORES	MICROCUENCA
Área drenada (ha).	2
Periodo de retorno a 5 años, lluvia en 24 horas (P/mm).	190.15
Valor de CN	68
Potencial máximo de lluvia (S/mm)	120.45
Escurrimiento medio estimado (Q/mm).	96.25
Total escurrido m³/año	**1,887,461.799**
Total escurrido Mm³/año	**1.887**

IV.2.2.5.3.2. Evapotranspiración potencial (ETP).

La estimación se basó en la metodología propuesta por Thornthwite y Mather (1957), relacionada con ecuaciones con la evapotranspiración potencial (ETP), y se considera la temperatura (T), precipitación (P), radiación solar (RS) y la velocidad del viento (V) (Montaner y Sánchez-Almohalla, 1988).

Para el cálculo se considera la ecuación de la evapotranspiración potencial sin corregir, como se muestra enseguida:

$$e = 16 * \left(10 * \left(\frac{Tm}{I} \right) \right)^{a}$$

Donde:

e= Evapotranspiración mensual sin ajustar en mm (mm/mes).

Tm= Temperatura media mensual en °C.

I= Índice de calor anual.

El valor de ***I*** se determina mediante la siguiente expresión para cada mes, sumando el valor de cada mes:

$$\sum_{ij}^{1} i = \left(\frac{Tmi}{5} \right)^{1.514}$$

Donde:

i= índice de calor mensual.

Mientras que el valor de la variable ***a*** se determina mediante la siguiente ecuación:

$$a=\left(0.000000675*I^3\right)-\left(0.0000771*I^2\right)+\left(0.01792*I\right)+0.49239$$

Donde:

a= Función compleja de *I*.

Para estimar la **ETP** de cada mes, se debe corregir la ETP sin ajustar "*e*", mediante un coeficiente, que toma en cuenta el número de días del mes y la cantidad horas luz de cada día. Para obtener los datos de radiación solar, se consultó la estación de 18029 (San Blas), mediante e software New_LocClim 1.10 (FAO, 2015). Para obtener los datos se ingresó la coordenada de ubicación de la estación, al programa mencionado, el cual desgloso la información de radiación solar mensual, la cual se presenta en la Tabla IV.46 columna 8-10).

Para determinar la ETP potencial corregida se toma en cuenta la siguiente expresión:

$$ETP_{Tho} = e * L$$

Donde:

ETP_{Tho}= Evapotranspiracion potencial de Thornthwaite.

e= Evapotranspiracion mensual sin corregir en mm.

L= Factor de corrección del número de días del mes (Ndi) y la duración astronómica del dia Ni-horas de sol.

$$L_i = (Nd/30) * (N/12)$$

Los resultados se presentan en la Tabla IV.46.

Tabla IV.46. Resultados obtenidos de la ETP para la Microcuenca.

Datos de la Estación 18029			$e=16*\left(10*\left(\frac{Ti}{I}\right.\right.$	$ETP_{Tho}=e*L$	$\sum_{ij}^{1}\square i=\left(\frac{Tmi}{5}\right)^{1.51}$	$a=(0.000000675*I^3)-(0.0000771*I^2)$	Datos New_LocClim 1.1 (FAO,2015)		$L_i=\frac{\frac{(Nd)}{30}*(}{12}$
C1_	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_10
MES	**T. (°C)**	**P (mm)**	**ETP/NO CORREGIDO**	**ETP/CORREGIDO**	**ÍNDICE DE CALOR MENSUAL (i)**	**PARAMETRO "a"**	**HORAS-SOL (N)**	**DIAS-SOL (Nd)**	**CORRECCION L**
E	28.0	21.1	144.45	36.1	13.6	5.99	5.7	16	0.25
F	28.2	13.4	150.75	49.0	13.7	5.99	7.0	17	0.32
M	28.8	6.2	171.01	66.6	14.2	5.99	7.6	19	0.39
A	30.2	1.0	227.28	87.3	15.2	5.99	7.6	19	0.38
M	31.9	19.1	315.55	129.1	16.5	5.99	8.0	19	0.41
J	33.3	132.1	408.18	99.7	17.6	5.99	6.4	14	0.24
J	33.9	339.9	454.28	99.4	18.1	5.99	5.9	14	0.22
A	34.0	389.7	462.36	113.9	18.2	5.99	6.2	15	0.25
S	33.8	358.8	446.30	89.2	18.1	5.99	5.5	14	0.20
O	33.7	123.8	438.45	125.6	18.0	5.99	6.3	17	0.29
N	31.7	12.8	303.88	97.7	16.4	5.99	6.6	18	0.32
D	29.0	23.5	178.25	39.2	14.3	5.99	5.3	15	0.22
TOTAL	**31.4**	**1441.4**	**3,700.75**	**1,032.7**					
				ÍNDICE DE CALOR MENSUAL (I)	**193.9**				

la evapotranspiración potencial para la Microcuenca fue de 1,032.7 mm, lo cual representa el 71.6% de la precipitación total, equivalente a un volumen 20.252 Mm³, obtenido mediante la siguiente formula;

1. $ETP_t = \frac{ETP * A * 10000}{1000}$ 2. $ETP_t = \frac{1{,}032.7 * 1{,}961 * 10000}{1000}$ 3. $ETP_t = \frac{20{,}252{,}688{,}883}{1000}$ 4. $ETP_t = 20{,}252{,}689{,}060\, m^3$ 5. $ETP_t = 20.252\, M\, m^3$

IV.2.2.5.3.3. Infiltración (I).

Se refiere al volumen de agua que atraviesa la superficie y llega a ocupar total o parcialmente los poros del suelo (García, *et al*. s.f). Para determinar el valor de infiltración para la Microcuenca (SA), se tomó en cuenta la siguiente expresión:

$$I = P - (ETP + Q)$$

Donde:

I= Infiltración (mm).

P= Precipitación anual (mm).

ETP= Evapotranspiración potencial (mm).

Q= Escurrimiento superficial medio (mm)

Sustituyendo en la expresión anterior:

$$I = 1441.4 - (1032.7 + 96.25) \quad = \quad I = 1441.4 - 1128.95 \quad = \quad I = 312.45 \text{ mm}$$

Mediante la siguiente expresión siguiente se puede estimar el volumen total, aproximado, que se infiltra en la Microcuenca (SA).

$$I_t = \frac{I * A * 10000}{1000} \quad = \quad I_t = \frac{312.45 * 1{,}961 * 10000}{1000} \quad = \quad I_t = \frac{6127144500}{1000} \quad = \quad I_t = 6\acute{}127{,}144.5 \text{ m}^3$$

$$I_t = 6.127\, M\, m^3$$

Los resultados del balance hidrológico de la Microcuenca (SA) se resume en la Tabla IV.47.

Tabla IV.47. Resumen del balance hidrológico para la Microcuenca.

Balance hídrico	mm/m²	%	Vol. Total/año (m³).
Precipitación (mm). 18029	**1,441.4**	**100**	
Escurrimiento medio (mm)-sin CUSTF	96.25	6.7	1,887,463
EVP (Evapotranspiración potencial) (mm)	1,032.7	71.6	20,252,689
Infiltración (mm)	312.42	21.7	6,126,683
Total	**1,441.4**	**100.0**	**28,266,834**

IV.2.2.5.2. Hidrología subterránea de la Microcuenca (SA).

Para determinar esta característica se apoyó con la cartografía publicada por INEGI (1981;2000). Otro aspecto importante que influye en los escurrimientos subterráneos es la geología, en este caso las condiciones de permeabilidad para la Microcuenca, es de Permeabilidad en materiales consolidados media alta (MA).

- ✓ **Unidades de permeabilidad**

Los criterios utilizados en la determinación de la permeabilidad de los materiales geológicos (roca o suelo) consisten en el análisis cualitativo de las propiedades físicas y químicas que presentan, relacionadas con la capacidad de permitir el **paso del agua e infiltración** al subsuelo (INEGI, 2012, 1981). Como se ha mencionado la clasificación metodológica comprende la unidad de permeabilidad, de materiales consolidados, con una permeabilidad baja (INEGI, 1981; 2000).

Para un mejor control de la explotación del agua subterránea, la CONAGUA, dividió el estado en 11 zonas geo-hidrológicas, cuyos límites fueron modificados por el INEGI, con base en las

características geológicas y topográficas que enmarcan a dichas zonas. El INEGI (2000) sólo considera 10 zonas de explotación.

Los acuíferos que las forman son de tipo libre con semiconfinamientos locales, debido a variaciones granulométricas y de permeabilidad en los materiales geológicos no consolidados. En valles intermontanos, los niveles estáticos son profundos, las diferentes unidades litológicas perforadas muestran cambios de permeabilidad que producen semiconfinamientos; como es el caso de las zonas de explotación Valle de Matatipac e Ixtlán del Río-Ahuacatlán (INEGI, 2000).

La carta de hidrología subterránea f13-08 escala 1:250,000, Tepic (SPP, 1981). En la zona de la Microcuenca (SA), se tiene registrado un manantial en la localidad del Espino.

La Microcuenca, se ubica dentro del acuífero Zacualpan-Las Varas (18-06), presentando material consolidado, de permeabilidad media alta (Tabla IV.43; Mapa 8).

De acuerdo con un reporte de la CONAGUA (2020; 2022), sobre la disponibilidad anual de agua en el acuífero Zacualpan-Las Varas (1806), se contempla para ese año una disponibilidad de agua de 14.032520 hm^3/año y una recarga anual de 74.2 hm^3/año. En general se determina que la calidad del agua superficial y subterránea es de buena y excelente, ya que todos los indicadores analizados (SST, ENTEROC_NMP, OD_PORC_SUP, OD_PORC_FON, TOX_FIS_SUP), se encuentran por debajo de los limites permisibles. Esto sugiere además que, este se encuentre clasificado como subexplotados.

Tabla IV.43. Hidrología subterránea distribuida en la Microcuenca.

Permeabilidad	Clave	Nombre zona explotación	Condición	Clave ZE	Sup. (ha)	Sup. (%)
Material consolidado media alta	B	Zacualpan-Las Varas	-	18-06	1,961	100

				Total	**1,961**	**100.0**

Mapa 8. Hidrología superficial y subterránea para la Microcuenca (se anexa).

IV.2.2.5.3. Aire de la zona Microcuenca (SA).

Con la ejecución del Proyecto, no se espera generar efectos relevantes. Por otro lado, también se destaca que la zona no presenta actividades industriales que provoquen afectaciones. De acuerdo con el Sistema Nacional de Indicadores Ambientales (SNIA, 2020), registra para la zona, indicadores con va lores bajos de; Oxido de Nitroso: 500.1-2,000 t; Bióxido de azufre: 60.1 a 1,600 t; Monóxido de carbono: 1,600.1-60,000 t; Amoniaco: 0.8 a 200 t. Por otro lado, el INECC (2016), publica que, para Nayarit, partículas suspendidas con diámetro aerodinámica =<micrómetros (PM_{10}) de =<38, (dentro del rango) y $PM_{2.5}$ promedio de 14 (fuera del rango) O_3 de 0.068 (dentro del rango). Para el área de la Microcuenca y el Proyecto no se tienen registros específicos al respecto.

IV.2.2.2. Medio Biótico

IV.2.2.6.1. Vegetación característica de la Microcuenca (SA)

La Microcuenca presenta cobertura vegetal en gran parte del área. De acuerdo con la clasificación hecha por el INEGI (2017), y mediante los datos vectoriales de uso de suelo y vegetación serie VI escala 1:250,000, la vegetación dominante es Vegetación de Selva Mediana Subcaducfiolia representando el 69.4% de la superficie. Seguido por Bosque de encino con el 20.05% (Tabla IV.44; Mapa 9a).

Las condiciones climáticas de una zona influyen directamente en la composición, fisonomía y estructura de la vegetación (Miranda y Hernández, 1963). En este aspecto en el estado presenta una posición geográfica donde se registran temperaturas moderadamente altas y precipitaciones significativas, por encontrarse en una zona intertropical, recibiendo influencia de las características climáticas del Pacífico (INEGI, 2000).

Las características climáticas se manifiestan de manera gradual, dependiendo de la altitud y relieve, determinando de esta manera las diversas formas biológicas en diversas zonas del estado (INEGI, 2000).

IV.2.2.6.2. Selva Mediana Subcaducifolia

Esta condición se caracteriza por la pérdida de follaje en más del 50% de las copas, en una temporada corta del año, representado por una estructura arbórea dominante con alturas que pueden oscilar entre los 15 y 30 metros aproximadamente, en la temporada lluviosa muestra una comunidad densamente cerrada (Miranda y Hernández, 1963; Rzedowski, 2006; Pennington y Sarukhán, 2005). Llegan a presentar dos estratos más o menos definidos, siendo el *estrato superior* el más uniforme, destacando individuos de *Brosimun alicastrum*, *Astronium graveolens*, *Bernoullia flammea*, *Sideroxylon* spp, *Bursera* spp, *Calophyllum brasiliense*, *Cordia olliadora*,,*C. elaeagnoide*, *Tabebui donnell-smithii*, *Enterobium cyclocarpum*, *Ficus* spp, *Hura polyandra* (Haba), *Lysiloma* spp, (Pennington y Sarukhán, 2005; INEGI, 2000; Miranda y Hernández, 1963).

El *estrato medio*, compuesto regularmente por individuos *Vachellia* sp, *Apoplanesia paniculata*¸ *Trichospermum mexicanum*, *Bursera* spp, *Jacaratia mexicana*, *Ceiba aesculifolia*, *Coccoloba barbadensis*, *Cordia seleriana*, *Croton draco*, *Cupania glabra*, *Exothea copalillo*, *Inga laurina, Pouteria campechiana, Guazuma ulmifolia, Cecropia obtusifolia, Lysiloma divaricata, Byrsonima crassifolia,* entre los que mejor se representa (Pennington y Sarukhán, 2005).

Finalmente se puede registrar un estrato inferior observándose herbácea como *Ruellia albicaulis, Henrya insularis, Elytraria imbricata, Hernia sp,* y malvas.

Las **Selvas medianas Subcaducifolias** llegan a presentar una **riqueza de especies** elevado, a pesar de esto, no existe una alta variación en la composición de especies entre sitios, es decir su diversidad β es relativamente baja.

IV.2.2.6.3. Bosque de encino.

Este tipo de vegetación se conforma por individuos del genero *Quercus* sp (encinos y robles), pueden ser bosques puros, y son una zona de transición entre los bosques de Selvas y coníferas. Se registran altura se encuentra entre 4 a los 15 m de altura, regularmente densos. Se pueden desarrollar en alturas sobre el nivel del mar desde el nivel del mar hasta los 3000 m. Se encuentra muy relacionada con los bosques de Pino.

Por las características de los encinos, estos representan un potencial elevado para su aprovechamiento comercial (INEGI, 2017). La condición que muestra la Microcuenca, es que se observa una zona alta, donde se desarrolla mucho mejor y una zona baja, donde se pueden observar combinación con especies características de Selva mediana, abarcando aproximadamente el 43%. Las especies características de este tipo de vegetación son *Quercus aristata, Q. magnoliifolia, Q. resinosa, Quercus sp., Vitex pyramidata, Karwinskia humboldtiana, Miconia xalapensis*.

IV.2.2.6.3. Elaboración de cartografía de acuerdo con el uso de suelo actual en la Microcuenca.

Se elaboró un mapa detallado de uso de suelo y vegetación, tomando como referencia imágenes satelitales (55 imágenes), obtenidas de Google earth Pro, con fecha de Febrero de 2024, y considerando la clasificación hecha por INEGI (2017). Para su análisis, se utilizó ArcGIS PRO 3.1.

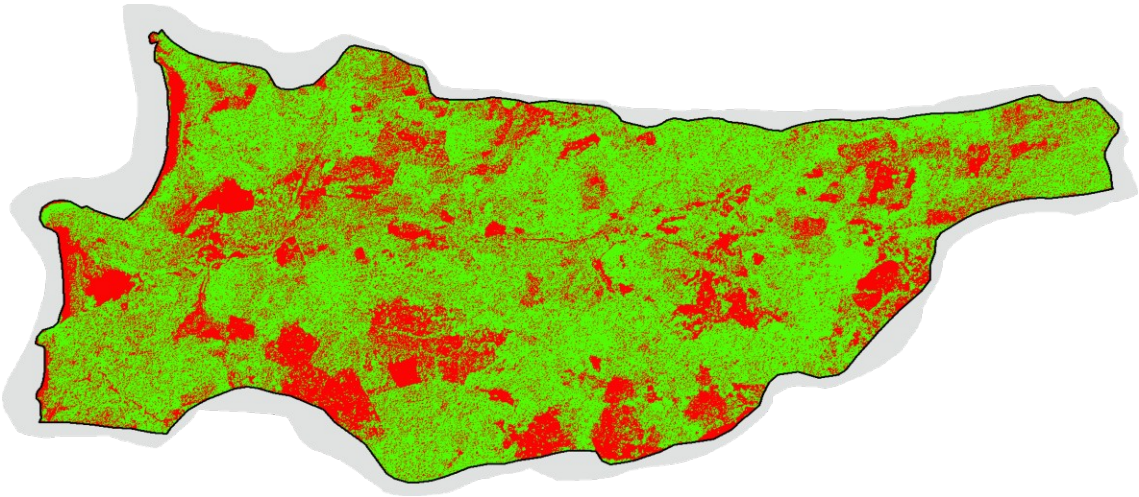
Para esto, se construyó un *mosaico de las imágenes* (*Data management Tool>Raster>Raster dataset>Mosaic to new raster*), para generar una sola imagen en formato TIF (Figura IV.13 y 14). Para procesar la imagen, se realizó un *análisis estadístico multivariado de tipo supervisado*, este tipo de análisis relaciona los atributos de diferentes tipos de condiciones.

Con la clasificación supervisada se tiene la ventaja que se tiene conocimiento específico sobre el área de estudio y por lo tanto se pueden identificar áreas representativas de cada clase o condición (ESRI, 2023). Bajo el criterio que se cuenta con información de campo sobre muestras de vegetación y de que se cuenta con una imagen detallada, se procedió a generar un archivo Shape de puntos, el cual contenía información espacial, como coordenadas de ubicación y la condición de uso de suelo.

Una vez teniendo el archivo Shape con la información y la imagen satelital, se procedió a analizar con ArcGIS PRO, como se muestra a continuación; El primer paso fue generar una *firma (descripción estadística que proviene de la muestra y el raster)*, esto con los puntos y el archivo raster, para esto se dio la siguiente secuencia: *Spatial Analyst Tools>Multivariate>Create signatures*. Posteriormente, se genera un archivo con extensión GSC, el cual ayudara para el análisis final. El proceso final es, mediante la herramienta de Clasificación máxima verosimilitud (*Maximum Likelihood classsification*), se inicia con el análisis final contemplando los siguientes pasos: *Spatial Analyst Tools>Multivariate>Maximum Likelihood classsification* (Figura IV.13 y 14).



Paso 1. Imagen utilizada para el análisis.



Paso 2. Resultado del análisis sobre la presencia o ausencia de cobertura arbórea y arbustiva, correspondiente y otros usos.

Figura IV.13 y 14. Ejemplo de análisis supervisado con ArcGIS PRO, detallado de la obertura arbórea.

A partir de allí, se genera un archivo raster, el cual contiene las clases delimitadas en la imagen satelital y el Shape. Posteriormente estos se convirtieron a un archivo Shape, para darle el acabado final, definiendo los usos del suelo más detallado para la Microcuenca (Mapa 11a). El resultado indica que existe una cobertura arbórea o arbustiva en aproximadamente el 94% de la Microcuenca, el resto de la superficie tiene usos diversos a lo forestal.

Tabla IV.44. Usos de suelo y vegetación en la Microcuenca (SA).

Condición vegetal	Clave	Sup. (ha)	Sup. (%)
Bosque de encino	BQ	472.4	20.05
Cuerpo de agiua	H2O	7.63	0.32
Selva mediana subcaducifolia	SMS/VSA	1635.2	69.40
Zona urbana	ZU	241.0	10.23
Promedio		**2356**	**100**

IV.2.2.6.4. Metodología para el inventario forestal en la Microcuenca (SA).

La primera etapa de trabajo se realizó en gabinete. Esto con la finalidad es evaluar las características de la vegetación, para esto se utilizó la cartográfica digital, elaborada por INEGI, tales como la carta topográfica escala 1:50,000 (2023) y el MDE (2012), con clave f13c69 (El Cuale), mientras que para su ubicación y análisis se utilizó ArcGIS PRO.

- ✓ **Inventario forestal (Anexo 4.1.2).**

El muestreo fue al azar y su distribución se realizó mediante números aleatorios. Los sitios de muestreo se enfocaron, hacia sitios con cobertura vegetal.

Mapa 9a. Uso de suelo y vegetación en la Microcuenca (SA) (Se anexa).

Se establecieron 42 sitios de muestreo en forma circular, cada sitio fue de un área de 1000 m² para evaluar el estrato arbóreo, de 500 m² para el estrato arbustivo y de 1 m², de forma cuadrada, para el estrato herbáceo (Tabla IV.44; Mapa 9b). Para la delimitación en campo se ubicó el punto central, con el apoyo de un GPS, y se marcó con pintura en aerosol en color azul.

A partir del punto central se inició con la delimitación del área de un 1 m^2 donde se levanta la información del estrato herbáceo (para evitar la perturbación de este durante el trazo del resto de los estratos).

Posteriormente se trazó del sitio de 1000 m^2 (17.84 m de radio), utilizando una Brujula Sunnto, apoyado con esto se tiró la cuerda en dirección de los cuatro puntos cardinales, cubriendo de esta forma el área considerada a muestrear para el estrato arbóreo.

Finalmente se delimito el sitio de 500 m² (12.63 metros de radio), desde el punto central y siguiendo el mismo procedimiento, esto para evaluar el estrato arbustivo (Anexo 4.1.2.).

Tabla IV.45. Coordenadas de ubicación de los sitios de muestreo en la Microcuenca.

No. sitio	Coordenadas utm		Descripción
	X	Y	
2	475699	2277577	MICROCUENCA (LEVANTADO)
3	475797	2277527	MICROCUENCA (LEVANTADO)
4	475716	2277425	MICROCUENCA (LEVANTADO)
5	475710	2277243	MICROCUENCA (LEVANTADO)
6	475576	2277350	MICROCUENCA (LEVANTADO)
7	476042	2277019	MICROCUENCA (LEVANTADO)
8	475841	2276875	MICROCUENCA (LEVANTADO)
9	476310	2276883	MICROCUENCA (LEVANTADO)

10	476409	2276722	MICROCUENCA (LEVANTADO)
12	476029	2276225	MICROCUENCA (LEVANTADO)

Continua…

Tabla IV.45. Coordenadas de ubicación de los sitios de muestreo en la Microcuenca.

No. sitio	Coordenadas UTM		Descripción
	X	Y	
13	475693	2276357	MICROCUENCA (LEVANTADO)
14	475659	2276466	MICROCUENCA (LEVANTADO)
15	475382	2276487	MICROCUENCA (LEVANTADO)
16	475684	2276643	MICROCUENCA (LEVANTADO)
19	473951	2273627	MICROCUENCA (LEVANTADO)
20	473926	2273404	MICROCUENCA (LEVANTADO)
21	473897	2273076	MICROCUENCA (LEVANTADO)
22	474072	2273340	MICROCUENCA (LEVANTADO)
23	474269	2273186	MICROCUENCA (LEVANTADO)
24	474111	2273832	MICROCUENCA (LEVANTADO)
25	474250	2273999	MICROCUENCA (LEVANTADO)
26	474448	2274319	MICROCUENCA (LEVANTADO)
27	474810	2274587	MICROCUENCA (LEVANTADO)
28	474554	2273261	MICROCUENCA (LEVANTADO)
29	474962	2274538	MICROCUENCA (LEVANTADO)
31	475309	2273688	MICROCUENCA (LEVANTADO)
32	475497	2274122	MICROCUENCA (LEVANTADO)
33	475800	2273857	MICROCUENCA (LEVANTADO)
34	475602	2274236	MICROCUENCA (LEVANTADO)
35	475731	2274482	MICROCUENCA (LEVANTADO)
36	475499	2277090	MICROCUENCA (LEVANTADO)
37	475937	2277314	MICROCUENCA (LEVANTADO)
38	475579	2277561	MICROCUENCA (LEVANTADO)
41	474727	2276250	MICROCUENCA (LEVANTADO)
42	474770	2276102	MICROCUENCA (LEVANTADO)
43	475067	2275977	MICROCUENCA (LEVANTADO)
44	475008	2275695	MICROCUENCA (LEVANTADO)
46	474920	2275537	MICROCUENCA (LEVANTADO)
47	475970	2276497	MICROCUENCA (LEVANTADO)
48	475449	2276762	MICROCUENCA (LEVANTADO)
49	475428	2273543	MICROCUENCA (LEVANTADO)
50	475461	2273316	MICROCUENCA (LEVANTADO)

Los atributos dasométricos tomados en cuenta, fue el número de individuos por especie, diámetro normal (DN), altura total (m) y el diámetro de copa (m) para el estrato arbóreo y arbustivo, mientras que para el estrato herbáceo se registró el número de individuos por especie y el diámetro de copa de cada uno. Para la toma de datos, se utilizó material y equipo con la finalidad de obtener información precisa (Tabla IV.46).

Los atributos ecológicos registraros fueron; la pendiente, exposición, textura, compactación y pedregosidad del suelo, altitud (msnm), así como el estado sanitario de la vegetación.

Durante estos recorridos, se aprovechó para registrar la presencia de fauna silvestre local, mediante observaciones directas (cualitativo), además de realizar transeptos de muestreo, considerando de la misma manera los comentarios de personas que habitan en la zona, así como una revisión bibliográfica respectiva de la región. Dicha información se utilizó para determinar la diversidad y abundancia de la zona, lo cual se detalla más adelante.

Tabla IV.46. Material y equipo utilizado en el estudio correspondiente al inventario.

✓ Lápices	✓ Prensas botánicas
✓ Formatos y libreta de campo	✓ Guías Botánicas (Identificación sp)
✓ GPS Garmin	✓ Cuerda compensada (500 m^2)
✓ Tablas de apoyo	✓ Cuerda compensada (1000 m^2)
✓ Pintura en aerosol	✓ Clinómetro
✓ Machetes	✓ Brújula Sunnto
✓ Cámaras fotográficas digitales	✓ Cintas métricas
✓ Hipsometro de Christen	✓ Cinta diamétrica

Mapa 9b. Distribución de los sitios para la evaluación de la vegetación y fauna en la Microcuenca (SA) (Se anexa).

IV.2.2.6.4. Resultados obtenidos de los análisis correspondientes al inventario.

La intensidad de muestreo fue de 0.2%. Con los datos levantados se obtendrá una referencia de las condiciones de la vegetación en la Microcuenca (SA), ya que solo se requiere determinar la diversidad de especies, para comparar los valores con el área del proyecto.

Para determinar la *intensidad de muestreo* se toma en cuenta la siguiente expresión:

$$\Im = \left(\frac{¿.muestreada(ha)}{¿.total\ de\ la\ ua(ha)} \right) * 100 \quad = \quad \Im = \left(\frac{1.3}{1961} \right) * 100 \quad = \quad \Im = 0.014 * 100 \quad \Im = 0.2$$

Para el error de muestreo se utilizó como base los datos de los sitios de muestreo, los valores de promedio del área basal por hectárea (m²) de cada sitio, considerando todas las especies registradas. El resultado fue de un error del 8.1%, con un límite de confianza que va de 0.417 a 0.515 m²/ha, y un error admisible del 14.4%. Se estimó el tamaño de muestra requerido, el cual indica que la información obtenida es confiable, esto porque el resultado no fue muy variado a la muestra levantada.

IV.2.2.6.5. Principales especies vegetales localizadas en la Microcuenca (UA).

Como se ha mencionado, las condiciones dominantes de la vegetación en la Microcuenca, se encuentran representan por vegetación de Selva Mediana Subperennifolia (56.4%), seguido por Selva mediana subcaducifolia (11.42%) principalmente. Se observaron otros usos diversos a lo forestal, distribuidos tal y como se muestra en el Mapa 11a (CONAFOR, 2020; INEGI, 2016).

Las principales especies registradas durante el inventario de campo, por estratos (superior, medio y bajo), se presentan en las Tablas IV.47, 48 y 49.

Se registraron tres estratos vegetales, destacando ampliamente y mejor representado el arbóreo y arbustivo, y un estrato herbáceo poco desarrollado. A continuación, se describe brevemente las características de distribución por estrato.

El **estrato arbóreo** se caracteriza por presentar individuos con una altura promedio de 8.7 metros y un diámetro normal promedio de 18.4 cm, formando una estructura normalizada, ya que a medida que aumenta el diámetro normal incrementa a su vez el número de individuos por hectárea y respecto a su estructura vertical conforme aumenta el diámetro normal aumenta considerablemente la altura de los individuos. Las tres especies mejor representadas fueron *Bixa orellana, Heliocarpus pallidus y Guettarda elliptica* (Grafico 2 y 3; Tabla IV.47).

Tabla IV.47. Especies que forman parte del estrato arbóreo registrado en la Microcuenca (SA).

NO.	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	D.N. x (cm)	ALTURA x (m)	NOM 59	LISTA ROJA
1	*Pricramniaceae*	*Alvaradoa amorphoides*	Ardillo	14.3	7.9	-	LC
2	*Annonaceae*	*Annona muricata*	Guanabana	8.5	7.7	-	LC
3	*Cannabaceae*	*Aphananthe monoica*	Cuero de toro	32.0	18.0	-	LC
4	*Fabaceae*	*Apoplanesia paniculata*	Arco negro	15.1	10.6	-	LC
5	*Arecaceae*	*Attalea guacuyule*	Palma	31.7	10.8	Pr	-
6	*Bixaceae*	*Bixa orellana*	Achiote	9.0	4.0	Nativa	LC
7	*Primulaceae*	*Bonellia macrocarpa*	Amole	28.3	10.1	Nativa	LC
8	*Moraceae*	*Brosimum alicastrum*	Capomo	24.6	12.8	Nativa	-
9	*Burseraceae*	*Bursera simaruba*	Papelillo	28.0	11.2	Nativa	LC
10	*Malpighiaceae*	*Byrsonima crassifolia*	Nanche	15.4	7.0	Nativa	LC
11	*Salicaceae*	*Casearia corymbosa*	Latilla	11.5	6.4	-	LC
12	*Apocynaceae*	*Cascabela ovata*	Berraco falso	9.7	6.3	Nativa	LC

13	*Urticaceae*	*Cecropia obtusifolia*	Trompeta	15.2	9.8	-	LC
14	*Meliaceae*	*Cedrela odorata*	Cedro	12.0	11.3	Pr	VU
15	*Malvaceae*	*Ceiba aesculifolia*	Pochote	22.6	9.2	Nativa	LC
16	*Euphorbiaceae*	*Cnidoscolus tepiquensis*	Quemadora	12.7	6.0	Endemica	VU
17	*Bixaceae*	*Cochlospermum vitifolium*	Rosa Maria	18.7	5.7	Nativa	LC
18	*Chrysobalanaceae*	*Couepia polyandra*	Zapotillo	21.3	9.2	-	-
19	*Cordiaceae*	*Cordia alliodora*	Arguandientillo	19.2	7.4	Nativa	LC
20	*Sapindaceae*	*Cupania dentata*	Cola de Pava	17.6	10.6	-	-
21	*Dilleniaceae*	*Curatella americana*	Rasca la Vieja	16.7	6.3	Nativa	LC
22	*Arecaceae*	*Cryosophila nana*	Palmilla	9.4	3.0	A	NT
23	*Fabaceae*	*Delonix regia*	Tabachin	32.0	18.0	-	LC
24	*Myrtaceae*	*Eugenia acapulcensis*	Arbol de Bolitas	13.4	7.6	-	LC
25	*Moraceae*	*Ficus insipida*	Higuera Blanca	40.0	12.9	Nativa	LC
26	*Moraceae*	*Ficus obtusifolia*	Higuera Café	37.0	13.0	-	LC
27	*Moraceae*	*Ficus petiolaris*	Higuera	27.5	9.4	Endemica	-
28	*Moraceae*	*Ficus pertusa*	Camichin	37.0	10.7	-	LC
29	*Fabaceae*	*Gliricidia sepium*	Cacahuananche	13.8	6.7	Nativa	LC
30	*Malvaceae*	*Guazuma ulmifolia*	Guasima	13.7	6.2	Nativa	LC
31	*Rubiaceae*	*Guettarda elliptica*	Cascarillo	13.1	7.9	-	CR
32	*Hernandiaceae*	*Gyrocarpus jatrophifolius*	Palo santo	24.2	12.1	Nativa	LC
33	*Fabaceae*	*Haematoxylum brasiletto*	Brazilillo	12.0	6.0	Nativa	LC
34	*Malvaceae*	*Heliocarpus pallidus*	Majagua	16.5	14.0	-	LC
35	*Euphorbiaceae*	*Hippomane mancinella*	Arbol de la muerte	14.0	6.8	-	LC
36	*Fabaceae*	*Hymenaea courbaril*	Guapinol	24.7	13.5	-	LC
37	*Euphorbiaceae*	*Jatropha curcas*	Sangregado	12.4	4.1	-	LC
38	*Fabaceae*	*Leucaena lanceolata*	Guaje	13.8	10.8	Endemica	LC
39	*Malvaceae*	*Luehea candida*	Algodonciillo	15.6	8.7	-	LC
40	*Fabaceae*	*Lysiloma acapulcense*	Tepehuaje	21.2	9.0	-	LC
41	*Fabaceae*	*Lysiloma divaricatum*	Tepemezquite	23.6	10.6	Nativa	LC
42	*Anacardiaceae*	*Mangifera indica*	Mango	23.3	11.8	-	-
43	*Meliaceae*	*Melia azedarach*	Paraiso	9.3	6.8	-	LC
44	*Melastomataceae*	*Miconia glaberrima*	Negrito	10.0	5.5	-	LC
45	*Melastomataceae*	*Mouriri myrtilloides*	Arbol hoja chica	10.0	6.3	-	LC
46	*Musaceae*	*Musa sp.*	Platano	10.5	5.3	-	-
47	Lauraceae	*Nectandra hihua*	Aguacatillo	45.0	9.8	Nativa	LC
48	*Nyctaginaceae*	*Pisonia capitata*	Garabato	18.5	6.5	-	LC
49	*Picramniaceae*	*Picramnia guerrerensis*	SP 1	18.0	8.4	-	EN
50	*Anacardiaceae*	*Pseudosmodingium perniciosum*	Cuajiote	18.0	6.5	-	LC
51	*Myrtaceae*	*Psidium guajava*	Guayabillo	17.5	8.8	Nativa	LC
52	*Myrtaceae*	*Psidium sartorianum*	Arrayancillo	12.9	7.8	-	-

53	*Rubiaceae*	*Randia aculeata*	Crucecita	9.3	4.0	-	LC
54	*Rubiaceae*	*Randia armata*	Cruceto	12.0	6.0	-	LC
55	*Apocynaceae*	*Rauvolfia tetraphylla*	Chililllo	10.0	5.0	Nativa	-
56	*Euphorbiaceae*	*Sapium lateriflorum*	Mataisa	18.2	9.9	Nativa	LC
57	*Loganiaceae*	*Strychnos panamensis*	Huevos de toro	8.5	7.0	-	LC
58	*Bignoniaceae*	*Tabebuia chrysantha*	Amapa	21.4	10.7	A	-
59	*Sapindaceae*	*Thouinia acuminata*	Palo Fierro	18.0	11.6	-	-
60	*Fabaceae*	*Vachellia hindsii*	Jarretadera	12.8	5.7	-	-
61	*Lamiaceae*	*Vitex pyramidata*	Gualamillo	18.3	8.8	Endemica	-
				18.4	**8.7**		

El **estrato arbustivo/sotobosque,** este estrato se encuentra representado por individuos de porte bajo y presenta una densidad alta. Se estima que presenta una altura promedio de 3.9 y diámetro normal promedio de 4.8 cm, formando una estructura normalizada. Las especies mejor representadas fueron *Bixa orellana , Mouriri myrtilloides, Euphorbia calcarata y Lysiloma divaricatum* (Grafico 4 y 5; Tabla IV.48).

El **estrato herbáceo,** este se encuentra limitado y poco desarrollado, se registró principalmente en espacios abiertos, hacia la zona interna de la Selva, se encuentra limitado. En general los individuos presentan una altura promedio de 0.31 metros y un diámetro de copa promedio de 24 cm. Las especies mejor representadas fueron *B. oenotheroidesvenustum,* seguigo por *Sida rhombifolia y Andropogon gayanus* (Grafico 6 y 7; Tabla IV.49).

Tabla IV.48. Especies que forman parte del estrato arbustivo registrado en la Microcuenca (SA).

NO.	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	D.N. x (cm)	ALTURA x (m)	NOM 59	LISTA ROJA
1	Bignoniaceae	*Adenocalymma inundatum*	Cuamecate blanco	4.1	6.5	-	-
2	Picramniaceae	*Alvaradoa amorphoides*	Ardillo	5.9	10.2	-	LC
3	Annonaceae	*Annona muricata*	Guanabana	4.5	3.6	-	LC
4	Fabaceae	*Apoplanesia paniculata*	Arco Negro	4.9	5.2	-	LC
5	Arecaceae	*Attalea guacuyule*	Palma	7.0	4.2	Pr	-
6	Bixaceae	*Bixa orellana*	Achiote	3.8	3.9	Nativa	LC
7	Moraceae	*Brosimun alicastrum*	Capomo	6.7	3.8	Nativa	-
8	Burseraceae	*Bursera simaruba*	Papelillo	5.4	3.5	Nativa	LC
9	Malpighiaceae	*Byrsonima crassifolia*	Nanche	4.5	2.7	Nativa	LC
10	Calophyllaceae	*Calophyllum brasiliense*	Limoncillo	7.2	2.4	A	LC
11	Apocynaceae	*Cascabela ovata*	Berraco falso	5.5	3.9	Nativa	LC
12	Salicaceae	*Casearia corymbosa*	Latilla	5.1	4.3	-	LC
13	Euphorbiaceae	*Cnidoscolus tepiquensis*	Quemadora	3.2	2.7	Endemica	VU
14	Chrysobalanaceae	*Couepia polyandra*	Zapotillo	7.0	5.0	-	-
15	Arecaceae	*Cryosophila nana*	Palmilla	5.6	2.5	A	NT

16	Sapindaceae	*Cupania dentata*	Cola de pava	4.1	3.9	-	-
17	Dilleniaceae	*Curatela americana*	Rasca la Vieja	4.8	6.2	Nativa	LC
18	Erythroxylaceae	*Erythroxylum mexicanum*	Palo chino	5.0	2.0	-	-
19	Myrtaceae	*Eugenia acapulquensis*	Arbol de Bolitas	5.3	4.0	-	LC
20	Euphorbiaceae	*Euphorbia calcarata*	Candelilla	2.6	2.2	Endemica	-
21	Fabaceae	*Gliricidia sepium*	Cacahuananche	5.5	3.1	Nativa	LC
22	Malvaceae	*Guazuma ulmifolia*	Guasima	4.1	3.4	Nativa	LC
23	Rubiaceae	*Guettarda elliptica*	Cascarillo	5.0	3.7	-	CR
24	Hernandiaceae	*Gyrocarpus jatrophifolius*	Palo santo	3.3	3.0	Nativa	LC
25	Fabaceae	*Haematoxylum brasiletto*	Brazilillo	6.0	4.5	Nativa	LC
26	Malvaceae	*Heliocarpus pallidus*	Majagua	3.8	3.1	-	LC
27	Euphorbiaceae	*Hippomane mancinella*	Arbol de la muerte	4.8	3.0	-	LC
28	Fabaceae	*Hymenaea courbaril*	Guapinol	6.5	6.5	-	LC
29	Euphorbiaceae	*Jatropha curcas*	Sangregado	5.6	3.4	-	LC
30	Fabaceae	*Leucaena lanceolata*	Guaje	6.2	4.3	Endemica	LC
31	Malvaceae	*Luehea candida*	Algodonciillo	6.8	3.2	-	LC
32	Fabaceae	*Lysiloma divaricatum*	Tepemezquite	5.2	4.0	Nativa	LC
33	Meliaceae	*Melia azedarach*	Paraiso	5.9	5.1	-	LC
34	Melastomataceae	*Miconia glaberrima*	Negrito	5.3	3.5	-	LC
35	Melastomataceae	*Mouriri myrtilloides*	Arbol hoja chica	4.2	4.4	-	LC
36	Piperaceae	*Piper hispidum*	Arbusto 2	1.0	1.2	Nativa	LC
37	Nyctaginaceae	*Pisonia aculeata*	Crucillo	5.5	3.5	-	LC
38	Nyctaginaceae	*Pisonia capitata*	Garabato	4.2	3.2	-	LC
39	Celastraceae	*Pristimera celastroides*	Cuamecate Cancerino	4.4	6.8	-	-
40	Anacardiaceae	*Pseudosmodingium perniciosum*	Cuajiote	3.4	1.9	-	LC
41	Myrtaceae	*Psidium guajava*	Guayabillo	4.3	3.6	Nativa	LC
42	Myrtaceae	*Psidium sartorianum*	Arrayan	5.0	4.8	-	-
43	Rubiaceae	*Randia aculeata*	Crucecita	3.5	3.3	-	LC
44	Rubiaceae	*Randia armata*	Cruceto	4.0	5.2	-	LC
45	Apocynaceae	*Rauvolfia tetraphylla*	Chililllo	1.7	1.1	Nativa	-
46	Euphorbiaceae	*Sapium lateriflorum*	Mataisa	4.2	3.6	Nativa	LC
47	Loganiaceae	*Strychnos panamensis*	Cuamecate bola	4.3	4.3	-	LC
48	Bignoniaceae	*Tabebuia chrysantha*	Amapa	6.3	4.2	A	-
				4.8	**3.9**		

Tabla IV.49. Especies que forman parte del estrato herbáceo registrado en la Microcuenca (SA).

No.	Familia	Nombre científico	Nombre común	Dc X (cm)	Altura X (m)	NOM 59	Lista Roja
1	Poaceae	*Andropogon gayanus*	Pastura	0.42	0.44	-	-
2	Acanthaceae	*Barleria oenotheroides*	Hierba del Toro	0.20	0.22	-	-
3	Araceae	*Colocasia esculenta*	Colomo	0.10	0.21	-	LC
4	Commelinaceae	*Commelina diffusa*	Yerba del pollo	0.13	0.22	Nativa	LC
5	Fabaceae	*Crotalaria incana*	Frijolillo	0.22	0.31	-	-
6	Poaceae	*Lasiacis ruscifolia*	Carricillo	0.19	0.33	-	-
7	Dennstaedtiaceae	*Pteridium aquilinum*	Helecho	0.39	0.30	-	-
8	Poaceae	*Melinis repens*	Zacate	0.29	0.38	-	-
9	Malvaceae	*Sida rhombifolia*	Malva	0.19	0.35	-	-

IV.2.2.6.6. Estimación de índices estructurales y diversidad florística de la Microcuenca (UA).

La variabilidad entre los organismos vivientes de todas las fuentes, incluyendo organismos terrestres, marinos y de otros ecosistemas acuáticos, así como los complejos ecológicos de los que forman parte; esto incluye diversidad dentro de las especies, entre especies y de ecosistemas (Moreno, 2001; Harrison *Et al*, 2004).

Dentro de los índices más reconocidos y utilizados para estimar la diversidad son el de **Riqueza especifica de especies** e **índices de abundancia proporcional**, siendo los más utilizados; el *Índice de Margalef* (riqueza), el de Shannon-Wiener (equidad) y Simpson (dominancia) para el caso de abundancia proporcional (Moreno, 2001).

Estos determinan la diversidad a partir de la estructura de la vegetación (considerando el número de especies presentes y la abundancia de cada una, así como la separación de las especies dentro de la comunidad), en ambos casos se considera una evaluación dentro de comunidades o diversidad alfa (Moreno, 2001a y b; Del Rio e*t al*, 2003).

La diversidad Beta, compara datos entre poblaciones, hábitat o comunidades, basada en proporciones y pueden estimarse mediante índices o coeficientes de similitud, disimilitud o distancia entre las muestras a partir de datos cualitativos, presencia o usencia de especies, o bien cuantitativos (abundancia proporcional de especies) (Moreno, 2001; Halffter *et al*, 2001).

- ✓ **Diversidad alfa.**

1. Riqueza especifica de especies

Es el número de especies dentro de una comunidad, esta aumenta con la superficie de la parcela. Para estimar este valor se utilizará el **índice de diversidad de Margalef**, el cual supone que existe una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos.

Los valores menores a 2.0, se consideran como zonas de baja diversidad y aquellos mayores a 5.0 son considerados como zona de alta biodiversidad.

Para su estimación se apoyó con la siguiente ecuación.

$$D_{mg} = s - \frac{¿}{\ln - N} ¿$$

Dónde:

D_{Mg}= Valor del índice.

s= número de especies presentes

ln= logaritmo natural

N= Número total de individuos

2. Índices de abundancia proporcional.

Se clasifican en índices de dominancia e índices de equidad, y se basan en el valor de importancia de cada especie, así como índices de heterogeneidad, aquellos que además de basarse en el valor de importancia de cada especie consideran el número total de especies en la comunidad,

cualquiera de estos resulta ser adecuada para determinar los valores de diversidad estructurales (Moreno, 2001b).

El índice de Simpson (Dominancia). Muestra la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Influye significativamente la importancia de las especies más dominantes. Se utiliza el complementario del índice de Simpson, el cual considera valores que van de 0 a 1. Los valores cercanos al uno sugieren una mayor diversidad (Del Río *Et all*., 2003; Moreno, 2001b; Krebs, 1998). La siguiente ecuación ayuda a estimar dicho índice;

$$1-D=\sum pi^2$$

Donde;

pi = abundancia proporcional de la especie *i*, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

D = Diversidad esperada de la muestra.

1-D = Complementario del índice de Simpson.

Índice de Shannon-Wiener (Equidad). Interpreta la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Supone que los individuos se seleccionan al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, hasta valores máximos de 5, cuando las especies presentan la misma proporción de individuos. Los valores del índice aumentan de acuerdo con el número de especies registradas en la muestra, y llega a tomar valores más elevados cuando las proporciones de las especies llegan a ser iguales (Del Río *Et all*., 2003; Moreno, 2001b; Krebs, 1998).

La ecuación para determinar este índice se muestra en seguida;

$$H´=\sum_{I-1}^{S}(pi)*¿¿)$$

Dónde:

Pi = Abundancia relativa de cada especie (en número de individuos o cobertura).

Ln = Logaritmo natural.

- ✓ **Diversidad Beta.**

1. Coeficiente de similitud de Jaccard.

Estima las diferencias en la presencia o ausencia de especies dentro de un hábitat o comunidad vegetal y los valores van desde cero (0) cuando no hay especies compartidas y hasta uno (1) cuando los dos sitios comparten las mismas especies. La fórmula para la estimación es:

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

Dónde:

Ij= Coeficiente o índice de similitud de Jaccard.

a=Número de especies presentes en el sitio A.

b= Número de especies presentes en el sitio B.

c= Número de especies presentes en ambos sitios A y B.

Para obtener estos valores y hacerlos comparativos en cada sitio de muestreo, se procesaron los datos con el Programa Past 3.22 (Hammer *et all*, 2001).

Para tener un análisis relacionando las unidades muestréales y posterior a esto un análisis respecto al sitio del Proyecto, y de esta manera obtener una base de datos completa respecto a la relación entre puntos de muestreo.

- ✓ **Análisis estructural de la vegetación**

El análisis estructural de una comunidad vegetal se hace con el propósito de valorar sociológicamente una muestra y establecer su categoría en la asociación puede realizare según las necesidades puramente prácticas de la silvicultura o siguiendo las directrices teóricas de la sociología vegetal (Alvis, 2009).

La estructura horizontal permite evaluar el comportamiento de los árboles individuales y las especies, esta estructura puede evaluarse a través de índices que expresan la ocurrencia de las especies, lo mismo que su importancia ecológica dentro del ecosistema, es el caso de las abundancias, frecuencias y dominancias, cuya suma relativa genera el índice de valor de importancia (Alvis, 2009).

El **Índice de Valor de Importancia (IVI)** se calcula para cada especie a partir de la suma de la **abundancia relativa (AR)**, la **frecuencia relativa (FR)** y la **dominancia relativa (DR)**. Con este índice podemos comparar el peso ecológico de cada especie dentro del bosque. El valor del IVI similar para diferentes especies registradas, sugiere una igualdad o semejanza del bosque en su composición, estructura, calidad de sitio y dinámica (Alvis, 2009).

Para calcularlo se deben seguir los siguientes pasos:

1. Abundancia. Hace referencia al número de individuos de cada especie por hectárea en relación con el número total de individuos, se distingue la **abundancia absoluta** (número de individuos por especie) y la **abundancia relativa**, proporción de los individuos de cada especie en el total de los individuos del ecosistema (Lamprecht, 1990).

Abundancia absoluta (AbA). Número de individuos por especie con respecto al número total de individuos encontrados en el área de estudio (ni). La abundancia absoluta se expresa como un porcentaje (100%=existencia de la especie en todas las parcelas).

$$Ab = \left(\frac{¿}{N}\right) * 100$$

Para la **Abundancia Relativa**

Dónde:

Ab= Abundancia relativa %

ni = número de individuos de la iésima especie

N = número de individuos totales en la muestra

2. Frecuencia. Permite determinar el número de parcelas en que aparece una determinada especie, en relación con el total de parcelas inventariadas, o existencia o ausencia de una determinada especie en una parcela.

$$FrA = \left(\frac{Fi}{Ft}\right) * 100$$

Dónde:

FrA= Frecuencia absoluta %.

Fi= Número de muestra de ocurrencia de la especie.

FT= Número total de muestras.

La **frecuencia relativa** se refiere al porcentaje de la frecuencia que aparece una especie en los muestreos. La frecuencia relativa de una especie se determina como su porcentaje en la suma de las frecuencias absolutas de todas las especies.

$$Fr = \left(\frac{Fr\,.\,Ani}{Fr\,.\,AFt} \right) * 100$$

Dónde:

Fr= Frecuencia relativa %

FrAni= Frecuencia absoluta de la iesima especie.

FrAFt= Total de frecuencias en el muestreo.

3. Dominancia. Se relaciona con el grado de cobertura de las especies como manifestación del espacio ocupado por ellas y se determina como la suma de las proyecciones horizontales de las copas de los árboles en el suelo. Debido a que la estructura vertical de los bosques naturales tropicales es bastante compleja, la determinación de las proyecciones de las copas de los árboles resulta difícil y a veces imposible de realizar, por tal motivo regularmente se utiliza el área basal, debido a que existe una correlación lineal alta entre el diámetro de la copa y el fuste.

La **dominancia absoluta** es la sumatoria de las áreas básales de los individuos de una especie sobre el área especificada y expresada en metros². La **dominancia relativa** se refiere a la relación expresada en porcentaje entre la dominancia absoluta de una especie cualquiera y el total de las dominancias absolutas de las especies consideradas en el área inventariada.

Para la dominancia absoluta: $$Da = \frac{G1}{¿}$$

Dónde:

Da= Dominancia absoluta.

Gi= Área basal en m² para la iesima especie.

Gt= Área basal en m² de todas las especies.

Por lo tanto, para obtener la **Dominancia relativa**: $$D = \left(\frac{DaS}{DaT} \right) * 100$$

Dónde:

D= Dominancia relativa %

DaS= Dominancia absoluta de una especie

DaT= Dominancia absoluta de todas las especies.

4. Índice de Valor de Importancia (IVI). El valor del índice corresponde a la suma de los valores que se obtienen mediante las ecuaciones anteriormente mencionadas (Ab+Fr+D).

$$IVI = Ab + Fr + D$$

Dónde:

IVI= Índice de Valor de Importancia %.

Ab= Abundancia relativa.

Fr= Frecuencia relativa.

D= Dominancia relativa.

- ✓ **Resultados del análisis estructural y de biodiversidad vegetal en la Microcuenca (SA)**.

1. Índice de Valor de importancia (IVI), para el estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo.

El estrato arbóreo, presenta una estructura diversa en cuanto a su conformación y desarrollo, tal y como se muestra en el Grafico 8-9; (Tabla IV.50).

Las especies que presentan un mayor peso ecológico son *B. simaruba,* y *A. guacuyule* (11.4 y 11.03% respectivamente). El resto de las especies presentan un valor similar que oscila entre 1 y 4%.

Se puede observar que el diámetro normal y la densidad calculada más relevantes, influye fuertemente en valores de importancia dentro de la población, sin embargo, la variable que representa una mayor relevancia es el diámetro normal, ya que en algunos casos se presentaron densidades bajas y su importancia es significativa.

Tabla IV.50. Valores estimación del IVI por especie del estrato arbóreo en la Microcuenca.

No.	Nombre científico	Nombre común	Altura media (m)	Diámetro medio (m)	Dominancia relativa	Densidad relativa	Frecuencia relativa	I.V.I.. (%)
1	*Rauvolfia tetraphylla*	Chililllo	5.0	10.0	0.062	0.413	0.34	0.27
2	*Randia armata*	Cruceto	6.0	12.0	0.089	0.413	0.34	0.28
3	*Strychnos panamensis*	Huevos de toro	7.0	8.5	0.044	0.827	0.34	0.40
4	*Miconia glaberrima*	Negrito	5.5	10.0	0.123	0.413	0.68	0.41
5	*Haematoxylum brasiletto*	Brazililllo	6.0	12.0	0.089	0.827	0.34	0.42
6	*Picramnia guerrerensis*	SP 1	6.5	18.5	0.211	0.827	0.34	0.46
7	*Aphananthe monoica*	Cuero de toro	18.0	32.0	0.630	0.413	0.34	0.46
8	*Delonix regia*	Tabachin	18.0	32.0	0.630	0.413	0.34	0.46
9	*Annona muricata*	Guanabana	7.7	8.5	0.089	0.827	0.68	0.53
10	*Casearia corymbosa*	Latilla	6.3	9.7	0.057	1.240	0.34	0.55
11	*Cedrela odorata*	Cedro	11.3	12.0	0.089	1.240	0.34	0.56
12	*Vachellia hindsii*	Jarretadera	5.7	12.8	0.101	1.240	0.34	0.56
13	*Pseudosmodingium perniciosum*	Cuajiote	6.5	18.0	0.459	0.620	0.68	0.59
14	*Psidium guajava*	Guayabillo	8.8	17.5	0.488	0.620	0.68	0.60
15	*Cochlospermum vitifolium*	Rosa Maria	5.7	18.7	0.214	1.240	0.34	0.60
16	*Cupania dentata*	Cola de Pava	3.0	9.4	0.227	0.413	1.37	0.67
17	*Randia aculeata*	Crucecita	4.0	9.3	0.107	1.240	0.68	0.68
18	*Musa sp.*	Platano	5.3	10.5	0.068	1.653	0.34	0.69
19	*Cnidoscolus tepiquensis*	Quemadora	6.0	12.7	0.201	1.240	0.68	0.71
20	*Hippomane mancinella*	Arbol de la muerte	6.8	14.0	0.285	1.447	0.68	0.81
21	*Leucaena lanceolata*	Guaje	10.8	13.8	0.117	2.067	0.34	0.84
22	*Lysiloma acapulcense*	Tepehuaje	9.0	21.2	0.890	0.689	1.03	0.87

23	*Thouinia acuminata*	Palo Fierro	11.6	18.0	0.199	2.067	0.34	0.87
24	*Mangifera indica*	Mango	11.8	23.3	0.670	1.447	0.68	0.93
25	*Apoplanesia paniculata*	Arco negro	10.6	15.1	0.287	1.860	0.68	0.94
26	*Melia azedarach*	Paraiso	6.8	9.3	0.162	1.653	1.03	0.95

Continuación…

Tabla IV.50. Valores estimación del IVI por especie del estrato arbóreo en la Microcuenca.

No.	Nombre científico	Nombre común	Altura media (m)	Diámetro medio (m)	Dominancia relativa	Densidad relativa	Frecuencia relativa	I.V.I.. (%)
27	Pisonia capitata	Garabato	8.4	18.0	0.691	1.240	1.03	0.99
28	Ficus petiolaris	Higuera	10.5	38.0	1.788	0.620	0.68	1.03
29	Ceiba aesculifolia	Pochote	9.2	22.6	0.966	1.240	1.03	1.08
30	Jatropha curcas	Sangregado	5.0	15.8	0.815	0.744	1.71	1.09
31	Vitex pyramidata	Gualamillo	8.8	18.3	0.861	1.447	1.37	1.23
32	Gliricidia sepium	Cacahuananche	6.7	13.8	0.618	1.571	1.71	1.30
33	Alvaradoa amorphoides	Ardillo	7.9	14.3	0.559	2.067	1.37	1.33
34	Ficus obtusifolia	Higuera Café	13.0	37.0	2.560	0.413	1.03	1.33
35	Nectandra hihua	Aguacatillo	9.8	45.0	2.584	0.827	0.68	1.37
36	Guazuma ulmifolia	Guasima	6.2	13.7	0.597	1.901	1.71	1.40
37	Bonellia macrocarpa	Amole	10.1	28.3	1.191	2.480	0.68	1.45
38	Mouriri myrtilloides	Arbol hoja chica	6.3	10.0	0.122	3.720	0.68	1.51
39	Couepia polyandra	Zapotillo	7.4	19.2	1.443	1.488	1.71	1.55
40	Ficus insipida	Higuera Blanca	12.9	40.0	2.640	1.447	0.68	1.59
41	Brosimum alicastrum	Capomo	12.8	24.6	1.898	1.240	1.71	1.62
42	Heliocarpus pallidus	Majagua	14.0	16.5	0.168	4.546	0.34	1.69
43	Cryosophila nana	Palmilla	6.3	16.7	0.770	3.203	1.37	1.78
44	Byrsonima crassifolia	Nanche	7.0	15.4	1.072	1.889	2.40	1.79
45	Cecropia obtusifolia	Trompeta	9.8	15.2	1.052	1.948	2.40	1.80
46	Gyrocarpus jatrophifolius	Palo santo	12.1	24.2	2.882	0.689	2.05	1.88

47	Eugenia acapulcensis	Arbol de Bolitas	7.6	13.4	0.952	2.118	2.74	1.94
48	Sapium lateriflorum	Mataisa	9.9	18.2	1.582	2.204	2.05	1.95
49	Curatella americana	Rasca la Vieja	10.6	17.6	1.090	3.058	1.71	1.95
50	Cordia alliodora	Arguandientillo	9.2	21.3	2.508	0.775	2.74	2.01
51	Guettarda elliptica	Cascarillo	7.9	13.1	0.450	4.340	1.37	2.05
52	Psidium sartorianum	Arrayancillo	7.8	12.9	1.116	1.860	3.42	2.13
53	Hymenaea courbaril	Guapinol	13.8	24.7	1.525	3.720	1.37	2.20
54	Cascabela ovata	Berraco falso	6.4	11.5	1.022	2.239	4.11	2.46
55	Lysiloma divaricatum	Tepemezquite	10.6	23.6	3.012	1.653	2.74	2.47

Tabla IV.50. Valores estimación del IVI por especie del estrato arbóreo en la Microcuenca.

No.	Nombre científico	Nombre común	Altura media (m)	Diámetro medio (m)	Dominancia relativa	Densidad relativa	Frecuencia relativa	I.V.I.. (%)
56	Bixa orellana	Achiote	4.0	9.0	0.050	7.026	0.34	2.47
57	Luehea candida	Algodonciillo	8.4	15.2	1.769	2.254	3.77	2.60
58	Tabebuia chrysantha	Amapa	10.9	22.0	5.445	1.524	5.48	4.15
59	Ficus pertusa	Camichin	9.4	27.5	7.325	0.709	4.79	4.28
60	Attalea guacuyule	Palma	10.6	32.7	20.211	2.618	10.27	11.03
61	Bursera simaruba	Papelillo	11.2	28.0	20.076	1.837	12.33	11.41
			8.7	**18.5**	**100.00**	**100.00**	**100**	**100**

La estructura horizontal (dominancia relativa), el IVI indica que existe una población heterogénea en cuanto a la dominancia entre las especies, lo cual se refleja en el peso ecológico de cada una (Grafico 1, 2 y 3). Dichas características indican que la Selva Mediana Subcaducifolia de la Microcuenca, presenta un estado de desarrollo en etapa madura (Granados-Victorino, *et al*, 2017).

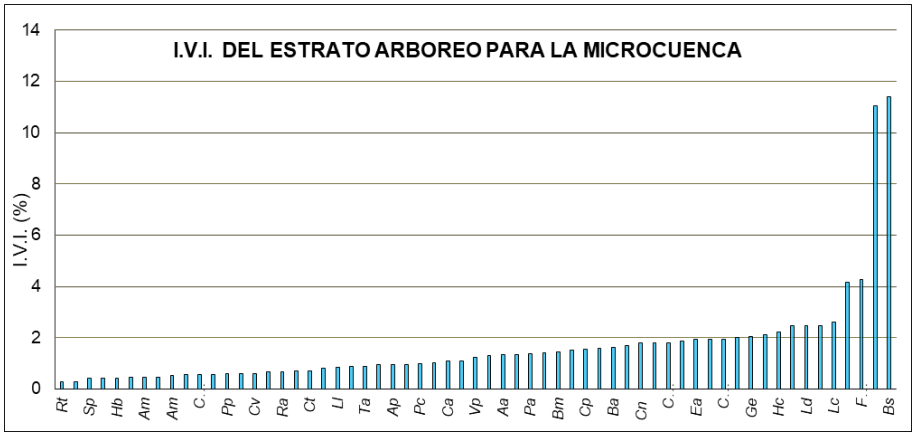


Gráfico 1. Valor de importancia por especie del estrato arbóreo en la Microcuenca.

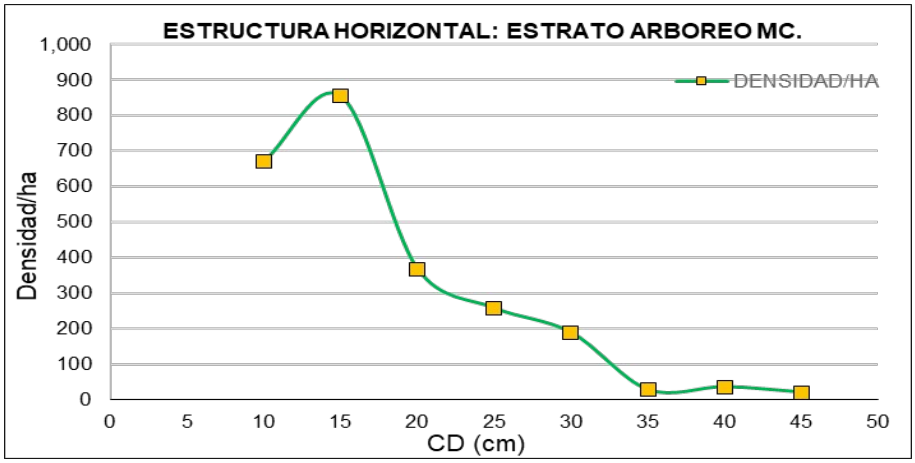


Gráfico 2. Estructura horizontal arbórea, densidad de individuos/ha por diámetro normal.

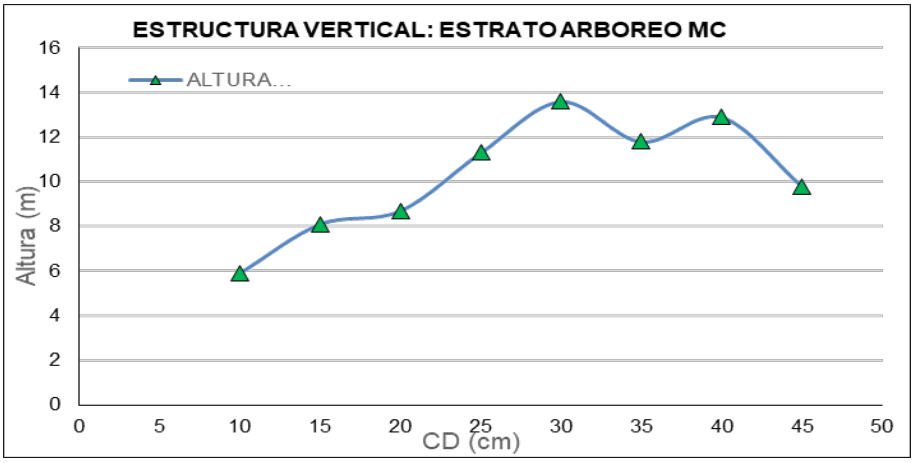


Gráfico 3. Estructura vertical arbórea, altura promedio por el diámetro normal.

El Grafico 1, muestra el IVI por especie, y se e observa que tres especies son las que representan en conjunto un valor de 26.7%, representadas por *B. simaruba, A. guacuyule y F. pertuosa.* E l Grafico 3, corresponden a la distribución de los individuos de acuerdo con su estructura **horizontal** y **vertical**. La distribución de individuos por categoría diametrica, presenta una curva normal, ya que se observa una mayor densidad en categorías diametricas menores y esta se reduce a medida que aumentan las categorías diamétricas, por lo tanto, se puede explicar que las comunidades que se distribuyen en la Microcuenca presentan individuos bien desarrollados en edades adultas. Sin embargo, la curva del comportamiento vertical tiende a ser normalizada, donde se aprecia un incremento en altura a medida que incrementa el diámetro normal (Grafico 3).

Las comunidades vegetales presentan una mayor densidad dentro de las categorías diametricas de 10 a 25, ya que representan una distribución del 89%, y se registra una menor proporción el

resto de las categorías. Lo anterior sugiere que gran parte de las especies registradas de la población conservan su estabilidad.

El diámetro normal es un indicador de que la **estructura horizontal** de las comunidades presenta un equilibrio en cuanto a la conformación de una población heterogénea (Beltran-Rodriguez *et al*., 2018).

En la **estructura vertical**, se observa que, con una tendencia de crecimiento, lo cual significa que existen varios niveles de cobertura arbórea (Grafico 3).

El estrato arbustivo y/o sotobosque (Tabla IV.51; Grafico 4, 5 y 6), está dominado por *Bixa orellana , Euphorbia calcarata y Casearia corymbosa* , los cuales en conjunto representan un valor de importancia del 14.4% en cuanto a su valor de importancia. En general los valores del IVI no presentaron mucha variabilidad en la mayoría de los casos (Grafico 4). La estructura horizontal se compone por individuos jóvenes con diámetros que van de 1 a 7 cm, y con densidades muy variables considerando el diámetro normal (Grafico 5).

Los Gráficos 5 y 6, representan el comportamiento de la estructura del estrato arbustivo. La curva de distribución muestra una que la densidad por categoría de diámetro esta mejor representada dentro de los diámetros normales de 4 a 5 cm (89%), lo cual significa que la comunidad vegetal se encuentra equilibrada y en proceso de desarrollo del sotobosque. La estructura vertical indica un

comportamiento normalizado, incrementando la altura a medida que se presentas diámetros mayores.

Tabla IV.51. Valores estimación del IVI por especie del estrato arbustivo en la Microcuenca.

No.	Nombre científico	Nombre común	Altura media (m)	Diámetro medio (m)	Dominancia relativa	Densidad relativa	Frecuencia relativa	I.V.I.. (%)
1	*Piper hispidum*	Arbusto 2	1.2	1.0	0.879	0.379	0.775	0.68
2	*Haematoxylum brasiletto*	Brasilillo	4.5	6.0	0.821	0.757	0.775	0.78
3	*Pseudosmodingium perniciosum*	Cuajiote	1.9	3.4	0.525	1.136	0.775	0.81
4	*Randia aculeata*	Crucecita	3.3	3.5	0.465	1.514	0.775	0.92
5	*Erythroxylum mexicanum*	Palo chino	2.0	5.0	1.654	0.379	0.775	0.94
6	*Randia armata*	Cruceto	5.2	4.0	0.186	1.893	0.775	0.95
7	*Gyrocarpus jatrophifolius*	Palo santo	3.0	3.3	1.046	1.136	0.775	0.99
8	*Pisonia aculeata*	Crucillo	3.5	5.5	1.628	0.757	0.775	1.05
9	*Adenocalymma inundatum*	Cuamecate blanco	6.5	4.1	0.970	0.757	1.550	1.09
10	*Eugenia acapulquensis*	Arbol de Bolitas	4.0	5.3	0.413	1.514	1.550	1.16
11	*Annona muricata*	Guanabana	3.6	4.5	1.192	0.757	1.550	1.17
12	*Curatela americana*	Rasca la Vieja	6.2	4.8	0.727	1.325	1.550	1.20
13	*Calophyllum brasiliense*	Limoncillo	2.4	7.2	2.739	0.379	0.775	1.30
14	*Hippomane mancinella*	Arbol de la muerte	3.0	4.8	1.228	1.893	0.775	1.30
15	*Cnidoscolus tepiquensis*	Quemadora	2.7	3.2	1.424	1.893	0.775	1.36
16	*Sapium lateriflorum*	Mataisa	3.6	4.2	0.546	1.388	2.326	1.42
17	*Heliocarpus pallidus*	Majagua	3.1	3.8	0.670	2.271	1.550	1.50
18	*Luehea candida*	Algodonciillo	3.2	6.8	1.577	0.631	2.326	1.51
19	*Apoplanesia paniculata*	Arco Negro	5.2	4.9	1.382	1.703	1.550	1.55
20	*Gliricidia sepium*	Cacahuananche	3.4	6.5	1.532	0.379	3.101	1.67
21	*Cupania dentata*	Cola de pava	3.9	4.1	1.490	2.082	1.550	1.71
22	*Hymenaea courbaril*	Guapinol	6.5	6.5	3.773	0.757	0.775	1.77

23	*Strychnos panamensis*	Cuamecate bola	4.3	4.3	3.468	1.136	0.775	1.79
24	*Rauvolfia tetraphylla*	Chililllo	1.1	1.7	1.562	2.271	1.550	1.79
25	*Pristimera celastroides*	Cuamecate Cancerino	6.8	4.4	0.343	2.082	3.101	1.84
26	*Jatropha curcas*	Sangregado	3.4	5.6	1.105	1.514	3.101	1.91
27	*Leucaena lanceolata*	Guaje	4.3	6.2	4.076	1.136	0.775	2.00
28	*Guettarda elliptica*	Cascarillo	3.7	5.0	0.323	2.650	3.101	2.02
29	*Guazuma ulmifolia*	Guasima	3.4	4.1	3.092	0.757	2.326	2.06

Tabla IV.51. Valores estimación del IVI por especie del estrato arbustivo en la Microcuenca.

No.	Nombre científico	Nombre común	Altura media (m)	Diámetro medio (m)	Dominancia relativa	Densidad relativa	Frecuencia relativa	I.V.I.. (%)
30	*Couepia polyandra*	Zapotillo	5.0	7.0	4.726	0.757	0.775	2.09
31	*Tabebuia chrysantha*	Amapa	4.2	6.3	3.468	1.136	2.326	2.31
32	*Miconia glaberrima*	Negrito	3.5	5.3	1.019	1.451	4.651	2.37
33	*Pisonia capitata*	Garabato	3.2	4.2	2.366	2.524	2.326	2.40
34	*Byrsonima crassifolia*	Nanche	2.7	4.5	1.507	2.650	3.101	2.42
35	*Cryosophila nana*	Palmilla	2.5	5.6	1.030	2.650	3.876	2.52
36	*Bursera simaruba*	Papelillo	3.5	5.4	2.922	0.833	3.876	2.54
37	*Mouriri myrtilloides*	Arbol hoja chica	4.4	4.2	0.029	6.057	1.550	2.55
38	*Melia azedarach*	Paraiso	5.1	5.9	5.164	1.325	1.550	2.68
39	*Brosimun alicastrum*	Capomo	3.8	6.7	4.254	1.136	3.101	2.83
40	*Lysiloma divaricatum*	Tepemezquite	4.0	5.2	2.035	5.678	1.550	3.09
41	*Psidium sartorianum*	Arrayan	4.8	5.0	0.356	2.355	6.977	3.23

42	*Alvaradoa amorphoides*	Ardillo	4.7	5.9	4.167	3.028	3.101	3.43
43	*Psidium guajava*	Guayabillo	3.6	4.3	6.755	3.028	0.775	3.52
44	*Cascabela ovata*	Cascabelillo	3.9	5.5	7.742	0.883	2.326	3.65
45	*Attalea guacuyule*	Palma	4.2	7.0	0.430	5.408	5.426	3.75
46	*Casearia corymbosa*	Latilla	4.2	5.1	0.294	3.331	7.752	3.79
47	*Euphorbia calcarata*	Candelilla	2.2	2.6	4.941	6.057	1.550	4.18
48	*Bixa orellana*	Achiote	3.9	3.8	5.961	12.492	0.775	6.41
			3.8	**4.9**	**100.00**	**100.0**	**100**	**100**

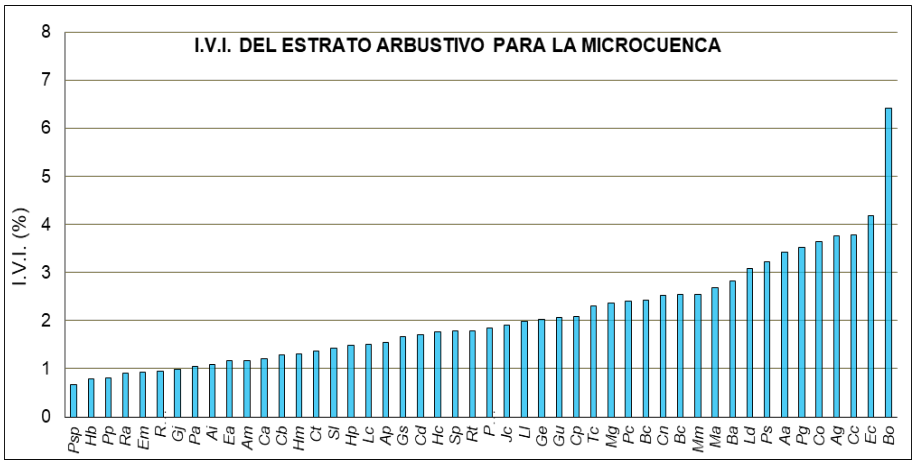


Gráfico 4. Valor de importancia por especie del estrato arbustivo en la Microcuenca.

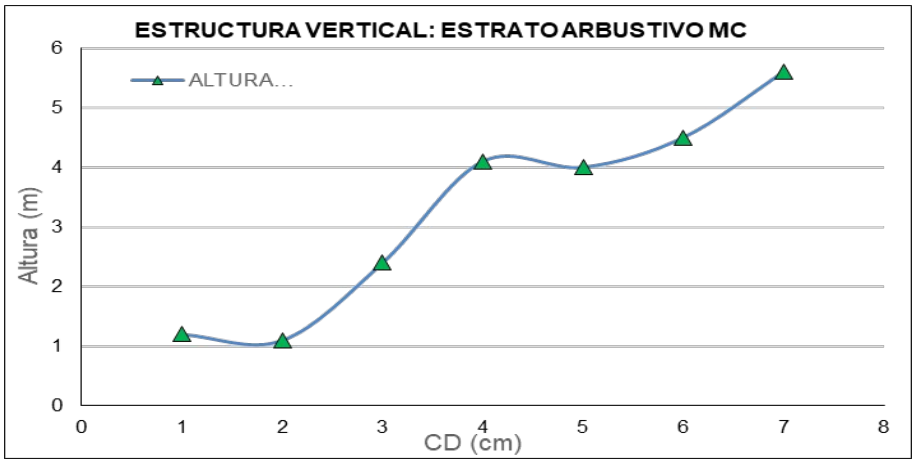


Gráfico 5. Estructura horizontal arbustivo, densidad de individuos/ha por diámetro normal.

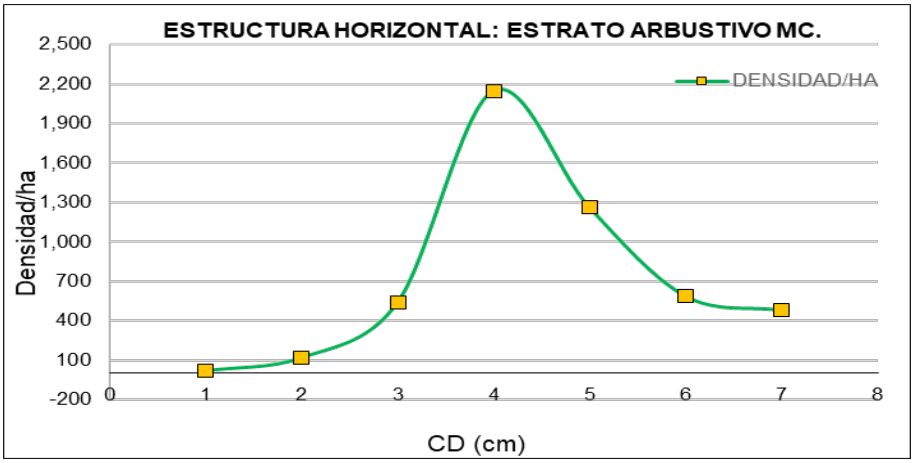


Gráfico 6. Estructura vertical arbustivo, altura promedio por el diámetro normal.

El estrato herbáceo (Tabla IV.52; Grafico 7, 8 y 9). Presenta una composición menor comparada con el resto de los estratos, y se aprecia principalmente en zonas abiertas con baja cobertura arbórea, aunque muy abundante, y se encuentra dominado por *Lasiacis ruscifolia, Andropogon gayanus y Melinis repens*. En sitios con cobertura arbórea cerrada, prácticamente este estrato se encuentra ausente.

Tabla IV.52. Valores estimación del IVI por especie del estrato herbáceo en la Microcuenca.

No.	Nombre científico	Nombre común	Altura media (m)	Diámetro medio (m)	Dominancia relativa	Densidad relativa	Frecuencia relativa	I.V.I.. (%)
1	*Colocasia esculenta*	Colomo	21.00	10.00	0.410	2	3.125	1.94
2	*Crotalaria incana*	Frijolillo	31.00	22.33	2.045	7	3.125	4.00
3	*Commelina diffusa*	Yerba del pollo	22.22	12.97	2.112	16	9.375	9.14
4	*Sida rhombifolia*	Malva	35.03	18.88	6.295	11	12.5	10.06
5	*Barleria oenotheroides*	Hierba del Toro	21.65	20.35	3.646	24	6.25	11.27
6	*Pteridium aquilinum*	Helecho	37.56	29.31	14.955	7	12.5	11.43
7	*Melinis repens*	Zacate	23.33	45.67	28.200	6	9.375	14.55
8	*Andropogon gayanus*	Pastura	43.50	42.00	23.860	11	9.375	14.88
9	*Lasiacis ruscifolia*	Carricillo	32.83	19.01	18.476	15	34.375	22.73
			29.79	**24.5**	**100**	**100.0**	**100.0**	**100.0**

2.Diversidad arbórea, arbustiva y herbácea de la Microcuenca (SA).

- ✓ **Riqueza especifica (Alfa).**

El **estrato arbóreo** registro una riqueza de **61 especies, distribuidas en 32 familias** (Grafico 7). La familia que mejor se representa fue **Fabaceae (9 especies), seguida por la familia Moraceae (5) y Malvaceae señala de locbrabra** con 4 y 4 especies respectivamente. Comparando con la riqueza específica de otras zonas del país más conservadas, los resultados son más bajos a los registrado (Zamora-Crescencio *et al*., 2020; Beltran-Rodriguez *et al*., 2018; Granados-Victorino *et al*. 2017; Maldonado-Sánchez y Maldonado-Mares, 2010). Comparada con estudios florísticos registrados en el estado, estos valores resultan ser menores también (Bravo *et al*, 2016)

El **estrato arbustivo** registró **48 especies,** distribuidas en **28 familias**, siendo las mejor representadas la familia **Fabaceae** con 6 especies, seguida por la familia Euphorbiaceae con 5 y **Malvaceae** con 3 especies.

Este registra la amenor riqueza, con **9 especies, d**istribuidas en **7 familias**.

- ✓ **Índice de Margalef.**

Los resultados indican una riqueza con un valor para el *estrato arbóreo* de **7.7**, valor que indica un grado de riqueza de especie alto respecto a cálculos hechos en otras partes del país (Beltrán-Rodríguez *et al*., 2018; Maldonado-Sánchez y Maldonado-Mares, 2010). El *estrato arbustivo* registra un valor de **5.48** y el *estrato herbáceo* presento un valor de **0.62**, este último muy bajo respecto a los anteriores estratos (Tabla IV.53; Grafico 8).

Diversidad basada en la estructura; dominancia y equidad (Alfa).

- ✓ **Índice de Simpson.**

El valor estimado para el *estrato arbóreo* fue de **0.98**, mientras que para el *arbustivo y herbáceo* fue un poco menor, representando un valor de **0.96 y 0.85**. Todos los valores sugieren una diversidad alta (Tabla IV.53 y Grafico 8) (Aguirre, 2013).

- ✓ **Índice de Shannon-Wiener:**

Para el *estrato arbóreo* se estimó un valor de **3.90**, para el *arbustivo* fue de **3.53** y el *herbáceo* de **0.85**. Los valores anteriores sugieren un grado de diversidad media (Tabla 53 y Grafico 8) (Aguirre, 2013; Magurran, 2004).

Tabla IV.53. Valores estimados de los índices de diversidad alfa, para el estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo, en la Microcuenca.

Clave	Índice de diversidad	Estrato arbóreo Microcuenca	Estrato arbustivo Microcuenca	Estrato herbáceo Microcuenca
S	Riqueza de especies	61	48	9
Dmg	Índice de Margalef	7.70	5.48	0.62
H´	Índice de Shannon-Wiener	3.90	3.53	0.85
λ	Índice de Simpson	0.98	0.96	0.85

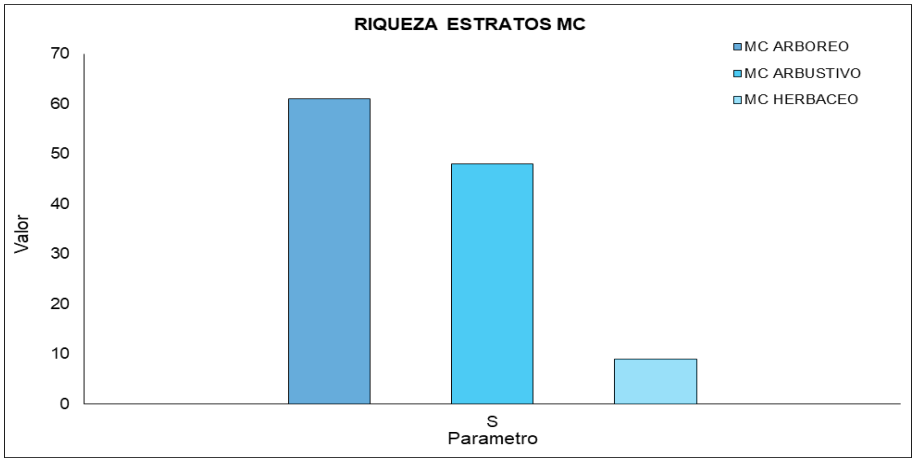


Gráfico 7. Riqueza de especies, por estrato en la Microcuenca.

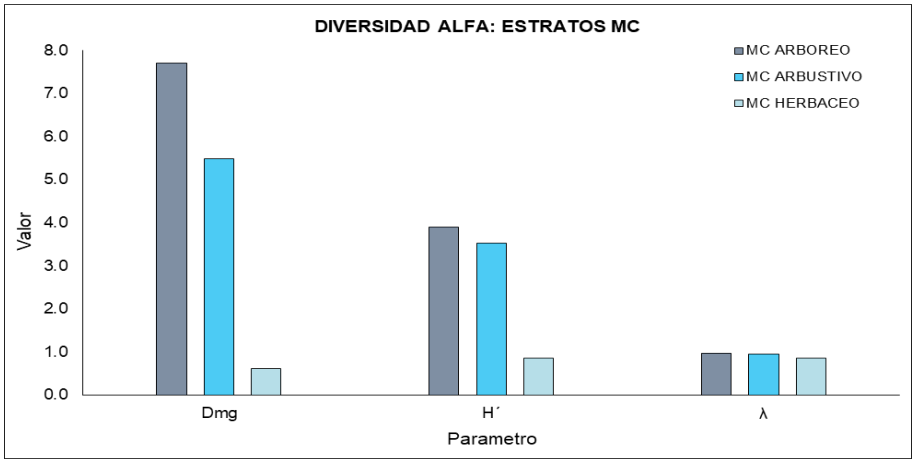


Gráfico 8. Diversidad de especies por estrato en la Microcuenca.

- ✓ **Coeficiente de similitud de Jaccard (Beta).**

La similitud representada entre sitios de muestreo dentro de la Microcuenca, representan para el **estrato arbóreo**, en la mayoría de las comparaciones resulto una similitud entre sitios muy baja, y en una proporción menor estas comparciones presentan una similitud moderada (con valores que van del 34 al 66.9%). El resto de las comparaciones la similitud es menor al 34% (baja similitud).

Tanto para el **estrato arbustivo** solo el sitio 1-22, 4-23 y 19-21 presentan una similitud media con un 50%, todas las demás comparaciones no presentan similitud entre sí. El estrato **herbáceo**, la similitud entre sitios es nula (Tabla IV.54, 55 y 56).

Lo anterior indica que las especies registradas en el estrato arbóreo se repiten con mayor frecuencia entre los sitios de muestreo, mientras que sucede lo contrario para el estrato arbustivo y herbáceo.

Tabla IV.54. Resultados del índice de similitud de Jaccard (Ij), para el estrato arbóreo de la Microcuenca.

SITIO	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
1	1.00	0.30	0.25	0.17	0.38	0.18	0.14	0.22	0.25	0.11	0.29	0.08	0.12	0.22	0.30	0.27	0.31	0.29	0.11	0.25	0.33	0.09	0.33	0.00	0.17	0.20	0.15	0.15	0.25	0.17	0.20	0.29	0.25	0.10	0.25	0.38	0.17	0.23	0.33	0.20	0.00	0.21
2		1.00	0.30	0.21	0.27	0.33	0.10	0.17	0.30	0.00	0.11	0.07	0.16	0.40	0.33	0.21	0.25	0.20	0.08	0.30	0.22	0.15	0.22	0.00	0.13	0.15	0.13	0.20	0.18	0.21	0.36	0.33	0.30	0.17	0.18	0.17	0.13	0.12	0.22	0.36	0.00	0.11
3			1.00	0.27	0.22	0.44	0.14	0.38	0.25	0.00	0.20	0.00	0.06	0.57	0.44	0.27	0.21	0.29	0.11	0.43	0.33	0.20	0.33	0.14	0.27	0.20	0.15	0.07	0.25	0.27	0.33	0.50	0.25	0.22	0.43	0.38	0.27	0.14	0.33	0.50	0.00	0.13
4				1.00	0.25	0.21	0.09	0.25	0.17	0.08	0.22	0.13	0.15	0.25	0.21	0.20	0.17	0.08	0.00	0.17	0.20	0.14	0.20	0.00	0.38	0.14	0.12	0.12	0.17	0.29	0.23	0.18	0.17	0.15	0.27	0.25	0.20	0.18	0.20	0.33	0.00	0.11
5					1.00	0.17	0.13	0.20	0.22	0.10	0.27	0.17	0.18	0.20	0.17	0.25	0.20	0.25	0.10	0.22	0.29	0.08	0.29	0.00	0.15	0.08	0.14	0.14	0.22	0.36	0.30	0.25	0.22	0.20	0.22	0.20	0.15	0.13	0.29	0.18	0.00	0.13
6						1.00	0.22	0.27	0.44	0.00	0.17	0.00	0.05	0.56	0.33	0.21	0.18	0.20	0.08	0.30	0.22	0.15	0.22	0.00	0.21	0.15	0.13	0.18	0.21	0.36	0.33	0.30	0.27	0.30	0.27	0.21	0.12	0.22	0.36	0.00	0.11
7							1.00	0.13	0.14	0.00	0.07	0.00	0.00	0.13	0.10	0.09	0.07	0.00	0.14	0.14	0.20	0.00	0.20	0.00	0.20	0.00	0.18	0.00	0.14	0.09	0.25	0.17	0.14	0.00	0.14	0.13	0.09	0.08	0.20	0.11	0.00	0.00
8								1.00	0.22	0.22	0.19	0.00	0.05	0.33	0.27	0.15	0.13	0.25	0.10	0.38	0.29	0.08	0.29	0.00	0.25	0.18	0.14	0.07	0.22	0.25	0.30	0.25	0.22	0.20	0.38	0.33	0.25	0.13	0.50	0.30	0.00	0.06
9									1.00	0.00	0.13	0.00	0.06	0.38	0.18	0.17	0.13	0.13	0.00	0.25	0.33	0.20	0.33	0.00	0.27	0.09	0.15	0.15	0.25	0.17	0.20	0.29	0.43	0.22	0.25	0.22	0.17	0.14	0.33	0.20	0.00	0.06
10										1.00	0.13	0.18	0.06	0.00	0.00	0.08	0.06	0.29	0.25	0.11	0.00	0.20	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13
11											1.00	0.31	0.17	0.19	0.24	0.16	0.25	0.13	0.06	0.13	0.14	0.18	0.23	0.00	0.22	0.25	0.21	0.15	0.20	0.38	0.25	0.21	0.20	0.19	0.29	0.36	0.38	0.33	0.14	0.18	0.05	0.32
12												1.00	0.29	0.00	0.00	0.06	0.18	0.09	0.08	0.00	0.10	0.15	0.10	0.00	0.06	0.15	0.13	0.13	0.08	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.08	0.31	0.19	0.00	0.00	0.07	0.25
13													1.00	0.05	0.05	0.15	0.18	0.13	0.06	0.06	0.13	0.11	0.13	0.00	0.05	0.11	0.14	0.20	0.12	0.15	0.11	0.06	0.06	0.11	0.06	0.05	0.28	0.19	0.06	0.11	0.11	0.18
14														1.00	0.40	0.25	0.20	0.25	0.10	0.38	0.29	0.18	0.29	0.00	0.25	0.18	0.14	0.14	0.22	0.25	0.30	0.43	0.38	0.33	0.38	0.33	0.25	0.13	0.29	0.44	0.00	0.13
15															1.00	0.21	0.25	0.20	0.08	0.30	0.22	0.15	0.22	0.00	0.21	0.36	0.13	0.13	0.18	0.42	0.25	0.50	0.30	0.17	0.30	0.27	0.31	0.19	0.22	0.36	0.07	0.18
16																1.00	0.50	0.30	0.17	0.27	0.20	0.14	0.20	0.00	0.20	0.07	0.12	0.19	0.17	0.13	0.14	0.30	0.27	0.07	0.17	0.15	0.20	0.25	0.20	0.33	0.07	0.24
17																	1.00	0.23	0.21	0.21	0.15	0.19	0.25	0.07	0.17	0.27	0.22	0.10	0.13	0.11	0.12	0.23	0.13	0.06	0.21	0.20	0.31	0.35	0.15	0.27	0.19	0.26
18																		1.00	0.50	0.50	0.17	0.22	0.17	0.00	0.08	0.10	0.08	0.17	0.13	0.08	0.10	0.33	0.13	0.11	0.13	0.11	0.08	0.07	0.17	0.22	0.00	0.23
19																			1.00	0.25	0.00	0.09	0.00	0.14	0.08	0.00	0.07	0.07	0.00	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.09	0.13
20																				1.00	0.33	0.20	0.33	0.14	0.17	0.09	0.15	0.07	0.25	0.17	0.20	0.50	0.25	0.10	0.25	0.22	0.17	0.14	0.33	0.33	0.09	0.21
21																					1.00	0.1	0.50	0.0	0.20	0.11	0.1	0.08	0.3	0.20	0.25	0.4	0.33	0.13	0.33	0.2	0.33	0.17	0.5	0.25	0.0	0.07

| | | |

	< a 0.339999 no presentan similitud.

Tabla IV.55. Resultados del índice de similitud de Jaccard (Ij), para el estrato arbustivo de la Microcuenca.

SITIO	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
1	1.00	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.14	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.29	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00
2		1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.07	0.00	0.11	0.08	0.07	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.27	0.00	0.25	0.00	0.00	0.08
3			1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.11	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00
4				1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.20	0.00	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5					1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.14	0.00	0.00	0.14
6						1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7							1.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8								1.00	0.25	0.30	0.00	0.00	0.25	0.20	0.00	0.00	0.14	0.17	0.00	0.00	0.14	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.17	0.00	0.20	0.20	0.14	0.00	0.20
9									1.00	0.18	0.00	0.00	0.25	0.20	0.00	0.00	0.14	0.17	0.00	0.00	0.14	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.00	0.17	0.00	0.20	0.09	0.13	0.00	0.09
10										1.00	0.00	0.00	0.08	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	0.11	0.00	0.15	0.07	0.09	0.09	0.25
11											1.00	0.00	0.00	0.14	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00
12												1.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.33	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13													1.00	0.20	0.00	0.00	0.14	0.17	0.00	0.00	0.14	0.00	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.13	0.40	0.10	0.09	0.09	0.13	0.00	0.09
14														1.00	0.00	0.11	0.11	0.13	0.00	0.00	0.11	0.11	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.10	0.13	0.00	0.17	0.17	0.10	0.22	0.08
15															1.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16																1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.11
17																	1.00	0.25	0.00	0.33	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.25	0.00	0.00	0.00
18																		1.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.13	0.00	0.00	0.00
19																			1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20																				1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21																					1.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.25	0.00	0.00	0.25
22																						1.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23																							1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.00	0.33	0.09	0.00	0.00	0.11	0.11	0.18
24																								1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25																									1.00	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.13	0.11	0.00	0.17	0.00	0.11
26																										1.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27																											1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13
28																												1.00	0.00	0.25	0.00	0.11	0.11	0.40	0.00	0.25
29																													1.00	0.00	0.25	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
30																														1.00	0.14	0.00	0.00	0.20	0.00	0.13
31																															1.00	0.18	0.08	0.11	0.00	0.08
32																																1.00	0.40	0.10	0.00	0.17
33																																	1.00	0.00	0.00	0.18
34																																		1.00	0.00	0.10
35																																			1.00	0.22
36																																				1.00
	Similares entre un 0.67 a 1																																			

	Medianamente similares entre 0.34 a 0.66999.
	< a 0.339999 no presentan similitud.

Tabla IV.56. Resultados del índice de similitud de Jaccard (Ij), para el estrato herbáceo de la Microcuenca.

	1	2	3	4	5	6	7	8	11	12	13	14	16	19	20	21	22	23	26	28	29
1	1.00	0.50	0.33	0.00	0.00	0.25	0.00	0.33	0.00	0.25	0.33	0.00	0.00	0.33	0.67	0.25	0.20	0.33	0.00	0.33	0.25
2		1.00	0.33	0.00	0.00	0.25	0.33	0.33	0.00	0.67	0.33	0.00	0.00	0.00	0.25	0.25	0.20	0.33	0.00	0.33	0.67
3			1.00	0.00	0.00	0.50	0.00	1.00	0.00	0.50	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	1.00	0.00	1.00	0.50
4				1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5					1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6						1.00	0.00	0.50	0.00	0.33	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.25	0.50	0.00	0.50	0.33
7							1.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50
8								1.00	0.00	0.50	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	1.00	0.00	1.00	0.50
11									1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12										1.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.50	0.00	0.50	1.00
13											1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	1.00	0.00	1.00	0.50
14												1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16													1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19														1.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20															1.00	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00
21																1.00	0.25	0.50	0.00	0.50	0.33
22																	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23																		1.00	0.00	1.00	0.50
26																			1.00	0.00	0.00
28																				1.00	0.50
29																					1.00

	Similares entre un 0.67 a 1
	Medianamente similares entre 0.34 a 0.66999.
	< a 0.339999 no presentan similitud.

IV.2.2.6.7. Análisis final de las condiciones de la vegetación en la Microcuenca (SA) (Anexo 4.4).

Las estimaciones correspondientes sugieren que las características de la vegetación en la Microcuenca (SA), presenta un desarrollo de la **estructura arbórea** en etapa de madures, ya que se registra una estructura conformada por categorías diamétricas desde menores y altas. Registra categorías diamétricas que van desde 10 hasta los 45 cm y alturas que van desde los 6 a los 14 metros, con un desarrollo horizontal densa y bien distribuida. La mayor distribución de individuos se encuentra en categorías diamétricas entre 10 y 30 cm. Las especies de mayor peso ecológico son *Attalea guacuyule* (11%) y *B. simaruba* (11.4%).

Se registro un **estrato arbustivo y/o sotobosque** bien desarrollado, muy denso (5,283 individuos por hectárea), registrando un rango de diámetro que van desde los 1 a los 7 cm, y rangos de altura de 1.1 a 5.6 metros. Las especies más con mayor peso ecológico fueron *Bixa orellana (6.4%), Euphorbia calcarata y Casearia corymbosa.*

El **estrato herbáceo** se observa de manera abundante, pero discontinuo, sobre todo en zonas donde el estrato arbóreo es abundante

El análisis de los datos por categoría diamétrica para el estrato arbóreo y arbustivo se observa que la distribución de individuos por categoría presenta un comportamiento normalizado, ya que se registra un incremento de individuos/ha, conforme incrementa la categoría diametrica. La estructura vertical presenta un incremento en altura a medida que incrementa la categoría diametrica.

La estimación de la ***diversidad (alfa)***, indican que el grado de diversidad se encuentra dentro de un grado medio. La ***riqueza específica*** fue de **61 especies**, de todos los estratos y las cuales se distribuyen en familias. De las especies registradas tres se encuentran en la NOM 059 (2010), bajo alguna categoría de riesgo.

Los indicadores de diversidad especifican que los valores que determinan que son sitios con una diversidad media, y regularmente, de un sitio a otro dentro de la Microcuenca, la composición presenta una similitud menor al 50%, lo cual también destaca la variación de la distribución de las especies en la zona.

La comunidad vegetal que se desarrolla en la Microcuenca aun presenta condiciones estructurales y de diversidad significativas. Mantiene zonas conservada. Las principales afectaciones se presentan en las partes bajas, cercas de las zonas urbanizadas.

IV.2.2.6.8. Fauna silvestre.

IV.2.2.6.8.1. Biogeografía de México y ubicación general de Microcuenca (SA).

La fisiografía del territorio mexicano es el resultado de la interacción de cinco placas tectónicas (Norteamericana, del Pacífico, Rivera, de Cocos y del Caribe), cuya acción conjunta ha originado cordilleras por plegamiento (Sierra Madre Oriental, Sierra Madre del Sur) o por vulcanismo (Sierra Madre Occidental, Faja Volcánica Transmexicana); las mesetas (Altiplano central) y depresiones (Balsas y Chiapas) quedaron confinadas entre las cordilleras principales (Espinosa *et al.,* 2008).

Debido a su ubicación latitudinal, en la República mexicana se sobreponen y entrelazan dos grandes regiones biogeográficas: la Neártica y la Neotropical (CONABIO, 2000). Los eventos asociados con la evolución biótica del componente Neártico se relacionan con la formación de la Sierra Madre Occidental, que aisló el desierto de Chihuahua de los desiertos de Sonora y Mohave; y la expansión del Mar de Cortés, que aisló la Península de Baja California del continente (Morrone, 2005). El componente Neotropical, incluye áreas tropicales húmedas y subhúmedas del sur de México, asignadas a las provincias de la Costa Pacífica Mexicana, del Golfo de México, de Chiapas y la Península de Yucatán (Morrone, 2005).

El estado presenta una compleja topografía, la cual está determinada por la presencia de tres de los principales complejos montañosos del país: Sierra Madre Occidental, el Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur. Otro elemento importante es la Llanura Costera, ya que una gran parte del estado está comprendida dentro de este elemento fisiográfico (Rzedowski, 2006; CONABIO, 1997).

IV.2.2.6.8.2. Distribución potencial de la fauna silvestre en el estado.

Basada en revisión bibliográfica y colecciones científicas, se tiene registro de aproximadamente 162 especies de mamíferos silvestres conformado por 28 familias y 94 géneros (Ramírez-Silva *et al.,* 2015).

De los cuales 141 corresponden a mamíferos terrestres, siendo el orden Chiroptera el más diverso (67 especies), que representa el 47.51%, seguido por Rodentia con 43 especies (30.49%).

En el caso de la herpetofauna, se conocen 154 especies, incluyendo 34 anuros, dos salamandras, un cocodrilo, 107 lagartijas y serpientes, y 10 tortugas. De esta manera, la herpetofauna está compuesta por 36 Anfibios (23.4%) y 118 el resto del grupo (76.6%). Del total de especies, 88 son endémicas, 61 no son endémicas, cuatro no son nativas y una es endémica al estado (Woolrich-Piña *et al.,* 2016).

Para el grupo de las aves, actualmente se conocen un total de 544 especies, las cuales pertenecen a 294 géneros, 76 familias y 24 órdenes. Las familias más representativas son Parulidae (43 especies), Tyrannidae (36 especies) y Scolopacidae con 30 especies (Jacobo-Sapien, 2015). Al menos 49% de las especies son residentes, donde el 26% de las especies son visitantes de invierno, como *Selasphorus rufus*, *Vireo atricapilla* y *Cardellina pusilla*. El 9% de las especies son residentes con poblaciones migratorias; por ejemplo, *Pelecanus occidentalis*, *Buteo jamaicensis* y *Mimus polyglottos* (Jacobo-Sapien, 2015).

IV.2.2.6.8.3. Distribución potencial de la fauna silvestre en la Microcuenca y el Proyecto.

S revisó información en la base de datos de ebird (ebird, 2023), donde se concentran los registros de observaciones de aves realizados por ornitólogos y por el público en general. Por otro lado, se descargaron los registros que se tienen del municipio de San Blas con ayuda del portal de CONABIO, y se verificó la distribución potencial de cada especie por grupo taxonómico.

Para el caso de **aves**, se tiene un registro de 138 especies de aves, de las cuales 17 se encuentran enlistadas en la NOM-059 (Tabla IV. 57).

Tabla IV. 57. Especies de aves enlistadas en la NOM-059.

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059
Accipitridae	*Spizaetus tyrannus*	Águila Tirana	P
Accipitridae	*Harpagus bidentatus*	Gavilán Bidentado	Pr
Accipitridae	*Buteogallus urubitinga*	Aguililla Negra Mayor	Pr
Accipitridae	*Buteo swainsoni*	Aguililla de Swainson	Pr
Accipitridae	*Buteo albonotatus*	Aguililla Aura	Pr
Cardinalidae	*Passerina ciris*	Colorín Sietecolores	Pr
Corvidae	*Cyanocorax beecheii***	Chara Sinaloense	P
Falconidae	*Micrastur semitorquatus*	Halcón Selvático de Collar	Pr
Parulidae	*Geothlypis tolmiei*	Chipe Lores Negros	A
Picidae	*Campephilus guatemalensis*	Carpintero Pico Plateado	Pr
Psittacidae	*Amazona finschi***	Loro Corona Lila	P
Psittacidae	*Forpus cyanopygius***	Periquito Catarino	Pr
Psittacidae	*Eupsittula canicularis*	Perico Frente Naranja	Pr
Strigidae	*Glaucidium palmarum***	Tecolote Colimense	A
Trochilidae	*Thalurania ridgwayi***	Ninfa Mexicana	A
Turdidae	*Myadestes occidentalis*	Clarín Jilguero	Pr
Vireonidae	*Vireo atricapilla*	Vireo Gorra Negra	P

* NOM-059-SEMARNAT-2010: A = Amenazada, Pr = Sujeta a Protección Especial, P= En Peligro de Extinción. ** Endémica a México.

Para el caso de **mamíferos**, las especies potenciales en la zona de la Microcuenca y proyecto, son ocho especies, de las cuales tres (Familia Felidae) se encuentran enlistadas en la NOM-059.

Tabla IV.58. Lista de especies potenciales de mamíferos en la zona de la Microcuenca y proyecto.

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059
Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo	-
Felidae	*Leopardus wiedii*	Tigrillo	P
Felidae	*Herpailurus yagouaroundi*	Jaguarundi	A
Felidae	*Leopardus pardalis*	Ocelote	P
Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	-
Procyonidae	*Nasua narica*	Tejón, Coatí	-
Sciuridae	*Notocitellus annulatus***	Ardilla de tierra de cola anillada	
Sciuridae	*Sciurus colliaei***	Ardilla gris del Pacífico	

* NOM-059-SEMARNAT-2010: A = Amenazada, Pr = Sujeta a Protección Especial, P= En Peligro de Extinción. ** Endémica a México.

Se cuenta con el registro de 11 especies de reptiles y cuatro anfibios. De estos cuatro se encuentran enlistadas en la NOM-059.

Tabla IV.59. Especies potenciales de herpetofauna que se distribuyen en la Microcuenca y proyecto.

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059
Reptiles			
Boidae	*Boa sigma***	Boa, Mazacuata	-
Colubridae	*Oxybelis aeneus*	Culebra Bejuquilla Mexicana	-
Colubridae	*Drymobius margaritiferus*	Culebra Corredora de Petatillos	-
Colubridae	*Leptodeira maculata*	Escombrera del Suroeste Mexicano	Pr
Dactyloidae	*Anolis nebulosus***	Abaniquillo Pañuelo del Pacífico	-
Emydidae	*Trachemys ornata***	Jicotea Occidental	-
Iguanidae	*Ctenosaura pectinata*	Iguana Mexicana de Cola Espinosa	A
Iguanidae	*Iguana iguana*	Iguana Verde	Pr
Phrynosomatidae	*Sceloporus melanorhinus*	Lagartija Espinosa de Hocico Negro	-
Phrynosomatidae	*Sceloporus utiformis***	Lagartija Espinosa del Pacífico	-
Teiidae	*Aspidoscelis costatus*	Huico Llanero	Pr
Anfibios			
Bufonidae	*Incilius mazatlanensis***	Sapito Pinto de Mazatlán	-
Eleutherodactylidae	*Eleutherodactylus nitidus***	Rana Fisgona Deslumbrante	-
Hylidae	*Smilisca baudinii*	Rana Arborícola Mexicana	-

Hylidae	*Agalychnis dacnicolor***	Ranita Verduzca	-

* NOM-059-SEMARNAT-2010: A = Amenazada, Pr = Sujeta a Protección Especial, P= En Peligro de Extinción. ** Endémica a México.

IV.2.2.6.8.4. Evaluación de la fauna silvestre en la Microcuenca (SA) (Anexo 4.4.6).

La metodología empleada para la evaluación fue, por un lado, por transectos para evaluar mamíferos y herpetofauna, y para aves se siguió la metodología de puntos para el conteo. Se trato de distribuir lo mejor la muestra sobre el área de la Microcuenca. Con ayuda de un GPS, se establecieron 6 transectos, con una longitud total de 12.406 metros de largo por 30 m de ancho (Mapa 9b; Tabla IV.60). Estos fueron recorridos por dos personas de las 6:00 a.m a 5:30 p.m, con un esfuerzo de muestreo de 23 horas (dos días), a una velocidad de 1.2 km/hr, aproximadamente, y sobre este se fue registrando organismos mediante observación directa (avistamientos) e indirecta (rastros: madrigueras, huellas, excretas). Una vez ubicados, con una cámara (NIKON, Coolpix L820, 30 X) se tomó evidencia fotográfica de cada rastro para su posterior identificación mediante guías de campo (Aranda, 2012).

Para la identificación de los organismos, se utilizaron guías y libros especializados: para la herpetofauna (Conant y Collins, 1998), mastofauna y rastros (Burt y Grossenheider, 1980; Elbroch, 2003; Ceballos y Oliva, 2005; Aranda, 2012).

En el caso de las aves, se establecieron 16 puntos de conteo (Mapa 9b), de 30 m de radio fijo para rastrear durante 10 minutos, todas las especies observadas o escuchadas, de 6:00 a.m a 5:30

p.m, con un esfuerzo de muestreo de 23 horas, tomando en cuenta que fueron dos días. Para determinar las especies se utilizaron binoculares (Vortex 8 x 42) y guías de campo (Howell y Webb, 1995; Kaufman, 2000; Sibley, 2001).

Tabla IV.60. Coordenadas de ubicación de los puntos de conteo y de los transectos para el muestreo de fauna silvestre en la Microcuenca (SA).

vértice	Coordenada UTM		Descripción	Transecto	Longitud	Superficie
	X	Y			(m)	(ha)
1	476236	2363444	Punto 1	T1	1,860	7.44
2	476902	2363544	Punto2			
3	477282	2363806	Punto 3			
4	482316	2363486	Punto 4	T2	2,062	8.248
5	481626	2363324	Punto 5			
6	480806	2363059	Punto 6			
7	479872	2363173	Punto 7	T3	2,898	11.592
8	478768	2363190	Punto 8			
9	477499	2363530	Punto 9			
10	475316	2362054	Punto 10	T4	1624	6.496
11	475947	2361710	Punto 11			
12	475538	2363103	Punto 12	T5	1,558	6.232
13	476251	2362908	Punto 13			
14	481515	2362361	Punto 14	T6	2,404	9.616
15	480721	2362437	Punto 15			
16	480000	2362543	Punto 16			
					12,406	**49.624**

Para evaluar la **biodiversidad**, se consideró la medición del componente alfa y beta. La diversidad alfa se refiere al número de especies a nivel local, la diversidad beta es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisajes (Rodríguez y Vázquez-Domínguez, 2003; Rodríguez, 2009; Moreno, 2001).

Para la **diversidad alfa**, los métodos se pueden dividir en dos tipos: basados en la cuantificación del número de especies presentes o en la estructura de la comunidad, este último puede clasificarse en la dominancia y en la equidad de una comunidad. Por lo, tanto se consideró el de

Shannon-Wiener, el cual se basa en el concepto de equidad, la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de una muestra (Moreno, 2001). Para evaluar la diversidad Alfa se aplicaron las siguientes fórmulas:

1. Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H').

Estima el grado de incertidumbre promedio en la predicción de "a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar". Refleja la heterogeneidad de una comunidad respecto a factores como el número de especies frecuentes y su abundancia relativa. Expresando la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra (Peet, 1974; Baev y Penev, 1995). Se estima con la siguiente ecuación:

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

Dónde:

Pi= proporción (o abundancia relativa) de cada especie en la población.

Ln= Logaritmo natural neperiano.

Se hicieron dos cálculos, uno que utilizó el logaritmo natural y en el otro el logaritmo base 10.

2. Índice de diversidad de Simpson (D).

Con los datos recabados en los puntos de conteo, se realizó un análisis de diversidad de Simpson para cada grupo faunístico, inverso al índice de dominancia. Este manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. El resultado, se ve influido fuertemente por la importancia de las especies más dominantes. La diversidad puede

calcularse como 1–D (Peet, 1974; Lande, 1996). Para esto da seguimiento a la siguiente expresión:

$$1-D=\sum Pi^2$$

Dónde:

D= Valor del índice de Simpson.

Pi = Abundancia proporcional de la especie "i", $\frac{ni}{Ni}$.

ni= Número de individuos registrados por especie "i".

Ni= Número de individuos totales de la muestra "i".

La **diversidad beta** resalta la diferencia en la composición de especies entre sitios, compara el parecido o la diferencia entre comunidades ecológicas, y suele evaluarse con índices de similitud o disimilitud a partir de datos cualitativos (presencia- ausencia de especies) como el coeficiente de Jaccard o cuantitativos (abundancia proporcional de cada especie) como el coeficiente de Sorensen (Moreno, 2001; Rodríguez, 2009). Se utilizarán dos formas para determinar el nivel de semejanza faunística entre los sitios de muestreo o comunidades. El resultado sugiere que a medida que los valores se aproximen al 100%, los sitios en comparación presentan mayor semejanza y las fórmulas son los siguientes:

3. Índice de similitud de Jaccard (J).

El rango va desde cero (0) cuando no hay especies compartidas, hasta uno (1) cuando los dos sitios comparten las mismas especies. Este índice mide diferencias en la presencia o ausencia de especies. La fórmula para la estimación es:

$$I_J = \frac{c}{a+b+v}$$

Dónde:

Ij= Índice de similitud de Jaccard.

a=Número de especies en el sitio A.

b= Número de especies en el sitio B.

c= Número de especies presentes en ambos sitios A y B (compartir la misma especie).

La información obtenida por sitio, se relacionaron para el cálculo, primeramente, se organizó una base de datos por grupo taxonómico, separando el número de individuos registrados por especie y punto de conteo. Posteriormente, se realizaron los cálculos de manera manual en Excel, en base a las fórmulas que se indican en los índices de diversidad. El proceso de los datos se realizó con el programa Past 3.22 (Hammer *et al.*, 2001), con el fin de comprobar los resultados obtenidos en Excel.

V.2.2.6.8.4.1. Diversidad faunística en la Microcuenca (SA).

IV.2.2.6.8.4.1.1. Riqueza de especies.

Se registraron en total 304 individuos, correspondiente a 66 especies en la Microcuenca. El grupo que mejor se represento fue aves, con 60 especies (Tabla 66).

La elevada presencia de aves se debe a que son más fáciles de detectar a comparación de los demás grupos. Es conocido que los reptiles, anfibios y mamíferos usen microhábitats y tiendan a estar ocultos a causa por sus hábitos nocturnos y/o crepusculares.

Tabla IV.61. Especies de fauna silvestre registradas para la zona de la Microcuenca.

Grupo	Familia	No. Especies	Registros	NOM-059	%
AVES	27	60	286	7	90.9
MAMIFEROS	2	3	10	0	4.5
REPTILES	3	3	8	2	4.5
ANFIBIOS	0	0	0	0	0.0
TOTAL	**32**	**66**	**304**	**9**	**100**

- ✓ **Aves**

En total se registraron 286 ejemplares, pertenecientes a 60 especies de aves, de las cuales siete se encuentran enlistadas en la NOM-059; cuatro bajo Protección Especial (Pr), dos como Amenazadas (A) y una en Peligro de Extinción (P). En cuanto al endemismo, del total de especies registradas, 10 son endémicas a México, mientras que 47 no son endémicas.

Tabla IV.62. Listado de aves registradas en la Microcuenca.

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM- 059
Accipitridae	*Buteogallus urubitinga*	Aguililla Negra Mayor	Pr
Accipitridae	*Buteo plagiatus*	Aguililla Gris	
Accipitridae	*Buteo brachyurus*	Aguililla Cola Corta	
Accipitridae	*Buteo swainsoni*	Aguililla de Swainson	Pr
Accipitridae	*Buteo albonotatus*	Aguililla Aura	Pr
Alcedinidae	*Chloroceryle americana*	Martín Pescador Verde	
Cardinalidae	*Piranga rubra*	Piranga Roja	
Cardinalidae	*Passerina caerulea*	Picogordo Azul	

Cardinalidae	*Passerina cyanea*	Colorín Azul	
Cardinalidae	*Passerina ciris*	Colorín Sietecolores	Pr
Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote Común	
Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote Aura	
Columbidae	*Patagioenas flavirostris*	Paloma Morada	
Columbidae	*Leptotila verreauxi*	Paloma Arroyera	
Columbidae	*Zenaida asiática*	Paloma Alas Blancas	

Continúa…

Tabla IV.62. Listado de aves registradas en la Microcuenca.

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM- 059
Corvidae	*Calocitta colliei***	Urraca Cara Negra	
Corvidae	*Cyanocorax yncas*	Chara Verde	
Corvidae	*Corvus sinaloae***	Cuervo Sinaloense	
Cuculidae	*Morococcyx erythropygus*	Cuclillo Terrestre	
Falconidae	*Falco sparverius*	Cernícalo Americano	
Falconidae	*Falco rufigularis*	Halcón Murcielaguero	
Fregatidae	*Fregata magnificens*	Fragata Tijereta	
Fringillidae	*Spinus psaltria*	Jilguerito Dominico	
Furnariidae	*Xiphorhynchus flavigaster*	Trepatroncos Bigotudo	
Icteridae	*Cassiculus melanicterus*	Cacique Mexicano	
Icteridae	*Icterus pustulatus*	Calandria Dorso Rayado	
Icteriidae	*Icteria virens*	Chipe Grande	
Parulidae	*Parkesia noveboracensis*	Chipe Charquero	
Parulidae	*Leiothlypis ruficapilla*	Chipe Cabeza Gris	
Parulidae	*Geothlypis tolmiei*	Chipe Lores Negros	A
Parulidae	*Setophaga petechia*	Chipe Amarillo	
Parulidae	*Basileuterus rufifrons*	Chipe Gorra Canela	
Parulidae	*Cardellina pusilla*	Chipe Corona Negra	
Passerellidae	*Peucaea ruficauda*	Zacatonero Corona Rayada	
Picidae	*Melanerpes chrysogenys***	Carpintero Enmascarado	
Picidae	*Melanerpes uropygialis*	Carpintero del Desierto	
Picidae	*Colaptes auricularis***	Carpintero Corona Gris	
Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita Azulgris	
Psittacidae	*Amazona finschi***	Loro Corona Lila	P
Rhodinocichlidae	*Rhodinocichla rosea*	Tangara Pecho Rosa	

Strigidae	*Glaucidium palmarum***	Tecolote Colimense	A
Strigidae	*Glaucidium brasilianum*	Tecolote Bajeño	
Thraupidae	*Volatinia jacarina*	Semillero Brincador	
Thraupidae	*Saltator coerulescens*	Saltador Gris	
Tityridae	*Tityra semifasciata*	Titira Puerquito	
Trochilidae	*Amazilia rutila*	Colibrí Canelo	
Troglodytidae	*Pheugopedius felix***	Saltapared Feliz	
Troglodytidae	*Thryophilus sinaloa***	Saltapared Sinaloense	
Trogonidae	*Trogon citreolus***	Coa Citrina	
Trogonidae	*Trogon elegans*	Coa Elegante	
Turdidae	*Turdus assimilis*	Mirlo Garganta Blanca	
Turdidae	*Turdus rufopalliatus***	Mirlo Dorso Canela	
Tyrannidae	*Contopus pertinax*	Papamoscas José María	
Tyrannidae	*Empidonax difficilis*	Papamoscas Amarillo del Pacífico	
Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	Papamoscas Cardenalito	

Continúa…

Tabla IV.62. Listado de aves registradas en la Microcuenca.

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM- 059
Tyrannidae	*Myiarchus tuberculifer*	Papamoscas Triste	
Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis Bienteveo	
Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luisito Común	
Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano Pirirí	
Tyrannidae	*Tyrannus crassirostris*	Tirano Pico Grueso	

*A = Amenazada, Pr = Sujeta a Protección Especial, P= En Peligro de Extinción, NOM-059-SEMARNAT-2010. ** Endémica de México.

- ✓ **Mamíferos**

Se registraron tres especies de mamíferos, pertenecientes a dos familias. Ninguna especie se encuentra enlistada en la NOM-059.

Tabla 68. Mamíferos registrados en la Microcuenca.

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM- 059
Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	-
Procyonidae	*Nasua narica*	Tejon, Coati	-
Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	-

** Endémica de México.

- ✓ **Herpetofauna.**

En total se registraron tres especies de reptiles, de las cuales dos se encuentran enlistadas en la NOM-059.

Tabla 69. Herpetofauna registrada en la Microcuenca.

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM- 059
Iguanidae	*Ctenosaura pectinata***	Iguana mexicana de cola espinosa	A
Teiidae	*Aspidoscelis costatus***	Huico llanero	Pr
Boidae	*Boa sigma*	Boa, Mazacuata	-

* Pr = Sujeta a Protección Especial, NOM-059-SEMARNAT-2010. ** Endémica de México.

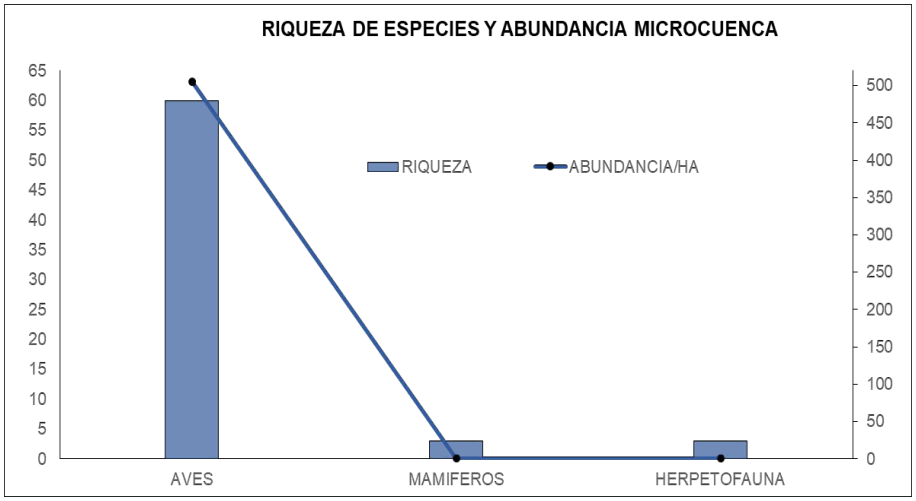


Gráfico 9. Riqueza específica y abundancia de fauna silvestre estimada para la Microcuenca.

IV.2.2.6.8.4.1.2. Diversidad de especies.

1. Diversidad alfa (Shannon-Wiener y Simpson)

- ✓ **Aves.**

Tanto el índice de ***Shannon-Wiener***, como de ***Simpson***, indican un **grado de diversidad alto**, ya que registran valores de **3.51 y 0.95** respectivamente (Tabla IV. 70; Grafico 10).

- ✓ **Mamíferos.**

Se estimó un valor del índice de **Shannon-Wiener**, el cual indica un grado de diversidad bajo (1.03). Y un valor del índice de **Simpson** de 0.62, el cual sugiere un grado de diversidad medio (Tabla IV. 70; Grafico 10).

- ✓ **Herpetofauna.**

Para este grupo, se estimó un valor del índice de **Shannon-Wiener** 0.74, lo que representa un grado de diversidad bajo. El índice de **Simpson** el valor de 0.41, lo que sugiere un grado de diversidad medio (Tabla IV. 70; Grafico 10).

Los resultados muestran valores significativos en el caso del grupo de las aves, en comparación con los demás grupos taxonómicos registrados. Las cuales representan de manera importante en la Microcuenca, destacando especies bajo algún estado de conservación (SEMARNAT, 2010) como; *Buteogallus urubitinga, Buteo swainsoni, Buteo albonotatus, Passerina ciris, Geothlypis tolmiei, Amazona finschi* y *Glaucidium brasilianum*) y reptiles (*Ctenosaura pectinata* y *Aspidoscelis costatus*).

Tabla 70. Valores de diversidad alfa y beta, estimada por grupo faunístico en la Microcuenca.

Grupo Faunistico	Shannon-W H´	Simpson D´	Jaccard I´
AVES	3.51	0.95	0.13
MAMIFEROS	1.03	0.62	0.80
HERPETOFAUNA	0.74	0.41	1.00

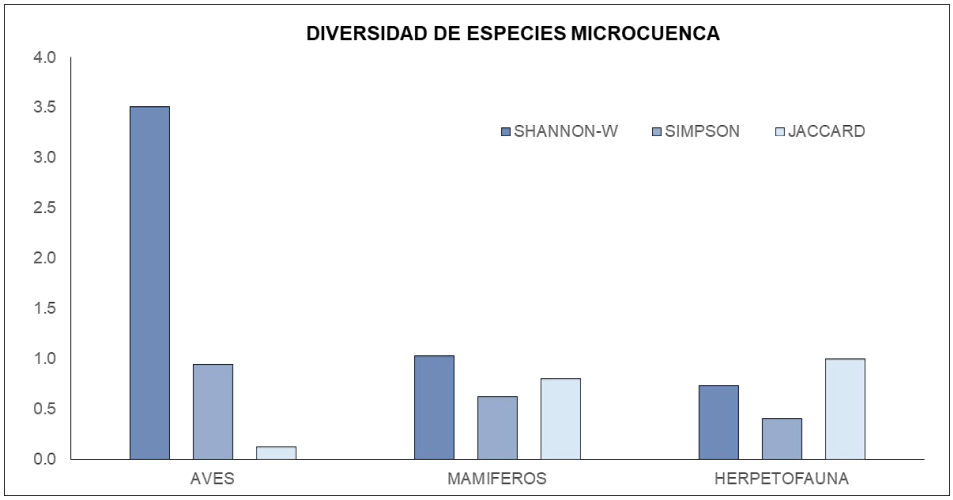


Gráfico 10. Comparativo de diversidad Alfa y Beta estimada para la Microcuenca.

2. Diversidad beta (Jaccard).

- ✓ **Aves.**

Los puntos de conteo con mayor similitud entre si fueron el P6 y P12, el P9 y P12, con un valor de 33% lo que significa una baja similitud. En promedio se estima un valor de similitud del 13% (Tabla IV.71a, 71b; Grafico 11).

SITIO	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12
P1	1.00	0.22	0.00	0.13	0.27	0.13	0.11	0.03	0.13	0.30	0.00	0.13
P2		1.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.08	0.14	0.00
P3			1.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.11	0.13	0.08	0.00	0.00
P4				1.00	0.11	0.00	0.08	0.03	0.09	0.11	0.00	0.00
P5					1.00	0.18	0.04	0.06	0.24	0.13	0.00	0.08
P6						1.00	0.00	0.00	0.14	0.20	0.00	0.33
P7							1.00	0.17	0.12	0.14	0.06	0.05
P8								1.00	0.23	0.14	0.04	0.04
P9									1.00	0.11	0.00	0.33
P10										1.00	0.11	0.09
P11											1.00	0.00
P12												1.00
	Similares entre un 0.67 a 1.											
	Medianamente similares entre 0.34 a 0.66999.											
	< a 0.339999 no presentan similitud.											

Tabla 71a. Índice de similitud de Jaccard (Ij), para aves.

- ✓ **Mamiferos.**

En este caso todos los transectos evaluados, el T2 y T3, T2 y T6, T3 y T6, en todos los casos las relaciones indican el registro de las mismas especies. El resto de las relaciones comparte el 50% de las especies registradas. Esto significa que la variabilidad entre transectos es baja, ya que se registra en promedio un 80% de similitud (Tabla 71b; Grafico 11).

SITIO	T1	T2	T3	T4	T5	T6
T1	1.00	0.00	0.00	0.50	0.50	0.00
T2		1.00	1.00	0.00	0.00	1.00
T3			1.00	0.00	0.00	1.00
T4				1.00	0.00	0.00
T5					1.00	0.00
T6						1.00
	Similares entre un 0.67 a 1.					
	Medianamente similares entre 0.34 a 0.66999.					
	< a 0.339999 no presentan similitud.					

Tabla IV. 71b. Índice de similitud de Jaccard (Ij), para mamífero.

- ✓ **Herpetofauna.**

Los transectos comparados presentan una similitud del 100%, por lo tanto, podemos señalar que las especies registradas se encuentran en los transectos realizados (Tabla 71c; Grafico 11).

SITIO	T1	T2	T3	T4	T5	T6
T1	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00
T2		1.00	1.00	1.00	0.00	1.00
T3			1.00	1.00	0.00	1.00
T4				1.00	0.00	1.00
T5					1.00	0.00

Tabla IV. 71c. Índice de similitud de Jaccard (Ij), para herpetofauna.

T6						1.00
	Mayor o igual a 50% de similitud entre sitios.					
	Similitud entre un 25 y 50%.					
	Similitud menor al 25%.					

- ✓ **Conclusión de las estimaciones de fauna silvestre en la Microcuenca (SA)**

Eel ***grupo faunnistico de Aves***, fue el que presento un mayor grado de diversidad (*Shannon-Wiener y Simpson*), mientras que el ***grupo de Mamiferos y Herpetofauna*** los resultados sugieren un grado de diversidad bajos, esto de acuerdo con la clasificación señalada por Aguirre (2013).

En cuanto al *coeficiente de Jaccard*, los resultados muestran que, el **grupo faunístico de aves** entre los puntos de conteo son diferentes, ya que en promedio únicamente presentan una similitud del 13%. Mientras que para el **grupo de Mamiferos y Herpetofauna** presentan una similitud mayor al 80%, por lo tanto, se considera que todos los transectos muestreados somn iguales en cuanto a la presencia de especies.

IV.2.2.3. Medio socioeconómico

De acuerdo con el último censo de población y vivienda (INEGI, 2020), en el **municipio de Puerto Vallarta**, la población total fue de 291,839 personas, representando 3.49% de la población a nivel estatal. De estos el 49.9% son mujeres y 50.1% hombres. La población económicamente activa es del 69.7%, de esta proporción, el 56.7% corresponde a hombres y el 43.3% son mujeres.

La tasa de crecimiento de la población del 2010 al 2020 fue positiva (14.1%), siendo uno de los Municipios con crecimiento medio del Estado de Jalisco (Tabla IV.72).

De acuerdo con la dimensión de la Microcuenca y por la ubicacion donde se encuentra el Proyecto, , la demanda de personal emplearlas de manera directa e indirectamente no será un problema toda vez que esta en las orilas de la Ciudad de Puerto Vallarta.

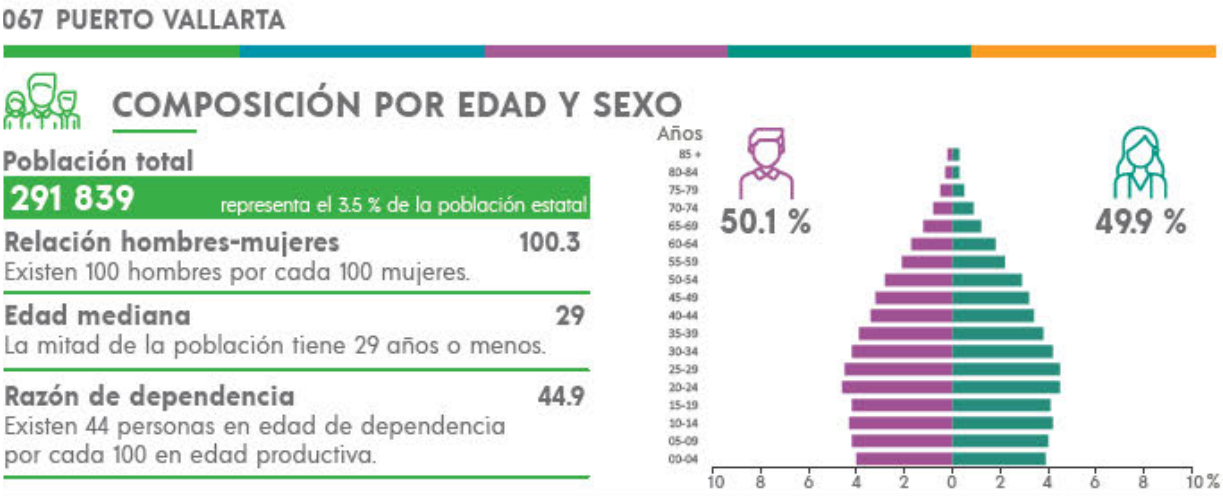
Tabla IV.72a. Información poblacional del municipio y localidades cercanas al Proyecto,

Año	2010	%	>	2020	%	>
Jalisco	7,350,682	17.9	15.2	8,348,151	13.8	13.8
Puerto Vallarta	255,681	4.0	-	291,839	3.4	-3.7

IV.2.2.3.1.1. Estructura de población del estado, municipio y localidad cercana al proyecto.

Tanto a nivel Estatal y Municipal, la distribución de la población se encuentra, con una mayor cantidad de personas en etapas jóvenes y reducida a medida que incrementa la edad (Grafico 15,16 y 17). La siguiente Tabla muestra la distribución de acuerdo con los rangos de edades.

Tabla VI.2b. Estructura de la población estatal, municipal y local, por sexo para el año 2020.



IV.2.2.3.1.2. Población económicamente activa por sector o actividad.

El principal sector donde se ubica la mayor parte de la población económicamente activa (PEA) del Municipio de Puerto Vallarta, es el de los servicios, con el 51.77% del total, el comercio se encuentra en segundo lugar con un 39.80 % y el tipo de actividad que más producción bruta deja en el municipio es la terciaria (INEGI,2020).

IV.2.2.3.1.3. Migración de la población del municipio y localidad cercana al proyecto.

El porcentaje de migración en el Municipio es de un 10.1%, motivada en mayor medida por causas familiares (40.4%), seguido por mejorar las condiciones del trbajo actual (38.8%) y e menor medida por cuestiones de inseguridad y estudios.

IV.2.2.3.2. Factores socioculturales.

En la zona de influencia del Proyecto, no se tiene registrados sitios de interés cultural o considerados como sagrados por parte de algún grupo étnico con presencia en el estado, tampoco por parte de la población local.

Con la ejecución del Proyecto se generarán oportunidades de empleo para algunas familias, por lo tanto, se considera que el proyecto tendrá mucha aceptación entre los pobladores de la zona, ya que impactará económicamente de manera directa e indirectamente.

Por otro lado, gran parte de la zona de influencia y de la Microcuenca (SA), presenta un relieve accidentado y cubierto en gran medida por vegetación de Selva Mediana Subperennifolia y Subcaducifolia. No se tiene registro en la zona sobre indicios arqueológicos o de patrimonio histórico que pudieran afectarse por la ejecución del Proyecto.

IV.2.2.3.1.1. Estructura de población del estado, municipio y localidad cercana al proyecto.

Tanto a nivel estatal. municipal, y en la localidad de El Espino, la distribución de la población se encuentra, con una mayor cantidad de personas en etapas jóvenes y reducida a medida que incrementa la edad (Grafico 15,16 y 17). La siguiente Tabla muestra la distribución de acuerdo con los rangos de edades.

IV.2.2.3.1.2. Población económicamente activa por sector o actividad.

El principal sector donde se ubica la mayor parte de la población económicamente activa (PEA), es en el primario, ya que representa el 85% (agricultura, forestal, pesca etc), mientras que el secundario y terciario en menor medida (INEGI,2020).

IV.2.2.3.1.3. Migración de la población del municipio y localidad cercana al proyecto.

La migración, es considerada la principal causa de una baja en la población en el municipio por causas por el cambio o porque se van a buscar trabajo y por encontraron una mejor oferta de trabajo (13.8%).

IV.2.2.3.2. Factores socioculturales.

En la zona de influencia del Proyecto, no se tiene registrados sitios de interés cultural o considerados como sagrados por parte de algún grupo étnico del estado, tampoco por parte de la población local. Con la ejecución del Proyecto se generarán oportunidades de empleo para algunas familias, por lo tanto, se considera que el proyecto tendrá mucha aceptación entre los pobladores cercanos, ya que impactará económicamente de manera directa e indirectamente.

Por otro lado, gran parte de la zona de influencia y de la Microcuenca (SA), presenta un relieve accidentado y cubierto en gran medida por vegetación de Selva Mediana Subcaducifolia, lo cual no permite en gran parte del área el desarrollo de zonas agrícolas y/o ganaderas. Sin embargo, regularmente los pobladores tienden a utilizar sus parcelas para soltar ganado en la zona, aunque de manera extensiva y con una baja densidad. No se tiene registro en la zona sobre indicios arqueológicos o de patrimonio histórico que pudieran afectarse por la ejecución del Proyecto.

IV.2.2.4. Paisaje

El paisaje se encuentra representado por factores que sobresalen a las percepciones, como; la cobertura vegetal, la biodiversidad, cuerpos y corrientes de agua, así como el relieve de la zona. Los cuales en su conjunto aportan un atractivo visual importante, y de los cuales se pueden clasificar con un alto valor interpretativo. Para definirlo, destaca una clasificación de cuatro formas, tales como la naturalidad (ausencia o presencia humana), viveza (diversidad de paisaje), variedad (combinación de texturas, colores, formas etc) y unidad (conformación de un equilibrio), todo esto dependerá mucho del interprete y la relación que puede hacer sobre las valoraciones subjetivas o

artísticas, dentro de la zona de interés (Reyes *et al*, 2017; Ramos, 2014; Rivera-Pabón y Dayse-Cristina, 2017).

IV.2.2.4.1. Visibilidad y calidad paisajística.

La Microcuenca presenta una visualización amplia desde la parte baja, con buena visibilidad, de la zona donde se plantea el Proyecto. Aunque se destaca que se pueden observar dentro de esta visualización algunos espacios donde se desarrolla agricultura extensiva y en otros casos se logran observar casas habitacionales aisladas, sobre todo hacia la parte baja de esta. El factor de la visualización es uno de los que aporta alto valor de calidad al paisaje por parte del observador y por lo tanto, el hecho de conservar propiedades de cobertura y relieves accidentado, así como una variación en cuanto a las especies presentes y su distribución, además de colores y texturas variadas (estructura vertical), le da un valor relevante en cuanto a este aspecto (Vallina, 2020).

Algunos indicadores, que sugieren una calidad visual, son la calidad intrínseca (valor único), valor de incidencia paisajística positiva y valor de incidencia paisajística negativa (Vallina, 2020; Alberruche-Del Campo *et al*, 2014).



Imagen IV.1. La imagen representa una vista general de un acceso al predio



Imagen IV.2. Vista desde una zona de la Microcuenca cobertura arborea densa.





Imagen IV.3 y 4. Vista panorámica desde la parte baja sobre un camino que atraviesa la zona. Y otras zonas con cobertura arbórea densa.

Para determinar un valor aproximado sobre la calidad paisajística de visualización, de los elementos intrínsecos, de la Microcuenca (SA), se tomó como referencia la metodología fundamentada en una valoración ponderada de elementos que integran la Microcuenca (Vallina. 2020). De acuerdo con el modelo de calidad intrínseca los factores y criterios que considerados son lo que se muestran en la siguiente Tabla IV.73.

Tabla IV.73. Factores y criterios que determinan la calidad intrínseca del paisaje.

Calidad	Factor	Criterio
Intrínseca	Fisiografía	Pendiente
		Intensidad del relieve
	Vegetación natural	Tipos de vegetación
		Estratos
		Frondosidad (cobertura)
	Uso del suelo	Mosaico
		Diversidad de usos

	Elementos singulares	Prado y pastizal
		Roquedos (rocas)

Fuente: Vallina, 2019

En este caso se toman en cuenta los factores de Fisiografía, vegetación natural y uso de suelo en la zona. Se apoyo de insumos como un modelo digital de elevación y el uso de suelo y vegetación para la Microcuenca (INEGI, 2001; 2017). Para cada criterio en cada factor se consideraron los valores de calidad visual de acuerdo con los establecido por Vallina (2020) y Alberruche-del Campo *et al* (2015).

1. Fisiografía:

- ✓ **Pendiente**

Tabla IV.74a. Valores para la clasificación y normalización de la pendiente

Criterio	Valor pendiente	Valor normalización
Relieves llanos y suaves	0-15%	6
Pendientes moderadas	15-30%	7
Fuertes pendientes	30-60%	8
Relieves escarpados	>60%	10

Con estos valores, se obtuvo un mapa de pendientes, donde se clasificaron acorde a lo señalado en la Tabla, obteniendo una distribución de pendientes como se muestra en la figura IV.12.

- ✓ **Desnivel del relieve**

Se genero un archivo ráster, mediante curvas a nivel con un desnivel de 20 metros, y se agregó un campo con los valores de normalización que se presentan en seguida:

Tabla IV.74b. Valores para normalización de desniveles

Desnivel promedio	Valor normalización
0 a 20 m.	2
21 a 40 m.	4
41 a 60 m.	6
61 a 80 m	8
81 a 530 m	10

- ✓ **Intensidad del relieve**

Mediante las capas anteriores se estimó la intensidad del relieve de la Microcuenca, la cual se muestra en la siguiente Figura.

En este caso se interpreta que el valor en cuanto a la calidad visual mayor se considera las zonas con fuertes pendientes, que las de las zonas más planas.

2. Vegetación natural:

- ✓ **Tipo de vegetación.**

Considerando la capa de uso de uso y vegetación del INEGI (2017), se procedió a valorar la calidad visual de acuerdo con la siguiente Tabla (Figura IV.75a).

Tabla IV.75a. Valores de normalización de la calidad visual de acuerdo con el tipo de vegetación.

Tipo vegetación	Valor calidad visual
Agricultura de temporal	5
Manglar	9
Pastizal cultivado	10
Selva mediana subcaducifolia	9
Selva mediana subperennifolia	9
Sin vegetación aparente	3

- ✓ **Estratos**

De acuerdo con el inventario se campo se determinaron la cantidad de estratos presentes en los diferentes puntos evaluados, los cuales se presentan enseguida (Tabla IV.75b).

Tabla IV.75b. Normalización calidad visual según estratos de vegetación.

Tipo vegetación	Estratos vegetales	Valor calidad visual
Agricultura de temporal	2	4
Manglar	3	8
Pastizal cultivado	2	4
Selva mediana subcaducifolia	3	8
Selva mediana subperennifolia	3	8
Sin vegetación aparente	1	4

- ✓ **Frondosidad.**

Se considero la cobertura vegetal de la Microcuenca y se consideró las exposiciones del terreno y el mapa de estratos, para determinar la calidad visual de acuerdo con la frondosidad (Figura IV.81c).

3. Uso de suelo:

- ✓ **Uso de suelo.**

En este caso se clasificaron los valores de la siguiente manera

Tabla IV.76. Valor calidad visual según uso de suelo.

Tipo vegetación	Valor calidad visual
Agricultura de temporal	7
Manglar	10
Pastizal	9
Selva mediana subcaducifolia	10
Selva mediana subperennifolia	10
Sin vegetación aparente	0

Del cual se obtuvo un mapa con la información obtenida. La información se muestra en la Figura IV.82.

Una vez determinados los valores aproximados de estos factores, se procede a analizar cuales, de los criterios, que son de mayor relevancia uno de otro. Para esto se considera la siguiente escala (Vallina. 2020)

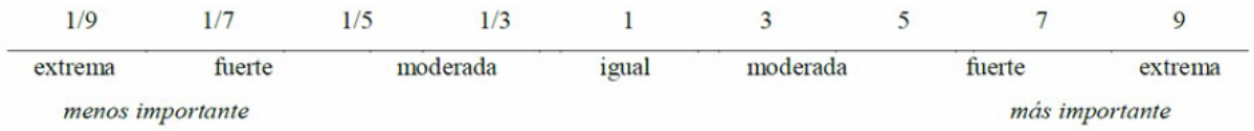


Figura IV.1. Escala de medidas entre factores

A partir de esta escala de valores, se procede a relacionar la relevancia de cada criterio y se le da un peso de calidad intrínseca, utilizando la siguiente matriz.

Tabla IV.77a, b y c. Peso de calidad intrínseca.

	Fisiografía	Vegetación natural	Uso de suelo	
Fisiografía	1	1	1	
Vegetación natural	1	1	7	
Uso de suelo	1/9	1/7	7	
	Fisiografía	Vegetación natural	Uso de suelo	
Fisiografía	1	1	1	
Vegetación natural	1	1	7	
Uso de suelo	0.11	0.14	7	
	2.11	2.14	15	
	Fisiografía	Vegetación natural	Uso de suelo	Peso (%)
Fisiografía	0.47	0.47	0.067	34
Vegetación natural	0.47	0.47	0.47	47
Uso de suelo	0.05	0.065	0.47	19
	1.0	1.0	1.0	100

El resultado sugiere que, para el caso del **factor de Fisiografía**, la calidad visual de los elementos considerados en el Paisaje de la Microcuenca, el 64.6% sugieren un valor alto, mientras que solo el 35.4% presenta una calidad de baja a media. La Tabla IV.78 muestra una distribución del valor visual para la Microcuenca, mientras que la Figura IV.78. representa la zonificación de estas condiciones.

La zonificación concuerda con el valor estimado en la Tabla IV.78, ya que para ese caso se determinó un 66% de calidad de valor alto de visualización de paisaje.

Tabla IV.78. Calidad visual del factor de fisiografía de sus elementos intrínsecos.

Categoría	Superficie (ha)	Superficie (%)
Baja	268	13.7
Media	427	21.7
Alta	742	37.8
Muy alta	524	26.7
Total	1,961	100

En cuanto al factor de **Vegetación natural**, se determinó un 87.7% con un valor alto de visualización de los elementos intrínsecos a nivel de paisaje.

Tabla IV.79. Calidad visual del factor de vegetación natural de sus elementos intrínsecos.

Categoría	Superficie (ha)	Superficie (%)
Baja	6.3	123
Media	5.9	116
Alta	80.3	1574
Muy alta	7.6	148
Total	100	1,961

En cuanto al factor de **Uso de suelo**, se determinó un 79% con un valor alto de visualización de los elementos intrínsecos a nivel de paisaje, siendo de los elementos más altos en cuanto este criterio. Ya que gran parte del área de la Microcuenca presenta un uso actual de Selva mediana subcaducifolia (Figura IV.85, Tabla IV.80)

Tabla IV.80. Calidad visual del factor de vegetación natural de sus elementos intrínsecos.

Categoría	Superficie (ha)	Superficie (%)
Baja	93.6	1836
Media	5.4	106
Alta	1.0	19
Muy alta	0	0
Total	100	1961

Por lo tanto, podemos decir que la visibilidad y calidad de paisaje de la Microcuenca, donde se encuentra el Proyecto, determinan que en promedio el 59% representa un valor que va alto a muy alto, referido a la visualización del paisaje. Por lo tanto, con la puesta en marcha del proyecto estas condiciones no se verán afectadas de manera significativas.

IV.2.2.4.3. Fragilidad.

Determinar el grado de fragilidad de una zona, permite ordenar e impulsar los usos y actividades de determinada zona. Esta condición la han definido como, la susceptibilidad del paisaje al sufrir un cambio cuando se desarrolla alguna actividad sobre este. Se entiende que en la medida de que un paisaje, cuando presente una mayor fragilidad o vulnerabilidad visual, entonces será menor la capacidad de absorción visual (Solari y Cazorla, 2009).

Solari y Cazorla (2009), menciona que los elementos que se pueden evaluar para determinar la fragilidad visual del paisaje son los siguientes:

Tabla IV.81. Elementos que pueden probárseles fragilidad.

Fragilidad visual del paisaje	Fragilidad del punto	Índice topográfico	Pendiente
			orientación
		Suelo y cubierta vegetal	
	Fragilidad del entorno		Tamaño
			Forma
			Compacidad
			Altura relativa
	Accesibilidad		

1. Fragilidad visual del punto.

- ✓ **Suelo y cubierta vegetal.**

Se define como lo inverso de la capacidad de esta para ocultar una actividad que se desarrolle dentro de esta. Se sugiere que las estructuras verticales más elevadas, con una gran cantidad de estratos vegetales, y, por lo tanto, una mayor cobertura del suelo, tengan una menor fragilidad (Solari y Cazorla, 2009).

Los siguientes criterios, presentan el valor asignado de fragilidad de acuerdo con lo siguiente:

- ✓ **Uso del suelo criterios de fragilidad.**

Tabla IV.82. Grado de fragilidad del paisaje de acuerdo al uso de suelo.

Grado fragilidad	Categoría	Condición	Valor asignado
Menor fragilidad	Baja	Formación arbórea densa y alta	1
-	Media	Formación arbórea dispersa y baja	3
Mayor fragilidad	Alta	Pastizales y cultivos	5

- ✓ **La pendiente del terreno; Criterios de fragilidad.**

El criterio es que, a mayor pendiente, será más frágil la condición, esto por estar una mayor exposición.

Tabla IV.83. Grado de fragilidad del paisaje de acuerdo a la pendiente.

Grado fragilidad	Categoría	Condición	Valor asignado
Menor fragilidad	Baja	Pendiente < 1 %	1
Mayor fragilidad	Alta	Pendiente > 1 %	5

- ✓ **Orientación del terreno; Criterios de fragilidad.**

Aquellas zonas que presenten una mayor cantidad de energía solar durante el día son las que presentan una mayor fragilidad.

Tabla IV.84. Grado de fragilidad del paisaje de acuerdo con la orientación.

Grado	Categoría	Condición	Valor asignado

fragilidad			
Menor fragilidad	Baja	Umbrío	1
Mayor fragilidad	Alta	Soledao	5

2. Fragilidad del entorno del punto

- ✓ **Tamaño de la cuenca visual.**

En cuencas más amplias, representa una mayor fragilidad.

Tabla IV.85. Grado de fragilidad del paisaje de acuerdo con el tamaño de la cuenca.

Grado fragilidad	Categoría	Condición	Valor asignado
Menor fragilidad	Baja	Tamaño menor a 100 has	1
Mayor fragilidad	Alta	Tamaño mayor a 100 has	5

- ✓ **Compacidad de la cuenca**.

Corresponde a la forma de la cuenca y se considera que, a mayor compacidad, existe mayor fragilidad.

Tabla IV.86. Grado de fragilidad del paisaje de acuerdo con la compacidad de la cuenca.

Grado fragilidad	Categoría	Condición	Valor asignado
Menor fragilidad	Baja	Muchos huecos	1
Mayor fragilidad	Alta	Pocos huecos	3

- ✓ **Forma de la cuenca**.

Son consideradas aquellas que se forman en forma elíptica, son las que representan una mayor fragilidad. Mientras las que tienden a ser redondas se reduce su fragilidad.

Tabla IV.57. Grado de fragilidad del paisaje de acuerdo con la forma de la cuenca.

Grado	Categoría	Condición	Valor asignado

fragilidad			
Menor fragilidad	Baja	Cuencas visuales redondeadas	1
Mayor fragilidad	Alta	Cuencas visuales elípticas	5

- ✓ **Altura relativa**.

Se establecen dos puntos acordes a la altimetría.

Tabla IV.88. Grado de fragilidad del paisaje de acuerdo con la altura de la cuenca.

Grado fragilidad	Categoría	Condición	Valor asignado
Menor fragilidad	Baja	Puntos con cuenca a su mismo nivel	1
Mayor fragilidad	Alta	Puntos que están en desnivel con la cuenca	3

3. Accesibilidad.

A medida que exista el acceso hacia zona de la Microcuenca, también incrementan las posibilidades de fragilidad.

Tabla IV.89. Grado de fragilidad del paisaje de acuerdo a la accesibilidad.

Grado fragilidad	Categoría	Condición	Valor asignado
Menor fragilidad	Baja	Sin acceso	1
-	Media	Caminos vecinales o rutas no asfaltadas	3
Mayor fragilidad	Alta	Casco urbano o rutas	5

Analizando los elementos que se mencionan para determinar la fragilidad de la Microcuenca, se desglosan en la siguiente Tabla IV.90.

Como se muestra en la Tabla IV.90, de los elementos, 5 presentan una fragilidad alta (Tamaño cuenca, forma cuenca, compacidad cuenca, altura relativa, la pendiente). 2 presentan una fragilidad media y dos más una fragilidad baja. La mayoría de los elementos, de la cuenca, presentan esa debilidad. Sin embargo, gracias a que aún se conserva una cobertura vegetal densa

y alta, esta condición mitiga los efectos de fragilidad en el resto de los elementos que interaccionan, por lo cual podemos concluir que la **fragilidad de la zona es baja**.

Tabla IV.90. Análisis de los elementos considerados para determinar la fragilidad de la Microcuenca.

<table>
<tr><th>Elemento</th><th>Elemento</th><th>Factor</th><th>Datos</th><th>Diagnostico</th></tr>
<tr><td>Fragilidad del punto</td><td>Índice topográfico</td><td>Pendiente</td><td>
<table>
<tr><th>Categoría</th><th>Superficie (ha)</th><th>Superficie (%)</th><th>Valor</th></tr>
<tr><td>0 a 10%</td><td>449.1</td><td>22.90</td><td>5</td></tr>
<tr><td>10 a 20%</td><td>509.86</td><td>26.00</td><td>5</td></tr>
<tr><td>20 a 30%</td><td>451.03</td><td>23.00</td><td>5</td></tr>
<tr><td>30 a 40%</td><td>294.15</td><td>15.00</td><td>5</td></tr>
<tr><td>40 a 50%</td><td>156.88</td><td>8.00</td><td>5</td></tr>
<tr><td>50 a 60%</td><td>78.44</td><td>4.00</td><td>5</td></tr>
<tr><td>60 a 70%</td><td>19.61</td><td>1.00</td><td>5</td></tr>
<tr><td>70 a 80%</td><td>1.8</td><td>0.09</td><td>5</td></tr>
<tr><td>80 a 90%</td><td>0</td><td>0.00</td><td>5</td></tr>
<tr><td>90 a 100%</td><td>0</td><td>0.00</td><td>5</td></tr>
<tr><td>> al 100%</td><td>0</td><td>0.00</td><td>5</td></tr>
<tr><td></td><td>1,961</td><td>100</td><td>5</td></tr>
</table>
</td><td>Fragilidad ALTA (gran parte de la superficie presenta una pendiente mayor al 5%</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>Orientación</td><td>
<table>
<tr><th>Categoría</th><th>Superficie (ha)</th><th>Superficie (%)</th><th>Valor</th></tr>
<tr><td>Zenital</td><td>0.0</td><td>0.0</td><td>0</td></tr>
<tr><td>Norte</td><td>478.5</td><td>24.4</td><td>1</td></tr>
<tr><td>Noreste</td><td>200.0</td><td>10.2</td><td>1</td></tr>
<tr><td>Este</td><td>51.0</td><td>2.6</td><td>1</td></tr>
<tr><td>Sureste</td><td>72.6</td><td>3.7</td><td>1</td></tr>
<tr><td>Sur</td><td>233.4</td><td>11.9</td><td>5</td></tr>
</table>
</td><td>El valor promedio para cada condición arroja un valor de 3, el cual significa una fragilidad MEDIA, ya que las exposiciones son variadas dentro de esta</td></tr>
</table>

				Suroeste	282.4	14.4	5	
				Oeste	302.0	15.4	5	
				Noroeste	341.2	17.4	5	
					1,961	**100.0**	**3**	

Tabla IV.90. Análisis de los elementos considerados para determinar la fragilidad de la Microcuenca.

<table>
<tr><th>Elemento</th><th>Elemento</th><th>Factor</th><th>Datos</th><th>Diagnostico</th></tr>
<tr><td>Fragilidad del punto</td><td>Suelo y cubierta vegetal</td><td>Suelo y cubierta vegetal</td><td>
<table>
<tr><th>Condición vegetal</th><th>Clave</th><th>Sup. (ha)</th><th>Valor</th></tr>
<tr><td>Agricultura de temporal</td><td>TA</td><td>355.0</td><td>5</td></tr>
<tr><td>Manglar</td><td>VM/VSa</td><td>43.0</td><td>1</td></tr>
<tr><td>Pastizal cultivado</td><td>PC</td><td>192.0</td><td>5</td></tr>
<tr><td>Selva mediana subcaducifolia</td><td>SMS/VSA</td><td>224.0</td><td>1</td></tr>
<tr><td>Selva mediana subperennifolia</td><td>SMQ</td><td>1108.0</td><td>1</td></tr>
<tr><td>Sin vegetación aparente</td><td>DV</td><td>39.1</td><td>0</td></tr>
<tr><td>Promedio</td><td></td><td>1,961</td><td>4</td></tr>
</table>
</td><td>Destacamos que existe una proporcionalmente del 94% que está cubierta por vegetación densa, por lo tanto, consideramos como dominan ante un valor de 1, lo cual nos indica que la Microcuenca presenta un grado de fragilidad en el suelo y vegetación es BAJA</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Fragilidad visual del entorno</td><td rowspan="4"></td><td>Tamaño de la cuenca</td><td>La superficie de la Microcuenca es de 1,961 ha, por tal motivo, se califica con un valor de 5</td><td>Fragilidad ALTA</td></tr>
<tr><td>Forma</td><td>La forma es Oval oblonga. Por lo tanto, el valor es de 1</td><td>Fragilidad BAJA</td></tr>
<tr><td>Compacidad</td><td>El valor de Compacidad para la Microcuenca es de 1.82, lo cual significa un valor de 3</td><td>Presenta una compacidad superior a1.5., por tal motivo se considera con fragilidad ALTA</td></tr>
<tr><td>Altura relativa</td><td>Los puntos presentan un desnivel, valor 3</td><td>Fragilidad ALTA</td></tr>
<tr><td>Accesibilidad</td><td></td><td></td><td>Presenta una vialidad que atraviesa la Microcuenca, y existen caminos de acceso a algunos puntos de la parte baja. En general, no existen acceso por medio de vehículos. Por lo tanto, le asignamos un valor de 3</td><td>Fragilidad MEDIA</td></tr>
</table>

IV.3. Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio del uso de suelo propuesto.

Los ecosistemas proporcionan servicios ambientales (provisión de agua en calidad y cantidad, la captura de carbono y componentes naturales, la producción de oxígeno, la moderación de los impactos provocados por fenómenos naturales, una regulación climática, la protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida, protección y recuperación de suelos, el paisaje y la recreación), los cuales favorece al desarrollo de las poblaciones humanas (Franquis *et al*, 2003; Helbert *et al,* 2010). La figura IV.86, representa un ejemplo de los múltiples servicios que ofrecen los bosques y selvas y como aportan bienestar a la sociedad.

Como es sabido, los beneficios son muchos, como pueden ser alimentos, fibras, productos forestales maderables y no maderables, entre muchos mas (Challenger y Soberón, 2008; Helbert *et al,* 2010).

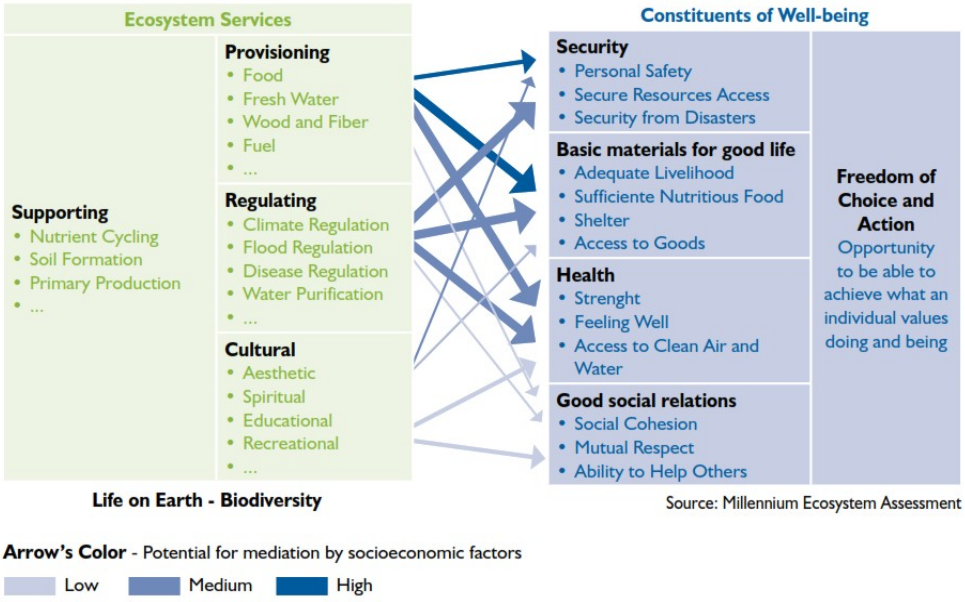


Figura IV.86. Servicios ambientales que se reciben de los bosques y selvas, y los componentes de bienestar que generan en el ser vivo. Tomado de Helbert, *et* al, 2010.

La Tabla IV.91, presenta escenarios de afectación y restablecimiento de los servicios ambientales e integridad ecológica en el área del proyecto y su zona de influencia. La afectación directa e indirecta de la prestación, interrupción temporal, transitoria, permanente de los servicios ambientales se dará en el predio y áreas colindantes inmediatas.

Tabla IV.91. Principales servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo.

<table>
<tr><th>Servicio ambiental</th><th>Factores de riesgo</th><th>Observaciones</th></tr>
<tr><td>Regulación hidrológica y oferta de agua</td><td>Disminución de la superficie de captación y eliminación de cobertura vegetal.</td><td>Con la ejecución del CUSTF, se incremente un 21%, el escurrimiento superficial en el área del Proyecto, lo que representa 86.32 m³, mientras que se reduciría la infiltración, la misma proporción, a 74.5 m³.

Por lo tanto, el área que se logre mantener con vegetación nativa (conservación), así como las acciones de reforestación propuestas en zonas aledañas, contribuirán a compensar la pérdida de vegetación por efectos del CUSTF, mejorando las condiciones en las áreas destinadas para la restauración, conservación y protección, lo cual, a mediano y largo plazo, funcionaran además en la zona como una regulación de la captación, escurrimientos e infiltración de agua.</td></tr>
<tr><td>Almacenamiento de carbono</td><td>Eliminación de la vegetación forestal y truncamiento del ciclo del Carbono</td><td>Actualmente la vegetación (estrato arbóreo y arbustivo), presenta un almacenamiento de Carbón 22.23 toneladas, tal y como se muestra enseguida:
<table>
<tr><th>Estrato Vegetal</th><th>No. Arboles a remover (CUSTF)</th><th>Biomasa (Ton) arboles Proyecto</th><th>CO2 (Ton) almacenado arboles Proyecto</th></tr>
<tr><td>Arbóreo</td><td>204</td><td></td><td>22.19</td></tr>
<tr><td>Arbustivo</td><td>195</td><td></td><td>0.035</td></tr>
<tr><td>Total</td><td>399</td><td></td><td>22.226</td></tr>
</table>
Dicho procedimiento se llevó acabo de acuerdo con lo sugerido por la metodología de Climate action reserve (2023). Con la remoción de la vegetación, se elimina el almacenamiento de carbono del área del Proyecto. Por lo tanto, para mitigar a mediano o largo plazo, se plantean acciones de reforestación y conservación de áreas con vegetación</td></tr>
</table>

		natural anexas al Proyecto, en una superficie de 1,181 m², para que a mediano y largo plazo se incremente la posibilidad de la captación y almacenamiento de carbono.

Tabla IV.91 Principales servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo.

Servicio ambiental	Factores de riesgo	Observaciones
Biodiversidad	Reducción de hábitat	En este caso la remoción de la vegetación se verá afectada específicamente en el desplante de los trabajos la cual será muy puntual y cuidadosa al momento de realizar el CUSTF, por esta razón sugerimos que no se pondrá en riesgo la perdida de especies, esto por un lado porque las especies que se espera remover se desarrollan ampliamente en las inmediaciones del Proyecto y en diferentes zonas de la Microcuenca. Por lo tanto, se verá reducido el hábitat para la fauna silvestre, sin embargo, consideramos que será de muy bajo impacto, esto porque el área de desplante de la obra será máximo de 495 m². Como medida de mitigación, se recomienda realizar trabajos de restauración y protección de terrenos frágiles, donde se establecen las condiciones para salvaguardar las poblaciones e integridad de las especies. El área para el Proyecto presenta perturbaciones ligeras en su estructura. Los patrones de distribución de fauna, presenta especies típicas de sitios abiertos. Los organismos registrados en la zona del proyecto son pequeños (aves, mamíferos y reptiles). Por lo tanto, con la definición de un área de protección y un área de restauración, así como la protección de escurrimientos, servirán como corredores biológicos y hábitat para algunas especies (sobre todo aves).
		Considerando los principios de diversidad alfa y beta, los efectos de fragmentación, de vegetación sobre la biodiversidad en un área reducida no puede extenderse a un paisaje o una región. Además, se ha estimado una diversidad de especies baja, si la comparamos con la calculada en la Microcuenca (SA). Además, el concepto de construcción está enfocado a preservar áreas verdes aledañas al proyecto.
Control de la erosión y sedimentación	Exposición del suelo y deslaves no deseados.	La afectación será de manera temporal, incrementando la posibilidad de erosión del suelo por la acción del agua durante el CUSTF. Gracias a que se pretende conservar áreas verdes naturales localizadas en las inmediaciones del Proyecto, estas ayudaran a reducir los efectos de perdida de suelo. Se sugieren acciones de Protección de suelos y actividades de reforestación, para compensar los efectos generados por el CUSTF, por perdida de suelo. Con estas acciones, se alcanzará a reducir la perdida de suelos, acumulando sedimentos en las obras.

Tabla IV.91. Principales servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo.

Servicio ambiental	Factores de riesgo	Observaciones
Regulación del clima.	Perdida de la vegetación	Para regular este aspecto en el sitio, el Proyecto considera la conservación de la vegetación aledaña al CUSTF, esto significa conservar un área de 1,181 m², distribuida en el Predio, misma área que se destinara para su conservación, para implementar un programa de reforestación de especies forestales nativas, esto con la finalidad de incrementar la cobertura arbórea en una superficie de 1,181 m², mientras que, en el caso de protección, se evitara cualquier tipo de remoción dentro de la zona. Las especies forestales registradas, presentan una alta eficiencia para su desarrollo, y lo cual favorecerá en contribuir significativamente con el establecimiento de áreas verdes en el Predio.
Paisaje	Cambio en el paisaje	A nivel de paisaje en la zona del proyecto, no se reflejará una perturbación significativa, por los pequeños espacios de desplante. Lo que mitiga, un cambio a nivel de paisaje es que aún se aprecia vegetación natural que crece entre las casas y se distribuye de manera continua hacia zonas conservadas. Por lo tanto, el promovente propone en su proyecto ejecutivo, un diseño el cual considera la conservación de áreas verdes nativas, así como acciones de repoblación en zonas sin construcción. A demás de reforestar un área de 1,181 m² dentro del predio, con especies nativas, todo esto mejorara las condiciones del paisaje en el sitio e inmediaciones del Proyecto. Además, con el cumplimiento de la legislación vigente en materia forestal y ambiental, se garantiza el respecto a las poblaciones silvestres y sus hábitats.

Algunos bienes y/o servicios que pudieran afectarse, a un bajo impacto, y a los cuales se proponen acciones que favorezcan a mitigar dicho efecto.

- ✓ **La provisión del agua en calidad y cantidad.**

La producción de agua o su desempeño hidráulico, es el servicio ambiental que producen las áreas arboladas, al interceptar las gotas de lluvia que permite que se dispersen y se infiltre una mayor cantidad de agua, así como impedir el rápido escurrimiento del agua de lluvia, propiciando la infiltración del agua que alimenta los mantos acuíferos y la prolongación del ciclo del agua (CONABIO, 1998).

El área del CUSTF, presenta Vegetación de Selva Mediana Subperennifolia, con perturbaciones en los estratos bajos y arboles aislados. Con la implementación del proyecto se prevé una alteración temporal de la red hidrológica, ya que la construcción será puntual y de bajo impacto.

De acuerdo con un reporte de la CONAGUA (2020; 2022), sobre la disponibilidad anual de agua en el acuífero Zacualpan-Las Varas (1806), donde se ubica el Proyecto y la Microcuenca (SA), se contempla para ese año una disponibilidad de agua de 14.032520 hm³/año y una recarga anual de 74.2 hm³/año. De manera general se determina que la calidad del agua superficial y subterránea es de buena y excelente, ya que todos los indicadores analizados (SST,ENTEROC_NMP, OD_PORC_SUP, OD_PORC_FON, TOX_FIS_SUP), se encuentran por debajo de los limites permisibles.

Por la dimensión del Proyecto, no se ha identificado algún impacto que pueda reflejar cambios significativos en cuanto a la cantidad y calidad de agua para la zona. Sin embargo, con el compromiso de mitigar, a corto y mediano plazo, los impactos generados por el CUSTF, se propone la aplicación de un programa de reforestación y de obra de conservación de suelo y agua dentro del Predio, para contribuir en la conservación y desarrollo de zonas aledañas al Proyecto.

- ✓ **Escurrimiento medio, evapotranspiración potencial e infiltración con y sin CUSTF.**

Como se muestra en la Tabla IV.92, las variables que pudieran verse afectadas, a corto plazo, por el CUSTF, son el escurriendo y la Infiltración. Para esto se analizó el balance hídrico estimado para la zona.

El balance hídrico, servirá de apoyo para determinar obras de conservación de suelo y agua, y nos permitirá estimar la cantidad necesaria para equilibrar los aspectos de escurrimiento e infiltración de la zona del CUSTF. La siguiente información, corresponde al balance hídrico estimado para la zona del Proyecto, en el cual se estima, que de realizarse el CUSTF, se acumularían un excedente de 69 m³/año en el escurrimiento superficial, en lo cual se tiene que concentrar para equilibrar al estado que originalmente se ha estimado para este factor, es decir, captar el volumen excedente, para que, por un lado, se reduzca la velocidad de escurrimiento e inferir a que parte de esta sea infiltrada.

Tabla IV.92 Balance hídrico con y sin CUSTF del área del Proyecto.

Indicadores	Sin CUSTF	Con CUSTF
Área drenada (ha).	0.1158	0.1158
Precipitación (mm)	1,441.4	1,441.4
Escurrimiento total (m³).	72	158

Evapotranspiración potencial total (m³).	1,196	1,196
Infiltración total (m³).	401	315
Total (m³)	**1,669**	**1,669**

Con la finalidad de equilibrar el balance hídrico de la zona (sin el CUSTF), se sugiere como una medida de mitigación, que permita mantener los niveles actuales de escurrimiento e infiltración, la ejecución de un Programa de captación de agua de lluvia, donde se incluya la construcción de obras de conservación de suelos y agua, tal y como se describe el programa de compensación ambiental anexo a este documento.

Para captar el volumen sobrante e infiltrar una proporción, es necesario implementar actividades de Terraza individual modificada (47 piezas para almacenar un volumen anual de 91m³) y 50 metros lineales de zanja trinchera (que tendrá una capacidad de almacenamiento 320 m³). Con esto se espera tener una eficiencia de almacenamiento anual de 205 m³/año, y teniendo una eficiencia de infiltración del suelo del 30% (CONAGUA,2023), por lo tanto, se estarían infiltrando aproximadamente 68 m³/año.

Esto significa que, si logramos distribuir adecuadamente las obras de conservación de suelos y agua, en zonas aledañas al proyecto, podremos lograr incorporar gran parte del escurrimiento para su infiltración. Y, por lo tanto, no se verá comprometida la provisión de agua en calidad y cantidad.

- ✓ **Perdida de suelo por la remoción de cobertura.**

Con la remoción de la vegetación en el área de CUSTF (1,158 m²), traerá consigo, de manera temporal, la pérdida de suelo por la acción los escurrimientos temporales, una reducción en la capacidad de área de infiltración y, por lo tanto, se espera un incremento en el escurrimiento superficial de los sitios afectados. Mediante un análisis de pérdida de suelo (ecuación universal de pérdida de suelo), escurrimientos, captación e infiltración de agua, se determinó el grado de afectación que pudiera darse por la ejecución del Proyecto.

A demás, con esta información, es posible inferir también, para proponer acciones que ayuden a mitigar o reducir la magnitud de estos efectos. Una de las acciones que pueden mitigar los efectos de captación, escurrimientos e infiltración, es mediante la construcción de obras de conservación de suelo, evitando la alteración o afectación de los servicios hidrológicos que proporciona la zona y su área de influencia (CONAFOR, 2023).

Los valores estimados para la captación, escurrimiento e Infiltración de agua de lluvia en el Proyecto con y sin CUSTF, se presentan en las Tablas IV.92, mientras que la perdida de suelo se presenta en la Tabla IV.93.

En base a estos datos, se describen brevemente una propuesta para mitigar el efecto que pudiera presentarse por la ejecución del Proyecto.

Tabla IV.93. Pérdida de suelo en el área del proyecto con y sin CUSTF.

Variable	Ton/ha/año (Erosión potencial)	Proyecto
		Ton/año/ (0.1158 ha)

Erosión potencial (Con CUSTF)	2,617	303
Erosión potencial (Con CUSTF + prácticas conservación)	13.09	1.52
Erosión actual (Sin CUSTF)	2.62	0.30

La protección y recuperación de suelos.

Los resultados sugieren que con el CUSTF (0.1158 ha), se estarían perdiendo un total de 303 ton/año considerándose como una **degradación muy alta**. Mientras que la estimación actual (Sin CUSTF) se tiene que se pierden 0.30 ton/año, lo cual significa a como están las condiciones no existe degradación visible en la perdida de suelo.

Sin embargo, empleando como medida de mitigación, la implementación de un **Programa de prácticas de conservación de suelo**, a un lado del Proyecto. Para esto, se propone la construcción de 20 m³ de presas de piedra, así como 25 Zanjas trinchera y 47 Terrazas individuales.

Dichas obras de conservación de suelos compensarían la pérdida de suelo estimada, reduciéndolo hasta **1.52 ton/año**, considerándose como un grado nulo.

El propósito de las obras mencionadas es para la recuperar suelo y reducir la velocidad de los escurrimientos, y así evitar que los procesos erosivos se reduzcan significativamente.

Con estas acciones se podrá mitigar los efectos adversos por el CUSTF, se logrará mantener un control a corto y mediano plazo de los posibles efectos, por lo tanto, con la ejecución del proyecto no se comprometerán significativamente la degradación de los suelos, ya que podrán recuperarse a corto plazo.

- ✓ **Biodiversidad.**

Como se ha mencionado, este componente no se verá afectada significativamente, ya que, por un lado, todas las especies del área del CUSTF, se registran abundantemente en diferentes puntos de la Microcuenca, además el área ya presenta perturbaciones o modificaciones en el estructurado vegetal. Mientras que las poblaciones de fauna silvestre han modificado los patrones de distribución, ya que se registró un número limitado de especies.

La fauna silvestre, se encuentra representada en el sitio en bajas proporciones, y el grupo que más se registro fue el de aves. El impacto en la fauna no será significativo como tal a las especies registradas, si para el caso de pérdida de una fracción del hábitat. Por otro lado, para compensar esta pérdida cobertura, se propone realizar actividades de reforestación utilizando germoplasma del mismo predio para que se adapten rápido y puedo establecerse. Se destinará un área de 1,181 m², en el mismo Predio, para reforestar y reubicar especies rescatadas del CUSTF.

- ✓ **Liberación de carbono secuestrado por el CUSTF**

Como se sabe los ecosistemas forestales son los principales sumideros de carbono, ya que presentan una capacidad alta de capturar y almacenar bióxido de carbono atmosférico, tanto en los tejidos de las plantas vivas y muertas, así como la integración de materia organiza descompuesta en el suelo (ENAREDD+, 2014; Vargas-Mena y Yañez, 2004; Jiménez-Torres, 2021). Por lo tanto, una de las opciones medibles y que se consideran relevantes para la mitigación de este factor, son acciones de forestación y reforestación, así como áreas de conservación y protección con cobertura vegetal como sumideros de carbono (González, *et al*, 2014; Galante, sf; FAO, 1998).

Derivado que, con la remoción de cobertura vegetal, se perderá biomasa y por lo tanto el impacto será significativo, sin embargo, se destaca que parte del material residual se integre al suelo durante la etapa de preparación del sitio, esto como una práctica de protección superficial. Derivado de las acciones de mitigación y/o compensación, se consideran acciones de reforestación en las inmediaciones del Proyecto, así como la conservación de la cobertura en una

parcela aledaña a este, estimando que mediante estas acciones se alcance la meta de compensar las remociones de carbono, ya que las acciones de mitigación tendrán un impacto directo en el Predio.

Metodología empleada para la estimación de carbono.

Para determinar los valores de **biomasa, carbono aéreo acumulado y estimación de la cantidad de tCO_2 secuestrado**, se destaca que se siguieron dos metodologías, para el estrato arbóreo y arbustivo, con la finalidad de obtener un valor promedio.

Por un lado, utilizando una ***ecuación alometrica aplicado para arboles tropicales*** en el estado de Sinaloa (Navar-Chaidez *et al*, 2013), siendo la siguiente la de mejor se ajusta para la estimación:

$$M = 0.08479 * \left(P_w^{0.55255} * D^{2.2435} * H^{0.4773} \right)$$

Donde:

M=Biomasa estimada (toneladas).

Pw= Densidad especifica de la madera en gr/cm².

D= Diametro normal (cm)

H= Altura (m).

La otra **metodología empleada fue la acorde a lo establecido por la organización Climate Action Reserve (2022)**, donde publican una base de datos con ecuaciones alometricas para diferentes especies de bosques tropicales, dentro de los cuales se encuentran varias especies registradas en el Proyecto para el estrato arbóreo y arbustivo, y las cuales se mencionan algunas en la Tabla IV. 94a.

Tabla IV. 94a. Ecuaciones alometricas para la estimación de la biomasa en bosques tropicales.

No.	Ecuación	Especie
1	Biomasa = (Exp(-1.291) * ($D^{2.178}$)	*Vachellia campechiana*
2	Biomasa = (0.1185)*(D^2)	*Gliricidia sepium*
3	Biomasa = 21.297 - 6.953 * (D) + 0.74 * D^2	*Hibiscus tiliaceus*
4	Biomasa=0.1730*($D^{2.2950}$)	*Jatropha sympetala*
5	Biomasa = 21.297 - 6.953 * (D) + 0.74 * (D^2)	*Pisonia capitata*
6	Biomasa = 0.1245 * ($D^{2.4163}$)	*Platymiscium trifoliolatum*
7	Biomasa = 0.1245*($D^{2.4163}$)	*Prosopis juliflora*
8	Biomasa = 0.465 * ($D^{2.202}$)	*Cascabela ovata*
9	Biomasa = 0.465 * ($D^{2.202}$)	*Hippomane mancinella*
10	Biomasa = (0.1185)*(D^2)	*Bischofia sp*
11	Biomasa=0.1730*($D^{2.2950}$)	*Sapium lateriflorum*

Con esta metodología se estima la biomasa y para realizar un ajuste en esta. De acuerdo con la **Climate Action Reserve** se recomienda utilizar un factor de corrección para **especies de latifoliadas** el cual es de ***0.725***. Para determinar el **Carbono almacenado (C)** se multiplica el valor de la biomasa ajustada por el factor de **0.5,** y finalmente para estimar el **bióxido de carbono en toneladas acumuladas (tCO_2-e)**, el valor resultante de Carbono almacenado se multiplica por el factor ***3.67***.

Mediante estas metodologías fue posible estimar la cantidad de Carbono almacenado, derivado del volumen estimado para el estrato arbóreo y arbustivo del área para el CUSTF. En la Tabla IV.94b y IV.94c, se presentan las estimaciones de perdida de biomasa por el CUSTF para los estratos mencionados, tomando en consideración la metodología de la **Climate Action Reserve**:

✓

Tabla IV.94b. Estimación de la pérdida de carbono por el CUSTF del estrato arbóreo en el Proyecto.

NO.	FAMILIA	NOMBRE	NOMBRE	DN	ALTURA	E.R. (ha)			E.R.T			METODOLIGIA CLIMATE ACTION RESERVE	
						AB.	VOLUMEN	INDIVIDUOS	VOLUMEN	INDIVIDUOS	DENSIDAD (12%)	BIOMASA	CARBON
		CIENTIFICO	COMUN	X (cm)	X (m)	(m²/ha)	(m³/ha)		(m³/ha)		ESPECIE (g/cm³)	TONELADAS	ALMACENADO-P (Ton)
1	Arecaceae	*Attalea guacuyule*	Palma	32.7	11.4	3.406	15.958	89	3.575	9	0.46	2.59	1.30
2	Burseraceae	*Bursera simaruba*	Papelillo rojo	29.0	4.5	0.295	0.595	10	0.133	1	0.35	0.10	0.05
3	Moraceae	*Ficus insipida*	Higuera blanca	106.7	14.3	16.368	131.653	29	29.490	3	0.32	21.38	10.69
4	Malvaceae	*Guazuma ulmifolia*	Guacima	14.0	5.3	0.234	0.657	29	0.147	3	0.53	0.11	0.05
5	Euphorbiaceae	*Sapium lateriflorum*	Mataiza	8.0	4.0	0.022	0.064	10	0.014	1	0.34	0.01	0.01
											CO2 (Ton) ALMACENADO		22.19

Tabla IV.94c. Estimación de la pérdida de carbono por el CUSTF del estrato arbustivo/sotobosque en el Proyecto.

NO.	FAMILIA	NOMBRE	NOMBRE	DN	ALTURA	E.R. (ha)			E.R.T			METODOLIGIA CLIMATE ACTION RESERVE	
						AB.	VOLUMEN	INDIVIDUOS	VOLUMEN	INDIVIDUOS	DENSIDAD (12%)	BIOMASA	CARBON
		CIENTIFICO	COMUN	X (cm)	X (m)	(m²/ha)	(m³/ha)		(m³/ha)		ESPECIE (g/cm³)	TONELADAS	ALMACENADO-P (Ton)
1	Apocynaceae	*Cascabela ovata*	Fraile	2	1	0.0014	0.0102	10	0.002	1	0.72	0.00	0.00
2	Malvaceae	*Guazuma ulmifolia*	Guacima	4	2	1.7000	0.0845	39	0.019	4	0.53	0.01	0.01
3	Fabaceae	*Leucaena lanceolata*	Guaje	3	2	2.0000	0.0139	10	0.003	1	0.94	0.00	0.00

4	Verbenaceae	*Lippia umbellata*	Tacote	5	4	1.5000	0.0352	10	0.008	1	0.53	0.01	0.00
5	Euphorbiaceae	*Sapium lateriflorum*	Mataiza	6	2	1.3000	0.0932	29	0.021	3	0.34	0.02	0.01
											CO2 (Ton) ALMACENADO		**0.035**

Tabla IV.94d. Resumen de la estimación de la pérdida de carbono por el CUSTF del estrato arbustivo/sotobosque en el Proyecto.

Resultado del análisis proyecto:	**Metodología climate action reserve**		
	Biomasa (Ton)	**CO2 (Ton)**	**CO2 (Ton)**
Total perdida por el CUSTF	**P**	**Almacenada-P**	**Almacenado**
	24.224	**6.056**	**22.226**

De acuerdo con las estimaciones realizadas y acorde a lo señalado en las Tablas IV.94b y c, se proyecta ***perder en total una biomasa de 24.224 toneladas***, las cuales son equivalente a ***Carbón almacenado (C) de 6.056 toneladas totales***, y un valor total estimado de ***tCO_2 almacenado de 22.226 toneladas totales***.

La Tabla IV.95, presenta una descripción de las acciones de mitigación para alcanzar a compensar la pérdida de carbono, mediante la captación y almacenamiento, lo cual puede medirse a una aproximación cada año, tomando en cuenta una proyección en 5 años.

Con el seguimiento de las acciones de **reforestación, reubicación de flora y conservación de la cobertura de las áreas verdes, ubicadas en el Predio, y con su seguimiento pertinente durante 5 años**, podemos inferir que a mediano plazo poder compensar las emisiones de carbono generadas por la acción del CUSTF.

En general se espera almacenar, con las medidas mencionadas, en **5 años un total de 22.750 ton-CO_2**, comparado con la perdida por el CUSTF la cual se estimó una remoción de biomasa que equivale a **22.226 ton-CO_2**, considerando individuos del estrato arbóreo y arbustivo.

Tal y como se muestra en la Tabla IV.96a, donde se presenta la estimación total aproximada, con las medidas compensatorias durante 5 años y la perdida de carbono por el CUSTF (estrato arbóreo y arbustivo). En las Tablas IV.96b y IV.96c, se presentan las estimaciones de

almacenamiento de carbono estimado por medida de mitigación y la perdida por el CUSTF por estrato vegetal.

Tabla IV.94. Medidas de mitigación para la recuperación o almacenamiento de carbono, derivado del CUSTF.

Medida de mitigación propuesta	Atención a mitigación y/o compensación	Medida cuantificable
1. Plan de trabajo para la reforestación con 6 especies nativas, correspondiente a 47 individuos, y su mantenimiento por 5 años, en una superficie de 0.1181 ha en las inmediaciones de las áreas de CUSTF	1. Perdida de cobertura vegetación 2. Erosión del suelo. 3. Perdida de carbono acumulado	De acuerdo con la estimación aproximada se espera que, mediante las actividades de **reforestación de especies nativas**, se logre, en 5 años, alcanzar que los individuos reforestados se establezcan y generen incremento en acumulación de biomasa, lo cual compensara a corto plazo la afectación inicial en cuanto a perdida de cobertura y las consecuencias que esta conlleva. Podemos comprobar de que así será gracias a que las condiciones físicas del sitio favorecen a que las especies propuestas para la reforestación se establezcan rápido y con las evaluaciones de incrementos anuales, podemos comprobar que es posible compensar la afectación por el cambio de uso suelo, ya que dicha actividad de reforestación seria en las inmediaciones sitio del Proyecto. Se ha estimado que, en 5 años, el crecimiento proyectado de las plantas se espera almacenen aproximadamente el **32.3% (7.173 ton-CO_2)** del carbono perdido por el CUSTF (estimado en 22.226 ton-CO_2), esto gracias a que las especies propuestas son de rápido crecimiento (López-Ayala *et al*, 2005; Domínguez-Caballero *et al,* 2017; Verduzco, 2016).
2. Programa de rescate y reubicación de flora silvestre, de 3 especies nativas que se verán afectadas por el CUSTF, siendo en total el rescate y reubicación de 60 individuos.	1. Perdida de cobertura vegetación 2. Erosión del suelo. 3. Perdida de carbono acumulado	En total se proyecta remover 33.435 m³ conformada por el estrato arbóreo y arbustivo, estimándose un total de 27 individuos. Se propone **rescatar y reubicar un total de 60**. Estos serán reubicados dentro de una superficie de 0.1181 ha, dentro del Predio, ya que existe espacio suficiente para que se puedan establecer. Destacamos que el programa de trabajo comprende el seguimiento de la planta reubicada, y 5 años de mantenimiento. Esperando a en los 5 años se logre almacenar en estas especies de manera conjunta con las plantas reforestadas, **32.3% (7.1736 ton-CO_2)** del carbono

		perdido por el CUSTF.

Tabla IV.94. Medidas de mitigación para la recuperación o almacenamiento de carbono, derivado del CUSTF.

Medida de mitigación propuesta	Atención a mitigación y/o compensación	Medida cuantificable
3. Acciones de conservación de una superficie de 0.0498 ha, anexa al proyecto, las cuales son áreas verdes y donde se censaron individuos del estrato arbóreo y arbustivo.	1. Perdida de cobertura vegetación 2. Erosión del suelo. 3. Perdida de carbono acumulado -	Se propone la **conservación y protección** de los individuos que crece de manera natural en una superficie de 0.0498 ha. La cual presenta 13 individuos que serán respetados y se encuentran en áreas verdes. De acuerdo con la proyección de crecimiento se espera que, en 5 años de protección, se llegue almacenar aproximadamente 15.576 ton-CO_2, lo cual significa, que los años considerados, se compense la pérdida total de carbono derivado del CUSTF. Esta cobertura será un factor importante, ya que, esto amortiguaran los posibles efectos que conlleva la ejecución del Proyecto.

Descripción de las medidas de mitigación que favorezcan en el secuestro de carbono.

Para **mitigar y/o compensar dicha perdida por el CUSTF**, se plantea realizar tres actividades, las cuales favorecerán al almacenamiento de tCO_2, a mediano plazo (5 años). Dentro de las principales acciones será la ***Reforestación con especies nativas*** en una zona aledaña al Proyecto; el ***rescate y reubicación de flora silvestre*** en zonas aledañas al Proyecto y la ***protección y conservación de la cobertura vegetal*** natural dentro de las áreas verdes del Predio, las cuales representan una superficie de 0.1181 ha. Se ha estimado que cada una de estas acciones generara secuestro de carbono y se espera compensar lo que se estima perder durante el CUSTF, en un lapso de tiempo de 5 años. En seguida se describen brevemente las acciones contempladas como medidas de mitigación y la estimación de una proyección de la posibilidad de acumulación de Carbono;

1. Reforestación con especies nativas y reubicación de especies rescatadas.

Se plantea un Programa de reforestación, que considere su mantenimiento durante 5 años. Se proyecta reforestar 90 individuos de 5 especies, de rápido crecimiento. Se espera reforestarlas con las características señaladas en la Tabla IV.96a y IV.96b, en cuanto un diámetro mínimo y una altura, y a las cuales se les dará seguimiento durante 5 años. De acuerdo con la revisión bibliográfica respecto al crecimiento promedio en diámetro basal y altura de especies de rápido crecimiento se logró recabar valores al respecto y se obtuvo un dato promedio tanto del diámetro (cm), como de la altura (m), para esto se resumieron los valores en la Tabla IV.95a. Mientras que se propone rescatar 60 individuos distribuidos en 3 especies.

Tabla IV.95a. Tasas de crecimiento del diámetro basal y altura de especies de rápido crecimiento en diferentes zonas del país.

		DN (cm/año)		ALTURA (m/año)	
	TASA CRECIMIENTO X (CM/AÑO)	**0.65**	**2.6**	**0.13**	**0.52**
ESPECIE/GENERO	**INCREMENTO ANUAL EN DIAMETRO**	**INC/X/ DN**	**INC. EN 5 AÑOS**	**INC/X/ALT.**	**INC. EN 5 AÑOS**
Bursera simaruba	0.25 0.48 0.38 0.44 0.12 1.078 2.5 0.55 0.35 0.06 1.14 1.45 0.78 0.05	0.62	2.48	0.13	0.65
Guazuma sp.	0.167	0.167	0.668	0.13	0.65
Otras	0.167	0.52	2.08	0.13	0.65

FUENTE:	Sánchez H.M.A. 2018. Estructura, crecimiento y dinamica de la selva baja caducifolia en el ejido el limon, Morelos. Tesis presentada como requisito parcial para obtener el grado de Doctor en ciencias. Texcoco, Montecillos, Edo. Méx. 105 p.
FUENTE:	Dominguez-Calleros P.A., F.J. Rodriguez-Flores, L. Lizarraga-Mendiola, M.A. Jimenez-Gomez Y j. Navar. 2017. Aplicaciones y ejemplos de modelos de crecimiento diamétrico para árboles tropicales. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios, vol. 4, núm. 11, pp. 265-274
FUENTE:	Makocki J.M., J.I. Valdez H.. Y E. Garcia M. 2012. Crecimiento de tres especies arboreas en una selva mediana subcaducifolia en Nayarit. Recursos forestales en el occidente de México. Serie fronteras de biodiversidad 4, tomo 1. Ed. Salcedo P.E., E. Hernandez A., J.A. Vazquez G., T. Escoto G. y N. Diaz E. Universidad de Guadalajara. 182-206.
FUENTE:	Lopez-Ayala J.L., J.I. Valdez-Hernandez, T. Terrazas Y J.R. Valdez-Lazalde. 2006. Crecimiento en diametro de especies arboreas en una selva mediana subcaducifilia en Colima, México. AGROCIENCIA, VOL. 40. NUM. 1. 139-147.
FUENTE:	Verduzco S.O.E. 2016. Crecimiento basal de especies arbóreas de la Península de Yucatán de acuerdo a un gradiente en la disposición de agua. Tesis presentada como requisito parcial para optar el grado de maestro en ciencias en recursos naturales y desarrollo rural. ECOSUR. 56 P.

Mediante este dato promedio de la tasa de incremento en diámetro y altura por año, se aplicó un crecimiento anual durante los cinco años de mantenimiento de la planta, proyectando una acumulación de carbono., el cual se presenta en las Tabla IV.96a a la IV.96b. Como se muestra

enseguida al final de 5 años manteniendo una buena sobrevivencia, **un almacenamiento de tCO_2 de 1.955 toneladas totales, lo cual representa una acumulación de la estimación base del año 47.173 toneladas de CO_2 acumuladas.**

2. Conservación de la cobertura natural de áreas verdes.

Se conservarán los individuos distribuidos en las áreas verdes, dentro del predio en una superficie aproximada de 0.04986 ha, con la finalidad de que estos continúen con el almacenamiento de carbono. La finalidad será mantener las condiciones actuales del área, haciendo actividades de prevención de incendios y/o evitar la remoción de vegetación,

Enfocando la descripción a los datos recabados, se estimó el área basal, volumen y densidad por hectárea, y con esta información se procedió a aplicar la estimación de la biomasa área, y por lo consiguiente la cantidad de CO_2, aproximada, total dentro de la superficie de la parcela. Dicha información se presenta para el estrato arbóreo y arbustivo, en la Tabla IV.96b, donde se presenta la información resumida del almacenamiento acumulada a un escenario de 5 años. El simple hecho de mantener protegida y preservar las condiciones actuales, también será importante para la mitigación y/o compensación por la pérdida de cobertura

Tabla IV. 96a. Estimación del almacenamiento de Carbono de la planta reforestada y reubicada por año.

AÑO 0						E.R.T		DENSIDAD	METODOLIGIA CLIMATE ACTION RESERVE	
NOMBRE	NOMBRE	CANTIDAD A	PRODUCCION	DN	ALTURA	A.B.	VOL.	POR SP.	BIOMASA TOTAL	CARBON ALMACENADO
CIENTIFICO	COMUN	REFORESTAR	COMPRA/PLANTA	PROMEDIO (cm)	PROMEDIO (m)	(m^2)	(m^3)	g/cm^3	TON.	PROYECTO (TON)
Attalea guacuyule[1]	Palma	25	Semilla	5.0	0.6	0.049	0.108	0.32	0.078	0.039
Bursera simaruba[1]	Papelillo	8	Vara/parte	10.0	1.0	0.063	0.082	0.75	0.060	0.030
Ficus insipida[1]	Higuera blanca	2	Vara/parte	10.0	1.5	0.016	0.024	0.8	0.017	0.009
Guazuma ummifolia[1]	Guacima	5	Semilla	1.0	0.6	0.000	0.007	0.44	0.005	0.003
Sapium lateriflorum[1]	Mataiza	7	Vara/parte	10.0	1.0	0.055	0.072	0.74	0.052	0.026
Attalea guacuyule[2]	Palma	50	Renuevo	10.0	0.7	0.393	1.234	0.52	0.895	0.447
Sapium lateriflorum[2]	Mataiza	5	Vara/parte	10.0	1.5	0.039	0.137	0.78	0.099	0.049
Bursera simaruba[2]	Papelillo	5	Vara/parte	10.0	1.5	0.039	0.137	0.76	0.099	0.049
		107				**0.654**	**1.801**		**1.305**	**0.653**
[1]REFORESTACION										
[2]REUBICACION DE FLORA										

			AÑO 1		E.R.T			METODOLIGIA CLIMATE ACTION RESERVE	
NOMBRE	NOMBRE	CANTIDAD A	DN	ALTURA	A.B.	VOL.	DENSIDAD POR SP.	BIOMASA TOTAL	CARBON ALMACCENADO
CIENTIFICO	COMUN	REFORESTAR	PROMEDIO (cm)	PROMEDIO (m)	(m^2)	(m^3)	g/cm^3	TON.	PROYECTO (TON)
Attalea guacuyule[1]	Palma	25	5.65	0.73	0.063	0.126	0.32	0.091	0.046
Bursera simaruba[1]	Papelillo	8	10.65	1.13	0.071	0.093	0.75	0.067	0.034
Ficus insipida[1]	Higuera blanca	2	10.65	1.63	0.018	0.027	0.8	0.020	0.010
Guazuma ummifolia[1]	Guacima	5	1.65	0.73	0.001	0.009	0.44	0.007	0.003
Sapium lateriflorum[1]	Mataiza	7	10.65	1.13	0.062	0.081	0.74	0.059	0.030
Attalea guacuyule[2]	Palma	50	10.65	0.83	0.445	1.370	0.52	0.994	0.497
Sapium lateriflorum[2]	Mataiza	5	10.65	1.63	0.045	0.152	0.78	0.110	0.055

*Bursera simaruba*²	Papelillo	5	10.65	1.63	0.045	0.152	0.76	0.110	0.055
		107			**0.750**	**2.011**		**1.458**	**0.729**

			AÑO 2		E.R.T			METODOLIGIA CLIMATE ACTION RESERVE	
NOMBRE	**NOMBRE**	**CANTIDAD A**	**DN**	**ALTURA**	**A.B.**	**VOL.**	**DENSIDAD POR SP.**	**BIOMASA TOTAL**	**CARBON ALMACCENADO**
CIENTIFICO	**COMUN**	**REFORESTAR**	**PROMEDIO (cm)**	**PROMEDIO (m)**	**(m²)**	**(m³)**	**g/cm³**	**TON.**	**PROYECTO (TON)**
Attalea guacuyule¹	Palma	25	6.30	0.86	0.078	0.145	0.32	0.105	0.053
*Bursera simaruba*¹	Papelillo	8	11.30	1.26	0.080	0.105	0.75	0.076	0.038
*Ficus insipida*¹	Higuera blanca	2	11.30	1.76	0.020	0.031	0.8	0.022	0.011
*Guazuma ummifolia*¹	Guacima	5	2.30	0.86	0.002	0.012	0.44	0.009	0.004
*Sapium lateriflorum*¹	Mataiza	7	11.30	1.26	0.070	0.092	0.74	0.067	0.033
Attalea guacuyule²	Palma	50	11.30	0.96	0.501	1.520	0.52	1.102	0.551
*Sapium lateriflorum*²	Mataiza	5	11.30	1.76	0.050	0.169	0.78	0.122	0.061
*Bursera simaruba*²	Papelillo	5	11.30	1.76	0.050	0.169	0.76	0.122	0.061
		107			**0.852**	**2.243**		**1.626**	**0.813**

			AÑO 3		E.R.T			METODOLIGIA CLIMATE ACTION RESERVE	
NOMBRE	**NOMBRE**	**CANTIDAD A**	**DN**	**ALTURA**	**A.B.**	**VOL.**	**DENSIDAD POR SP.**	**BIOMASA TOTAL**	**CARBON ALMACCENADO**
CIENTIFICO	**COMUN**	**REFORESTAR**	**PROMEDIO (cm)**	**PROMEDIO (m)**	**(m²)**	**(m³)**	**g/cm³**	**TON.**	**PROYECTO (TON)**
Attalea guacuyule¹	Palma	25	6.95	0.99	0.095	0.168	0.32	0.122	0.061
*Bursera simaruba*¹	Papelillo	8	11.95	1.39	0.090	0.118	0.75	0.086	0.043
*Ficus insipida*¹	Higuera blanca	2	11.95	1.89	0.022	0.035	0.8	0.025	0.013
*Guazuma ummifolia*¹	Guacima	5	2.95	0.99	0.003	0.015	0.44	0.011	0.005

Sapium lateriflorum[1]	Mataiza	7	11.95	1.39	0.079	0.104	0.74	0.075	0.038
Attalea guacuyule[2]	Palma	50	11.95	1.09	0.561	1.683	0.52	1.220	0.610
Sapium lateriflorum[2]	Mataiza	5	11.95	1.89	0.056	0.187	0.78	0.136	0.068
Bursera simaruba[2]	Papelillo	5	11.95	1.89	0.056	0.187	0.76	0.136	0.068
		107			**0.962**	**2.496**		**1.809**	**0.905**

			AÑO 4		**E.R.T**			**METODOLIGIA CLIMATE ACTION RESERVE**	
NOMBRE	**NOMBRE**	**CANTIDAD A**	**DN**	**ALTURA**	**A.B.**	**VOL.**	**DENSIDAD POR SP.**	**BIOMASA TOTAL**	**CARBON ALMACCENADO**
CIENTIFICO	**COMUN**	**REFORESTAR**	**PROMEDIO (cm)**	**PROMEDIO (m)**	**(m^2)**	**(m^3)**	**g/cm^3**	**TON.**	**PROYECTO (TON)**
Attalea guacuyule[1]	Palma	25	7.60	1.12	0.113	0.192	0.32	0.139	0.070
Bursera simaruba[1]	Papelillo	8	12.60	1.52	0.100	0.133	0.75	0.096	0.048
Ficus insipida[1]	Higuera blanca	2	12.60	2.02	0.025	0.039	0.8	0.028	0.014
Guazuma ummifolia[1]	Guacima	5	3.60	1.12	0.005	0.018	0.44	0.013	0.007
Sapium lateriflorum[1]	Mataiza	7	12.60	1.52	0.087	0.116	0.74	0.084	0.042
Attalea guacuyule[2]	Palma	50	12.60	1.22	0.623	1.860	0.52	1.348	0.674
Sapium lateriflorum[2]	Mataiza	5	12.60	2.02	0.062	0.207	0.78	0.150	0.075
Bursera simaruba[2]	Papelillo	5	12.60	2.02	0.062	0.207	0.76	0.150	0.075
		107			**1.079**	**2.772**		**2.010**	**1.005**

			AÑO 5		**E.R.T**			**METODOLIGIA CLIMATE ACTION RESERVE**	
NOMBRE	**NOMBRE**	**CANTIDAD A**	**DN**	**ALTURA**	**A.B.**	**VOL.**	**DENSIDAD POR SP.**	**BIOMASA TOTAL**	**CARBON ALMACCENADO**
CIENTIFICO	**COMUN**	**REFORESTAR**	**PROMEDIO (cm)**	**PROMEDIO (m)**	**(m^2)**	**(m^3)**	**g/cm^3**	**TON.**	**PROYECTO (TON)**
Attalea guacuyule[1]	Palma	25	8.25	1.25	0.134	0.220	0.32	0.159	0.080
Bursera simaruba[1]	Papelillo	8	13.25	1.65	0.110	0.149	0.75	0.108	0.054

Ficus insipida[1]	Higuera blanca	2	13.25	2.15	0.028	0.043	0.8	0.031	0.016
Guazuma ummifolia[1]	Guacima	5	4.25	1.25	0.007	0.022	0.44	0.016	0.008
Sapium lateriflorum[1]	Mataiza	7	13.25	1.65	0.097	0.130	0.74	0.095	0.047
Attalea guacuyule[2]	Palma	50	13.25	1.35	0.689	2.052	0.52	1.488	0.744
Sapium lateriflorum[2]	Mataiza	5	13.25	2.15	0.069	0.228	0.78	0.165	0.083
Bursera simaruba[2]	Papelillo	5	13.25	2.15	0.069	0.228	0.76	0.165	0.083
		107			**1.202**	**3.073**		**2.228**	**1.114**

Tabla IV. 96b. Estimación del almacenamiento de Carbono por la conservación de arbolado en áreas verdes por año.

CENSO			AÑO 1		E.R./Ind.		E.R.T			METODOLIGIA CLIMATE ACTION RESERVE	
NOMBRE	NOMBRE	CANTIDAD	DN	ALTURA	A.B.	VOL.	A.B.	VOL.	DENSIDAD POR SP.	BIOMASA TOTAL	CARBON ALMACCENADO
CIENTIFICO	COMUN		PROMEDIO (cm)	PROMEDIO (m)	(m^2)	(m^3)	(m^2)	(m^3)	g/cm^3	TON.	PROYECTO (TON)
Attalea guacuyule	Palma	3	29	11.00	0.066	0.320	0.198	0.959	0.32	0.696	0.348
Ficus insipida[1]	Higuera blanca	1	81	18.00	0.515	3.673	0.515	3.673	0.8	2.663	1.331
Guazuma ummifolia[1]	Guacima	7	12	4.00	0.011	0.028	0.079	0.196	0.44	0.142	0.071
Sapium lateriflorum[1]	Mataiza	1	8	4.00	0.005	0.015	0.005	0.015	0.74	0.011	0.005
Cecropia obtusifolia	Trompeta	1	23	7.00	0.042	0.137	0.042	0.137	0.44	0.099	0.050
		13			**0.639**	**4.172**	**0.839**	**4.980**		**3.610**	**1.805**

CENSO			AÑO 2		E.R./Ind.		E.R.T			METODOLIGIA CLIMATE ACTION RESERVE	
NOMBRE	NOMBRE	CANTIDAD	DN	ALTURA	A.B.	VOL.	A.B.	VOL.	DENSIDAD POR SP.	BIOMASA TOTAL	CARBON ALMACCENADO
CIENTIFICO	COMUN		PROMEDIO (cm)	PROMEDIO (m)	(m^2)	(m^3)	(m^2)	(m^3)	g/cm^3	TON.	PROYECTO (TON)
Attalea guacuyule	Palma	3	29.65	11.13	0.069	0.337	0.207	1.012	0.32	0.734	0.367
Ficus insipida[1]	Higuera blanca	1	81.65	18.13	0.524	3.755	0.524	3.755	0.8	2.723	1.361
Guazuma ummifolia[1]	Guacima	7	12.65	4.13	0.013	0.031	0.088	0.218	0.44	0.158	0.079
Sapium lateriflorum[1]	Mataiza	1	8.65	4.13	0.006	0.017	0.006	0.017	0.74	0.013	0.006
Cecropia obtusifolia	Trompeta	1	23.65	7.13	0.044	0.146	0.044	0.146	0.44	0.106	0.053
		13			**0.655**	**4.288**	**0.869**	**5.149**		**3.733**	**1.867**

CENSO			AÑO 3		E.R./Ind.		E.R.T			METODOLIGIA CLIMATE ACTION RESERVE	
NOMBRE	NOMBRE	CANTIDAD	DN	ALTURA	A.B.	VOL.	A.B.	VOL.	DENSIDAD POR SP.	BIOMASA TOTAL	CARBON ALMACCENADO
CIENTIFICO	COMUN		PROMEDIO (cm)	PROMEDIO (m)	(m^2)	(m^3)	(m^2)	(m^3)	g/cm^3	TON.	PROYECTO (TON)
Attalea guacuyule	Palma	3	30.30	11.26	0.072	0.355	0.216	1.066	0.32	0.773	0.386
Ficus insipida[1]	Higuera blanca	1	82.30	18.26	0.532	3.839	0.532	3.839	0.8	2.784	1.392
Guazuma ummifolia[1]	Guacima	7	13.30	4.26	0.014	0.035	0.097	0.243	0.44	0.176	0.088
Sapium lateriflorum[1]	Mataiza	1	9.30	4.26	0.007	0.020	0.007	0.020	0.74	0.014	0.007
Cecropia obtusifolia	Trompeta	1	24.30	7.26	0.046	0.156	0.046	0.156	0.44	0.113	0.057
		13			**0.671**	**4.405**	**0.899**	**5.324**		**3.860**	**1.930**

CENSO			AÑO 4		E.R./Ind.		E.R.T			METODOLIGIA CLIMATE ACTION RESERVE	
NOMBRE	NOMBRE	CANTIDAD	DN	ALTURA	A.B.	VOL.	A.B.	VOL.	DENSIDAD POR SP.	BIOMASA TOTAL	CARBON ALMACCENADO
CIENTIFICO	COMUN		PROMEDIO (cm)	PROMEDIO (m)	(m^2)	(m^3)	(m^2)	(m^3)	g/cm^3	TON.	PROYECTO (TON)
Attalea guacuyule	Palma	3	30.95	11.39	0.075	0.374	0.226	1.122	0.32	0.813	0.407
Ficus insipida[1]	Higuera blanca	1	82.95	18.39	0.540	3.925	0.540	3.925	0.8	2.845	1.423
Guazuma ummifolia[1]	Guacima	7	13.95	4.39	0.015	0.038	0.107	0.269	0.44	0.195	0.097
Sapium lateriflorum[1]	Mataiza	1	9.95	4.39	0.008	0.022	0.008	0.022	0.74	0.016	0.008
Cecropia obtusifolia	Trompeta	1	24.95	7.39	0.049	0.167	0.049	0.167	0.44	0.121	0.061
		13			**0.688**	**4.526**	**0.930**	**5.504**		**3.991**	**1.995**

CENSO			AÑO 5		E.R./Ind.		E.R.T			METODOLIGIA CLIMATE ACTION RESERVE	
NOMBRE	NOMBRE	CANTIDAD	DN	ALTURA	A.B.	VOL.	A.B.	VOL.	DENSIDAD POR SP.	BIOMASA TOTAL	CARBON ALMACCENADO
CIENTIFICO	COMUN		PROMEDIO (cm)	PROMEDIO (m)	(m^2)	(m^3)	(m^2)	(m^3)	g/cm^3	TON.	PROYECTO (TON)
Attalea guacuyule	Palma	3	31.60	11.52	0.078	0.393	0.235	1.180	0.32	0.855	0.428
Ficus insipida[1]	Higuera blanca	1	83.60	18.52	0.549	4.011	0.549	4.011	0.8	2.908	1.454
Guazuma ummifolia[1]	Guacima	7	14.60	4.52	0.017	0.042	0.117	0.297	0.44	0.215	0.107
Sapium lateriflorum[1]	Mataiza	1	10.60	4.52	0.009	0.025	0.009	0.025	0.74	0.018	0.009
Cecropia obtusifolia	Trompeta	1	25.60	7.52	0.051	0.178	0.051	0.178	0.44	0.129	0.064
		13			**0.704**	**4.650**	**0.962**	**5.690**		**4.126**	**2.063**

Tabla IV. 96c. Balance de la perdida de carbono y la proyección de almacenamiento mediante las mdidas de mitighacion y/o compensatorias..

SUMA TOTAL DEL CARBONO Y CO2 ALMACENADO POR LA REFORESTACION, REUBICACION DE ESPECIES NATIVAS Y SU CONSERVACION DE AREAS VERDES DURANTE 5 AÑOS:

ACTIVIDAD	CARBONO ALMACENADO						TOTAL CARBONO	CO2 ALMACENADO						TOTAL CO 2
	P (Ton/año)						ALAMACENADO	P (Ton/año)						ALAMACENADO
AÑO	0	1	2	3	4	5	(Ton)	0	1	2	3	4	5	(Ton)
REFORESTACION Y RESCATE DE ESPÈCIES	0.653	0.076	0.160	0.252	0.352	0.461	**1.955**	2.396	0.280	0.588	0.925	1.293	1.692	**7.173**
CONSERVACION DE COBERTURA VEGETAL NATURAL	1.81	1.805	0.061	0.125	0.190	0.258	**4.244**	6.625	6.625	0.225	0.458	0.698	0.945	**15.576**
TOTAL/AÑO	**2.458**	**1.882**	**0.222**	**0.377**	**0.542**	**0.719**	**6.199**	**9.021**	**6.905**	**0.813**	**1.383**	**1.990**	**2.638**	**22.750**

COMPARATIVO ENTRE LA ESTIMACION POR EL CUSTF POR EL PROYECTO Y LAS ACCIONES DE COMPENSACION PROYECTADAS:

ACCION	CARBONO TOTAL	CO2 TOTAL	RESULTADO	PERDIDA/ALMACENAMIENTO
	P(Ton)	P(Ton)		CARBONO (%)
CUSTF	6.056	22.226	PERDIDA POR CUSTF	100
ACTIVIDADES DE COMPENSACION (1 Y 2)	6.199	22.750	ALMACENAMIENTO	102

PERDIDA
ALMACENAMIENTO

Derivado del análisis, podemos asegurar, que, de llevar a cabo las acciones de mitigación conforme a lo planeado, es posible mitigar los efectos de la ***perdida Carbono por la acción del CUSTF.*** Esperando tener resultados en 5 años, y lograr acumular aproximadamente ***un total de 22.750 toneladas de CO_2***, lo cual representa un 102% más de lo que se proyecta perder por el CUSTF.

CAPITULO V: IDENTIFICACION, DESCRIPCION Y EVALUACION DE MPACTOS.

ÍNDICE

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....3

V.1. Identificación de impactos.....3

V.2. Caracterización de los impactos.....28

V.3. Valoración de los impactos.....30

V.4. Conclusiones.....40

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

En este capítulo se identifican, describen y evalúan los impactos que pudieran generar las obras y actividades de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del proyecto sobre los componentes y procesos ambientales y socioeconómicos de su entorno descritos en el Capítulo IV.

V.1. Identificación de impactos

Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

Es importante que el evaluador esté enterado que la identificación de impactos a que se refiere este capítulo no lleva implícita la aplicación de medidas para mitigar o eliminar el riesgo del impacto. Esto significa que se califica al impacto ambiental sin la aplicación de la medida que soluciona, reduce o compensa el daño o riesgo.

- ✓ **METODOLOGÍA**

Existen metodologías que permiten la identificación, predicción y evaluación de los impactos ambientales entre las cuales se debe seleccionar aquella que sea la más efectiva para alcanzar el objetivo planteado acorde a las condiciones particulares del proyecto y que permita, de forma simple, resumir los impactos ambientales significativos.

Para este caso, se emplearon tres metodologías que son complementarias entre sí con el fin de identificar claramente los factores ambientales y las áreas ecológicamente sensibles presentes en

la región y su relación con el área del proyecto, y realizar la identificación, predicción y evaluación de los impactos y la toma de decisiones.

Para la selección de estas metodologías se han considerado: el tipo de proyecto, su magnitud y complejidad, las características del medio físico-biótico y social potencialmente afectable, las etapas del proyecto, los recursos e información y documentación disponible, y el conocimiento del entorno.

- ✓ **METODOLOGÍAS UTILIZADAS EN EL PRESENTE ESTUDIO**

- Análisis espacial
- Variación de la matriz de Leopold
- Método Conesa simplificado

ANÁLISIS ESPACIAL

Consiste en la sobreposición de mapas que representan la distribución espacial de las características ambientales más significativas y de las áreas ecológicamente donde se proponer desarrollar el proyecto, con el fin de identificar los límites del análisis, limitantes y factores ambientales afectables que servirán de base para la matriz de interacciones. Debido a que este método está orientado espacialmente, tiene gran capacidad para comunicar de forma clara los aspectos espaciales de los impactos potenciales.

Actividades del proyecto que pueden generar una afectación a los elementos o procesos del sistema ambiental (filas en la matriz de Interacciones)

Acciones del proyecto que podrían causar impactos ambientales, por etapa:

Tabla V.1. Actividades del proyecto que pueden generar una afectación a los elementos o procesos del sistema ambiental

Preparación del sitio:	
Limpieza	Deshierbe o Desmonte, despalme y retiro de residuos
Movimiento de suelos	Trazo y nivelación
	Excavaciones para obras propuestas
	Uso de vehículos y maquinaria
	Generación de aguas residuales y residuos sólidos
Construcción:	
Construcción de obras e infraestructura	Cimentación, estructura y albañilería
	Uso de vehículos y maquinaria
	Instalaciones y acabados
	Introducción de instalaciones y servicios
Adquisición, transporte y almacenamiento de insumos	Adquisición de insumos
	Almacenamiento de material
Limpieza general	Uso de detergentes, limpiadores y solventes
Servicios para empleados	Generación y descarga de aguas residuales
	Generación de residuos sólidos urbanos
Operación:	
Actividades propias de la operación	Uso de vehículos
	Presencia de personal
	Consumo de agua potable
	Generación y descarga de aguas residuales
	Generación y disposición de RSU
	Uso de detergentes, limpiadores y solventes
	Mantenimiento de áreas verdes
Abandono de sitio:	
No se contempla. Para que el sitio recupere sus atributos naturales perdidos y pueda integrarse al ecosistema al que pertenecía, tendrían que restablecerse las condiciones naturales del área del proyecto y de las áreas circundantes para dejarlo susceptible de una recuperación ecológica.	

Elementos y procesos del sistema ambiental que pudieran ser afectados por las obras (Columnas en la matriz de Interacciones)

Se ha realizado el análisis de los elementos y procesos, del sistema ambiental en el que se inscribe el proyecto, que pudieran ser afectados por las obras y actividades a realizar, resultando los Diagramas V.1 y V.2:

Diagrama V.1. Elementos y procesos del sistema ambiental que pudieran ser afectados por las obras (Factor ambiental)

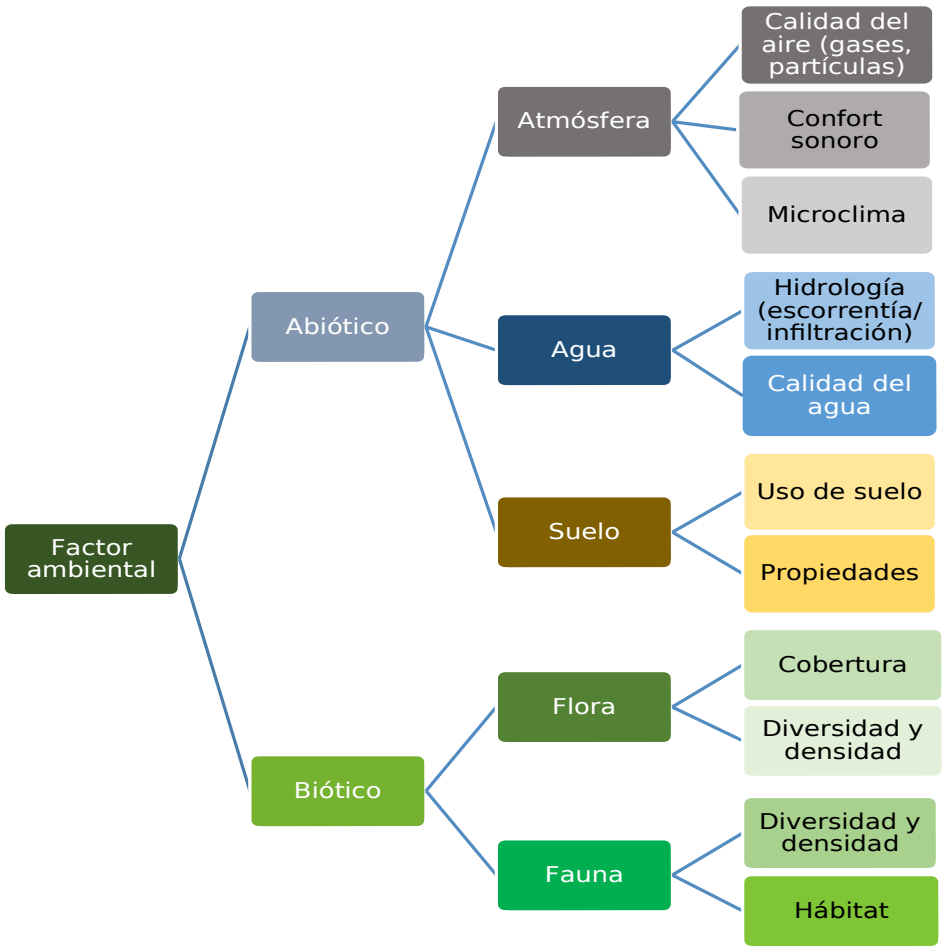
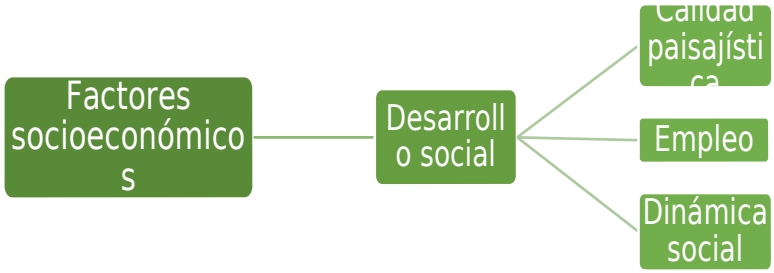


Diagrama V.2. Elementos y procesos del sistema ambiental que pudieran ser afectados por las obras (Factor socioeconómico)



Aplicación de la metodología

Aspectos considerados para la identificación, predicción y evaluación del IA.

a. Mediante las visitas de campo se analizaron los componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos del área de estudio y del área de influencia, y se complementó la información con una revisión bibliográfica. Esta información se presenta en el Capítulo IV del presente documento.

b. Se realizó el análisis espacial utilizando cartografía de INEGI y las imágenes satelitales de *Google Earth*, sobre las cuales se georreferenció el polígono del área del proyecto, con el fin de identificar la relación del proyecto con áreas ecológicamente sensibles y demás factores ambientales.

c. La metodología seleccionada sumada a la investigación de campo proporciona los elementos suficientes y fidedignos para poder realizar una correcta evaluación de impactos ambientales, es fundamental considerar como complemento de la metodología de evaluación lo dicho en el marco del presente Dictamen Técnico Unificado, con el fin de contar con todos los elementos de juicio que corresponden al **proyecto** presentado a su consideración.

ANÁLISIS ESPACIAL

Se realizó la georreferenciación y análisis cartográfico basado en cartas temáticas y mapas generados por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y el manejo de imágenes satelitales históricas de Google Earth.

Las imágenes cartográficas utilizadas para la identificación de impactos ambientales y su respectiva descripción se ilustran en el capítulo IV del presente documento.

Tabla V.2. Matriz de interacciones de Leopold para la identificación de impactos ambientales y socioeconómicos

Factor ambiental	Componente ambiental	Preparación del sitio								Construcción								Operación y mantenimiento						
					Deshierbe, Desmonte y retiro de residuos																			
Atmósfera	Calidad del aire																							
	Confort sonoro																							
	Microclima																							
Agua	Hidrología (escorrentía/ infiltración)																							
	Calidad del																							

	agua																							
Suelo	Uso del suelo																							+
	Propiedades																							+
Flora	Cobertura																							+
	Diversidad																							+
	Densidad																							+
Fauna	Diversidad																							+
	Densidad																							+
	Hábitat																							+
Desarrollo social	Calidad paisajística																							+
	Empleo	+				+				+				+	+									+

1. OBTENCIÓN DE LOS VALORES DE LOS ÍNDICES UTILIZADOS

En base a los valores expuestos en la Tabla V.2., se evaluará el impacto de cada una de las interacciones obtenidas, presentando una descripción del efecto

Tabla V.3. Valoración de los impactos generados en función al **proyecto**

Componente y factor mbiental		**Acción del proyecto**	**Descripción del efecto**	**IN**	**EX**	**MO**	**PE**	**RV**	**MC**	**SI**	**AC**	**EF**	**PR**	**I**	**Valor**
		Generación y disposición de residuos sólidos urbanos	Se generarán RSU que irán al basurero municipal los cuales generarán GEI	2	2	2	4	2	4	2	4	1	4	**33**	**Moderado**
		Deshierbe y retiro de residuos	Con las actividades de remoción de vegetación y residuos que generan partículas de polvo	2	2	1	1	1	1	1	1	4	1	**18**	**Irrelevante**
		Uso de vehículos y maquinaria	La combustión derivada del uso de vehículos y maquinaria emite GEI	1	1	1	1	1	1	2	4	4	1	**20**	**Irrelevante**

Componente y factor mbiental		Acción del proyecto	Descripción del efecto	IN	EV	MC	PE	PV	MC	SI	AC	EF	RV	I	Valor
		Uso de detergentes, limpiadores y solventes	Principalmente con el uso de solventes, necesarios sólo para la limpieza de algunas áreas, sin embargo, estos líquidos son volátiles provocando GEI	1	2	1	1	2	1	1	1	4	1	**19**	**Irrelevante**
		Trazo y nivelación; excavaciones para cimentación	Con las actividades de trazo y excavación se generarán partículas de polvo volátiles	2	2	1	1	1	1	1	1	4	1	**21**	**Irrelevante**
		Mantenimiento de áreas verdes	Con el mantenimiento de las áreas verdes mejorará la calidad del aire en la zona	2	1	2	4	4	2	4	1	4	4	**33**	**Moderado (+)**

Componente y factor mbiental		Acción del proyecto	Descripción del efecto	IN	EV	MO	DE	RV	MC	SI	AC	EF	RP	I	Valor
		Presencia de personas	La presencia de personas, generará ruidos en el área derivado de las diferentes actividades a realizar	1	1	1	1	1	2	2	4	4	1	**21**	**Irrelevante**
		Uso de vehículos y maquinaria	Los vehículos y la maquinaria emiten ruidos, en ocasiones con decibeles muy altos, que suelen ser molestos y rebasan los límites permitidos	1	2	1	1	1	1	2	4	4	1	**22**	**Irrelevante**
		Trazo y nivelación; excavaciones para cimentación	El uso de la maquinaria para las excavaciones emite ruidos	1	2	1	2	1	1	1	1	4	1	**19**	**Irrelevante**

Componente y factor ambiental		Acción del proyecto	Descripción del efecto	IN	EV	MC	PE	RV	MC	SI	AC	EF	RP	I	Valor
Atmósfera	**Confortso**	Cimentación, estructura y albañilería	Las actividades de construcción de infraestructura emiten ruidos	2	1	1	1	1	1	1	1	4	1	**19**	**Irrelevante**
	o	Generación y disposición de residuos sólidos urbanos	La disposición final de estos cambia las condiciones climáticas del área	1	1	2	4	2	2	2	4	1	4	**26**	**Moderado**
		Cimentación, estructura y albañilería	La presencia de estructuras de cemento incrementa la radiación solar	2	1	2	4	4	4	2	1	1	4	**30**	**Moderado**
		Deshierbe y retiro de residuos	La ausencia de vegetación incrementará la radiación solar	1	1	1	4	2	2	2	1	1	1	**19**	**Irrelevante**

Componente y factor mbiental		Acción del proyecto	Descripción del efecto	NI	EV	MC	PE	PV	MC	SI	AC	EF	RP	I	Valor
		Mantenimiento de áreas verdes	La presencia de áreas verdes mejorará las condiciones del clima	4	1	4	4	4	2	1	1	1	1	**32**	**Moderado (+)**
		Generación y disposición de residuos sólidos urbanos	Los residuos pueden llegar a influir en la infiltración y escorrentía del agua de lluvia	2	2	2	2	4	1	2	1	1	1	**24**	**Irrelevante**
		Trazo y nivelación; excavaciones para cimentación	La nivelación cambiará los flujos de escorrentía existentes	1	1	2	4	4	4	1	1	1	1	**23**	**Irrelevante**

Componente y factor mbiental		Acción del proyecto	Descripción del efecto	IN	EV	MO	DE	RV	MC	SI	AC	EF	RR	I	Valor
Agua	**Hidrología (escorrent**	Generación y descarga de aguas residuales	Las aguas residuales mal dispuestas podrían infiltrarse en el subsuelo provocando cambios en las propiedades fisicoquímicas en los mantos freáticos	1	1	1	2	1	4	1	4	1	1	**20**	**Irrelevante**
		Consumo de agua potable	El consumo excesivo de este recurso podría mermar las condiciones de agua del área.	1	1	4	4	4	4	1	4	4	1	**31**	**Moderado**
		Cimentación, estructura y albañilería	La presencia de la estructura evitará la infiltración de aguas pluviales	2	1	2	4	4	4	2	4	1	1	**30**	**Moderado**

Componente y factor mbiental		Acción del proyecto	Descripción del efecto	IN	EV	MC	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I	Valor
		Mantenimiento de áreas verdes	Las áreas verdes, incrementarán la infiltración de aguas pluviales del área	2	2	1	4	4	2	2	1	4	2	**30**	**Moderado (+)**
		Generación y disposición de residuos sólidos urbanos y presencia de personas	Con las diferentes actividades se generarán RSU que de no ser bien dispuestos los lixiviados se pueden infiltrar en el subsuelo	2	2	2	4	4	4	4	4	1	2	**35**	**Moderado**
		Excavaciones para cimentación	Con la realización de las actividades podría haber fugas con la maquinaría y contaminar los mantos freáticos	1	1	1	1	1	1	1	*1*	1	1	**13**	**Irrelevante**

Componente y factor mbiental		Acción del proyecto	Descripción del efecto	IN	EV	MO	DE	RV	MC	SI	AC	EF	RP	I	Valor
	Calidad del agua	Generación y descarga de aguas residuales	Mal tratamiento de aguas residuales y descargas al subsuelo	1	2	1	2	2	4	2	4	4	1	27	Moderado
		Uso de detergentes, limpiadores y solventes	Posible contaminación de mantos freáticos	1	1	1	1	2	1	1	4	1	1	17	Irrelevante
		Consumo de agua potable	El consumo excesivo de este recurso podría mermar las condiciones de agua del área	2	2	4	4	4	4	1	4	4	4	39	Moderado
		Mantenimiento de áreas verdes	Mejorará la calidad del agua de esa zona	1	1	4	2	4	8	1	1	1	1	27	Moderado (+)
		Generación y disposición de residuos sólidos urbanos	Contaminación del suelo por mala disposición y exceso en la generación de residuos	2	1	1	2	4	4	1	4	1	4	29	Moderado

Componente y factor mbiental		Acción del proyecto	Descripción del efecto	IN	EV	MC	PE	PV	MC	SI	AC	EF	RV	I	Valor
		Almacenamiento de material	Posibles fugas del material almacenado	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**13**	**Irrelevante**
		Deshierbe y retiro de residuos	Habrá remoción de manchones de vegetación y residuos solidos	1	1	1	4	2	1	1	1	4	1	**20**	**Irrelevante**
		Trazo y nivelación; excavaciones para cimentación; cimentación, estructura y albañilería; introducción de instalaciones, servicios y acabados	Con estas actividades las propiedades del suelo cambiarán	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	**16**	**Irrelevante**
		Mantenimiento de áreas verdes	Mejorará las condiciones de vegetación en la zona	2	1	2	2	4	8	1	1	4	1	**31**	**Moderado (+)**

Componente y factor mbiental		Acción del proyecto	Descripción del efecto	IN	EV	MO	PE	PV	MC	SI	AC	EF	RP	I	Valor
Suelo	**Uso del suelo**														
		Generación y disposición de residuos sólidos urbanos	Los residuos mal dispuestos cambian las propiedades fisicoquímicas del suelo	2	2	2	4	2	4	2	4	1	4	**33**	**Moderado**
		Presencia de personas	El personal o los habitantes podrán disponer mal los residuos que generen	1	1	1	1	1	4	2	4	1	4	**23**	**Irrelevante**
		Uso de vehículos y maquinaria	Las posibles fugas de aceite o gasolina pueden contaminar el suelo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**13**	**Irrelevante**

Componente y factor mbiental		Acción del proyecto	Descripción del efecto	IN	EV	MO	DE	RV	MC	SI	AC	EF	RP	I	Valor
	Propiedades fisicoquímicas	Excavaciones para cimentación	Con el uso de maquinaria para la excavación hay probabilidad de contaminación por posibles fugas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**13**	**Irrelevante**
		Cimentación, estructura y albañilería	Con las actividades de construcción hay posibilidad de contaminación del suelo con concreto u otros materiales	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	**15**	**Irrelevante**
		Almacenamiento de material	Posibles fugas del material almacenado	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**13**	**Irrelevante**

Componente y factor mbiental		Acción del proyecto	Descripción del efecto	IN	EV	MC	PE	RV	MC	SI	AC	EF	RP	I	Valor
		Generación y descarga de aguas residuales	Posible contaminación de mantos freáticos por químicos presentes en las aguas.	1	2	1	2	2	4	2	4	4	2	**28**	**Moderado**
		Uso de detergentes, limpiadores y solventes	Contaminación del suelo por posible derrame de solventes por mal uso de los mismos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**13**	**Irrelevante**
		Mantenimiento de áreas verdes	Mejorará la calidad del agua de esa zona	1	1	4	2	4	8	1	1	1	1	**27**	**Moderado (+)**
		Generación y disposición de residuos sólidos urbanos	Disminución en el crecimiento de vegetación por la mala disposición de los RSU	2	1	1	4	4	1	1	1	1	1	**22**	**Irrelevante**

Componente y factor mbiental		Acción del proyecto	Descripción del efecto	IN	EV	MC	PE	PV	MC	SI	AC	EF	RP	I	Valor
		Presencia de personas	La presencia de personal y de los habitantes por áreas no permitidas, podría mermar las condiciones de cobertura de las áreas de conservación	1	1	2	2	1	1	2	4	1	1	**19**	**Irrelevante**
		Deshierbe y retiro de residuos	Disminuirá la cobertura vegetal	1	1	1	4	1	1	1	4	4	1	**22**	**Irrelevante**
		Trazo y nivelación; Excavaciones para cimentación	Cambiará las condiciones de cobertura	1	1	1	4	1	4	1	4	4	1	**25**	**Moderado**
		Cimentación, estructura y albañilería	Disminuirá la superficie de cobertura	1	1	1	4	1	4	1	4	4	1	**25**	**Moderado**

Componente y factor mbiental		Acción del proyecto	Descripción del efecto	IN	EV	MC	PE	RV	MC	SI	AC	EF	RP	I	Valor
Flora	Cobertura	Uso de detergentes, limpiadores y solventes	Derivado de algún derrame, se podría mermar la vegetación del área	1	1	1	2	1	1	1	1	4	1	17	Irrelevante
		Mantenimiento de áreas verdes	Incrementará la superficie de áreas verdes.	2	1	1	4	4	1	1	1	4	4	28	Moderado (+)
		Presencia de personas	La extracción de especies, podría provocar la disminución de las mismas	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	16	Irrelevante
		Deshierbe y retiro de residuos	Disminución de especies	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	Irrelevante
		Generación y disposición de residuos sólidos urbanos	Contaminación del suelo donde puede desarrollarse un individuo	2	1	1	1	1	1	4	4	4	1	25	Moderado

Componente y factor mbiental		Acción del proyecto	Descripción del efecto	IN	EV	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	RP	I	Valor
		Excavaciones para cimentación; Cimentación, estructura y albañilería	Disminuirá la superficie de posible crecimiento de vegetación	1	1	1	4	1	1	1	4	1	1	**19**	**Irrelevante**
	Diversidad y	Uso de detergentes, limpiadores y solventes	Derivado de algún derrame podría mermar la vegetación del área	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**13**	**Irrelevante**
		Mantenimiento de áreas verdes	Incrementará la diversidad y densidad de flora en el área	2	1	1	1	4	8	1	1	1	4	**29**	**Moderado (+)**
	d	Presencia de personas	La presencia de las personas ahuyentará la fauna del área	1	2	1	1	1	2	1	4	4	2	**23**	**Irrelevante**
		Generación y disposición de residuos sólidos urbanos	Los residuos podrían contaminar el alimento o estos ser injeridos por los animales	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	**16**	**Irrelevante**

Componente y factor ambiental		Acción del proyecto	Descripción del efecto	IN	EV	MC	PE	PV	MC	SI	AC	EF	RP	I	Valor
Fauna	**Diversidad y densidad**	Deshierbe y retiro de residuos	Disminuirá el alimento de las especies	1	1	1	1	1	2	1	4	1	1	**17**	**Irrelevante**
		Cimentación, estructura y albañilería; introducción de instalaciones, servicios y acabados	La presencia de la construcción impedirá la presencia y desarrollo de individuos	1	2	1	1	4	2	2	4	4	1	**26**	**Moderado**
		Uso de detergentes, limpiadores y solventes	Podría ocasionar algún envenenamiento	1	1	1	1	4	1	2	1	1	1	**17**	**Irrelevante**
		Mantenimiento de áreas verdes	El incremento de superficie de áreas verdes podría mejorar la presencia de especies	2	1	1	1	1	2	1	1	4	1	**20**	**Irrelevante (+)**

Componente y factor mbiental		Acción del proyecto	Descripción del efecto	IN	EV	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I	Valor
	Hábitat	Generación y disposición de residuos sólidos urbanos	Aquellos que sean mal dispuestos disminuirán el área para cohabitar	2	2	1	4	4	2	1	4	1	1	28	Moderado
		Presencia de personas	Ahuyentará a la fauna de la zona	1	2	1	4	1	4	1	4	4	2	28	Moderado
		Deshierbe y retiro de residuos; cimentación, estructura y albañilería; introducción de instalaciones y acabados	Disminuirá la superficie de hábitat	1	2	1	4	1	4	2	4	1	1	25	Moderado
		Mantenimiento de áreas verdes	Posible incremento de hábitats	1	1	4	4	2	4	1	1	1	1	23	Irrelevante (+)
		Generación y disposición de residuos sólidos urbanos	Los residuos mal dispuestos merman la calidad del paisaje del lugar	2	2	2	4	2	2	2	4	1	1	28	Moderado

Componente y factor mbiental		Acción del proyecto	Descripción del efecto	IN	EV	MC	PE	PV	MC	SI	AC	EF	RV	I	Valor
		Presencia de personas; uso de vehículos y maquinaria	La presencia de la gente, así como los vehículos merma las condiciones naturales del sitio y en ocasiones condiciona la tranquilidad de la zona	1	1	1	4	1	1	2	4	4	2	**24**	**Irrelevante**
		Uso de vehículos y maquinaria	La presencia de vehículos y maquinaria merma las condiciones naturales del área	1	1	1	2	1	1	2	4	4	2	**22**	**Irrelevante**
		Deshierbe y retiro de residuos	La disminución de vegetación merma la calidad del paisaje	1	1	1	2	1	2	2	4	4	1	**22**	**Irrelevante**

Componente y factor mbiental		Acción del proyecto	Descripción del efecto	IN	EV	MC	PE	RV	MC	SI	AC	EF	RP	I	Valor
Desarrollo social	**Calidad paisajística**	Cimentación, estructura y albañilería; introducción de instalaciones y acabados	La presencia de la vivienda de descanso cambiará las condiciones paisajísticas actuales	1	1	1	4	1	2	1	1	4	4	**23**	**Irrelevante**
		Generación y descarga de aguas residuales	Inadecuada disposición de aguas residuales merma las condiciones naturales del área.	1	1	1	1	1	1	2	1	4	2	**18**	**Irrelevante**
		Mantenimiento de áreas verdes	La presencia de áreas verdes mejorará la calidad paisajística	2	1	2	4	1	2	1	1	4	4	**27**	**Moderado (+)**

Componente y factor mbiental		Acción del proyecto	Descripción del efecto	IN	EV	MC	PE	RV	MC	SI	AC	EF	RP	I	Valor
	Empleo	Contratación de personal	En general para todas las actividades del proyecto se estará contratando personal de la zona	4	1	8	4	2	1	2	4	4	2	**41**	**Moderado (+)**
		Generación y disposición de residuos sólidos urbanos	Se le dará empleo al sistema de recolección del municipio.	2	8	1	4	4	1	2	4	4	4	**46**	**Moderado (+)**

V.2. Caracterización de los impactos:

Tabla V.3 Criterios de evaluación de los impactos ambientales

Criterios		Significado	Calificación	
Signo	+/-	Hace alusión al carácter *benéfico* (+) o *perjudicial* (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.	Benéfico	+
			Perjudicial	-
Intensidad	IN	Grado de incidencia de la acción sobre el factor en el ámbito específico en que actúa. Varía entre 1 y 12, siendo 12 la expresión de la destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto y 1 una mínima afectación.	Baja	1
			Media	2
			Alta	4
			Muy Alta	8
			Total	12
Extensión	EX	Área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del **proyecto**, pudiendo ser puntual (% de área, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto). Si la acción produce un efecto muy localizado, se considera que el impacto tiene un carácter puntual (1). Si por el contrario, el impacto no admite una ubicación precisa del entorno de la actividad, teniendo una influencia generalizada en todo el impacto será Total (8). Cuando el efecto se produce en un lugar crítico, se le atribuirá un valor de cuatro unidades por encima del que le correspondía en función del % de extensión en que se manifiesta.	Puntual	1
			Parcial	2
			Extensa	4
			Total	8
			Crítica	(+4)
Momento	MO	Alude al tiempo entre la aparición de la acción que produce el impacto y el comienzo de las afectaciones sobre el factor considerado. Si el tiempo transcurrido es nulo, el momento será Inmediato, y si es inferior a un año, Corto plazo, asignándole en ambos casos un valor de cuatro (4). Si es un período de tiempo mayor a cinco años, Largo Plazo (1).	Inmediato	1
			Medio plazo	2
			Largo plazo	4
			Crítico	(+4)

Persistencia	PE	Tiempo que supuestamente permanecerá el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por los medios naturales o mediante la introducción de medidas correctoras.	Fugaz	1
			Temporal	2
			Permanente	4
Reversibilidad	RV	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez aquel deje de actuar sobre el medio.	Corto plazo	1
			Medio plazo	2
			Irreversible	4
Recuperabilidad	MC	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medio de la intervención humana (o sea mediante la implementación de medidas de manejo ambiental). Cuando el efecto es irrecuperable (alteración imposible de reparar, tanto por la acción natural, como por la humana) le asignamos el valor de ocho (8). En caso de ser irrecuperable, pero existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias, el valor adoptado será cuatro (4)	Recuperable inmediato	1
			Recuperable a medio plazo	2
			Mitigable o compensable	4
			Irrecuperable	8
Sinergia	SI	Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente, no simultánea.	Sin sinergismo (simple)	1
			Sinérgico	2
			Muy sinérgico	4
Acumulación	AC	Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera. Cuando una acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple), el efecto se valora como uno (1); si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa a cuatro (4).	Simple	1
			Acumulativo	4

Efecto	EF	Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea, a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. Puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción consecuencia directa de ésta, o indirecto o secundario, cuando la manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando este como una acción de segundo orden.	Indirecto (secundario	1
			Directo	4
Periodicidad	PR	Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular) o constante en el tiempo (efecto continuo).	Irregular o aperiódico o discontinuo	1
			Periódico	2
			Continuo	4

V.3. Valoración de los impactos

Variación de la Matriz de Leopold

La Matriz de Leopold consiste en una tabla de doble entrada, que incluye en uno de sus ejes las acciones que causan impacto ambiental y en el otro, las condiciones o factores ambientales que pueden ser afectados.

Este formato permite recordar las múltiples interacciones que pueden involucrarse entre actividades y factores ambientales. Se conforma de tres pasos básicos:

1. Elaboración de la matriz. La matriz muestra creada por Leopold et al, 1971, enlista en horizontal 100 acciones, y en vertical 88 factores ambientales, dando un total de 8,800 interacciones posibles, de las cuales sólo unas cuantas podrán involucrar impactos de una

magnitud e importancia tal que requieran tratamiento comprensivo. Aunque los elementos contenidos en esta matriz representan la mayoría de las acciones básicas y factores ambientales con mayor probabilidad de estar involucrados en el amplio rango de desarrollos que requieren el reporte de sus impactos ambientales, no todos aplican a todos los proyectos; inclusive, puede que no incluya todos los elementos necesarios para realizar un análisis completo de cualquier **proyecto** propuesto.

Por lo tanto, siendo que el código y formato permiten una fácil expansión para incluir elementos adicionales, para cada caso se debe ajustar la matriz a los elementos aplicables al **proyecto** evaluado. Pruebas preliminares sugieren que un análisis de un proyecto típico usualmente contiene entre 25 y 50 interacciones aplicables (Leopold et al, 1971). Para el caso que nos concierne en el presente estudio se han seleccionado una serie de acciones y factores ambientales acorde al proyecto mismo y a las condiciones ambientales propias del entorno en el que éste se inscribe, y se ha invertido la matriz, colocando en vertical las acciones y en horizontal los factores ambientales.

Método Conesa simplificado[1]. En base al Método Conesa simplificado se establecen los criterios de evaluación de los impactos ambientales identificados en la matriz de Leopold.

Una vez identificados los valores de cada uno de los criterios, se obtiene la **Importancia (I)** del impacto ambiental, aplicando el siguiente algoritmo:

$$I = \left(3 \in +2\,EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC\right)$$

Después de identificada la Importancia del impacto, de acuerdo con los valores asignados a cada criterio, la importancia del impacto puede variar entre 13 y 100 unidades que de acuerdo con el reglamento de EIA Español. A continuación, se señalan las características de los impactos

1 http://www.kpesic.com/sites/default/files/Manual_EIA_Jorge%20Arboleda.pdf

ambientales que fueron utilizados para calificar su grado de afectación en la matriz de interacciones.

Tabla V.4 Rangos de los valores de Importancia de los impactos ambientales

Rango	Importancia de los impactos
<25	Irrelevantes o compatibles
25-50	Moderados
50-75	Severos
>75	críticos

Con esta apertura, se ha hecho una Variante de la Matriz de Leopold utilizando los criterios para valorar los impactos ambientales que se describen en el apartado V.1.2 y un sistema de valoración cualitativo propio descrito en el apartado V.2.3. El proceso consiste en evaluar cada una de las acciones y su efecto sobre los factores ambientales considerando los criterios antes referidos y anotando en cada casilla la valoración respectiva del impacto ambiental para cada una de las etapas del **proyecto** (preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento).

2. Proceso de discusión. La matriz es sólo el resumen de la evaluación de impacto, debe seguirle una discusión del razonamiento detrás de la valoración, describiendo las acciones que tengan un efecto significativo con cuidado de no diluirlo con discusiones triviales de impactos no significativos. La discusión requerirá de las principales características, físicas y ecológicas, del ambiente y algunas de las características importantes de las acciones que dominan el impacto ambiental, basado en lo señalado en capítulos anteriores.

Discusión de la Matriz: Impactos ambientales identificados en la Matriz de Leopold:

La identificación, predicción y evaluación de los impactos ambientales se realizó considerando los siguientes factores:

I. El Componente Ambiental, su estado sin proyecto, descrito en el capítulo IV.

II. El factor ambiental que será perturbado, modificado o afectado (impacto).

III. Las actividades que generarán dicho impacto, mismas que resultaron del capítulo II.

IV. Las características del impacto según los criterios indicados.

A continuación, se presenta una discusión de los impactos ambientales significativos que pueden darse en las diferentes etapas del proyecto. La discusión se realiza por componente ambiental y su respectivo factor ambiental, tomando especial cuidado en no diluir las afectaciones significativas con discusiones triviales de impactos no significativos; sin embargo, de manera previa se presenta una breve referencia a los aspectos más importantes del proyecto y su entorno considerados durante la identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales.

Aspectos más importantes del proyecto y de su entorno:

1. Derivado del incremento de más establecimientos de servicios turísticos, el Área de Influencia se encuentra en un crecimiento de la perturbación y degradación por diferentes actividades antropogénicas, sin embargo, la densidad de carga general no se considera alta ya que el entorno y sus actividades comprenden mayormente hoteles pequeños, restaurantes y casas de descanso, sin obras de gran magnitud.

2. El uso de suelo y vegetación definida por IINEGI (2017), ESCALA 1:250,000 corresponde a Vegetación Selva Mediana Subcaducifoliaa, la cual individuos característicos la representan, y además de estas condiciones de vegetación, se encuentran mejor representadas en otras

zonas de la sierra las calmen el Proyecto, que es donde se tomó la muestra principalmente en la Microcuennca".

3. Se contempla la remoción de vegetación forestal, las especies forestales presentes en el sitio donde no serán desplantadas las villas serán respetadas en el mismo **proyecto**, en la zona de áreas verdes.

Se hará el debido proceso para la compensación y mitigación de los daños ocasionados mediante una reforestación dentro del mismo polígono del proyecto.

4. El proyecto no se encuentra dentro de alguna Área Natural Protegida Federal, la más cercana es la de “Islas Marietas” la cual se encuentra aproximadamente a 10 km.

5. Se cuenta con tomas o registros para la conexión al sistema de drenaje público, lo cual facilitar la operación de la construcción. Derivado de la ausencia de un adecuado sistema de drenaje y manejo de aguas residuales, se realizará la instalación de un sistema de tratamiento de aguas residuales.

La fauna que se puede avistar en el Sistema Ambiental fue principalmente del grupo de aves, y muy pocos registros de mamíferos, mientras que en el proyecto los resultados fueron muy bajos. Destacan por su categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 los reptiles: Garrobo (*Ctenosaura pectinata*) y *Aspidoscelis costatus*, especies son tolerantes a la presencia humana y se pueden observar en ambientes urbanizados.

6. La generación de residuos sólidos urbanos será recolectada por el Ayuntamiento, cuya disposición final será en los sitios permitidos de estudio desde tiempo atrás, ya presentaba afectaciones sobre el ecosistema natural, esto debido a que el predio se cuenta en inmediaciones de viviendas y regularmente transita gente en la zona. aunado a la reciente presencia de casas de descanso, restaurantes y hoteles, aledaños al proyecto, así como se mencionó la presencia de casas de descanso, bungalows, hoteles y restaurantes (cercanos al

sitio del proyecto), que contribuyó a la generación de actividades antropogénicas de diferente índole y cambios de uso de suelo, como fueron la agricultura, acuacultura y construcción de casas habitación, restaurantes, hoteles, entre otros servicios.

Hoy en día, el enfoque que se le está dando a la zona ha sido principalmente turístico, por lo que las condiciones del PDUSBP se quedan cortas a la demanda que el municipio va a requerir. Dicho lo anterior, los impactos ocasionados por la operación y el mantenimiento resultaron de relevancia *irrelevante* y *moderada* ya que no es una zona conservada y el proyecto compromete en mínima medida al medio ambiente.

- ✓ **ATMÓSFERA**

Uno de los impactos más relevantes en los que el proyecto tendrá interacción, será la generación y disposición final de residuos sólidos urbanos, esto a consecuencia, principalmente que en el Municipio se cuenta con la infraestructura adecuada para sostener un manejo de los residuos, ya que se cuenta con un tiradero municipal, mismo que tiene las características de un relleno sanitario, por lo que, la afectación al ambiente por la generación de este factor, no es sinérgico, sino que además resulta fácil de mitigar por parte del proyecto; por parte del proyecto, se aplicarán las medidas de prevención necesarias para tener la mínima generación de residuos y así, contribuir en disminuir las cantidades en la disposición final. Dicho lo anterior, se obtuvo una significancia moderada, sobre el factor de calidad de aire.

Las actividades de construcción si generarán partículas de polvo que no será por tiempos prolongados, las actividades se harán en un horario diurno para evitar desconfort sonoro, de igual

manera la cantidad de Gases de Efecto Invernadero que se generará no será significativa para el área del proyecto. El uso de detergentes, limpiadores y solventes será en la menor medida posible, y de acuerdo con las restricciones que se indican en el empaque.

Los camiones que transportarán los residuos que se generen por la construcción serán cubiertos con una lona para evitar su dispersión, además, se vigilará que la disposición final se realice en lugares autorizados por el Ayuntamiento.

No habrá emisión de ruidos por maquinaria que se encuentre en constante operación, únicamente por parte de los vehículos que arriben o partan de las instalaciones del **proyecto**. En el caso de estas emisiones, se realizarán de manera puntual y fugaz.

- ✓ **AGUA**

Uno de los principales problemas que aquejan el país es el problema del agua, su uso y consumo, de manera general la significancia de este componente resultó *Moderado*, porque se tendrá una generación de aguas residuales y el consumo será poco representativo, además, el **proyecto** como medida de prevención y mitigación, realizará la instalación de un sistema de tratamiento de aguas residuales, que contribuirá a disminuir la contaminación sobre este recurso; sin embargo, resulta ser un impacto muy sinérgico en el que todos los establecimientos, entre otras, le dieron o darán la misma importancia sobre el cuidado de este recurso. Por lo tanto, con esta acción no habrá descargas de aguas residuales a ningún cuerpo de agua o al subsuelo. Aunado a lo anterior, en cada una de las llaves se instalarán mecanismos ahorradores.

- ✓ **SUELO**

El uso de suelo en la zona de acuerdo con el **INEGI** es considerado como **Vegetación Selva Mediana Subperennifolia**, las condiciones naturales en los últimos años han venido mermándose, por lo que la construcción, operación y mantenimiento de este **proyecto** no generará nuevos

impactos en el área, mismos han estado presentándose con anterioridad debido al crecimiento de la zona urbana.

Como ya se dijo, uno de los principales impactos que afectarán a este componente será la generación de residuos, que como se explicó anteriormente, es un elemento que resulta fácil de controlar por parte del **proyecto**; aun así, tienen consideradas una serie de medidas de mitigación, y prevención que ayudarán a disminuir la afectación, como son la separación de residuos, entre otras actividades.

Aunado a lo anterior, se tendrá precaución en el manejo de los líquidos de limpieza, para evitar que exista algún derrame por parte de estos en el suelo, en caso de que así suceda se procederá a la remediación inmediata. Cabe mencionar que por parte de la vivienda plurifamiliar no habrá contaminación al suelo por inadecuadas descargas de aguas residuales, ya que se contará con un sistema de tratamiento de aguas residuales.

- ✓ **FLORA**

Para este componente resulta imprescindible mencionar que la zona donde se encuentra el proyecto presenta condiciones naturales de vegetación que han comenzado a ser mermadas en los últimos años por diferentes actividades antropogénicas, derivando una fragmentación del ecosistema. De igual manera uno de los principales impactos que afectarán a este componente será la generación de residuos sólidos urbanos; sin embargo, se realizará el mayor número de actividades para disminuir en la medida de lo posible la generación de éstos, además, se realizará la separación de estos y se tendrá sumo cuidado en la disposición, esto con el objeto de que no sean esparcidos en áreas no correspondientes, como lo son otras parcelas.

No se permitirá la extracción de especies dentro del área o inmediaciones. Es importante señalar, ya existen antecedentes de desarrollos de viviendas, y prácticamente el lote conecta ya con calles y lotes construidos, solo para la zona del sur del predio aún se conservan rodales de vegetación en buenas condiciones, impactaron de manera tal que actualmente no se tiene presencia importante de vegetación en la zona, aunque dentro del predio se identificaron principalmente individuos de *A. guacuyule, Bursera simaruba, Ficus insípida, Guazuma ulmifolia* entre otras así como vegetación del estrato del sotobosque..

- ✓ **FAUNA**

Actualmente en el polígono del **proyecto** no hay presencia de que éste sea utilizado como lugar de hábitat de la fauna, ya que se encuentra en una zona turística y habitacional, donde desde hace tiempo la fauna fue ahuyentada derivado de las diferentes actividades antropogénicas; sin embargo, antes de realizar las actividades de construcción, se realizará un recorrido de ahuyentamiento para evitar la afectación de individuos que pudieran encontrarse en el lugar. Se tendrá especial cuidado con la disposición de los Residuos que sean generados, para evitar que estos sean consumidos por la fauna que pudiera encontrarse en el área del **proyecto**. Además, se vigilará para evitar que exista algún tipo de extracción o caza de individuos.

- ✓ **DESARROLLO SOCIAL**

La construcción de cualquier tipo de establecimiento ya sea casa habitación, hotel o restaurante, necesario para el desarrollo económico, generará impactos al ambiente, mismos que sin la vigilancia adecuada podrían ser grandes afectaciones o bien ser compatibles con las condiciones

del área. Como se ha venido planteando la vivienda de descanso plurifamiliar implementará una serie de medidas que disminuirán las afectaciones al ecosistema;

existente una superficie considerable de áreas verdes, mejorando así las condiciones originales del terreno. El uso de vehículos y maquinaria será de manera temporal. Los residuos serán dispuestos en contenedores debidamente señalados y tapados para evitar su dispersión.

V.4. Conclusiones

Podemos mencionar que el tipo de proyecto se ajusta a lo establecido en el artículo 35 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) así como el art. 93 y demás relativos de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, respecto a que el presente Documento Técnico Unificado y en particular la identificación y evaluación de impactos presentada, evidenció que los posibles efectos de las actividades del proyecto no pondrán en riesgo la estructura y función de los ecosistemas descritos en el SA (Ver Capítulo IV), toda vez que ninguno de los impactos ambientales resultó significativo.

Derivado del análisis antes expuesto, considerando los resultados de los capítulos anteriores, la construcción, operación y el mantenimiento del proyecto, generará nuevos impactos ambientales, sin embargo, estos no serán significativos de los que ya existen en la zona, ya que el ecosistema se ha venido fragmentando por las diferentes actividades antropogénicas que existen en la zona en los últimos años, como es la construcción de diferentes desarrollos habitacionales y restaurantes así como pequeños hoteles, entre otras. Además, como se considera en el uso de suelo del INEGI, el área es catalogada como uso de suelo Vegetación Selva Mediana Subcaducifolia. La tendencia que tiene el área es de crecimiento turístico y habitacional para el desarrollo social y económico del Municipio.

CAPITULO VI: JUSTIFICACION TECNICA, ECONOMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACION EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO

ÍNDICE

VI. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO....2

VI.1. Justificación técnica-ambiental....2

VI.2. Biodiversidad....3

VI. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.

VI.1. Justificación técnica-ambiental.

El proyecto no se encuentra dentro de áreas de importancia ecológica o áreas naturales protegidas de tipo estatal o federal (CONABIO, 2016; CONANP, 2020). Tampoco se ubica dentro de alguna región ecológica de importancia en la zona.

.

Federal:

Gracias a que las obras del Proyecto no comprenderán actividades que afecten significativamente el sitio, ya que traen el concepto de armonía con las áreas verdes, por lo

El Proyecto no se encuentra dentro de alguna Área Conservación de las aves (AICAS), Región terrestre prioritaria (RTP) y Áreas naturales protegidas (Estatal y/o federal), el proyecto no se localiza inmerso dentro de la zona de influencia de estas.

La vegetación predominante en la zona del proyecto es de Selva Mediana Subcaducifolia, con perturbaciones en toda si estructura, así como arboles individuales debido a la acción del viento (INEGI, 2017; CONAFOR, 2020). El sitio del Proyecto está representando individuos de porte alto y dispersos. Su estructura presenta perturbaciones sobre todo en los estratos vegetales.

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (DOF, 2018), establece en el artículo 93, que solo 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. Por lo tanto, los siguientes apartados describe cada elemento relevante, donde se detalla el cumplimiento de lo establecido en la LGDFS.

VI.2. Biodiversidad.

Mediante estos indicadores, nos permite determinar el estado de conservación que guarda determinada área con cobertura forestal, además de saber la importancia que tienen para definir acciones de manejo para su conservación (Palacios-Wassenaar, *et al*., 2018). De aquí la importancia de analizar este factor, por lo tanto, para su estimación, se tomaron en cuenta estimadores que determinen el grado de diversidad en el Proyecto y Microcuenca (SA). Y para hacer el análisis, también se aplicaron para la Microcuenca (SA), esto con la finalidad de comparar las condiciones de la **vegetación y de la fauna silvestre**. Los indicadores considerados nos permitieron tener valores específicos para el Proyecto y la Microcuenca, y con ellos pudimos relacionarlos para determinar el grado de biodiversidad actual, y analizar si el CUSTF en el Proyecto pudiera causar repercusiones a este componente.

Como una medida de mitigación y/o compensación se consideran los aspectos planteados en el **Capítulo VII** y los programas ambientales anexos a este documento, esto debido a los efectos que pudiera generar el CUSTF.

Para comparar y valorar este elemento, se considerando el registro de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT (2010), dentro del área del proyecto y la Microcuenca (SA). De acuerdo con los resultados de **riqueza de especies**, los **índices de diversidad** (**vegetación y fauna**) y **dominancia e Importancia** (**vegetación**), descritas anteriormente en los que se determina lo siguiente para cada elemento analizado en el Proyecto, comparándolo con los resultados de la Microcuenca (SA).

1. Vegetación.

En ambos casos, se registró una dominancia de vegetación característica de Selva Mediana Subcaducifolia. Por lo tanto, se compararon y analizaron las estimaciones obtenidas del **estrato arbóreo, arbustivos y herbáceos**.

✓ **Riqueza especifica.**

El Proyecto, registra una *riqueza específica* y un valor del *índice de Margalef*, muy bajos, comparados con lo que se registró en la Microcuenca. Ya que para el **estrato arbóreo** se registraron 10 y 52 especies, del Proyecto y la Microcuenca respectivamente, lo mismo sucede para el estrado arbustivo y herbáceo, donde se registró un mayor número de especies en la Microcuenca (Tabla VI.1). Se destaca que todas las especies registradas en el estrato *arbóreo, arbustivo* y *herbáceo* fueron registradas también en la Microcuenca (SA), lo cual significa que no se pone en riesgo la perdida de las especies registradas en el Proyecto (Grafico VII.1 y 2).

Por lo tanto, en este caso la riqueza de especies es superior en la **Microcuenca (SA)**, que, en el área del **Proyecto**, para los tres estratos registrados. En el área del Proyecto se registraron dos especies bajo algún estado de conservación, y de la misma manera se registraron en otros puntos en la Microcuenca, lo cual nos da la garantía que se seguirá conservando este tipo de especies.

Tabla VI.1. Valores de diversidad para el estrato arbóreo en el área de la Microcuenca (UA) y el CUSTF.

Zona	Indicador					
	Riqueza (S)			Índice de Margalef (Dmg)		
	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo
Proyecto	12	8	0	1.69	1.08	0.00
MC	61	48	9	7.70	5.48	0.62

La Tabla IV.2, muestra la distribución de la riqueza especifica por estrato para la Microcuenca respecto del Proyecto, muestra un valor claramente superior.

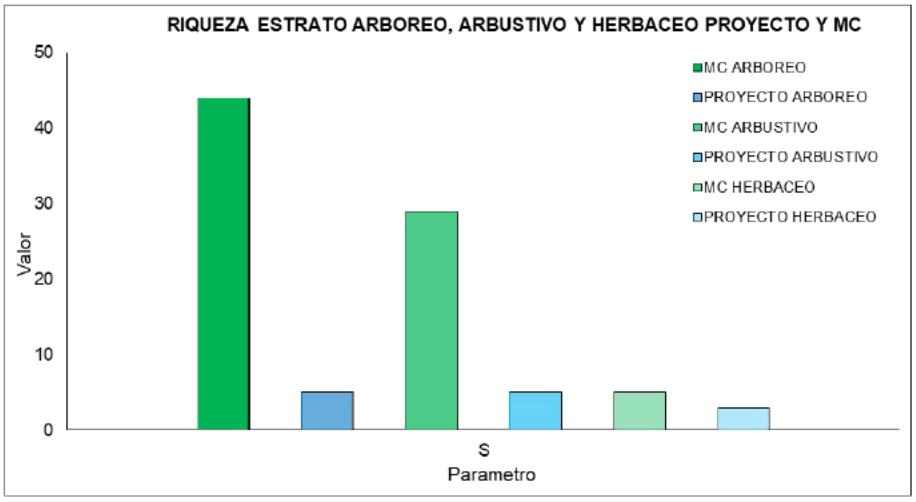


Gráfico VI.1. Comparativo entre el Proyecto y la Microcuenca (SA), en cuanto a la Riqueza de especies.

✓ **Diversidad (alfa).**

Los estimadores de diversidad de dominancia y equidad, fueron el **índice de Simpson y Shannon-Weaver** respectivamente. Los resultados, indican que el ***índice de Simpson***, presenta valores más elevados en la Microcuenca que en el Proyecto. Por ejemplo, para el estrato arbóreo, el Proyecto presenta un valor de 0.80, mientras que para la Microcuenca fue de 0.98. El resto de los indicadores tiene el mismo sentido (*Shannon-Weaver)*, lo estimado para los demás estratos del Proyecto, los sobrepasa lo estimado para la Microcuenca (Tabla IV.2), de acuerdo con la clasificación sugerida por Aguirre (2013), los rangos de los indicadores estimados para el Proyectó se encuentran dentro de una diversidad alfa media, mientras que los estimados para la Microcuenca representan una diversidad alfa alta (Tabla VI.2; Grafico VI.2).

Tabla IV.2. Valores de diversidad para el estrato arbustivo en el área de la Microcuenca (UA) y el CUSTF.

Zona	Indicador					
	Índice de Shannon-Weaver (H´)			Índice de Simpson (λ)		
	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo
Proyecto	2.04	1.74	0.00	0.80	0.78	0.00
MC	3.90	3.53	0.85	0.98	0.96	0.85

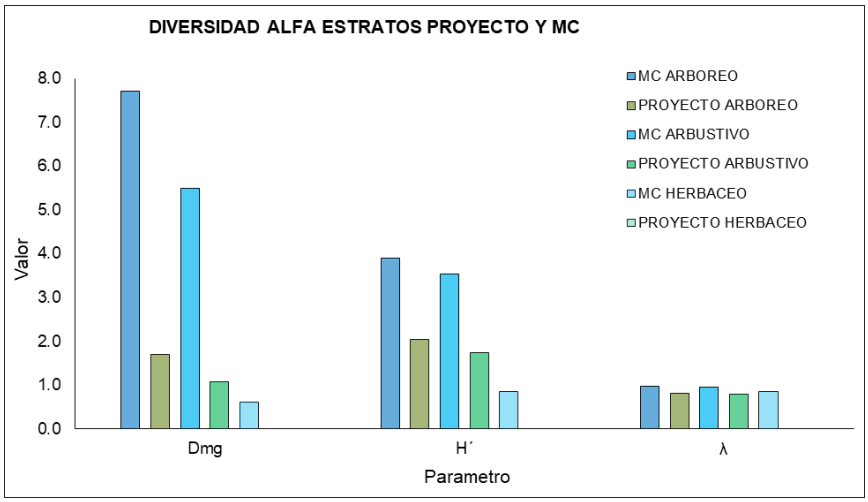


Gráfico VI.2. Comparativo entre el Proyecto y Microcuenca (UA), respecto a los índices de diversidad por cada estrato vegetal.

- ✓ **Análisis del Índice de Valor de Importancia (IVI).**

La estructura vegetal también registro un comportamiento muy diferente. de distribución de las especies y densidades en la zona. Esto se debe a que en la Microcuenca aún se conservan zonas bien desarrolladas y densamente pobladas, mientras que el sitio del Proyecto existe perturbaciones en todos los estratos vegetales.

Todas las especies registras en el Predio, fueron registradas en la Microcuenca, por lo tanto, eso nos sugiere que estas especies tienen el potencial de reproducirse y mantener germoplasma en zona. El hecho de contar con información que nos valide que las especies que se pretenden afectar por el proyecto se desarrollen en otros sitios de la zona, eso nos permite determinar que las condiciones del sitio son adecuadas para que estas continúen desarrollándose en la zona son problemas.

En el Grafico siguiente se puede observar el comportamiento de estos en cuanto a su dominancia para cada estrato, con excepción del herbáceo, ya que no se registro en el predio este estrato. La

distribución de las especies en la Microcuenca se presenta de manera mas equilibrada, mientras que en el predio regularmente dos son las de mayor peso.

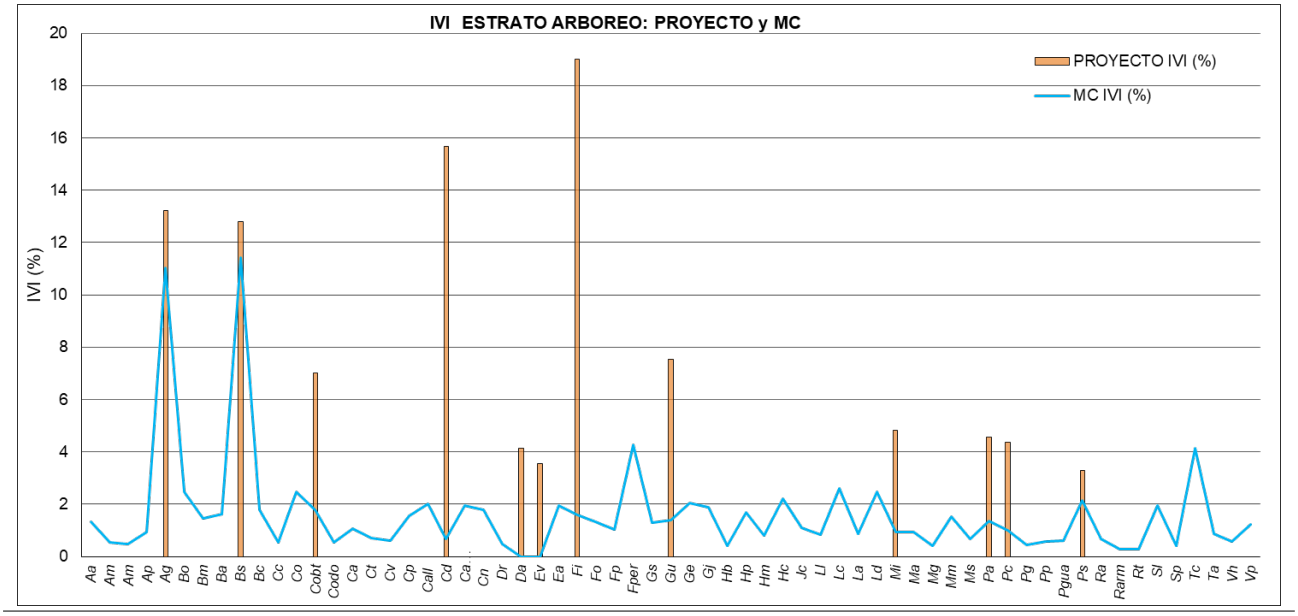


Gráfico VI.3. Comparativo del IVI por especie para el estrato arbóreo de la Microcuenca y el Proyecto (CUSTF).

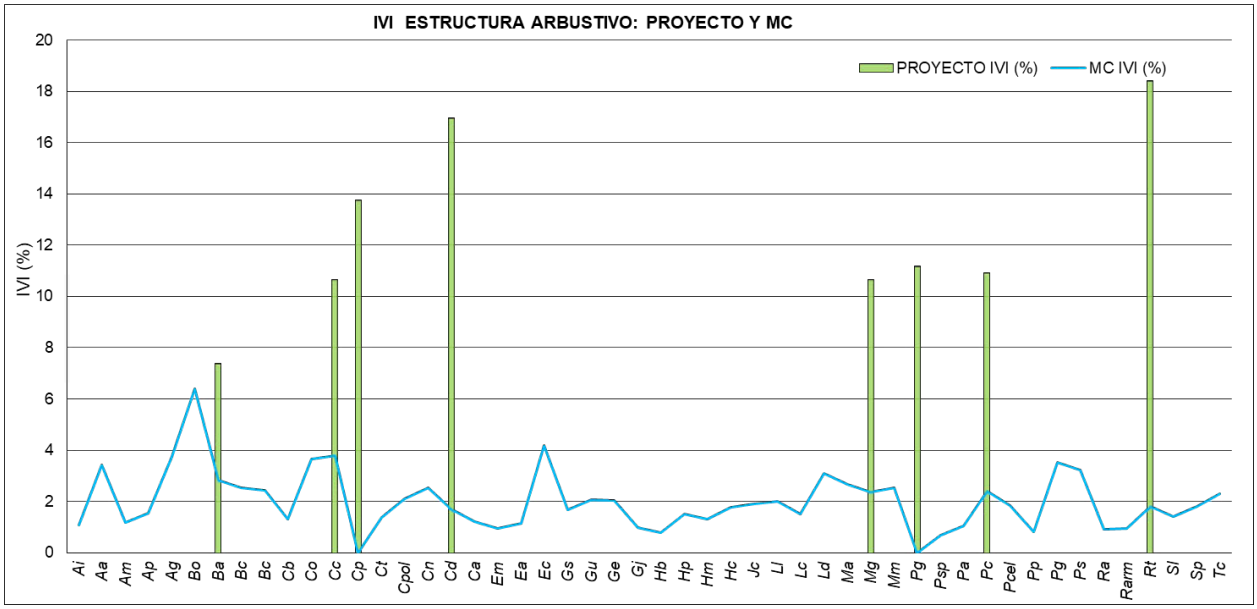


Gráfico VI.3. Comparativo del IVI por especie para el estrato arbóreo de la Microcuenca y el Proyecto (CUSTF).

La riqueza de especies fue mucho mayor en la Microcuenca (SA), en todos los estratos. Los valores de IVI para el proyecto fueron altos, aunque esto se debió a que se registró un número reducido de especies, mientras que en la Microcuenca la distribución fue variada.

- ✓ **La estructura horizontal y vertical**

El **estrato arbóreo**, presenta mejor desarrollo en la Microcuenca con una densidad de 2,417 individuos por hectárea, con una altura promedio de 8.7 metros y un diámetro medio de 18.4 cm. Mientras que las condiciones del Proyecto (CUSTF), fue de una densidad de 670 ind/ha, una altura de 3.9 metros y un diámetro medio de 4.7 cm.

El **estrato arbustivo**, de la misma manera en la Microcuenca se presenta un mejor desarrollo con una densidad de 5,154 individuos/ha, con una altura de 4 metros y un diámetro medio de 4.8 cm. En el área del Proyecto, la densidad fue de 640 ind/ha, con una altura promedio de 3.9 metros y un diámetro medio de 4.7 cm. Esto significa, que en general la Microcuenca presenta una condición de la vegetación mejor desarrollada y conservada, que la que se desarrolla en el área del Proyecto

- ✓ **Conclusión general de Biodiversidad de la vegetación.**

Con la remoción de la vegetación, debido al CUSTF, no se espera que haya consecuencias graves en la pérdida de especies, ya que, estas se registraron fuera del Proyecto también, por lo tanto, podrán desarrollarse favorablemente.

No se verá afectada la riqueza de especies y su diversidad, ya que los estimadores sugieren un mayor grado de riqueza y diversidad en la Microcuenca (SA), lo cual significa que aún se cuenta con una variedad importante fue del área del Proyecto. El comportamiento de las especies en la conformación de la estructura forestal presente en el Proyecto comparte características similares con la zona de la Microcuenca en cuanto a su distribución vertical y horizontal, la diferencia es que la condición en la Microcuenca resulta presentar una mejor distribución y desarrollo.

Ninguna de las especies que se inventariaron en el Proyecto, se encuentran bajo algún estado de conservación, por lo tanto, por tampoco se pondrá en riesgo la pérdida de biodiversidad en esas condiciones. Con la ejecución del Proyecto por CUSTF, se implementarán programas, con fines de conservación y restauración, para favorecer al estableciente de las especies que más se verán afectadas, como una medida de mitigación:

1. Implementar un **Programa de protección y/o rescate y reubicación de especies**, que incluya las especies nativas. Dicha actividad, se plantea reubicarlas en una parcela en la localidad de Bucerias, Bahía de Banderas, Nayarit, ya que es donde el promovente cuenta con una parcela y la cual presenta condiciones adecuadas para ejecutar estas labores, con

una superficie de 0.8. Esto con la finalidad de incrementar la cobertura y conservar las especies en esta zona.

2. Se ejecutará un Programa de Reforestación en una superficie de 0.8 ha.

3. Implementar un programa de conservación y restauración de suelos en una superficie de 0.80 ha.

Con estas acciones se ayudará a mejorar las condiciones de densidades y desarrollo de estas especies, compensando los efectos provocados por el CUSTF.

2. Fauna silvestre.

- ✓ **Diversidad**

Tomando como referencia los resultados la evaluación de campo, para la fauna silvestre, se estimó una riqueza de especies, abundancia, índice de Shannon y Simpson, en todos los casos, los indicadores sugieren una mejor representación a nivel de Microcuenca, a la del Proyecto. El sitio del Proyecto presenta ya perturbaciones en su estructura y muy probablemente la incidencia de fauna por fue poca (Tabla VI.6; Grafico 6, 7y 8)

El grupo mejor representado y más abundante en ambas zonas fue el de **Aves**, presenta una mayor riqueza de especies, registrándose en el Proyecto registro 15 especies, mientras que la Microcuenca 49 especies. De las registradas en el Proyecto todas se registraron en la Microcuenca. El **índice de Shannon** fue más elevado la Microcuenca (3.347 MC/2.45 Proyecto). El **índice de Simpson** también fue superior en la Microcuenca registrando un valor de 0.95, mientras que para el Proyecto fue de 0.90.

Los **mamíferos**, se encuentra más reducido, ya que el área del Proyecto registro una riqueza de **1 especies**, y la Microcuenca **6 especies**. Los índices de diversidad (Shannon Weaner y Simpson) indican una diversidad mucho más elevada que la estimada en el Proyecto. Las especies registradas en el Proyecto fueron registradas en la zona de la Microcuenca (**Tabal VI.6; Grafico VI.6**).

La herpetofauna, registra una la riqueza especifica fue de **3 especies** y para la Microcuenca (SA) fue de **4**.

Sin embargo, en este caso las estimaciones de los índices sugieren una diversidad similar, entre el Proyecto y la Microcuenca (Simpson. P=0.44; UA=0.55; Shannon-Weaver. P=0.64; UA=1.02). Para ambas zonas los indicadores sugieren un grado de diversidad bajo, y se destaca también que las especies registradas en el Proyecto, se encuentra representada en la Microcuenca.

El coeficiente de diversidad de Jaccard (Beta), se determinó que el grupo de las aves es el que presenta una menor similitud entre sitios de muestreo, determinando en promedio para el Proyecto una similitud de 27% y para la Microcuenca fue de 20%. Esto significa q a menor similitud de especies la diversidad tiende a ser más elevada (Tabla 123; Grafico36).

Tabla VI.6. Riqueza de especies e índices de biodiversidad de fauna silvestre para la Microcuenca (SA) y Proyecto por CUSTF.

Índice	Índices de Biodiversidad					
	Microcuenca (SA)			Proyecto		
Grupo de especies	Aves	Mamíferos	Herpetofauna	Aves	Mamíferos	Herpetofauna
Riqueza de especies	49	6	4	15	1	3
Abundancia	515	3	4	74	5	14
Shannon-Weaner (D. Alfa)	3.37	1.70	1.02	2.45	0.60	0.64
Simpson (D. Alfa)	0.95	0.81	0.55	0.90	0.41	0.44
Jaccard (D. Beta)	0.19	0.31	0.64	0.25	1.00	0.67

- ✓ **Conclusión general de Biodiversidad de la fauna silvestre.**

La riqueza específica y a los estimadores de biodiversidad (Alfa y Beta), nos indican que el grupo de las **Aves** fue el de mayor frecuencia y con mayor grado de diversidad, y abundancia, teniendo valores más altos que los demás grupos tanto en la Microcuenca (UA) y el Proyecto. Sin embargo, comparado con el mismo grupo, resulto tener un grado mayor de diversidad en la Microcuenca, que en el Proyecto.

El grupo de **Mamíferos y herpetofauna**, las estimaciones indican una diversidad bajos (Shannon-Weaver y Simpson respectivamente)

Se registraron dos especies en el Proyecto, que se encuentran en la NOM 059 (2010), tal es el caso de; *Ctenosaura pectinata* (A) del grupo de los Reptiles (Herpetofauna) y *Melanerpes chrysogenys* (Pr) de Aves. Este último también se registró en la Microcuenca (UA). En tanto la Microcuenca registraron un mayor número de especies con algún estatus de conservación, tales como *Buteogallus urubitinga* (Pr), *Eupsittula canicularis* (Pr), *Ara militaris* (A) y *Deltarhynchus flammulatus* (Pr) del grupo de las Aves. Así como *Aspidoscelis lineattissima* (Pr) y *Exerodonta smaragdina* (Pr) del grupo de Reptiles y Anfibios respectivamente (Herpetofauna).

Las especies registradas tienen la **posibilidad de moverse fácilmente hacia zonas anexas al Proyecto**, se espera no provocar daño a las especies que se pudieran encontrar al momento de la ejecución del Proyecto, por lo tanto, **tampoco se pone en riesgo la perdida de la diversidad de especies** y se buscara **ayudar en su protección y manejo adecuado mediante programas de**

rescate y reubicación, para que estas continúen su desarrollo en sitios similares a donde pudieran encontrarse.

Por tal motivo se recomienda mantener una brigada de rescate capacitada para atender durante la etapa del desmonte y despalme este aspecto, teniendo como prioridad el rescate de fauna que presenta algún grado de protección.

Para evitar el daño físico a la fauna que pudiera presentarse durante el CUSTF, así como para favorecer a mejorar y/o mitigar los efectos de la fracturación de la vegetación local, se sugiere tomar en cuenta las siguientes acciones:

1. Implementar un **programa de rescate y reubicación de especies**, para proteger y mantener la integridad de las especies de lento movimiento (anfibios, reptiles y mamíferos pequeños).

2. **Programa de conservación, protección, reforestación y restauración de suelos**, en una superficie de 0.8 ha, con la finalidad de mejorar los hábitats o fracciones de vegetación que quedarán en pie, los cuales favorecerán al desarrollo de la fauna silvestre local.

- ✓ **Conclusiones.**

1. Biodiversidad.

Por un lado, gracias a que el Proyecto será de bajo impacto, porque se solicita únicamente áreas pequeñas para el desplante. Por otro parte, las estaciones sugieren una baja incidencia de flora y fauna. Por tal motivo, no se compromete la flora y fauna silvestre de la zona, ya que las especies registradas para el área del Proyecto se encuentran bien representadas en el área de la Microcuenca. Como medida de compensación y/o mitigación se implementará un programa de rescate y reubicación de individuos, teniendo prioridad por las especies que más se puedan afectar. Además de considerar especies con peso ecológico importante para su conservación. Adicional a esto se plantea un Programa de reforestación en una superficie de 0.8 ha.

VI.3. Hidrología.

Se espera se generen ligeros cambios temporales, como la dirección natural del flujo, incluso se proyecta un aumente en la velocidad de los escurrimientos de esta zona. De acuerdo con la estimación del **balance hídrico** del área del Proyecto, se recomienda, para mitigar, reducir o compensar, la captación y velocidad de escurrimientos, e incrementar la capacidad de infiltración del agua, mediante un **Programa de conservación y restauración de suelos**, el cual ayudaría mucho en la compensación de los afectos provocados por el CUSTF. De preferencia deben implementarse en las inmediaciones del área del Proyecto, sin embargo, no existir suficiente área, se ha planteado una superficie de 0.8 ha para realizar trabajos de este tipo. Es importante recalcar que estas actividades serán fundamentales para reducir la velocidad y cantidad de escurrimientos superficiales y favorecer en la captura e infiltración de la precipitación que se presenta durante la temporada lluviosa.

La siguiente Tabla y el Grafico 33, muestra los valores obtenidos después del análisis, donde se mencionan los indicadores con la ejecución del CUSTF y sin CUSTF.

Tabla VI.7. Balance hidrológico para el área del Proyecto con y sin CUSTF.

Atributo calculado	Sin-CUSTF Vol. Total (m^3)	Con-CUSTF Vol. Total (m^3)
Precipitación P. (mm)	1,441.4	1,441.4
Escurrimiento medio calculado Q[1] (mm)	72	158
Evapotranspiracion Potencial EVP[2] (mm)	1,196	1,196
Infiltración I[3] (mm)	401	315

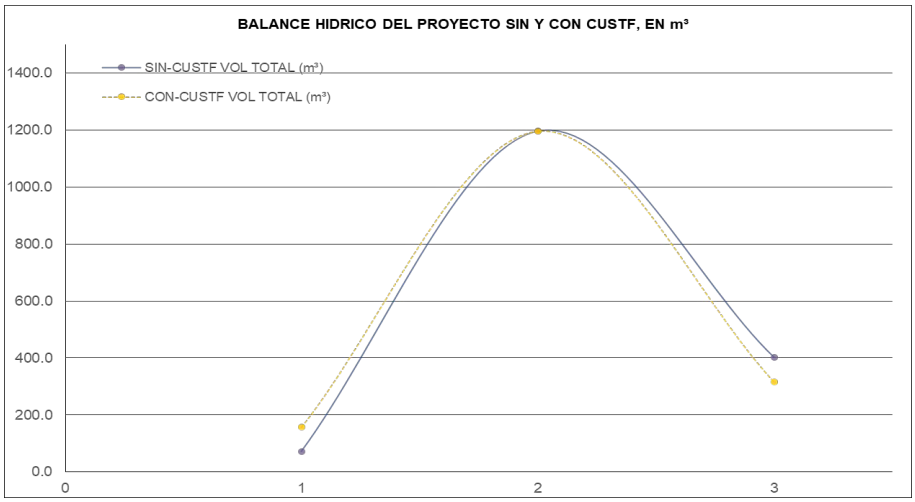


Gráfico VI.8. Balance hídrico para el Proyecto sin y con CUSTF.

Con la puesta en marcha del CUSTF, se **incrementaría el escurrimiento anu**al 69 m³ (de 221 a 291 m³/año) y por consecuencia se espera una **disminución de 69 m³ de la infiltración** (de 432 a 362 m³/año). Se proyecta que con el CUSTF se genere un excedente de 69 m³/año de escurrimiento superficial, y por esta razón, reducir o mitigar este excedente, se sugiere la construcción de obras de captación de agua; como **Zanjas trincheras y terraza individual**, para almacenar y lograr que parte de esta se infiltre.

Para reducir este volumen, se recomienda se construyan obras de conservación de suelos junto con actividades de reforestación en un área de 0.8 ha. Con estas actividades se espera reducir la velocidad del escurrimiento y lograr captar y almacenar e infiltrar un máximo, con lo cual se lograría mitigar gran parte de este excedente.

Con el Proyecto se obliga al Promovente a la implementación del programa de conservación y restauración de suelos con la finalidad de mitigar y/o disminuir los efectos provocados por el Proyecto. Si el programa se lleva a cabo de manera adecuada y oportuna, el impacto generado por el CUSTF no resultará significativo, y tampoco se tendrá un desequilibrio hidrológico de la zona del Proyecto.

Se recomienda seguir las actividades para prevenir y/o mitigar la contaminación del agua durante los trabajos de construcción. Siguiendo estas recomendaciones, medidas oportunamente y con mucha responsabilidad es posible mantener la calidad y cantidad de agua en la zona del Proyecto, y zonas colindantes al Proyecto.

VI.3. Protección y recuperación de los suelos.

Los procesos erosivos de los suelos se podrán dar durante la remoción de la cobertura vegetal, y de darse malas prácticas. En este caso la pérdida de suelo se puede dar durante la construcción de las obras planteadas, el cual puede ser temporal, debido a que no se mantendrá expuesto por mucho tiempo la zona de construcción.

De acuerdo a la estimación aproximada de la pérdida de suelo actual en el área del proyecto con y sin la ejecución del CUSTF. Por lo tanto, con la puesta en marcha del CUSTF será necesario implementar acciones que ayuden a mitigar este afecto.

Tabla VI.8. Estimación de la pérdida de suelo en el área del Proyecto.

Indicador	Microcuenca (SA)	PROYECTO	
	Sin CUSTF (X)	Sin CUSTF	Con CUSTF
Elevación máxima m	400	38	38
Elevación mínima m	10	20	20
Longitud m	5,130	22.5	22.5
Pendiente media %.	7.6	22.5	22.5

Variable	Proyecto	CUSTF total (1)
	Ton/ha/año	Ton/año
Erosión potencial (Con CUSTF)	303	303
Erosión potencial (Con CUSTF+practicas conservación)	0.30	1.52
Erosión actual (Sin CUSTF)	0.30	0.30

La estimación sugiere que actualmente se pierden aproximadamente ton/ha/año, mientras que con el CUSTF se incrementaría hasta 133.1 ton/ha/año. Es importante implementar un Programa de conservación de suelos, contemplando dentro de este la construcción de 5 **Presas de piedra**, con una capacidad de retención de 8 m³/año de suelo por cada Presa.

Estas obras (Zanjas trinchera y las Terrazas individual modificadas), también tiene la capacidad de retención de azolves, con una estimación aproximada 0.32 y 0.05 ton/año respectivamente. En total estas obras por año estarían almacenando aproximadamente 110 ton/año, lo cual significa una reducción importante. Todas estas actividades como una medida para la mitigación o disminución de los efectos erosivos. Estas obras se podrán realizar en algunas cárcavas, ya ubicadas, en zonas aledañas al proyecto o bien en el área destinada para la compensación y reforestación. Con el programa de conservación y de suelos, se logrará mitigar el efecto de la

pérdida de suelo. Por lo tanto, no se comprometerá la estabilidad de los suelos en las inmediaciones del proyecto, si no que se coadyuvara al mejoramiento de estos en gran medida.

VI.3. Conclusione.

1. Hidrología.

Se verá afectado temporalmente el escurrimiento superficial e infiltración, no se modificarán los cauces actuales. Sin embargo, con las acciones de obras de conservación de suelos y captación de agua, como medida de compensación, se logrará regular el balance hídrico. Con las obras de suelo es posible revertir los posibles efectos que se pueden generar por el CUSTF, tanto en el control, almacenamiento e infiltración de agua de lluvia estimada para el Proyecto, por lo tanto, no se verá afectada la condición hídrica de la zona. En cuanto a la calidad del agua, se proyecta no afectar esta condición ya que toda la etapa de construcción y operación, además de la implementación de un programa en el manejo de residuos sólidos y líquidos adecuadamente durante el proceso de construcción.

2. Suelos.

En este aspecto, consideramos que es posible compensar y/o mitigar los efectos generados al suelo, a corto plazo, con la acción de un programa de conservación y restauración de suelos. Por lo tanto, se considera que los impactos negativos al suelo serán temporales y podrá controlarse a corto o mediano plazo.

CAPITULO VII: MEDIDA DE PREVENCION Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES

ÍNDICE

VII. MEDIDA DE PREVENCION Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES.....3

VII.2. Impactos residuales.....**¡Error! Marcador no definido.**

VII.3. Información necesaria para la fijación de montos para fianzas.....**¡Error! Marcador no definido.**

VII.4. Estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso del suelo.....25

VII. MEDIDA DE PREVENCION Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES

VII.1. Descripción de las medidas de prevención y mitigación

En este capítulo se puntualizan las medidas preventivas, de mitigación, correctivas o de compensación para los impactos ambientales identificados a partir del análisis de la matriz de interacciones de Leopold (Capítulo V) y de la cartografía ambiental (Capítulo IV). Las medidas que se proponen pretenden minimizar o anular el efecto negativo de los impactos identificados.

Las medidas preventivas, de mitigación y correctivas señaladas para el proyecto son específicas para los impactos ambientales que pudieran derivarse de las actividades a realizar para la operación del proyecto y se sustentan en la premisa de que siempre es mejor no producir los impactos que establecer medidas correctivas.

A partir del análisis de la matriz de interacciones de Leopold y de la cartografía ambiental se han determinado las medidas preventivas y de mitigación para los casos identificados como impactos ambientales de significancia *irrelevante, moderada y severa*, en la etapa de construcción y la etapa de operación y mantenimiento. Derivado del análisis anterior se establecen medidas que se deberán llevar a cabo durante la operación del proyecto para reducir su participación en los impactos residuales, es decir, en la suma de impactos ambientales que ejercen cada uno de los proyectos, actividades o acciones sobre el área del proyecto, y que en sí mismos y de forma individual se identifican como impactos no significativos, pero su acumulación en tiempo y cantidad representan un impacto significativo de alto riesgo para el equilibrio del ecosistema.

Las obras y actividades del **proyecto** no afectarán directamente al ecosistema terrestre, ni al marino, ni causarán su desequilibrio, así como tampoco rebasarán los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, tal como se señala en los capítulos anteriores.

Descripción del programa de medidas preventivas, correctivas o de mitigación enlistadas por etapa del proyecto y por componente ambiental:

A partir del análisis de la matriz de interacciones de Leopold, (Capítulo V) y de la cartografía ambiental (Capítulo IV) se han determinado las medidas preventivas y de mitigación correctivas para los impactos por cada componente.

ATMOSFERA	
Impacto Ambiental: Calidad de aire, confort sonoro y microclima	
Medida de prevención mitigación	**Parámetro de control (valor)**
*Estará prohibida la quema de vegetación y de los residuos encontrados en el polígono del **proyecto** para la eliminación de éstos *De la remoción de manchones de vegetación, se llevará a cabo el trasplante de los especímenes de vegetación que cuenten con las características apropiadas para ello al igual que estará prohibida la quema de vegetación *Los vehículos que transporten el material a granel desde y hacia el área del **proyecto** llevarán el material transportado cubierto con lona para evitar la dispersión del material. *Las actividades de construcción se realizarán dentro de la superficie del	*Fotografías del uso de la lona para cubrir el vehículo de transporte. *Fotografía del trasplante de los especímenes de vegetación. *1 Bitácora de seguimiento de los

polígono del **proyecto**. *El horario de trabajo será únicamente diurno para evitar la generación de partículas por la noche. *Se realizará verificación vehicular de todos aquellos que sean utilizados para la realización y operación del **proyecto** de manera mensual en centros autorizados. *Todo vehículo y maquinaria que utilice gasolina o diésel como combustible y que será utilizado para alguna actividad en particular, y que se pueda considerar como una fuente de contaminación al ambiente, deberá cumplir con las normas siguientes: **NOM-041-SEMARNAT-2015** y **NOM-045-SEMARNAT-2017**. *Se tendrá precaución con el uso de estas sustancias para evitar su dispersión, se tendrá cuidado con las etiquetas y sus respectivos instructivos para que se encuentren siempre en buenas condiciones. *Se dejarán correctamente tapados para evitar su evaporación. *Estará prohibida la quema de los residuos encontrados en el polígono del **proyecto** para la eliminación de éstos. *El horario en el que se laborará será diurno de 7:00 a 17:00 hrs., por lo que la generación de ruido por parte del **proyecto** será únicamente en ese horario.	individuos trasplantados. *En caso de ser necesario, comprobante de la contratación de pipa para riego y fotografías. *Comprobantes de verificaciones vehiculares en talleres Autorizados. *1 Bitácora de mantenimiento vehicular, al menos 1 vez cada vehículo será llevado a mantenimiento. *NOM-080 (LMP) Peso bruto vehicular (kg) LMP db(A) <3,000 86 + 3,000 y <10,000 92 >10,000 99 *1 Reglamento para el personal.

AGUA	
Impacto Ambiental: Hidrología (escorrentía/infiltración) y Calidad de agua	
Medida de prevención mitigación	**Parámetro de control (valor)**
*Durante la preparación del sitio y construcción del proyecto, se contará con un módulo sanitario portátil por cada 5 trabajadores y los desechos serán dispuestos en el sitio autorizado a la empresa proveedora. *Todas las aguas residuales que se generen en la etapa de operación y mantenimiento se encontrarán conectadas a un sistema de tratamiento de aguas residuales. *Se instalarán regaderas y dispositivos de riego de bajo consumo de agua. Así como equipos de filtración y procesos que minimizan el consumo de agua. *Se realizará el riego nocturno para evitar la evaporación del agua. *Las áreas verdes dentro del predio fungirán como barreras naturales para evitar la erosión del suelo, generar hábitats y propiciar la filtración e infiltración del agua, etc. *Se llevará a cabo remoción de vegetación y se realizará el trasplante de los especímenes de vegetación existentes que cuenten con las características necesarias para tal fin. *El de detergentes, limpiadores y solventes será el mínimo requerido para evitar la contaminación del subsuelo; así como se dará prioridad al uso de productos biodegradables. *Se repararán de inmediato las fugas detectadas. *Se promoverá el ahorro de agua entre los ocupantes del **proyecto**.	*1 Sanitario portátil por cada 5 trabajadores. *El 100% de las aguas generadas sea tratada. *Fotografías del funcionamiento del Sistema de tratamiento de aguas residuales. *Mantenimiento adecuado del sistema de tratamiento de aguas residuales y del riego nocturno. *Fotografía del transplante de vegetación. *Instalación de muebles de baño, regaderas y dispositivos ahorradores de agua y equipos de filtración.

SUELO	
Impacto Ambiental: Uso de suelo y Propiedades Fisicoquímicas	
Medida de prevención mitigación	**Parámetro de control (valor)**
*De la remoción de vegetación, trasplante de los especímenes de vegetación que cuenten con las características apropiadas para ello favoreciendo su ciclo de vida, y en las áreas verdes la erosión del suelo, estará prohibida la quema de vegetación. *Previo al inicio de actividades de construcción y cada vez que se contrate personal se le dará una plática de inducción y de concientización sobre el manejo adecuado de los RSU. *Previo al inicio de la jornada laboral se realizará una supervisión sobre las condiciones del material, en caso de haber fuga se realizará el retiro del suelo con el solvente y será contenido para su posterior disposición final de acuerdo con lo especificado en el Ayuntamiento. *Se realizarán diariamente campañas de limpieza antes de terminar la jornada laboral para retirar todos los RSU que no fueron adecuadamente dispuestos. *Se contará con contenedores debidamente rotulados para la separación de los RSU. *La generación de RSU no excederá de 1 kg/persona/día. *Los materiales que puedan ser reutilizados, serán colectados y almacenados temporalmente para su uso y/o adecuada disposición posterior. *Se tendrá prohibido verter RSU a la vía pública, predios baldíos, ductos, cuerpos de agua y lugares no autorizados. (LGPGIR 100°)	*Se considera una superficie de **1,181 m²** (incluyendo patios y jardineras) para áreas verdes en el interior del predio. Superficie de trabajo = **2,568.452 m²**. *Fotografía de trasplante de vegetación. *10 botes rotulados (orgánico e inorgánico) con tapadera. *Comprobantes de recolección de residuos por parte de la Autoridad competente. *El total de los RSU será de <1 kg/persona/día. *1 Reglamento de manejo de residuos para el personal. *Consumo de estas soluciones según las cantidades recomendadas en cada envase. *Bitácora del mantenimiento

*Está prohibida la quema de residuos. *Se llevará a cabo la separación de los residuos por parte del usuario del **proyecto**. * Se evitará el uso de fertilizantes y productos que contaminen el subsuelo. *Se vigilará que las condiciones en las que se encuentren los recipientes sean las óptimas. *Los trabajos se realizarán únicamente en la superficie del polígono. *Las áreas verdes dentro del predio fungirá como barreras naturales para evitar la erosión del suelo, generar hábitats y propiciar la filtración e infiltración del agua, etc. *Las áreas verdes, propiciarán la formación de suelos fértiles, evitara la erosión, propiciara la captación de agua para los acuíferos, ayudara a reducir la temperatura del suelo y mejorara el paisaje de la zona. *Los vehículos que serán de uso para las diferentes etapas del **proyecto** se mantendrán bajo un estricto control de su mantenimiento.	semanal del área de almacenamiento. *1 Bitácora de seguimiento de los individuos trasplantados.

FLORA	
Impacto Ambiental: Cobertura vegetal, Diversidad y Densidad	
Medida de prevención mitigación	**Parámetro de control (valor)**
*La superficie de construcción permitida será únicamente dentro polígono. *De la remoción de vegetación, se llevará a cabo el trasplante de los especímenes de vegetación que cuenten con las características apropiadas para ello favoreciendo su ciclo de vida, y en las áreas verdes la erosión del suelo estará prohibida la quema de vegetación. *Se tendrá prohibido circular en áreas fuera a las correspondientes del proyecto. *No se permitirá la extracción de especies de áreas colindantes con el predio. *Estará prohibida la quema de vegetación y de los residuos encontrados en el polígono del proyecto para la eliminación de éstos. *Se vigilará que no se haga uso de fuego, herbicidas y/o cualquier otro producto químico que inhiba el crecimiento de la vegetación. *Se dará mantenimiento a las áreas verdes para su conservación. *El área verde dentro del proyecto fungirá como barrera natural para evitar la erosión del suelo, generar hábitats y propiciar la filtración e infiltración del agua, etc. *Se realizará la plantación de **150 individuos** de reforestación e reubicación de especies rescatadas, destacando *A. guacuyule, B. simaruba, F. insípida, G. ulmifolia* y *S. lateriflorum*, en una zona de área verde de **1,181 m²**, ubicado dentro del mismo polígono del **proyecto**, los cuales fungirán como barreras naturales para evitar la erosión del suelo, generar hábitats y propiciar la	*Se considera una superficie de **8,000 m²**. *Fotografías del manejo adecuado de la vegetación removida y del trasplante *Fotografías del manejo adecuado de la maleza generada. *Plantación de 1,738 (reforestación y reubicación) individuos forestales. *1 Bitácora de seguimiento de los individuos trasplantados.

filtración e infiltración del agua, etc. *Se dispondrá de una superficie de áreas verdes dentro del predio del **proyecto** que fungirán como hábitats y refugio para la fauna y establecimiento de especies de la región.	

FAUNA	
Impacto Ambiental: Diversidad, Densidad y Hábitat	
Medida de prevención mitigación	**Parámetro de control (valor)**
*Previo al inicio de actividades se realizará un recorrido en caso de encontrar alguna especie de fauna se ahuyentará, aquellos de lento desplazamiento se procederá a extraer y reubicar en un área similar a la que fue	*0 personal de trabajo después de 36 meses de labores. *1 Bitácora de avistamientos. *Fotografías del manejo adecuado de la vegetación y del trasplante de los individuos

encontrada. *Se tendrá prohibida la caza/colecta de especies. *A través del taller/pláticas se concientizará al personal que solo podrá circular por el área del **proyecto**. *Los trabajos se realizarán por el periodo estipulado en el cronograma de trabajo. *Se dispondrá de una superficie de áreas verdes dentro del predio del **proyecto** que fungirán como hábitats y refugio para la fauna y establecimiento de	

especies de la región. *Se llevará a cabo el trasplante de los especímenes de vegetación que cuenten con las características para ello, favoreciendo el hábitat y refugio para la fauna	

DESARROLLO SOCIAL	
Impacto Ambiental: Calidad paisajística	
Medida de prevención mitigación	**Parámetro de control (valor)**
*Los trabajos se realizarán por un periodo de 36 meses. *Previo al inicio de actividades de construcción y cada vez que se contrate personal se le dará una plática de inducción y de concientización sobre el manejo adecuado de los RSU. *Se dará mantenimiento a las áreas verdes y los especímenes reubicados para su conservación.	*Se considera una superficie de **8,000 m²**. *Plantación de 1,738 individuos forestales. *Fotografías de conexión al sistema de tratamiento de

*La vivienda plurifamiliar mejorará las condiciones actuales del paisaje. *Todas las aguas residuales que se generen se encontrarán conectadas a un sistema de tratamiento de aguas residuales. *El horario en el que se laborará será diurno de 7:00 a 17:00 hrs, por lo que la presencia de los trabajadores por parte del **proyecto** será únicamente en ese horario.	aguas residuales. *Lista de asistencia del horario del personal. *0 personal después de la construcción del proyecto (36 meses).

Medidas especiales de prevención y mitigación enfocadas en la protección de fauna

Perturbación del proceso de anidación de la tortuga marina y afectación a nidos, en un caso extraordinario de la presencia de un ejemplar.

Existe la posibilidad de llegada de alguna tortuga para desovar derivado de que la playa del proyecto está catalogada como de arribazón de tortuga.

Medidas:

Se llevarán a cabo las siguientes prácticas enfocadas a la conservación y protección de la tortuga y fauna marina:

1. Se tendrá prohibido durante todas las etapas del proyecto la colecta, captura o caza de cualquier especie.

2. Se instalarán mecanismos de control para regular la intensidad y orientación del alumbrado. Las fuentes de iluminación se colocarán considerando las posiciones correctas de funcionamiento de las fuentes de luz según Herranz, 2002.

3. No se realizarán obras constructivas que puedan fungir como barreras físicas en la playa.

4. Aunque las actividades serán hasta las 17:00 hrs, se orientarán los tipos de iluminación que se instalen cerca de la playa, de tal forma que su flujo luminoso se dirija hacia abajo y fuera de la

playa, utilizando alguna de las siguientes medidas de mitigación del impacto: I) luminarias direccionales o provistas de mamparas o capuchas;

II) focos de bajo voltaje (40 watts) o lámparas fluorescentes compactas de luminosidad equivalente; III) fuentes de luz de coloración amarillo o rojo puro, tales como las lámparas de vapor de sodio de baja presión.

5. Se tendrá prohibido a personal y usuarios del proyecto el tránsito vehicular en la zona de playa.

6. Se mantendrá la playa y la ZFMT frente al proyecto libre de plásticos y otros residuos sólidos urbanos, realizando diariamente actividades de limpieza.

7. Se apoyará en la difusión de las buenas prácticas enfocadas a la conservación y protección de las tortugas y fauna marina.

8. En caso de la presencia de algún nido de tortuga en el sitio del proyecto se llevará a cabo su resguardo temporal a fin de notificarlo al Campamento Tortuguero más cercano en este caso el “Campamento Tortuguero Platanitos” ubicado en playa Tortuga en el km 4 y sea llevado para su manejo, resguardo y seguimiento.

9. Se llevará a cabo limpieza continua del espacio de suelo natural sin afectación de vegetación nativa.

El efecto de la iluminación nocturna artificial del conjunto de todos y cada uno de los desarrollos inmobiliarios en la franja costera provoca un impacto adverso significativo en el comportamiento de

la fauna del ecosistema marino. Se trata de un efecto sinérgico y acumulado de todos los desarrollos.

Programa de vigilancia ambiental

La sistematización del cumplimiento de las medidas de mitigación propuestas en el presente estudio más la imposición de condicionantes en caso de obtener la autorización correspondiente, se integrará en lo que se denomina Programa de Vigilancia Ambiental (se incluye en anexos), y que se presentarán de manera anual ante la Secretaría. Considerando los impactos que el **proyecto** va a generar se tiene contemplada la plantación de 1,738 individuos, ofreciendo una calidad visual mayor, una elevación en la infiltración de agua, aumento del estrato arbóreo y superficie de copa, esto como una compensación al medio ambiente.

- ✓ **Metodología de plantación (reforestación)**

Obtención de las plantas

Los ejemplares estarán en etapa juvenil, que tengan seis meses de edad y 40 cm de altura, que es cuando es el punto óptimo donde las plantas están listas para la siembra directa o a raíz desnuda (Carlson, 2004).

Se deben elegir las plantas más vigorosas, libres de plagas y enfermedades. Aunque las características físicas dependerán de la especie, existen criterios generales que indican buena calidad en las plantas. La raíz deberá ocupar por lo menos el 50% del volumen total del envase, el diámetro basal del tallo deberá ser ≥ 0.25 cm, la altura total del vástago no mayor a 30 cm, y por lo menos ¼ parte de la longitud total del tallo con tejido leñoso, endurecimiento. Se recomienda aplicar un riego a saturación un día antes del transporte de las plantas.

Es importante considerar que la compra de éstas se realizará por máximo una semana antes de que vayan a ser plantadas, para evitar el estrés al ejemplar y garantizar mayor sobrevivencia. Las especies a plantar serán obtenidas a partir de viveros de la región, con el objeto de no estresar a la planta con el cambio de clima al momento de ser plantada.

El **transporte de la planta** debe ser en vehículo de doble rodado y cobertura con lona, además con diferentes compartimientos para evitar el estrés de las plantas durante el traslado que debe llevarse a cabo en menos de 3 horas. Dicho lo anterior, la compra de los individuos se realizará en un vivero cercano al polígono de plantación y que tenga disponible las especies requeridas. Para evitar que los costos se eleven demasiado, el traslado no debe ser superior a 50-60 Km del vivero.

Climograma

Considerando la ubicación del sitio a reforestar y realizando el cálculo de la evapotranspiración por medio del segundo método de Thornthwaite, se observa que la evapotranspiración en la zona no sobrepasa los 20 cm, por lo que la humedad en el suelo se conserva y resultan siendo tierras fértiles para el cultivo o plantaciones.

La época de lluvias comienza a finales de mayo y termina hasta principios de noviembre, siendo agosto el mes que presenta mayor precipitación.

Se recomienda realizar la plantación en temporada de lluvias, por lo tanto, será en los meses de junio y julio, esto con el objeto de evitar en la medida de lo posible el gasto de agua en riego.

Aunado a que, con la plantación de las especies de papelillo, cacahuananche y huaje, especie nativa de la Región, el mantenimiento (riego) de este no será tan estricto.

La plantación se constituirá por medio de terrazas individuales, tal y como se contempla en el Manual de Obras y Prácticas de Protección, Restauración y Conservación de Suelos Forestales de la Comisión Nacional Forestal.

El principal objetivo de las terrazas individuales es capturar agua de los escurrimientos superficiales para aumentar la humedad disponible para las plantas.

Materiales y equipo para la plantación

Tabla 9. Materiales y equipo para la plantación

○ **Pala**	○ **GPS**
○ **Cintra métrica**	○ Sustrato (mezcla previa elaborada con insumos de abono, enraizante, insecticidas y sustrato)
○ **Barras**	○ Camioneta Pick-Up
○ **Machetes**	○ Cámara fotográfica
○ **Guantes**	○ Hojas de registro
○ **Estacas**	○ Plumas o lápices
○ **Cuerda**	○ Listones de color llamativo
○ **Carretilla**	○ Malla

Procedimiento

Una vez localizada el área de plantación, ésta será delimitada y marcada para garantizar su sobrevivencia, después se procede con la preparación del sitio.

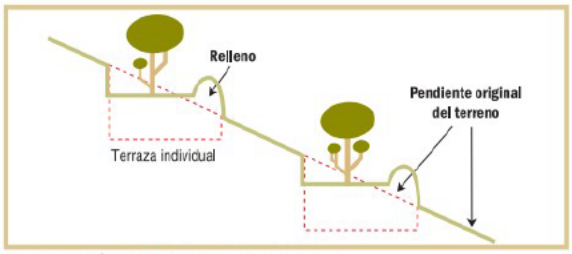
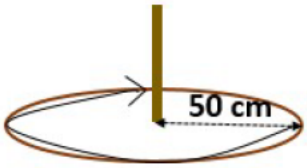
Preparación del terreno

Si se realiza una plantación en un sitio con mucha maleza, el ejemplar que se vaya a plantar no podrá tener un buen desarrollo, ya que tendrá que luchar por los recursos de nutrimentos, hídricos, así como de radiación solar.

Plantación

Una vez que se tiene preparado el terreno, se procede a la marcación de los puntos donde se plantarán cada uno de los ejemplares, ésta puede realizarse con la ayuda de estacas. La marcación de cada punto será a una distancia de 3 m por cada árbol.

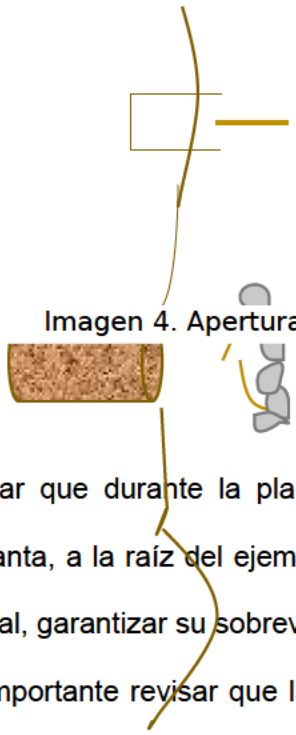
Tabla 10. Procedimiento para la plantación

1er paso	Las terrazas individuales se deben alinear en curvas a nivel y separarse de acuerdo con la pendiente y densidad de plantas que requiere cada especie  **Imagen 2. Sección transversal de terrazas individuales**
2ndo paso	Se marca el área de la terraza, debe tener como mínimo 1 metro de diámetro y al menos 10 cm de profundidad de corte. (Método opcional de trazado de la terraza: posicionar una estaca en el centro donde irá el ejemplar y con una cuerda de 50 cm de largo realizar un círculo alrededor de ésta) (Ver **Imagen 3**).  **Imagen 3. Método de delimitación de la terraza individual**
3er paso	Se excava el suelo formando una terraza como se muestra en la imagen del paso 1, de tal manera que la terraza pueda almacenar un espejo de agua de 10 cm y el piso de esta quede a

	contracorriente.

Continuo cuadro...

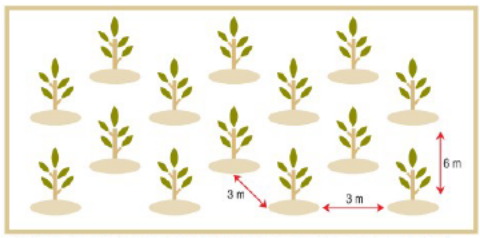
Tabla 10. Procedimiento para la plantación

4to paso	La apertura de la cepa para plantar el ejemplar se realizará de acuerdo con el diámetro del cepellón, la profundidad deberá ser en función al tamaño de la raíz que tenga el ejemplar, de tal manera que éste quede justo a la altura de la superficie, esto con el objeto de garantizar el mejor desarrollo de la raíz. Se integrará en las cepas una porción de sustrato, para garantizar el crecimiento y sobrevivencia de la planta.  Imagen 4. Apertura de cepa para plantación Se debe cuidar que durante la plantación y una vez que se remueve la bolsa que contiene la planta, a la raíz del ejemplar no le entre mucho oxígeno, para evitar que se muera y al igual, garantizar su sobrevivencia. También es importante revisar que las raíces no estén enredadas; en caso de que así se encuentren, se deberá cortar el fondo de la bolsa con dos cortes laterales, en el sentido de la costura de la bolsa, ya sea con una navaja o con cúter. Se debe agregar el sustrato correspondiente (mezcla previa elaborada con insumos de abono, enraizante, insecticidas y sustrato) para garantizar aún más el crecimiento de la

	planta.

Continuo cuadro…

Tabla 10. Procedimiento para la plantación

5to paso	Con el producto de la excavación se construye un bordo aguas abajo, en forma de media luna, para conducir los escurrimientos hacia las demás terrazas de las curvas de nivel aguas abajo (como se muestra en la Imagen 2 del paso 1). El bordo se compacta y suaviza para proporcionar estabilidad y facilitar la instalación de vegetación arriba del mismo.  Imagen 5. Ejemplo de Terraza Individual
6to paso	La siguiente terraza se excava a la distancia prevista para la plantación (3 m), procurando que su arreglo sea en "tresbolillo" (Ver **Imagen 3**).  Imagen 6. Plantación con arreglo "tresbolillo"

- ✓ **Protección y señalamientos**

Se deberá realizar una delimitación de la plantación con alambrado de púas, para evitar el pisoteo del ganado.

- ✓ **MAntenimiento**

Se deberá dar un mantenimiento continuo durante 4 años, además se verificará las condiciones del individuo, que éste no tenga algún tipo de plaga o que hayan crecido algún tipo de planta invasora que impida su crecimiento, además se deberá remover los residuos sólidos urbanos que pudieran haberse acumulado.

- ✓ **Monitoreo**

A partir de que se realice la plantación, se comenzará la toma de evidencia fotográfica de las actividades que se efectúen, relacionadas con el presente estudio, se deberá llevar a cabo por un máximo de 5 años en lo que la planta toma la fuerza necesaria para poder subsistir de manera autónoma.

Se realizarán recorridos mensuales para la toma de evidencia fotográfica y el mantenimiento de la plantación, hasta que se considere que éstos se encuentran ya establecidos y en condiciones de prosperar por sus propios medios. Una vez que esto suceda se realizarán los recorridos de manera anual.

Además, se llevará a cabo un conteo para identificar el porcentaje de sobrevivencia considerando los datos que se obtengan y se registren en las **Tablas de Monitoreo de Crecimiento** que se presenta al final de este documento.

Indicador de eficacia

Se efectuará un conteo de las ejemplares que sobreviven, y en función a los que fueron plantados, se calculará el porcentaje de sobrevivencia.

$$\%\, Sobrevivencia = \frac{¿\, de\ ejemplares\ vivos}{¿\, de\ ejemplares\ plantados} \cdot 100$$

Para comprobar que la aplicación de esta medida de compensación haya sido efectiva se espera una sobrevivencia mínima del 80%.

Debido a que, posterior a este informe se realizará una Manifestación de Impacto Ambiental, dentro de los informes mensuales, se presentarán los avances de la plantación.

- ✓ **Cronograma de actividades**

El presente cronograma indica los tiempos y las actividades para la realización de la Reforestación como medida de compensación por los daños ocasionados por el **proyecto**.

Programa de Reforestación																
	Mes												**Año**			
Etapa/Actividad	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**2**	**3**	**4**	**5**
Preparación para la plantación cada año																
Acondicionamiento del terreno	**x**															
Marcación		**X**														
Apertura de cepas			**X**													
Obtención de la planta				**x**	**x**											

Plantación															
Preparación del sustrato				**x**											
Plantación							**x**								
Realización de las terrazas							**X**								
Instalación de alambrado de púas										**X**					
Mantenimiento (limpieza, retiro de RSU, protección contra plagas, apertura de canales)										**X**					
Monitoreo	**X**														
Informes											**x**				

- ✓ **Recursos humanos**

El trabajo será supervisado por un especialista en la materia de biología, agronomía o forestal con experiencia en plantaciones y uno o dos peones.

VII.2. Impactos residuales

Se considera un impacto ambiental residual a todo impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación. Una vez realizado el análisis de los impactos generados por las actividades del presente **proyecto**, se pueden considerar como impactos residuales la construcción dentro del polígono, ya que este impacto perdurará durante la vida útil del **proyecto**, los demás impactos por generar se pueden mitigar de manera efectiva y con la aplicación de las medidas de prevención propuestas, en lo que corresponde a la zona terrestre es conveniente mencionar que el predio en mención se encuentra bastante perturbado por las diferentes actividades antropogénicas, es por eso que las medidas de mitigación, serán dirigidas a las zonas perturbadas para mejorar su condición actual, considerando además que se trata de una zona con

un uso de suelo **Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia**, es por eso que el presente **proyecto** considera la importancia de aplicar medidas de prevención, para que sea un **proyecto** con visión sustentable, respecto a lo social, económico, ambiental y cultural.

VII.3. Información necesaria para la fijación de montos para fianzas

Se consideran todos los posibles efectos de obras y actividades a desarrollarse, así como también la utilización de los recursos naturales, o en su caso, considerar aquellas medidas que el solicitante de manera voluntaria proponga y sean encaminadas a evitar o reducir el mínima los efectos negativos sobre el ambiente, del nuevo Reglamento de la (LGEEPA, 2000).

VII.4. Estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso del suelo.

ACTIVIDAD	COSTO UNITARIO (MN)	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD /HA/MES/AÑO/JORNAL	META	TOTAL
REFORESTACION Y CONSERVACION DE SUELOS:					
PRODUCCION/COMPRA DE PLANTA PARA LA REFORESTACION AÑO 1					
Compra de planta de especies nativas	$28.0	Planta	1100	880	$24,640.00
SUBTOTAL					**$24,640.0**
PROTECCION:					
Cercado con postes de fierro	$72,000.0	Km	0.38	0.38	$27,360.00
Brecha cortafuego	$9,000.0	Km	0.38	0.38	$3,420.0
SUBTOTAL					**$30,780.0**
OBRAS DE CONSERVACION DE SUELOS:					
Presas de piedra en carcavas	$1,800.0	m^3	10	10	$18,000.0
Zanja trinchera	$45.0	m	400	160	$7,200.0
Barreras de piedra	$32.0	m	400	160	$5,120.00
SUBTOTAL					**$30,320.0**
ASESORIA TECNICA PARA EL SEGUIMIENTO					
Asesoria tecnica (Seguimiento y presentacion de informes)	$12,000.0	Visita	4	4	$48,000.0
SUBTOTAL					**$48,000.0**
REFORESTACION (AÑO 1):					
Adquisición y flete de fertilizante organico mineral (Dosis abono organico 55 ml/planta).	$12.0	Planta	1100	880	$10,560.00
Transporte de planta (95 ha)	$3.5	Planta	1100	880	$3,080.00
Reforestacion con apertura de cepa comun	$7.0	Planta	1100	880	$6,160.00
Terraza individual modificada	$12.0	Terraza	1100	880	$10,560.00
Aplicación de fertilizante organico mineral (Dosis abono organico 55 ml/planta).	$4.0	Planta	1100	880	$3,520.00
Deshierbe en círculo alrededor de la planta (100%)	$8.0	Planta	1100	880	$7,040.00
SUBTOTAL					**$40,920.0**
PRODUCCION/COMPRA DE PLANTA PARA REPOSICION CONSIDERANDO UN 50% (AÑO 2):					
Compra de planta de especies nativas (50% de reposicion)	$28.0	Planta	1100	440	$12,320.0
SUBTOTAL					**$12,320.0**
ASESORIA TECNICA PARA EL SEGUIMIENTO					
Asesoria tecnica (Seguimiento y presentacion de informes)	$12,000.0	Visita	4	4	$48,000.0
SUBTOTAL					**$48,000.0**
MANTENIMIENTO PARA AÑO 2					
Mantenimiento de cercado con postes de fierro	$9,000.0	Km	0.38	0.38	$3,420.0
Mantenimiento de Brecha cortafuego	$7,000.0	Km	0.38	0.38	$2,660.0
Riego de auxlio manual (50% de la planta, dos veces al año; marzo-mayo)	$3.0	Planta	1100	880	$2,640.00
Transporte de planta para reposicion (50%l	$3.5	Planta	1100	440	$1,540.00
Reforestacion con apertura de cepa comun (reposicion de planta en un 50%)	$7.0	Planta	1100	440	$3,080.00
Deshierbe en círculo alrededor de la planta (100%)	$6.0	Planta	1100	880	$5,280.00
SUBTOTAL					**$18,620.0**
PRODUCCION/COMPRA DE PLANTA PARA REPOSICION CONSIDERANDO UN 30% (AÑO 3 al 5					
Compra de planta de especies nativas (30% de reposicion)	$28.0	Planta	1100	792	$22,176.00
SUBTOTAL					**$22,176.0**
ASESORIA TECNICA PARA EL SEGUIMIENTO					
Asesoria tecnica (Seguimiento y presentacion de informes)	$12,000.0	Visita	4	4	$48,000.0
SUBTOTAL					**$48,000.0**
MANTENIMIENTO PARA AÑO 3 al 5					
Cercado con postes de fierro	$9,000.0	Km	0.34	0.34	$3,078.0
Brecha cortafuego	$7,000.0	Km	0.34	0.34	$2,394.0
Mantenimiento de obras de conservacion de suelos (Reacondicionamiento de Presas de piedra, Acomodo de material y desasolve zanja trinchera	$600.0	Jornal	6	18	$10,800.0
Riego de auxlio manual (50% de la planta, dos veces al año; marzo-mayo)	$3.0	Planta	1100	1320	$3,960.00
Adquisición y flete de fertilizante organico mineral (Dosis abono organico 55 ml/planta/ Al 60% de la planta).	$12.0	Planta	1100	1584	$19,008.00
Transporte de planta para reposicion (30%)	$3.5	Planta	1100	792	$2,772
Reforestacion con apertura de cepa comun (reposicion de planta en un 30%)	$7.0	Planta	1100	792	$5,544

Aplicación de fertilizante organico mineral (Dosis abono organico 55 ml/planta. Al 50% de la planta).	$3.0	Planta	1100	1320	$3,960.00
Deshierbe en círculo alrededor de la planta (100%)	$6.0	Planta	1100	2640	$15,840.00
SUBTOTAL					**$67,356**
ASESORIA TECNICA PARA EL SEGUIMIENTO					
Asesoria tecnica (Seguimiento y presentacion de informes)	$12,000.0	Visita	4	4	$48,000.0
SUBTOTAL					**$48,000.0**
TOTAL DEL PROYECTO COMPENSACION Y REFORESTACION					**$439,132.0**

EJECUCION DE LOS PROGRAMAS DE RESCATE Y REUBICACION DE FLORA Y FAUNA SILVESTRE					
ACTIVIDAD	**COSTO UNITARIO (MN)**	**UNIDAD DE MEDIDA**	**CANTIDAD /DIA/HA**	**META**	**TOTAL**
RESCATE Y REUBICACION DE FLORA SILVESTRE AÑO 1:					
Rescate y reubicacion de flora silvestre (Dos brigadas conformadas por 3 personas cada una) Consiste en las labores de mano de obra para la esxtraccion, acondicionamiento y posteriormente reubicacion de individuos que se veran afectadas por CUSTF	$700	Jornal	2	60	$42,000.0
Adquisición y flete de fertilizante organico mineral (Dosis abono organico 50 ml/planta/ Al 100% de la planta)	$12	Planta	858	858	$10,296.00
Aplicación de fertilizante organico mineral (Dosis abono organico 55 ml/planta. Al 80% de la planta). Por dos años (año 1 y año 3 de manteniento)	$4	Planta	858	858	$3,432.0
SUBTOTAL					**$55,728.0**
RESCATE Y REUBICACION DE FLORA SILVESTRE MANTENIMIENTO AÑO 2					
Riego de auxlio manual (50% de la planta, dos veces al año; marzo-mayo)	$15	Planta	858	858	$12,870.00
Deshierbe en círculo alrededor de la planta (100%)	$12	Planta	858	858	$10,296.00
Asesoria tecnica (Seguimiento y presentacion de informes)	$12,000	Visitas	3	3	$36,000.00
SUBTOTAL					**$59,166.0**
RESCATE Y REUBICACION DE FLORA SILVESTRE MANTENIMIENTO AÑO 3					
Riego de auxlio manual (50% de la planta, dos veces al año; marzo-mayo)	$17	Planta	858	858	$14,586.00
Deshierbe en círculo alrededor de la planta (100%)	$13	Planta	858	858	$11,154.00
Asesoria tecnica (Seguimiento y presentacion de informes)	$12,000	Visitas	3	3	$36,000.00
SUBTOTAL					**$61,740.0**
RESCATE Y REUBICACION DE FLORA SILVESTRE MANTENIMIENTO AÑO 3					
Riego de auxlio manual (50% de la planta, dos veces al año; marzo-mayo)	$20	Planta	858	858	$17,160.00
Deshierbe en círculo alrededor de la planta (100%)	$13	Planta	858	858	$11,154.00
Asesoria tecnica (Seguimiento y presentacion de informes)	$12,000	Visitas	3	3	$36,000.00
SUBTOTAL					**$64,314.0**
TOTAL					**$240,948.0**
RESCATE Y REUBICACION DE FAUNA SILVESTRE AÑO 1:					
Rescate y reubicacion de fauna silvestre (una brigada conformadas por 3 personas) Consiste en las labores de mano de obra para acciones de ahuyentamiento, rescate y posteriormente reubicacion de individuos que se encuentren durante el CUSTF	$800	Jornal	3	135	$108,000.0
TOTAL					**$108,000.0**
TOTAL CUMPLIMIENTO DE PROGRAMAS AMBIENTALES POR 5 AÑOS, EN UNA SUPERFICIE DE 0.8 HA					**$788,080.0**

CAPITULO VIII: PRONOSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO EVALUACION DE ALTERNATIVAS.

ÍNDICE

VIII. PRONOSTICO AMBIENTAL Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS....2
VIII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto....2
VIII.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto....2
VIII.3. Descripción y análisis del escenario considerando medidas de mitigación....3
VIII.4. Pronostico Ambiental....3
VIII.5. Programa de manejo ambiental....4
VIII.6. Seguimiento y control....4

VIII. PRONOSTICO AMBIENTAL Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VIII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto

El polígono donde se encontrará el proyecto está dentro de una pequeña zona, que, en comparación de un desarrollo hotelero de densidad alta, la afectación ambiental no se considera significativa tanto en el consumo o utilización de los recursos como el agua como la posible contaminación de estos, considerando los volúmenes y la cantidad de personas presentes.

Por lo anterior, en caso de que no se realice la construcción del proyecto, ambientalmente no existirá cambio en el área, ni de manera positiva, ni negativa, porque se considera una zona afectada antropogénicamente, y eventualmente el crecimiento de la localidad llegaría alcanzando el sitio del proyecto. Las condiciones naturales ya han sido modificadas a través de dicha actividad que han tenido impactos negativos en las condiciones naturales de la zona, con esto y de acuerdo al análisis realizado en los capítulos anteriores del presente estudio, se puede concluir que éste no mermará las condiciones naturales y ambientales de la zona, ni de la región.

El proyecto comprende la construcción, operación y mantenimiento de un complejo plurifamiliar, con la cual la afectación ambiental no se considera significativa tanto en el consumo o utilización de los recursos y la posible contaminación de estos, considerando los volúmenes y la cantidad de personas que la ocuparan.

VIII.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto

De la evaluación de los impactos ambientales referidos en el capítulo V, se determinó que las principales afectaciones negativas se limitarán al área del proyecto y al área directamente

circundante, por tratarse de un terreno con topografía básicamente plana, ubicado en la parte baja de la microcuenca hidrográfica.

En caso de que la operación y mantenimiento del proyecto no considerara el tratamiento de las aguas residuales, y que éstas fueran vertidas en una fosa séptica, ocasionaría grandes impactos al suelo y su filtración a los mantos freáticos, así como la contaminación de las aguas; aunado a que no se vigilara el consumo del recurso hídrico, la afectación sería a nivel regional para los habitantes de San Blas, ya que no habría suficiente disponibilidad de éste.

Se tendrán impactos ambientales durante la construcción al realizar la pavimentación de superficies, al modificar patrones de escorrentía y absorción y reducir la superficie potencial de vegetación; y durante la operación del proyecto, por el consumo de agua potable, iluminación nocturna, por tratarse de afectaciones cotidianas durante toda esta etapa del proyecto.

Estos impactos serán principalmente puntuales, aunque podrían extenderse a la zona directamente colindante al área del proyecto; sin embargo, por tratarse de una zona perturbada, con un nivel medio de fragmentación y aislamiento, no provocarán grandes alteraciones en los ecosistemas terrestre y sus recursos naturales o en su salud, que obstaculicen la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

Por otro lado, algunos impactos ambientales serán prevenidos o mitigados de manera implícita por el propio proyecto.

Aunado a lo anterior, en el caso de que no se contemplara el correcto manejo de los residuos sólidos urbanos, la zona se llenaría de basura, mermando las condiciones paisajísticas, así como,

afectando el hábitat de las especies de fauna y las condiciones de vegetación que actualmente existen, pero principalmente se contaminaría el suelo.

VIII.3. Descripción y análisis del escenario considerando medidas de mitigación

La ejecución del proyecto con la aplicación de las medidas tanto de prevención, como de mitigación permitirá la operación sustentable del proyecto, compensando las áreas de desplante con la superficie de áreas verdes proyectadas en el polígono. Además, como se ha venido mencionando no habrá afectación respecto a la contaminación de mantos freáticos, al suelo, o a la atmósfera por la inadecuada disposición de aguas residuales y residuos sólidos urbanos.

En seguimiento a lo anterior, se realizará separación de los Residuos Sólidos Urbanos, para ayudar en el reciclaje de éstos. De igual manera, las aguas residuales que se generen tienen como destino el Sistema de Tratamiento de aguas Residuales que se instalará dentro del polígono.

Durante la operación se reducirá su participación en la sinergia y acumulación de los múltiples impactos generados por los desarrollos y las localidades que representan un riesgo de impacto significativo a largo plazo para el ecosistema costero a causa del uso urbano del suelo y por la liberación gradual de diversas sustancias y partículas utilizadas en la operación de los proyectos de la zona costera, sobre todo por los agroquímicos utilizados indiscriminadamente, por el inadecuado manejo de los residuos sólidos y líquidos, y por la contaminación lumínica nocturna, provocando la degradación gradual de ambos ecosistemas sin que pueda atribuirse este conjunto de afectaciones al **proyecto** mismo.

Asimismo, las afectaciones negativas se limitarán básicamente a la zona que abarca el área del **proyecto**, como se describe en el Capítulo IV, minimizando al máximo o incluso eliminando aquellas que pudieran generarse en la zona circundante.

VIII.4. Pronostico Ambiental

Considerando la información de los capítulos anteriores y lo presentado en éste, se considera que la construcción, operación y mantenimiento del proyecto traerá mayores beneficios, no solo ambientales si no que brindará una dinámica al flujo económico en la región debido a que se hará consumo a los servicios locales.

Asimismo, las afectaciones negativas se limitarán básicamente a la zona que abarca el área del proyecto, minimizando al máximo o incluso eliminando aquellas que pudieran generarse en la zona circundante. Se reducirá su participación en la sinergia y acumulación de los múltiples impactos generados por los desarrollos y las localidades de la franja costera que representan un riesgo de impacto significativo a largo plazo para el ecosistema marino a causa del uso urbano del suelo y por la liberación gradual de diversas sustancias y partículas utilizadas en la operación de los proyectos de la franja costera.

VIII.5. Programa de manejo ambiental

Se contemplan actividades que permitan desarrollar favorablemente el Proyecto que en conjunto de otras será necesario llevarse a cabo, al igual que conforme el avance de cada etapa.

Tabla VIII.1. Actividades por etapa en su ejecución

Actividad/Etapa	Mes																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Etapa de Preparación del Sitio																		
Desmonte																		
Despalme																		
Retiro de residuos																		
Abertura de caja																		
Etapa de construcción																		
Trazo de obras																		
Abertura de caja y cimentación																		
Introducción de sistema de captación de aguas																		
Introducción de servicios de gas																		
Introducción de servicios de luz y datos																		
Introducción de servicios de hidrosanitarios																		
Introducción de instalación hidráulica y pluvial																		
Construcción de Vivienda vertical																		

VIII.6. Seguimiento y control

En la tabla siguiente se plasman las actividades que deberán ser atendidas de acuerdo con el tipo de actividad.

Tabla VIII. 2. Actividades de seguimiento y control.

Actividad	Diario/Semanal	Trimestral	Semestral	Anual
Saneamiento de depósitos de basura				
Limpieza de áreas comunes e instalaciones en general				
Mantenimiento de lago artificial y sistema de captación de aguas				
Mantenimiento				
Manejo y disposición de los RSU				
Mantenimiento del sistema de saneamiento de aguas residuales				
Mantenimiento del sistema de agua potable				
Mantenimiento áreas verdes				

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

Para el trámite de Cambio de Uso de Suelo

en Terrenos Forestales, Modalidad B-Particular.

ÍNDICE

IX. FIRMA DEL PROMOVENTE Y RESPONSABLE DE LA ELABORACION DEL DOCUMENTO TECNICO UNIFICADO Y EL DE LA EJECUCION DEL PROYECTO.....2

IX. FIRMA DEL PROMOVENTE Y RESPONSABLE DE LA ELABORACION DEL DOCUMENTO TECNICO UNIFICADO Y EL DE LA EJECUCION DEL PROYECTO.

Se declarará bajo protesta de decir verdad, que los resultados, fueron obtenidos a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías, comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país, y del uso de la mayor información disponible, y que las medidas de prevención y mitigación sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales. De la misma manera, para determinar los análisis físicos y biológicos correspondientes

C. VICTOR MANUEL RODRIGUEZ SANCHEZ

Promovente
Apoderado legal

JOSE LUIS VELIZ RODRIGUEZ

Responsable de la elaboración del Documento
Ced. Prof. 7543871
RFN. NAY-UI-5-8-12