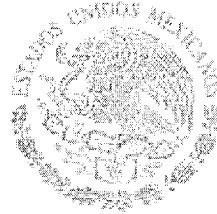


SEMARNAT

SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES



- I. **Área de quien clasifica:** Delegación Federal de la SEMARNAT en Chiapas.
- II. **Identificación del documento:** Versión Pública de la recepción evaluación y resolución de la manifestación de impacto ambiental en su modalidad particular Modalidad A: no incluye actividad altamente riesgosa, con número de bitácora: 07/MP-0054/03/16.
- III. **Partes clasificadas:** Partes correspondientes domicilio; nombre, teléfono, OCR de credencial de elector y firma de terceros, páginas que la conforman: Páginas 3.
- IV. **Fundamento Legal:** La clasificación de la información confidencial se realiza con fundamento en los artículos 113 Fracción I de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública y 116 primer párrafo de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; razones y circunstancias que motivaron a la misma: Por tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada e identificable.
- V. **Firma del titular:** Amado Ríos Valdez
- VI. **Fecha:** Versión pública aprobada en la sesión celebrada el 06 de noviembre del 2017; número del acta de sesión de Comité: Mediante la resolución contenida en el resolución 508/2017.



DELEGACIÓN FEDERAL EN CHIAPAS

ESTABLECIMIENTO DE GRANJA ACUÍCOLA PARA CULTIVO DE MOJARRA TILAPIA (*Oreochromis niloticus*), PRESA MALPASO, CHIAPAS, MÉXICO

Manifestación de Impacto Ambiental - Modalidad Particular

Tecnologías Aplicadas a la Industrialización de Alimentos y Bebidas, S.A. de C.V.

Representante Legal: PROTEGIDO



DELEGACIÓN FEDERAL EN CHIAPAS

ESTABLECIMIENTO DE GRANJA ACUÍCOLA PARA CULTIVO DE MOJARRA TILAPIA (*Oreochromis niloticus*), PRESA MALPASO, CHIAPAS, MÉXICO

Manifestación de Impacto Ambiental - Modalidad Particular
Tecnologías Aplicadas a la Industrialización de Alimentos y Bebidas, S.A. de C.V.
Representante Legal: PROTEGIDO

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, marzo 2016

Establecimiento de granja acuícola para cultivo de mojarra tilapia (Oreochromis niloticus), Presa Malpaso, Chiapas, México

Tecnologías Aplicadas a la Industrialización de Alimentos y Bebidas, S.A. de C.V.

Representante legal:

Responsable técnico:

En la siguiente dirección electrónica se localiza la información presentada en este Manifiesto:

Texto impreso en Chiapas

Versión PDF, marzo 2016

Resumen

Se pretende la implementación de una granja acuícola para el cultivo intensivo de tilapia (*Oreochromis niloticus*) al interior de la CHE Nezahualcóyotl mediante el uso de jaulas flotantes dispuestas en 6 módulos -cada módulo constando de 3 jaulas de 12 por 12 metros (engorda) y 1 jaula de 6 por 6 metros (pre engorda). Se utilizarán organismos genética y fenotípicamente machos YY, obtenidos mediante la técnica denominada “supermachos”, lo que minimiza el riesgo de cruza al interior de las jaulas y proporciona un crecimiento más rápido para la obtención de la talla comercial esperada, que es de 500 gramos; esta técnica de supermachos evita la presencia de organismos masculinizados mediante tratamiento hormonal, incluyendo hembras genotípicas, obteniendo con ello una producción “orgánica” al omitir el uso de hormonas en los peces. La producción esperada por módulo es de 180 toneladas anuales en 3 ciclos de producción, para un total de producción en toda la granja de 1,080 toneladas anuales de pez fresco sin eviscerar. La operación de la granja puede ocasionar impactos ambientales significativos sobre diversos recursos naturales, entre los que se encuentran: agua (calidad química y física, modificación del patrón de flujo superficial y sub superficial por la colocación de líneas de jaulas flotantes), fauna (modificación del comportamiento de especies libres, modificación de la población de la fauna libre) y flora (modificación del patrón de distribución de plantas acuáticas con motivo de la concentración de nutrientes en la línea de jaulas flotantes).

Para mitigar/remediar el impacto potencial significativo que el cultivo intensivo de tilapias pueda ocasionar sobre el medio ambiente circundante, se proponen las siguientes medidas: (1) reforestación de un área de 50,000 m² al interior o en las inmediaciones de la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote, preferentemente al interior o cerca del macizo de Selva Alta Perennifolia localizado en el Sistema Ambiental delimitado para la actividad; (2) evitar la construcción/colocación de módulos durante períodos ecológicamente sensitivos, tales como época de reproducción (generalmente durante la primavera); (3)

habilitar sitios de descanso (perchas, rocas, troncos) para aves migratorias, residentes y/o acuáticas en tierra firme; (4) monitoreo frecuente (cuatrimestralmente o menor) de la calidad del agua; (5) realización anual de un estudio de ictio fauna en el área donde se pretende la instalación de las jaulas; y, en la medida de lo posible, (6) realización de estudios de población de manera conjunta con otros acuicultores con presencia en el vaso de la presa.

Índice general

Índice de figuras	xii
Índice de cuadros	xiv
Glosario y Abreviaturas	xv
1 Datos generales	1
1.1 Del Proyecto	1
1.1.1 Nombre	1
1.1.2 Ubicación	1
1.1.3 Duración	2
1.2 Del Promovente	3
1.2.1 Nombre o razón social	3
1.2.2 Registro Federal de Contribuyentes y CURP	3
1.2.3 Dirección	3
1.3 Del Responsable de la elaboración del estudio	3
1.3.1 Nombre	3
1.3.2 Registro Federal de Contribuyentes y CURP	3
1.3.3 Dirección	3
2 Descripción de la obra o actividad proyectada	4
2.1 Información general	4
2.1.1 Naturaleza	4
2.1.1.1 Laboratorio - Unidad de reproducción y alevinaje (Berriozabal)	5
2.1.1.1.1 Estructura	6

2.1.1.1.2	Sistema Acuaponia	9
2.1.1.2	Siembra - Engorda de tilapias (Malpaso)	11
2.1.1.2.1	Tipo y calidad de alimento balanceado a utilizar	11
2.1.2	Uso actual del suelo	12
2.1.3	Ubicación física	12
2.1.3.1	Croquis de localización	12
2.1.3.2	Plano topográfico	14
2.1.3.3	Plano de conjunto	14
2.1.3.4	Superficie total requerida por el proyecto	14
2.1.4	Inversión requerida	14
2.2	Características particulares	14
2.2.1	Información biotecnológica de la especie a cultivar	14
2.2.1.1	Especie	14
2.2.1.2	Origen de los organismos	19
2.2.1.3	En caso de especies exóticas, híbridas o transgénicas	19
2.2.1.3.1	Mecanismos para evitar fuga y transfaunación	19
2.2.2	Estrategias de manejo	20
2.2.2.1	Números de ciclos de producción al año	20
2.2.2.2	Biomasa inicial y esperada	20
2.2.2.3	Tipo y cantidad de alimento a utilizar y forma de almacenamiento	20
2.2.2.4	Características de los tipos de abono y/o fertilizantes	23
2.2.3	Descripción de obras principales	23
2.2.3.1	Diseño y distribución	23
2.2.3.2	Acotaciones relativas al sitio	25
2.2.3.3	Estimación del tiempo de recambio	25
2.2.3.4	Acumulación de materia orgánica	27
2.2.4	Descripción de obras asociadas	28
2.2.5	Descripción de obras provisionales	29
2.3	Programa de trabajo	29
2.3.1	Descripción de actividades por etapa	29
2.3.2	Abandono del sitio	33
2.3.3	Otros insumos	33

3 Vinculación con ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación de uso del suelo	34
3.1 Instrumentos jurídicos	34
3.2 Planes o programas de ordenamiento ecológico	35
3.2.1 Programa de Ordenamiento General del Territorio	35
3.2.1.1 UAB 81 Altos de Chiapas	36
3.2.1.2 Vinculación con estrategias del POETG	38
3.3 Áreas naturales protegidas	40
3.4 Regiones prioritarias de conservación	40
3.4.1 RTP's	41
3.4.2 RMP's	41
3.4.3 RHP's	41
3.4.4 AICA's	42
3.5 Programas de recuperación y restablecimiento de zonas de restauración ecológicas . . .	43
3.6 Leyes y reglamentos	43
3.6.1 LGEEPA	43
3.6.2 LAN	44
3.6.3 LGP	45
3.6.4 RLMIA	45
3.6.5 RLAN	45
3.6.6 RLGP	46
3.7 NOM's	46
3.8 NMX's	48
4 Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del Proyecto	49
4.1 Delimitación del área de estudio	49
4.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental	52
4.2.1 Aspectos abióticos	52
4.2.1.1 Clima	52
4.2.1.2 Geología	54
4.2.1.3 Suelos	55
4.2.1.4 Hidrología superficial	57

4.2.1.5	Hidrología subterránea	57
4.2.2	Aspectos bióticos	60
4.2.2.1	Vegetación	60
4.2.2.2	Fauna	62
4.2.3	Paisaje	67
4.2.3.1	Calidad visual	68
4.2.3.2	Fragilidad visual	69
4.2.4	Medio socioeconómico	70
4.2.4.1	Demografía	70
4.2.4.2	Factores socioculturales	71
4.2.4.2.1	Sistema cultural	71
4.2.4.2.2	Patrimonio histórico	72
4.3	Diagnóstico Ambiental	72
5	Identificación de impactos	74
5.1	Preámbulo	74
5.2	Metodología de identificación y evaluación	76
5.3	Lista de verificación	77
5.3.1	Determinación de la importancia del impacto	79
5.3.1.1	Espacios abiertos	80
5.3.1.2	Recursos naturales	81
5.3.1.3	Construcción	85
6	Medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales detectados	87
6.1	Introducción	87
6.2	Descripción de las medidas	88
6.2.1	Espacios abiertos	88
6.2.2	Recursos naturales	90
7	Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas	91
7.1	Pronóstico del escenario	91
7.1.1	Sin Proyecto	91
7.1.2	Con Proyecto	92
7.2	Conclusiones	92

8	Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos	94
8.1	Del procesamiento de datos	94
8.2	Del inventario de flora y fauna	95
8.3	Del sistema de coordenadas	95
8.4	De la metodología utilizada para la identificación de impactos	95
	Bibliografía	96

Índice de figuras

2.1	Croquis de localización del Proyecto	13
2.2	Tilapia del Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>)	15
2.3	Técnicas de obtención de machos de manera artificial en cultivo de tilapia.	18
2.4	Transporte y sembrado de alevines (tomado de http://goo.gl/AM5Ap6).	21
2.5	Esquema de jaulas flotante para el cultivo de peces.	24
2.6	Diseño de multijaulas a utilizar en el Proyecto	26
2.7	Esquemas constructivos de jaula y módulo.	30
3.1	ANP's en el Estado de Chiapas, Proyecto en el círculo rojo	40
3.2	RTP's en el Estado de Chiapas, Proyecto en el círculo rojo	41
3.3	RHP's en el Estado de Chiapas, Proyecto en el círculo rojo	42
3.4	AICA's en el Estado de Chiapas, Proyecto en el círculo rojo	43
4.1	Subcuenca hidrológica en la que se ubica el Proyecto	50
4.2	Sistema Ambiental del Proyecto , en rojo.	51
4.3	Hipsografía del SA (Proyecto en rojo)	52
4.4	Climas en el SA (Proyecto en rojo)	53
4.5	Geología en el SA (Proyecto en rojo)	56
4.6	Edafología en el SA, Proyecto en rojo.	58
4.7	Acuífero Tuxtla (en rosa) en el SA, Proyecto en rojo	59
4.8	Vegetación en el SA.	60
4.9	Vegetación 1975 en el SA.	60
4.10	Calidad ecológica en el SA, Proyecto en rojo.	70

Índice de cuadros

1.1	Coordenadas del Proyecto	1
2.1	Autorizaciones otorgadas en la Presa para el cultivo intensivo de <i>Oreochromis niloticus</i>	13
3.1	Ordenamientos Ecológicos en el Estado de Chiapas	35
4.1	Temperaturas (°C) registradas por estación	54
4.2	Precipitación (mm) registrada por estación	54
4.3	Ictiofauna reportada en el SA	62
4.3	Ictiofauna reportada en el SA	63
4.4	Avifauna representativa en el SA	64
4.4	Avifauna representativa en el SA	65
4.4	Avifauna representativa en el SA	66
4.4	Avifauna representativa en el SA	67
4.5	Población en el SA	70

Glosario y Abreviaturas

- Acuífero** Cualquier formación geológica o conjunto de formaciones geológicas hidráulicamente conectados entre sí, por las que circulan o se almacenan aguas del subsuelo que pueden ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento y cuyos límites laterales y verticales se definen convencionalmente para fines de evaluación, manejo y administración de las aguas nacionales del subsuelo.
- ad libitum** Expresión latina que significa literalmente «a placer, a voluntad» y quiere decir «como guste».
- AI** Área de Influencia
- AICA** Área de Importancia para la Conservación de las Aves
- Ambiente** El conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados.
- ANP** Área Natural Protegida.
- Aprovechamiento sustentable** La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos.
- Area de Influencia** Porción delimitada del territorio en el que el proyecto puede tener influencia sobre sus componentes ambientales.
- Biomasa** Materia total de los seres que viven en un lugar determinado, expresada en peso por unidad de área o de volumen.

GLOSARIO Y ABREVIATURAS

Biótico	Relativo a la vida y a los organismos. Los factores bióticos constituyen la base de las influencias del medio ambiente que emanan de las actividades de los seres vivos.
CHE	Central Hidro Eléctrica.
Clima	Valores estadísticos sobre los elementos del tiempo atmosférico en una región durante períodos que se consideran suficientemente representativos, de 30 años o más.
cm	centímetro.
CNA	Comisión Nacional del Agua
CONABIO	Comisión Nacional de la Biodiversidad
Concesión	Título que otorga el Ejecutivo Federal, a través de la Comisión o del Organismo de Cuenca que corresponda, conforme a sus respectivas competencias, para la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales, y de sus bienes públicos inherentes, a las personas físicas o morales de carácter público y privado, excepto los títulos de asignación.
Contaminación	La presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico.
Coordenadas	Referencias que se requieren para fijar la localización de un punto cualquiera sobre la superficie de la tierra.
Croquis	Diseño ligero de un terreno, paisaje o posición militar, que se hace a ojo y sin valerse de instrumentos geométricos.
Degradación	Conjunto de procesos cuyo desarrollo implica la pérdida de recursos naturales.
Ecosistema	Conjunto de especies de un área determinada que interactúan entre ellas y con su ambiente abiótico -mediante procesos como la depredación, el parasitismo, la competencia y la simbiosis- y con su ambiente al desintegrarse y volver a ser parte del ciclo de energía y de nutrientes.
ECOSUR	El Colegio de la Frontera Sur
EIA	Evaluación de Impacto Ambiental.

Especie	Unidad básica de la clasificación de los organismos, que agrupa a los individuos que se reproducen sexualmente y que pueden procrear descendencia fértil.
Eutrofización	Enriquecimiento en nutrientes de un ecosistema, generalmente acuático.
Eviscerar	Extraer las vísceras.
Extrudir	Dar forma a una masa metálica, plástica, etc., haciéndola salir por una abertura especialmente dispuesta.
FDA	Federal Drug Agency, por sus siglas en inglés.
Fenotipo	Expresión del genotipo en función de un determinado ambiente. Los rasgos fenotípicos cuentan con rasgos tanto físicos como conductuales.
Genotipo	Toda la información contenida en los cromosomas que puede o no manifestarse en el individuo.
HDPE	Polipropileno de alta densidad.
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
km²	kilómetro cuadrado
Lago o Laguna	El vaso de propiedad federal de formación natural que es alimentado por corriente superficial o aguas subterráneas o pluviales, independientemente que dé o no origen a otra corriente, así como el vaso de formación artificial que se origina por la construcción de una presa.
LAN	Ley de Aguas Nacionales.
LGEEPA	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
LGP	Ley General de Pesca
Luz de malla	Distancia de apertura entre los hilos de una red.
M.N.	Moneda Nacional.
m³	metros cúbicos.

mg	Miligramo.
mm	milímetros
Mm³	Millones de m ³ .
msnm	metros sobre el nivel del mar
NAME	Nivel de Aguas Máximas Extraordinarias.
NAMINO	Nivel de Aguas Mínimas de Operación.
NAMO	Nivel de Aguas Máximas Ordinarias.
NOM	Norma Oficial Mexicana.

Ordenamiento Ecológico Instrumento de política ambiental que se concibe como un proceso de planeación cuyo objetivo es encontrar un patrón de ocupación del territorio que maximice el consenso y minimice el conflicto entre los diferentes sectores sociales y las autoridades en una región.

Paisaje Conjunto a nivel regional de diferentes unidades o teselas internamente homogéneas bajo los mismos procesos funcionales.

Pellet Denominación genérica utilizada para referirse a pequeñas porciones de material aglomerado o comprimido. El término es utilizado para referirse a diferentes materiales.

pH Potencial hidrógeno. Medida de acidez o alcalinidad de una disolución. El pH indica la concentración de iones hidronio $[H_3O]^+$ presentes en determinadas disoluciones.

Plano topográfico Un plano topográfico es una representación, generalmente parcial, del relieve de la superficie terrestre a una escala definida.

Pluvial Relativo a la lluvia.

POEGT Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

POET Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial.

- Postlarva** En acuicultura, es el estadio del ciclo biológico del camarón que se alcanza después de haber evolucionado, a través de los diferentes estadios larvales, a un tamaño de 7-12 mm.
- Pozo artesiano** Pozo de gran profundidad, para que el agua contenida entre dos capas subterráneas impermeables encuentre salida y suba naturalmente a mayor o menor altura del suelo.
- RHP** Región Hidrológica Prioritaria
- RLAN** Reglamento de la LAN.
- RLGP** Reglamento de la LGP.
- RLMIA** Reglamento de la LGEEPA en materia de impacto ambiental.
- RMP** Región Marina Prioritaria
- RTP** Región Terrestre Prioritaria
- Río** Corriente de agua natural (perenne o intermitente) que desemboca a otras corrientes, a un embalse (natural o artificial) o al mar.
- SA** Sistema Ambiental
- Sedimento** Fracción sólida en suspensión o saltación de una corriente de agua.
- SEMARNAT** Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- SIATL** Simulador de Flujos de Aguas de Cuencas Hidrográficas
- Sistema ambiental** Delimitación que se hace del territorio, en base a sus características físicas o bióticas, a fin de establecer una línea base sobre la cual evaluar los efectos de un proyecto en particular. Es la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecer el proyecto.
- Sustancia Peligrosa** Aquella que por sus altos índices de inflamabilidad, explosividad, toxicidad, reactividad, radiactividad, corrosividad o acción biológica pueden ocasionar una afectación significativa al ambiente, a la población o a sus bienes.

Sustancia tóxica Aquélla que puede producir en organismos vivos, lesiones, enfermedades, implicaciones genéticas o muerte.

Transfaunación Anglicismo producto de la traducción al castellano del término en inglés “Trasfaunation” que significa transferencia de parte (o el total) de la flora simbiótica presente en el tracto digestivo –usualmente protozoos mutualistas– de un hospedero (normalmente de la misma especie) a otro; esta transferencia puede ocurrir de manera natural o inducida. El término suele utilizarse incorrectamente para describir el fenómeno de reemplazo de poblaciones de fauna nativa en comunidades o ecosistemas perturbados por poblaciones de organismos introducidos (o exóticos), fenómeno que se denomina *introducción de especies invasoras*, no transfaunación.

UAB Unidad Ambiental Biofísica.

WMS Web Map Service (Servicio de Mapas en Red).

Zona Federal Las fajas de diez metros de anchura contiguas al cauce de las corrientes o al vaso de los depósitos de propiedad nacional, medidas horizontalmente a partir del nivel de aguas máximas ordinarias. La amplitud de la ribera o zona federal será de cinco metros en los cauces con una anchura no mayor de cinco metros.

ZSCE Zona Sujeta a Conservación Ecológica

°C Grado centígrado

Datos generales

1.1 Del Proyecto

1.1.1 Nombre

Establecimiento de granja acuícola para cultivo de mojarra tilapia (*Oreochromis niloticus*), Presa Malpaso, Chiapas, México, en adelante denominado como **Proyecto**.

1.1.2 Ubicación

El lugar donde se pretende implementar el **Proyecto** se localiza en el interior de la CHE Nezahualcóyotl (en adelante denominada como **Presa**) en la ubicación cuyas coordenadas se muestran en el Cuadro 1.1.

Cuadro 1.1: Coordenadas del **Proyecto**

Vértice	X	Y	Vértice	X	Y
1	438,830.46	1,894,011.61	16	440,373.52	1,893,151.07
2	439,518.98	1,894,528.48	17	440,305.47	1,8930,16.85
3	439,852.69	1,894,108.34	18	440,371.56	1,892,959.20
4	439,801.47	1,894,041.22	19	440,432.88	1,892,971.62
5	439,827.16	1,893,873.76	20	440,706.19	1,892,710.71

Vértice	X	Y	Vértice	X	Y
6	439,911.40	1,893,885.96	21	440,811.54	1,892,712.47
7	439,904.90	1,894,000.21	22	440,894.94	1,892,967.05
8	439,918.92	1,894,026.35	23	440,810.36	1,893,104.99
9	440,157.82	1,893,730.63	24	440,889.51	1,893,290.07
10	440,979.48	1,893,798.45	25	441,411.34	1,893,131.48
11	440,976.53	1,893,513.02	26	441,342.06	1,892,586.00
12	440,795.56	1,893,402.85	27	440,991.16	1,892,322.30
13	440,692.17	1,893,172.26	28	440,218.14	1,892,507.76
14	440,582.10	1,893,227.09	29	439,521.95	1,893,071.50
15	440,478.73	1,893,230.97			
Área Segregada 1					
30	439,216.73	1,893,958.74	34	439,551.00	1,893,648.14
31	439,341.32	1,894,056.90	35	439,381.80	1,893,906.66
32	439,522.14	1,894,011.03	36	439,260.54	1,893,869.47
33	439,677.18	1,893,755.69			
Área Segregada 2					
37	441,063.87	1,892,919.74	43	441,079.52	1,892,710.20
38	441,136.62	1,892,874.38	44	441,043.77	1,892,749.78
39	441,212.01	1,892,803.73	45	441,026.11	1,892,810.47
40	441,224.63	1,892,765.44	46	441,006.40	1,892,850.60
41	441,200.53	1,892,729.77	47	441,009.94	1,892,882.02
42	441,130.23	1,892,705.07	48	441,028.42	1,892,912.87
Área total solicitada = 2,364,584.46 m ² (236-45-84.46 hectáreas)					

Las áreas segregadas corresponden a áreas de tierra (islas) que se ubican en el interior del polígono y que, por razón de la naturaleza del **Proyecto**, no serán utilizadas para el cultivo acuícola que nos ocupa.

El **Proyecto** incluye también un muelle flotante con ubicación en el par de coordenadas 440,840 y 1,897,725.

1.1.3 Duración

Indefinido, por tanto tiempo como exista el vaso de la **Presa** o por tanto tiempo como sea rentable el **Proyecto**. Tentativamente se propone un período de vida útil de 30 años.

1.2 Del Promovente

1.2.1 Nombre o razón social

[REDACTED]

1.2.2

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

Descripción de la obra o actividad proyectada

2.1 Información general

2.1.1 Naturaleza

El **Proyecto** consiste en la cría, engorda y cosecha de mojarra tilapia (*Oreochromis niloticus*) al interior de la **Presa**, mediante el uso de jaulas flotantes, y un muelle modular flotante de acceso (de plástico reciclado, con un perfil bajo sobre el agua y en colores que se mimetizan con el entorno, fabricado con elementos de resina de alta calidad, 100 % reciclable, resistente a innumerables productos químicos y que no se degrada en el entorno; además de montarse y desmontarse fácilmente).

En cuanto a la cría, engorda y producción de mojarra, se pretende que ésta sea orgánica y basada en los siguientes principios:

- Cuidadosa selección del lugar para las instalaciones.
- Protección de los ecosistemas adyacentes.
- Evitar conflictos con otros usuarios del recursos hídrico.
- Adecuadas densidades de población para garantizar el bienestar animal.

- Prohibición del uso de químicos.
- Uso de medicamentos y tratamientos naturales en caso de enfermedades.
- Origen orgánico de la materia prima vegetal utilizada como alimento.
- Prohibición del uso de organismos genéticamente modificados tanto en los ingredientes de los alimentos como en los propios animales.
- Procesamiento según normas orgánicas.

Desde este punto de vista, la producción en jaulas o redes de río es la que más se aproxima a los requerimientos de la producción orgánica, complementando así la elección de alevines no hormonados y alimentos orgánicos, ya que entre otros factores:

- No se consume agua de mantos acuíferos subterráneos.
- La ubicación de las unidades de producción no afecta el equilibrio del medio circundante.
- La recolección se realiza en áreas abiertas y sin contaminar.
- La cosecha en redes de río produce un estrés mínimo en los organismos y no afecta al recurso.

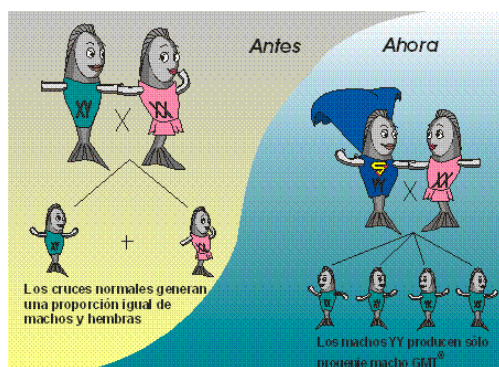
En la actualidad no existen normas o reglamentaciones de acuicultura orgánica reconocidas y aceptadas internacionalmente, aunque no ocurre lo mismo con otros alimentos de origen vegetal y animal. En forma muy sintética podríamos decir que el proceso de cultivo involucra las etapas de reproducción, siembra, pre-engorda, engorda y cosecha para su posterior comercialización. Por lo anterior dividiremos la descripción en dos etapas.

2.1.1.1 Laboratorio - Unidad de reproducción y alevinaje (Berriozabal)

En la región donde tenemos nuestra granja acuícola no se cuentan con proveedores confiables de alevines (sanos), ya que se busca sembrar organismos totalmente libre de enfermedades y en la región NO existe un proveedor que entregue un certificado de calidad garantizando que el alevín entregado esté libre de enfermedades. Además, los productores de alevines que existen no tendrían la capacidad para surtirnos y tendríamos que comprarlos a múltiples proveedores, por lo que no existiría una uniformidad en nuestra producción derivado de la falta de continuidad en la entrega de un mismo proveedor.

Aunado a lo anterior, los proveedores cuentan con controles muy bajos o no cuentan con ningún tipo de control sanitario, lo que implicaría demasiadas variables que no nos permitirían medir con precisión las mejoras requeridas. Adicionalmente a lo anterior las especies de tilapia que se planean sembrar son superiores por las características señaladas en el cuadro a continuación.

A través de la aplicación de manipulaciones genéticas relativamente sencillas, la University of Wales Swansea y sus colaboradores han desarrollado una nueva tecnología genética innovadora y sólida para producir progenie totalmente macho o casi totalmente macho de la tilapia del Nilo (Mair et al, 1997). Esta tecnología, denominada la "tecnología de machos YY" se desarrolla como un programa de cría que combina la feminización y las pruebas de progenie para producir un novedoso tipo de machos con genotipos YY (es decir, con 2 cromosomas de sexo macho) en lugar del genotipo habitual XY de los machos. Estos machos YY se denominan "supermachos" y poseen la propiedad única de engendrar únicamente progenie genéticamente macho. Esta progenie se denomina Tilapia Genéticamente Macho (GMT[®]), y se trata de machos normales.



Es importante entender que no se utilizan técnicas de ingeniería genética en el desarrollo o la producción de las GMT[®]. Las GMT[®] no son organismos genéticamente modificados y el debate actual sobre los alimentos genéticamente modificados no es de aplicación en el caso de las GMT[®]. Los tratamientos hormonales utilizados como parte del proceso de producción de machos YY se eliminan dos generaciones antes de que los peces lleguen al consumo, con lo que ni las GMT[®] ni sus padres machos YY están tratados en forma alguna, lo que hace que esta tecnología resulte más segura que el cambio hormonal de sexo. Se trata de una tecnología respetuosa con el medio ambiente que no precisa instalaciones especiales para su aplicación.

Tomado de la página de Fishgen Ltd. (<http://www.fishgen.com>)

2.1.1.1.1 Estructura

Se cuenta con una área de acceso restringido, que está compuesta por varios módulos, así como dos bodegas (una de 350 m² y otra de 450 m²) que son usadas como laboratorios. La primer bodega cuenta con 3 tanques con agua (aproximadamente 150,000 litros de capacidad) donde se encuentran los conjuntos de reproductores. Los 3 tanques cuentan con un sistema independiente de filtración,

control de temperatura y recirculación de agua que sirve como una área de cuarentena para recibir los peces que serán los reproductores. También existe una zona de incubación y otra que se le conoce como de primera alimentación con sistemas de recirculación y filtrado de agua independientes.

No está de más señalar que nuestra empresa es la única en todo el Estado de Chiapas que está certificada por el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, organismo dependiente de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación como Unidad de Cuarentena (ver Apéndice ??).

La segunda bodega (laboratorio) cuenta con un techo de estructura de polín monten de acero y laminas tipo R72 de acero galvanizado y resina traslúcida intercaladas para permitir el paso de la luz natural sin generar un calor excesivo, un sistema de circulación de aire para evitar la condensación de la humedad, instalaciones hidráulicas, eléctricas industriales y sanitarias así como sistemas de drenaje de aguas residuales, sistemas de canales de agua de lluvia para evitar inundaciones y sistemas de canalones superiores de captación de aguas pluviales.

Junto al laboratorio se encuentra un conjunto de tanques para almacenamiento de agua 200,000 -250,000 litros aproximadamente que se extrae de los pozos o se capta durante la precipitación de aguas pluviales (lluvia), una zona de cuarto de máquinas, un área de filtración de agua del pozo a los tanques de almacenamiento (con sistema de filtración entre tanques para recirculación), una bodega de almacenamiento de alimento y herramientas, oficinas administrativas con baño, regadera y cambiadores para el control de las entradas y las salidas de esa zona (cerco sanitario).

Se cuenta con dos pozos profundos de extracción de agua con un sistema de bombeo. El agua que se extrae recibe un filtrado y pasa a los tanques de almacenamiento para entrar al sistema de recirculación de los peces. El sistema de recirculación tiene básicamente los siguientes componentes:

- Fuente de aireación.
- Filtros mecánicos para remover los sólidos suspendidos y evitar que consuman el oxígeno de los peces.
- Filtros biológicos.
- Sistema de esterilización del agua mediante filtros UV u ozonizadores.
- Sistema de calefacción para mantener la temperatura del agua entre 20°C y 30°C.
- Sistema de iluminación: para mantener los ciclos biológicos de día y noche y estimular el crecimiento.

- Sistemas de bombeo para producir un flujo de agua adecuado.

Para evitar la eutrofización del sistema se realizan recambios diarios a una tasa de entre el 10 y 20 % del volumen de agua del tanque -durante la precría- y del 30 al 50 % en la etapa de primera alimentación. Esto adicionalmente al agua pérdida por evaporación, misma que se recupera de manera continua.

En estas instalaciones se producen los alevines de la siguiente manera:

1. Los tanques se encuentran subdivididos por medio de redes y en cada subdivisión se colocan los conjuntos de machos YY y hembras.
2. En el fondo del tanque el macho delimita y defiende su territorio. Limpiando un área circular de 20 a 30 centímetros de diámetro y 5 a 8 centímetros de profundidad, ahí forma su nido.
3. La hembra es atraída hacia el nido, en donde es cortejada por el macho.
4. Durante el cortejo el macho da pequeños golpes con su cola en el abdomen de la hembra, para inducir que la hembra expulse los huevos.
5. La hembra deposita sus huevos en el nido, para que inmediatamente sean fertilizados por el macho.
6. La hembra recoge los huevos fertilizados con su boca y se aleja del nido. El macho continua cuidando el nido y atrayendo otras hembras con que aparearse.
7. Antes de la eclosión, los huevos son incubados de 3 a 5 días dentro de la boca de la hembra, período durante el cual las hembras no se alimentan.
8. Se capturan las hembras que tienen la boca inflada (por la presencia de huevos), para extraerles los huevos en una tina redonda, con agua limpia. Mediante una manguera, se sifonea el fondo para eliminar cualquier desecho. Los huevos obtenidos se colocan en un máximo de 5,000 unidades en cada incubador (10 huevos/cm³).

Las incubadoras tienen forma de jarra con una altura de aproximadamente 45 cm y aproximadamente 6 pulgadas cm de diámetro en la parte superior -cuya función es regular la entrada del agua. Después de la siembra la presión del agua en el incubador se controla ajustando la válvula.

Para que los huevos estén siempre moviéndose es importante revisar que los huevos no estén pegados, en caso contrario pueden morir al rozarse especialmente por la pérdida de oxígeno. Después de 5 a 7 días de depositados los huevos en la incubadora se comienzan a cosechar las larvas recién eclosionadas. Para esto, se practica el sifoneo con una manguera y se extraen hacia una tina.

Durante el período de incubación, se debe revisar constantemente la presión del agua y eliminar los huevos blancos (huevo muerto) y la suciedad. Para la iniciación de los alevines, se administrará Tilapia Iniciador (harina), tan pronto como los primeros peces sean liberados por las hembras, o bien sean extraídos de su boca. Se aplicarán pequeñas cantidades de alimento en la superficie del agua cada hora, por espacio de 7 días.

2.1.1.1.2 Sistema Acuaponia

El laboratorio de reproducción y alevinaje utiliza una gran cantidad de agua y energía para su funcionamiento; además, produce una cantidad de desechos a partir del alimento no consumido y los detritus de los peces. Por ejemplo, se ha calculado más de la mitad del fósforo presente en los alimentos, hasta un 86 % del nitrógeno y hasta un 25 % del carbono, son devueltos al ambiente por los organismos en forma de desechos. Según organismos especializados, sólo un 35 a 40 % del alimento consumido por los peces se transforma en carne, mientras que el resto (60-65 %) son las heces de los animales.

El cultivo de vegetales fuera del suelo es conocido desde hace mucho tiempo: se cree que los famosos Jardines Colgantes de Babilonia fueron uno de los primeros cultivos utilizando estas técnicas. La posibilidad de cultivar vegetales en diferentes sustratos se basa en su particularidad de ser "autótrofos", es decir, que producen su propio alimento tomando del exterior sólo lo indispensable. Otras experiencias para cultivar vegetales sin tierra fueron la nutricultura, una técnica que permitía el crecimiento de los vegetales en una solución nutritiva, y la hidroponía, un sistema basado en agua que permitió proveer de vegetales y frutas frescas a las tropas aliadas durante la Segunda Guerra Mundial.

De la hidroponía precisamente se derivó la "acuaponía", una técnica que permite combinar la acuicultura con la hidroponía creando un ecosistema sustentable permite optimizar los recursos y ampliar la productividad de esta Unidad de Reproducción y Alevinaje pues ambas explotaciones pueden utilizar la misma infraestructura.

Se propone la integración entre la reproducción, producción de alevines y acuaponia, utilizando un único sistema de recirculación que une ambos componentes. Los desechos metabólicos generados

por los peces y los restos de alimento, son utilizados por los vegetales y transformados en materia orgánica vegetal, permitiendo la reutilización del agua y generando un producto de valor comercial y aportando una solución al problema del tratamiento de los residuos además de permitir una actividad ecológicamente sustentable pues los elementos de desecho son poderosos fertilizantes del suelo y se aprovechan para la producción de vegetales en la huerta acuapónica. Por otra parte, el sistema permite el filtrado del agua que recibe la descarga de los peces; los vegetales utilizan los nutrientes y el agua puede recircular nuevamente hacia los estanques.

El corazón de este sistema es el filtro de remoción de sólidos, pues éstos pueden impedir que las raíces de los vegetales absorban correctamente los nutrientes. De éste se pasa a la biofiltración, que permite eliminar la toxicidad del nitrógeno amoniacal excretado por los peces y convertirlo en nitratos (componente inorgánico nitrogenado nutriente para los vegetales). La biofiltración se realizará por medio de bacterias. La cantidad de plantas a cultivar estará relacionada directamente con la cantidad de alimento ingerido por los peces, teniendo en cuenta que más de la mitad es devuelta al sistema en forma de desechos.

Se trabajará con tecnología de punta, en forma ecológica y orgánica, sin utilización de hormonas, fertilizantes, químicos, pesticidas ni herbicidas, para ofrecer a los consumidores alevines de alta calidad y fresca.

Beneficios que traerá a la Unidad de Reproducción y Alevinaje:

- Preservación del recurso agua al permitir su reutilización.
- Utilización de fertilizantes orgánicos naturales (emulsión natural de peces).
- Aprovechamiento de los desechos sólidos (compostaje).
- Producción ecológica, natural y sustentable reduciendo la contaminación y la utilización de productos químicos o farmacéuticos.
- Aprovechamiento de las superficies y cercanía con los mercados (alrededor de nuestra instalación en Berriozabal existen múltiples viveros).
- Posibilidad de utilizar energías alternativas y hacer su uso eficiente.

En cuanto al manejo de los vegetales, se controlará el estado de salud de los mismos y no se utilizarán productos químicos frente a enfermedades sino que se controlarán y curarán con productos orgánicos. Se diseñará un plan de manejo preventivo que abarcará:

- Revisión periódica de los vegetales.
- Registros.
- Selección de especies resistentes.
- Acciones preventivas.
- Métodos de control.
- Mantenimiento y limpieza de la zona y herramientas.
- Eliminación de malezas.
- Cultivo de aromáticas intercaladas para repeler insectos.

2.1.1.2 Siembra - Engorda de tilapias (Malpaso)

La producción de mojarra tilapia que se pretende realizar en la granja, incluye desde la preparación de los sistemas de cultivo, recepción-transporte-siembra de las crías de peces, pre-engorda, engorda, cosecha y comercialización del producto.

El programa de producción de la granja se encuentra ordenado de tal manera que permitirá realizar 2 ciclos en el primer año y 3 ciclos a partir del segundo año una vez se tengan ajustados los ciclos de operación, a fin de mantener una producción continua mes con mes. El nivel de producción a desarrollar puede clasificarse como nivel intensivo -se estima realizar 52 cosechas por año- ya que se espera que en 4 meses los peces alcancen la talla comercial de 500 gramos.

2.1.1.2.1 Tipo y calidad de alimento balanceado a utilizar

El alimento que se considera utilizar en el cultivo es un alimento balanceado en diferentes presentaciones de acuerdo a la etapa de desarrollo del pez. Así pues, se suministrará desde la presentación en harina hasta la presentación en peletts flotantes, a fin que se aproveche íntegramente el alimento.

La alimentación de los peces en la etapa denominada de precría o preengorda, se sustentará en el suministro de alimento balanceado para tilapia presentación migaja con un contenido del 40 % de proteínas. Se iniciará suministrándoles la cantidad que corresponda al 5 % de la biomasa.¹

¹ La cantidad de alimento a suministrar varía en relación al peso por lo cual es necesario realizar las biometrías a los peces para el suministro de alimento, el cual se suministrará en 3 porciones, 1 en la mañana y 2 en la tarde, y

Se continuará la alimentación con alimento 35 % proteína en peletts, desde los 12.1 grs a los 30 grs. De acuerdo al desarrollo del esquema de explotación seguido, se usará 30 % proteína flotante y se ajustará acorde al desarrollo del pez. En caso de que se desee incrementar la tasa de crecimiento y acortar la engorda, se tendrá cuidado de distribuir el alimento por lo menos 4 veces/día.

Para tener mejor asimilación del alimento, se programa repartir la ración en por lo menos 5 e idealmente en 8 aplicaciones diarias, ya que la tilapia así responde mejor por su hábito de alimentación continuo, así como a su menor capacidad estomacal.

No se suministrará el alimento *ad libitum*, ya que ello puede resultar en un desperdicio de alimento.

La respuesta de la tilapia a la forma del alimento es afectada por el tamaño del pez, la densidad de siembra, el sistema de cultivo y la disponibilidad de alimento natural. Los peces pequeños responden mejor al alimento en harina y peletts, que a uno peletizado o extrudizado; mientras que lo opuesto es válido para juveniles y adultos.

2.1.2 Uso actual del suelo

Ver Capítulo 4 Subcapítulo 4.2 Apartado 4.2.2 Subapartado 4.2.2.1.

2.1.3 Ubicación física

2.1.3.1 Croquis de localización

El **Proyecto** se ubica en el interior de la **Presa**, en el municipio de Mezcalapa; el núcleo principal de población lo constituye la cabecera municipal denominada Raudales de Malpaso. La principal vía de comunicación más cercana es la carretera federal 145D, tramo Ocozocoautla-Las Choapas. El ANP más cercana es la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote.

En el interior de la **Presa** se presenta la pesca en 2 modalidades:

- Artesanal.- Con el uso de mallas pesqueras y en lanchas, realizado por pescadores individuales y cooperativas principalmente de la ciudad de Raudales de Malpaso.
- Intensivo.- Con el uso de jaulas flotantes, realizado por empresas y cooperativas.

se ajustará de acuerdo al requerimiento real que se observe; llegando a manejar el suministro y que se programe el uso de dosificadores de alimento automatizados.

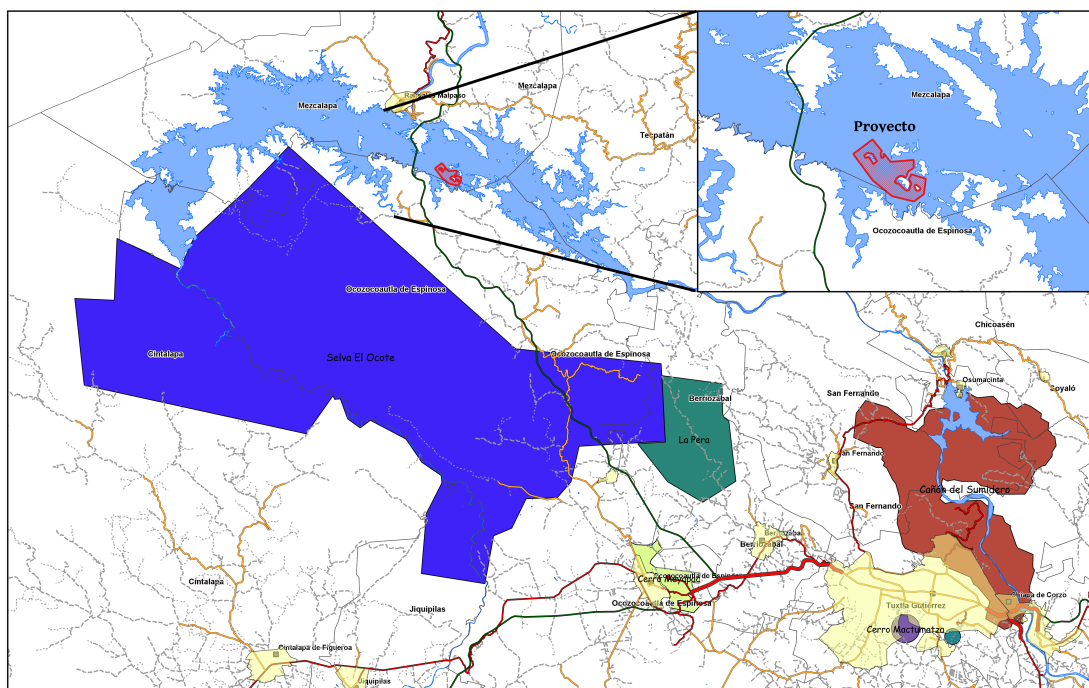


Figura 2.1: Croquis de localización del Proyecto

En la actualidad, se encuentran vigentes 3 autorizaciones para el cultivo intensivo de *Oreochromis niloticus* al interior del **Presa**, ocupando una superficie total de 2,561,800 m² (ver Cuadro 2.1). La primera de las autorizaciones ocupa por sí sola el 85 % de la superficie, abarcando un área de 2,179,300 m².

Cuadro 2.1: Autorizaciones otorgadas en la **Presa** para el cultivo intensivo de *Oreochromis niloticus*

Nombre del proyecto	Clave	Oficio de autorización
Parque Acuícola Malpaso	07CH2011PD061	D.F.CHIS.SGPA/UGA/3587/11
Engorda de mojarra tilapia en jaulas flotantes de la Sociedad Cooperativa Tilapia de Buenos Aires del Pez Feliz, S.C. de R.L.	07CH2011PD069	DF.CHIS.SGPA/UGA/4569/11
Granja acuícola para cultivo de tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>) en jaulas flotantes, a ubicarse en la Presa Malpaso en el Estado de Chiapas	07CH2012PD045	DF/SGPA/UGA/DIRA/5230/12

2.1.3.2 Plano topográfico

Ver Apéndice ??.

2.1.3.3 Plano de conjunto

Ver Apéndice ??.

2.1.3.4 Superficie total requerida por el proyecto

Concepto	Superficie (m ²)
Presa	294,007,831.34
Proyecto	2,364,584.46
A desmontar	0.00
Obras permanentes (asociadas)	5,000.00

2.1.4 Inversión requerida

La inversión estimada para iniciar las operaciones es de \$16,450,000.00 (dieciséis millones cuatrocientos cincuenta mil pesos 00/100 M.N.). Ver Apéndice ??.

2.2 Características particulares

2.2.1 Información biotecnológica de la especie a cultivar

2.2.1.1 Especie

Se plantea utilizar la especie *Oreochromis niloticus* de manera intensiva. Esta especie constituye un organismo muy atractivo para su cultivo, debido a que tolera un rango muy amplio de calidad de agua, altas densidades de organismos y resistencia a enfermedades, consumen una gran variedad de alimentos tanto naturales como artificiales y se desarrolla rápidamente. Estas características favorecen su cultivo en estanques de tierra, tanques de concreto o lona y jaulas.

Esta especie es un cíclido nativo de África, con distribución natural desde Egipto, Este y Centro de África y el extremo occidental de Gambia; siendo nativa también de Israel. Su cultivo puede rastrearse a los antiguos egipcios como lo indican los bajo-relieves de una tumba egipcia que data de más de 4000 años atrás y que muestra peces en estanques ornamentales. Mientras que la tilapia, principalmente *Oreochromis mossambicus*, se distribuyó ampliamente por todo el mundo durante las décadas de

1940 y 1950, la diseminación de la tilapia del Nilo, más apreciada, ocurrió durante la década de 1960 y hasta los años 80's.

La tilapia del Nilo es básicamente omnívora, es decir se alimenta de fitoplancton, plantas acuáticas, pequeños invertebrados, fauna bentónica, desechos y capas bacterianas asociadas a los detritus. En cuanto a su anatomía, la tilapia del Nilo se caracteriza por poseer un cuerpo comprimido cubierto con escamas cicloideas (redondeadas). La profundidad del pedúnculo caudal es igual a su longitud con una línea lateral interrumpida y una protuberancia ausente en la superficie dorsal del hocico (característico de otras especies).

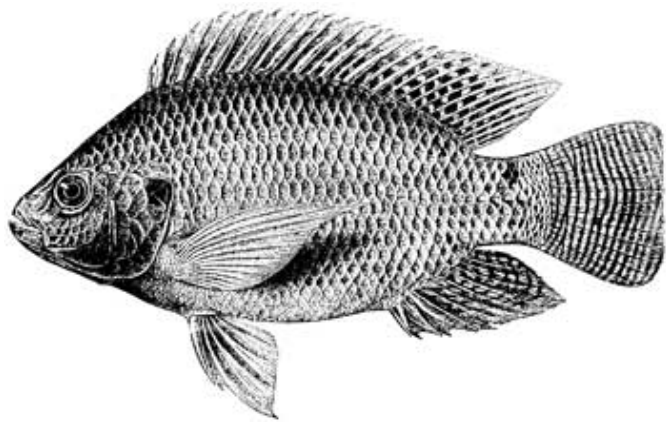


Figura 2.2: Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*)

La longitud de la quijada superior no muestra dimorfismo sexual. Su primer arco branquial muestra entre 27 y 33 filamentos branquiales. Presenta en la aleta dorsal una combinación de espinas rígidas y blandas de manera continua con 16 ó 17 espinas y entre 11 y 15 rayos. Asimismo, la aleta dorsal muestra numerosas líneas negras. La aleta anal por otro lado presenta 3 espinas y 10 u 11 rayos. Por último, la aleta caudal está truncada y las aletas pectoral, dorsal y caudal adquieren una coloración rojiza en temporada de desove. La tilapia es una reproductora asincrónica que puede desovar a lo largo del año si no se presenta una temporada fría que inhiba el desove. Por lo tanto, su desove ocurre a lo largo del año en los trópicos y durante la temporada templada en áreas subtropicales.

La tilapia del Nilo procedente de Japón se introdujo a Tailandia en 1965, y de ahí se envió a Filipinas. La tilapia del Nilo procedente de Costa de Marfil se introdujo a Brasil en 1971 y de Brasil

Clasificación taxonómica	
Reino	<i>Animalia</i>
Filo	<i>Chordata</i>
Clase	<i>Actinopterygii</i>
Subclase	<i>Neopterygii</i>
Infraclase	<i>Teleostei</i>
Superorden	<i>Acanthopterygii</i>
Orden	<i>Perciformes</i>
Familia	<i>Cichlidae</i>
Género	<i>Oreochromis</i>
Especie	<i>O. niloticus</i>

también se envió a Estados Unidos en 1974. En 1978, la tilapia del Nilo se introdujo a China, actualmente el principal productor mundial y que continuamente ha producido más de la mitad de la producción global de 1992 a 2003.

En México fue introducida en el año de 1964, a la Estación Piscícola de Temazcal (según [31]) bajo la sinonimia de *Sarotherodon niloticus* o *Tilapia nilotica*, en donde su adaptación y aclimatación fue inmediata y de allí se diseminó de manera indiscriminada. De acuerdo a ello, es factible suponer que desde que la **Presa** inicio su operación en 1969, o tal vez a inicio de los 70's, la especie *Oreochromis niloticus* fue introducida a la laguna, lo que nos da un período de adaptación de aproximadamente 35 años. Esto es congruente con los reportes para la especie que [6, 23, 35] han encontrado en diferentes estudios ictiofaunísticos en la **Presa** y algunos de sus afluentes.

La cría incontrolada de tilapia en estanques, que condujo a un excesivo reclutamiento, enanismo y un bajo porcentaje de peces de talla comercial, empañó el entusiasmo inicial que se había generado por la tilapia como un pez para alimentar a vastos sectores de la población.

El desarrollo de técnicas de reversión sexual mediante hormonas, en la década del 70 representó un triunfo importante que permitió el cultivo de poblaciones monosexuadas hasta tallas comerciales uniformes. Adicionalmente, la investigación en nutrición y sistemas de cultivo, junto con el desarrollo del mercado y avances de procesamiento, condujeron a una rápida expansión de la industria desde mediados de los años 80. Se cultivan diversas especies de tilapia a nivel comercial, pero la tilapia del Nilo es la predominante mundialmente.

La reproducción de la tilapia en forma natural resulta en camadas de cría compuestas por machos y hembras en cantidades iguales; sin embargo, se ha llegado a la conclusión de que la granja acuícola puede rendir mayores beneficios si solo se crían ejemplares machos. Algunos motivos:

- Los peces machos crecen al doble de velocidad que las hembras, generando gran disparidad en las tallas de los peces cosechados lo que afecta la comercialización.
- La presencia de tilapias hembras genera una reproducción descontrolada, excesivo reclutamiento de alevines, competencia por el alimento y enanismo de la población original impidiendo que se alcancen las tallas comerciales.
- Las hembras no crecen durante el período de incubación, ya que dejan de alimentarse para mantener los huevos en la cavidad bucal.
- La fertilidad puede convertirse en un problema al superpoblar las jaulas y proporcionar ejemplares más pequeños.

- Ciclos de engorde más cortos para alcanzar talla de cosecha.
- Mejor alimentación y factor de conversión de alimento menor.

Existen varios métodos para obtención de tilapias macho, siendo 2 los más utilizados y que son:

- Sexado manual: Selección manual a cargo de trabajadores expertos que pueden diferenciar los sexos visualmente.
- Reversión Sexual: Se define como la inducción de un sexo a transformarse en el opuesto usando hormonas artificiales. La posibilidad de revertir el sexo está dada por el hecho de que la condición de macho o hembra no se define hasta un estadio posterior al larval o hasta que el alevino alcanza los 18 a 20 mm. de longitud. La hormona más utilizada es 17-alfa -metil testosterona. Este proceso genera poblaciones de machos normales (XY) y un porcentaje importante (30 % - 50 %) de "machos" reversados o "machos" XX.

El tratamiento con hormonas hoy en día está siendo cuestionado por sus potenciales efectos negativos para la salud y el ambiente. Por otra parte, las hembras remanentes deben ser eliminadas del cultivo para evitar la reproducción indeseada. Además la FDA (entidad que regula los alimentos en los Estados Unidos) ha prohibido los tratamientos hormonales en peces, por lo que el suministro de hormonas no favorece la exportación a los mercados europeo y estadounidense. Así se han desarrollado tecnologías como la hibridación y "supermachos":

- Hibridación: Cruce de dos especies genéticamente diferentes en ambientes controlados con la finalidad de producir organismos sólo machos. Ejemplos de esto son el cruce de *Oreochromis hornorun* (macho) con *O. niloticus* (hembra) que produce casi 100 % machos y *O. niloticus* (macho) con *O. aureus* (hembra, entre 80 % a 90 % machos. Un factor de consideración en esta técnica es la pureza de las especies para lograr buenos resultados.
- Supermachos: El sexo genético en las tilapias está determinado por los cromosomas sexuales y las poblaciones de machos se obtienen, mediante biotecnología, a partir de estas características. En una primera fase se obtienen hembras fenotípicas (XY) mediante tratamiento hormonal (generalmente estadiol-17 β), las cuales son cruzadas en una segunda fase con machos fenotípicos y genéticos (XY) para obtener machos feno y genotípicos YY. Estos machos YY son feminizados hormonalmente para obtener neo-hembras genotípicas YY, y posteriormente en una tercera fase realizar una intercruza para obtener una producción entera de machos geno y fenotípicos YY.

2.2 Características particulares

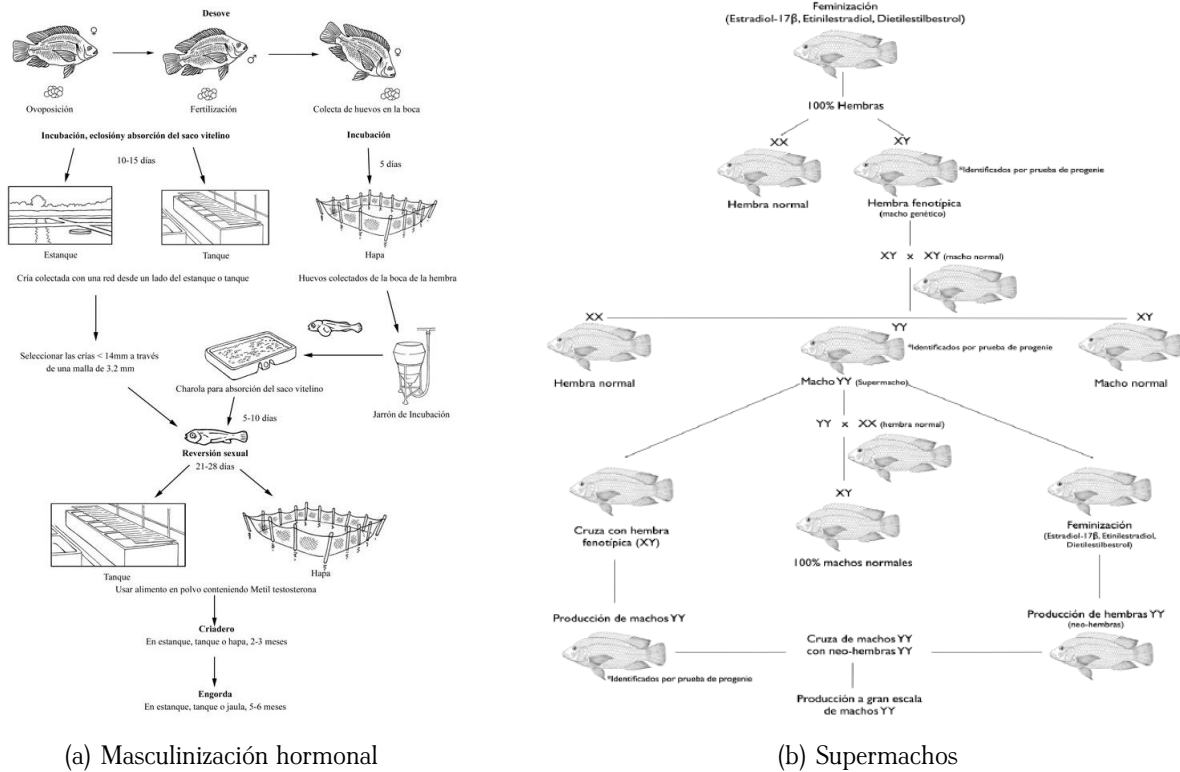


Figura 2.3: Técnicas de obtención de machos de manera artificial en cultivo de tilapia.

Desde el punto de vista de la producción orgánica, la tecnología de supermachos es la adecuada, ya que los alevines así obtenidos son tilapias macho orgánicas o machos libres de hormona. Este procedimiento tiene las siguientes ventajas respecto a la reversión (masculinización) tradicional:

- Mejor supervivencia y bajo impacto ambiental: las hormonas pueden disminuir los niveles de linfocitos y anticuerpos naturales de los peces especialmente si se suministran en la primera etapa de la vida. Disminuyen también la capacidad del organismo de reciclar tejidos muertos con lo cual se generan residuos en los sedimentos y efluentes, creando un impacto ambiental negativo.
- Menores costos: El proceso de suministro de hormonas se realiza combinándolas con el alimento en proporciones que deben guardar gran exactitud, de lo contrario puede aumentar el número de hembras en la población con consecuencias como las ya mencionadas. Además las hormonas, para garantizar inocuidad, deben ser de gran calidad lo cual influye en su costo.

- Mayor eficiencia: Mediante este proceso todos los alevines son machos por lo que todas las cosechas son aprovechables. Por otra parte, al contar con poblaciones monosexuales el ciclo de engorde es más corto, con un mejor factor de conversión de alimento y menor esfuerzo de selección al obtener piezas de tallas homogéneas.

2.2.1.2 Origen de los organismos

Todos los organismos machos (en un 95 %) que vayan a ser sembrados en la **Presa**, en las áreas de **Proyecto**, provendrán de la Unidad de Reproducción y Alevinaje que la empresa tiene en el municipio de Berriozábal en las coordenadas 468,607 y 1,859,205.

2.2.1.3 En caso de especies exóticas, híbridas o transgénicas

2.2.1.3.1 Mecanismos para evitar fuga y transfaunación

Derivado de la revisión documental realizada en el subapartado 2.2.1.1, esta especie cuenta aproximadamente con 35 años de haber sido introducida en el vaso de la **Presa** siendo normal su captura por medio artesanal. Esto significa que la especie cuenta con poblaciones adaptadas a la cadena trófica existente, no encontrándose datos en la bibliografía consultada que permitan conocer la biomasa existente de la especie ni la forma en que ésta interactúa con las poblaciones de otras especies.

Por otra parte, el mecanismo de cultivo en jaulas flotantes inhibe la fuga masiva de organismos los cuales, aún en caso de fuga, no representarán un impacto considerable ya que se trataría en su totalidad de machos, lo que incrementaría la relación macho:hembra en las poblaciones existentes disminuyendo la posibilidad de cruce para la mayoría de los machos fugados.

En relación a la trasfaunación¹, en términos estrictos (Ver **Glosario y Abreviaturas**), la posibilidad de que se presente en un medio acuático es alta ya que las excretas de un organismo pueden ser consumidas por otro organismo, ya sea de su misma especie o de una especie diferente, con la consiguiente transferencia de parte de la flora simbiótica presente en el tracto digestivo del organismo fuente.

¹ De acuerdo a la *Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental pesquero–acuícola, Modalidad Particular* (páginas 28 y 29 sub inciso c.1), disponible en http://tramites.semarnat.gob.mx/Doctos/DGIRA/Guia/MIAParticular/g_acuicola.pdf y que la SEMARNAT pone a disposición del público para su consulta.

2.2.2 Estrategias de manejo

2.2.2.1 Números de ciclos de producción al año

La producción de mojarra tilapia que se pretende realizar en la granja, incluye desde la preparación de los sistemas de cultivo, recepción-transporte-siembra de las crías de peces, pre-engorda, engorda, cosecha y comercialización del producto.

El programa de producción de la granja se encuentra ordenado de tal manera que permitirá realizar 2 ciclos en el primer año y 3 ciclos a partir del segundo año una vez se tengan ajustados los ciclos de operación, a fin de mantener una producción continua mes con mes. El nivel de producción a desarrollar puede clasificarse como nivel intensivo, se estima realizar 52 cosechas por año (1 cosecha semanal), ya que se espera que en 4 meses los peces alcancen la talla comercial de 500 gramos.

Semanalmente se espera una producción de 20,000 kg (10 toneladas) de mojarra, equivalente al volumen estimado de 1 jaula de engorda (40,000 organismos con una masa promedio de 500 gramos).

2.2.2.2 Biomosas iniciales y esperadas

El **Proyecto** constará de 6 módulos, cada uno con una producción estimada de 60 toneladas por ciclo. En cada módulo se sembrarán alevines de 1.5 gr aproximadamente cada uno, todos ellos provenientes de la Unidad de Reproducción y Alevinaje localizada en Berriozábal. El traslado se hará mediante bolsas de plástico selladas¹.

El volumen aproximado de alevines a sembrar por módulo es de 66,750 por ciclo, considerando una tasa de sobrevivencia de 90-91 %. El peso comercial final previsto es de 500 gramos, para un volumen aproximado de 60 toneladas por ciclo (4 meses) por módulo, para un volumen total de producción de 1,080 toneladas anuales.

2.2.2.3 Tipo y cantidad de alimento a utilizar y forma de almacenamiento

El costo del alimento en nuestra región es muy alto ya que se debe de traer del centro del país o del occidente. Los costos logísticos del mismo lo encarecen. El elevado costo de los alimentos genera un riesgo muy alto derivado de la poca utilidad que se puede llegar a tener de la producción de la mojarra por los altos costos del alimento.

¹ Los peces se transportan dentro de un pequeño volumen de agua situado en la porción inferior de la bolsa, con el volumen restante ocupado con aire comprimido u oxígeno puro. El gas a presión permite la difusión lenta del oxígeno en el agua.

2.2 Características particulares

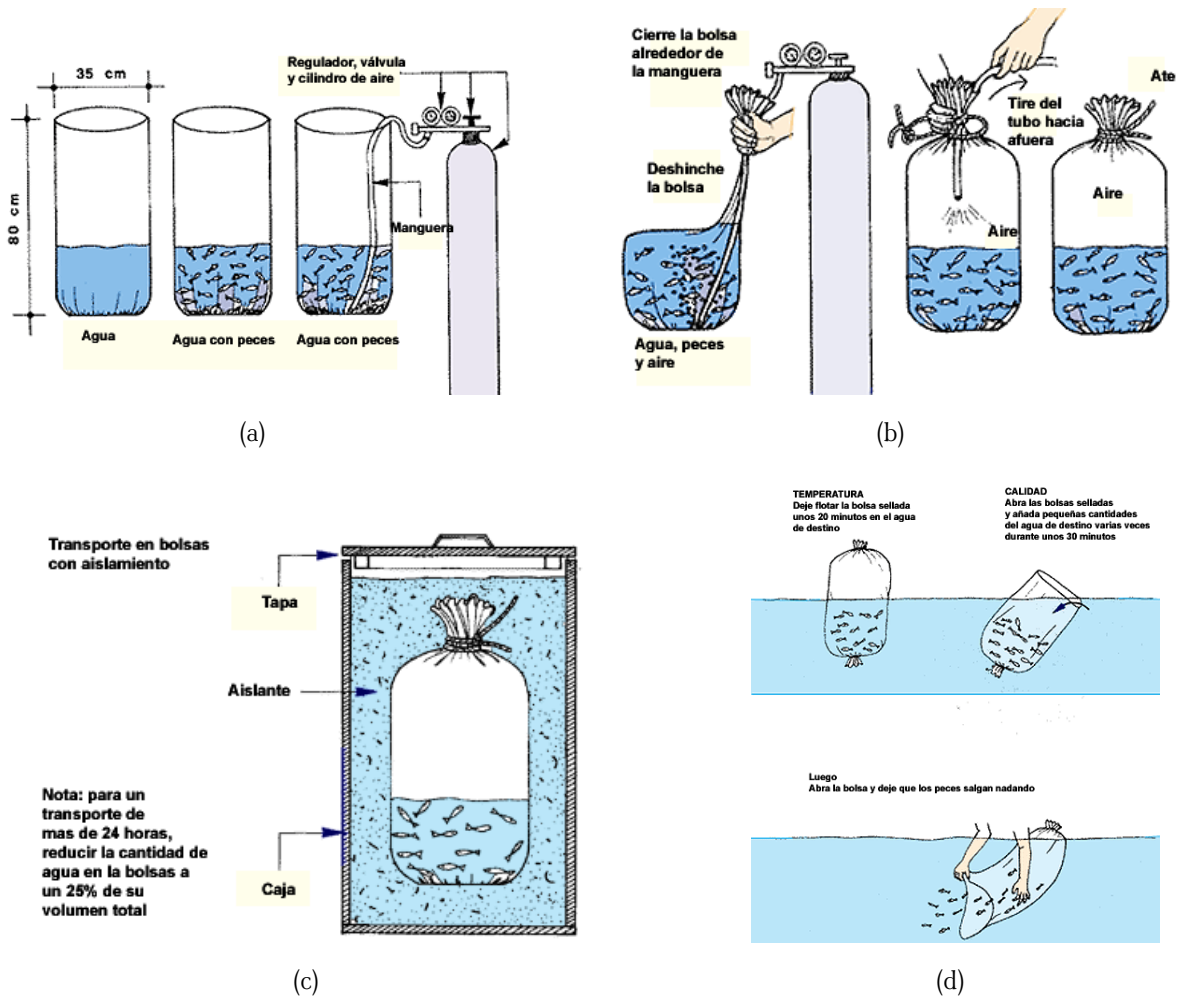


Figura 2.4: Transporte y sembrado de alevines (tomado de <http://goo.gl/AM5Ap6>).

Adicionalmente nosotros buscamos producir una mojarra orgánica en el futuro, para lo cual necesitamos asegurarnos que las materias primas con que esta producido el alimento tengan las características y/o cuenten con las certificaciones necesarias. Al desarrollar nuestro propio alimento podemos modificarlo para que cumpla nuestros requerimientos, –o los de la región al comercializarlo en un futuro. De esa manera tendríamos una ventaja competitiva al desarrollar un alimento especializado a las necesidades de los productores locales.

Las características principales del alimento a facilitar a los peces se enumeran a continuación:

1. Es flotante; para alimentación en superficie, de baja densidad, lo que permite –secundariamente– la observación del estado físico de los peces sin necesidad de manipulación física, además de reducir la cantidad de alimento que cae al fondo de las jaulas.
2. Se aplica bajo tablas específicas de alimentación, conforme al porcentaje diario de la biomasa que se encuentra en cada unidad de cultivo.
3. No contiene hormonas.

Aunque existe un pequeño porcentaje de alimento que no es consumido por los peces, este porcentaje depende en gran medida del manejo adecuado del proceso de alimentación. El alimento no consumido es –en primera instancia consumido– por otras especies y el alimento restante se disuelve en el agua en pequeñas partículas que se convierten en residuos de materia orgánica que es degradada por bacterias, debido a los componentes del alimento. Este proceso genera compuestos químicos a base de nitrógeno y fósforo principalmente, los cuales son nutrientes que son utilizados por el fitoplancton del cuerpo de agua como alimento, facilitando el aumento de poblaciones de algas, que a su vez forman parte del ecosistema del embalse.

El alimento balanceado se mantendrá en una bodega construida específicamente para esta actividad, se tratará en todo momento de no almacenar importantes existencias de alimento para cubrir largos periodos de engorda, sino que la entrada de alimento a la granja dependerá de un programa de entregas continuas, que evitará se puedan generar plagas en el almacén y que el alimento pierda sus características nutricionales. La alimentación que se suministrará durante las diferentes etapas es la siguiente:

- ✓ Tilapia iniciador.- Alimento completo peletizado con 40 % de proteína y 8.5 % de grasa para alevines y crías hasta un peso de 12 gramos. Se caracterizará por ser un alimento inmunopotenciado, cuyo beneficio se refleja en una mejor sobrevivencia y robustez de crías. Se podrá obtener en tres presentaciones de pellets (0,2 y 4”).

- ✓ Proteína 35 %.- Alimento completo con 35 % de proteína, presentación en peletts 3/32" para la engorda de tilapia, bajo sistema de cultivo intensivo en jaulas; Producto libre de proteína animal terrestre se suministrará desde los 12 gramos hasta los 30 gramos.
- ✓ Proteína 30 %.- Alimento completo extrudizado flotante con 30 % de proteína ofrecido en 1/8", 5/32" y 3/16", para la engorda de tilapia bajo sistema de cultivo intensivo en jaulas. Se suministrará desde los 30 gramos hasta talla de mercado.

Buscaremos garantizar la calidad de estos productos, manifestando que el uso de éstos depende de la temperatura del agua y del tamaño del pez. Detallando que los porcentajes de alimentación deberán estar en función del tamaño de los peces, a una temperatura ideal de 28 a 30°C.

2.2.2.4 Características de los tipos de abono y/o fertilizantes

No aplica, no se utilizará abono ni fertilizantes.

2.2.3 Descripción de obras principales

2.2.3.1 Diseño y distribución

Las jaulas flotantes para el cultivo de peces pueden ser construidas con diversos materiales, desde madera hasta materiales plásticos o metálicos. Se desconoce el tiempo que se ha venido utilizando con fines de cultivo pero al parecer es relativamente reciente, reportándose su uso en la segunda mitad del siglo XIX para el sudeste de Asia.

En los últimos 15 años, aproximadamente, el cultivo en jaulas en aguas continentales se ha extendido a más de 35 países de Europa, Asia, África y América; ya en 1978 se criaban experimentalmente en jaulas más de 70 especies de peces de agua dulce. Con excepción de pocas zonas, la madera y el bambú han sido sustituidos por materiales nuevos, como mallas de nylon, plástico, polietileno y acero, que aunque resultan mucho más costosos tienen mayor duración y permiten un mejor flujo del agua. La mayor parte de los modelos hoy utilizados son de tipo flotante y consisten en una estructura circular construida con materiales locales (por ejemplo, madera, bambú) o con tubo de acero o de plástico, del que está suspendida una red de fibra sintética. Con frecuencia, para mejorar la flotación se utiliza espuma de estireno.

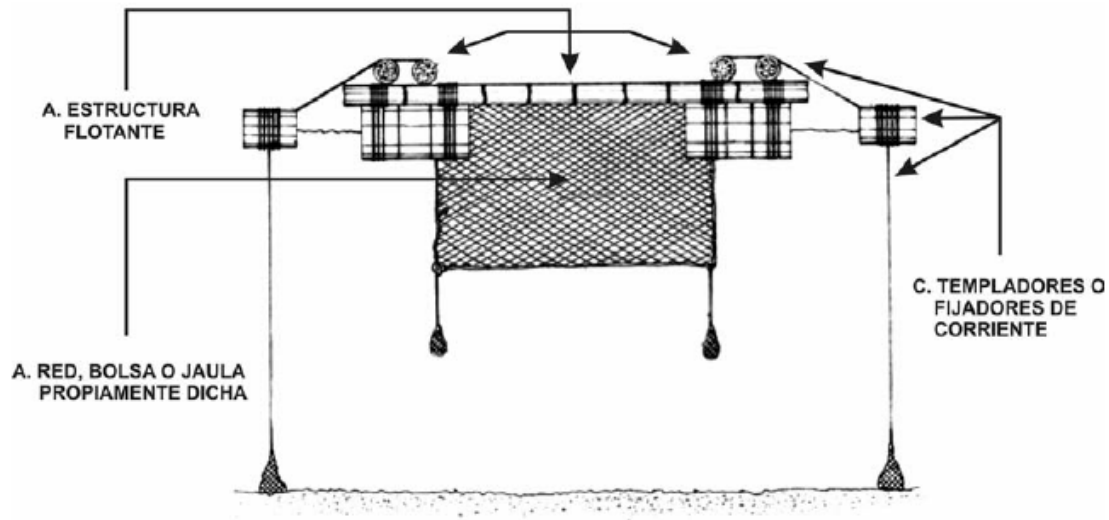


Figura 2.5: Esquema de jaulas flotante para el cultivo de peces.

La función de la jaula es retener los peces, permitiendo el intercambio de agua entre el interior y el ambiente que la rodea. Las ventajas de este sistema son:

- Inversión de capital razonable, tecnología sencilla, manejo poco complejo.
- Las jaulas ofrecen varias ventajas respecto a otros métodos de cultivo al colocarse en masas de agua ya existentes.
- Producción intensiva ya que puede implementarse una alta densidad de siembra sin perjudicar la tasa de crecimiento y al mismo tiempo evitando la reproducción indeseada.
- Reducción del período de cría.
- Los desechos son arrastrados por el agua en circulación permanente.
- Optimización de la alimentación artificial y mayor eficiencia de la tasa de conversión de alimentos.
- Control de competidores y predadores.
- Facilita la observación continua de los peces.

En el caso del **Proyecto**, se utilizará un esquema de jaulas múltiples donde cada módulo constará de tres (3) jaulas de 12 x 12 metros –cuya funcionalidad será de engorda– y una (1) jaula será de pre-engorda (6 x 6 metros), todas unidas entre sí a la orilla o al fondo del embalse por una cuerda de polipropileno, con elementos que aseguran la flotación tales como tanques de plástico. A cada marco de jaula se fijará una red de fibra sintética que llegará a 4 metros de profundidad, para un volumen potencial de contención de 575 m³ de agua –para el caso de las jaulas de engorda. El marco sobresaldrá del espejo de agua aproximadamente 30 cm y en su superficie de cobertura se colocará una malla para evitar la depredación por aves y la fuga de los peces hacia el exterior.

Cada jaula de engorda tiene una capacidad aproximada de 20,000 organismos por jaula, hasta que alcancen el peso adecuado para su cosecha; con una densidad por m³ que oscilará de los 60 a 70 organismos. La jaula de pre engorda actuará como receptora de los alevines y como aclimatación hasta que los alevines alcancen la talla adecuada (15 cm) para su traspaso hacia las jaulas de engorda. La siembra de alevines en la jaula de pre engorda se realizará semanalmente.

2.2.3.2 Acotaciones relativas al sitio

Según [11], la Comisión Federal de Electricidad (que es una de entidades reguladoras del vaso) no cuenta con ningún estudio de batimetría o topografía del vaso de la **Presa**. De acuerdo a [25], el nivel promedio al que se encuentra el espejo de agua de la **Presa** es de 145 msnm y el cauce del río Grijalva una vez fuera de ella se ubica en los 60 msnm, por lo que empíricamente podemos suponer que la altura del tirante de agua en los sitios de **Proyecto** es mayor a los 10 metros; lo anterior significaría que la altura libre de la columna de agua es mayor a los 5 metros.

El sistema de sujeción de cada línea de estanques será por medio de anclas, con peso muerto, fijas al fondo de la columna de agua.

2.2.3.3 Estimación del tiempo de recambio

La tasa de recambio en la **Presa** varía dependiendo de la época del año, ya que la función de este embalse es precisamente captar y almacenar el agua para la generación de electricidad. Esta función no puede realizarse a menos que el nivel del agua alcance y/o sobrepase cierto nivel, siendo la temporada de sequía el período del año en el que existe una menor velocidad de recambio y en temporada de lluvias esta se incrementa.

Se desconoce el caudal de diseño de la **Presa**, así como su caudal promedio de operación, por lo que no es posible calcular el tiempo de recambio promedio del agua del vaso. Sin embargo, a un

2.2 Características particulares

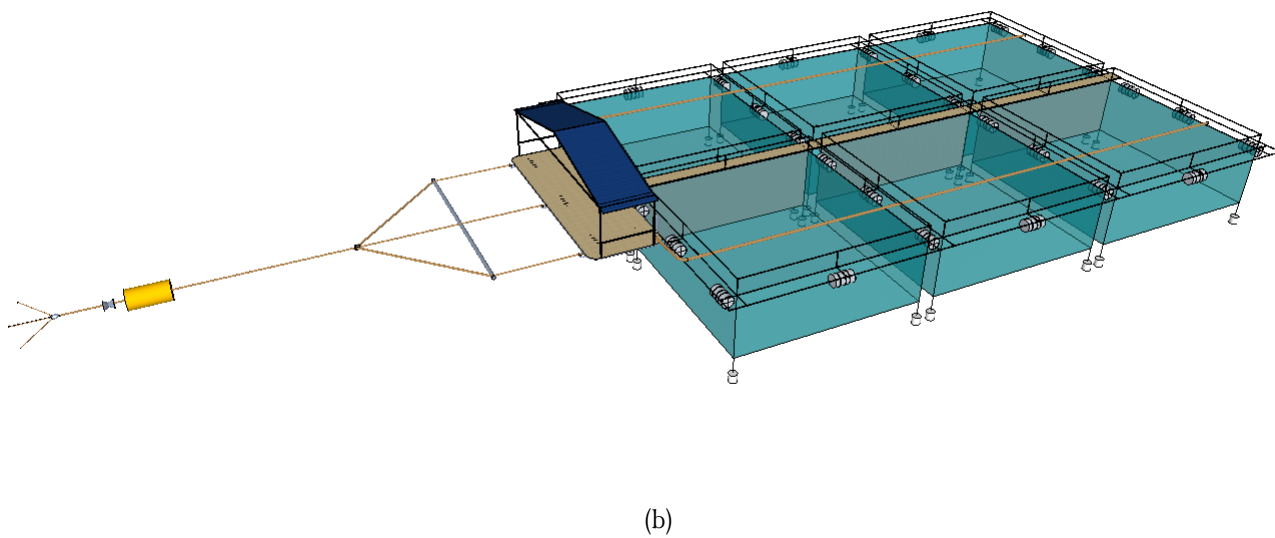
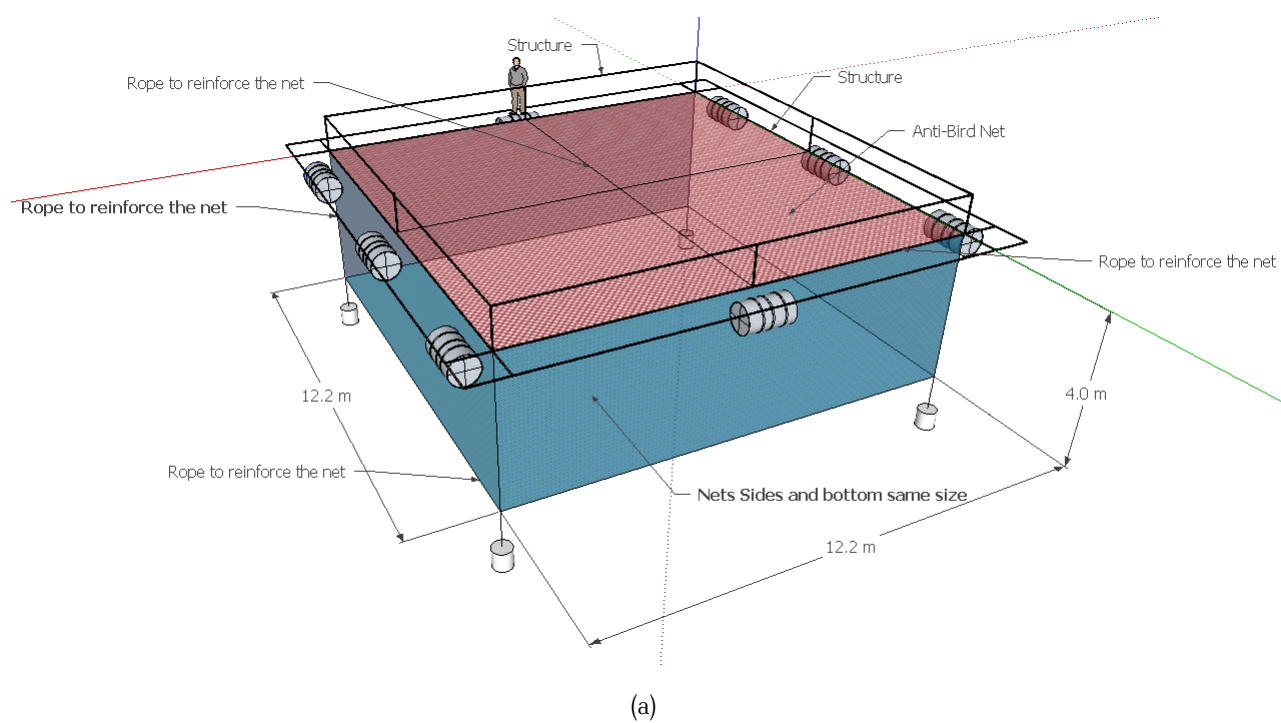


Figura 2.6: Diseño de multijaulas a utilizar en el Proyecto.

caudal promedio de 1,800 m³/segundo (que se tiene en tiempos de avenidas máximas y cuando el vaso está en sus niveles máximos) la tasa de recambio sería aproximadamente de 90 días.

No obstante lo anterior, no hay que olvidar que las jaulas flotantes no son recintos confinados sino que existe intercambio de agua de manera normal a través de la malla de la red con el medio externo. Dado que no existe información referente a las corrientes superficiales y subsuperficiales en la **Presa**, hay que considerar lo siguiente sobre el proceso de recambio en las áreas de **Proyecto**:

- Cada módulo tiene una capacidad volumétrica de 1,728 m³ en las jaulas de engorda, para un total de 10,368 m³.
- El volumen, a 4 metros de profundidad, en el área de **Proyecto** es de 9,458,338 m³ de agua.

Si consideramos un tasa de flujo de 5 m³ por segundo¹ tenemos una tasa de recambio de aproximadamente 36 horas. Esto significa que la tasa de recambio es mayor al 50 % sobre una base diaria; este parámetro se encuentra dentro del rango considerado como óptimo para el cultivo de tilapia en recintos cerrados, que es del 40-50 %.

2.2.3.4 Acumulación de materia orgánica

Considerando que las tilapias son organismos completamente acuáticos, por lo que sus excretas están diseñadas para ser biodegradadas con facilidad por microorganismos acuáticos especializados en esta función por el nicho ecológico que ocupan; éstas excretas a su vez fertilizan favoreciendo la producción de plancton necesario para las otras especies del cuerpo de agua; además, las cantidades de excretas producidas son muy inferiores a las que ocurren en cualquier balneario, pues una sola excreta humana equivale a la de 3,000 ejemplares de tilapia; o por ejemplo, la excreta de una sola vaca en un sólo día es similar a la de cincuenta tilapias durante todo el periodo de cultivo (de un año), o calculado de otra manera, la excreta diaria de una vaca representa la excreta diaria de 18,150 tilapias.

Se calcula que la acumulación de materia orgánica en el fondo del sitio de cultivo como consecuencia de la generación de excretas y residuos será poco significativa para el sistema en general, esto debido a que el alimento que se suministrará es flotante y se estima que será consumido en su totalidad por los peces, ya que en todas las etapas del cultivo el alimento suministrado se racionará en función a la biomasa .

Que se produzcan cambios en las comunidades ícticas en aquellas zonas donde hay recintos dedicados al cultivo intensivo es inevitable, no sólo por la elevada probabilidad de que algunos peces

¹ Considerado en el rango ya que el desfogue de la **Presa** no se detiene durante todo el año.

escapen de los recintos y por los riesgos de introducción o aumento de enfermedades, sino además a causa de la introducción en el ambiente de nutrientes, que acompaña siempre a las operaciones de explotación intensiva. Se ha señalado la pérdida de alimento debido a factores que van desde su calidad y tipo (húmedos/secos, flotantes/no flotantes), del método de alimentación (a mano/cebaderos accionables por los peces/cebaderos automáticos), del diseño del recinto (jaula/corral; presencia/ausencia de anillo de alimentación; fondo sólido/de malla), de la especie, de las características del lugar (lótico/léntico; protegido/expuesto), y de la densidad de siembra (alta/baja).

La cantidad de alimento que se introduce así en el medio ambiente aumenta a veces a consecuencia de las corrientes generadas dentro de los recintos por los peces mismos mientras se alimentan.

2.2.4 Descripción de obras asociadas

Como obra asociada se tiene la Unidad de Reproducción y Alevinaje localizada en el municipio de Berriozábal, en las coordenadas 468,607 y 1,859,205 y cuya descripción ya fue proporcionada en el apartado 2.1.1.1. Las actividades a realizar en esta unidad no se encuentra contemplada en ninguno de los supuestos del artículo 28 de la LGEEPA, ya que en sentido estricto no se trata de una actividad pesquera sino de una actividad independiente -puesto que la pesquería no requiere en último término de alevines producidos en laboratorios para realizarse.

Ahora bien, el artículo 5° del RLMIA señala en su inciso U fracción II que la producción de postlarvas, semillas¹ o simientes² deberá someterse a evaluación de impacto ambiental cuando el abasto y descarga de aguas residuales se efectúe utilizando los servicios municipales, *excepto cuando se trate de crías, semilla y postlarvas nativas al ecosistema en donde pretende realizarse* -negritas y cursivas propias.

Aún bajo la suposición de que alguno de los términos (semilla y/o simiente, ya que postlarva hace referencia a un estadio del ciclo de vida de los crustáceos) contemplados en la fracción II inciso U del artículo 5° del RLMIA, fuera aplicable a la Unidad de Reproducción y Alevinaje aún estaría exenta de evaluación ya que su operación encuadra en el supuesto de excepción ya que se trataría de una especie adaptada de manera natural al ecosistema por un período de 35 años.

¹ El término *semilla* no se encuentra definido en [19] ni en [17]; sin embargo, mencionan a la semilla como algo diferente a crías, huevos y alevines. Probablemente el término hace referencia al huevo fertilizado de los moluscos.

² Lo mismo ocurre con este término, no se encuentra definido en la normatividad relativa a la actividad pesquera y ni siquiera es un término aplicable en alguna actividad acuícola contemplada en la legislación vigente, con excepción del RLMIA.

Otra obra asociada es el equipamiento presente en tierra firme aledaño al muelle flotante del **Proyecto**, que cuenta con espacio para funcionar como bodega, oficina, comedores y sitio de descanso para el vigilante. Este equipamiento actual tampoco se encuentra contemplado en alguno de los supuestos legales que impliquen una evaluación ambiental previo a su operación.

2.2.5 Descripción de obras provisionales

No aplica, no se realizará ninguna obra provisional previo a la etapa de operación del **Proyecto**, que por sus dimensiones pueda alterar potencialmente a algún componente del ambiente (por ejemplo letrinas o fosas de oxidación), o por el manejo o almacenamiento de sustancias pueda afectarlos (por ejemplo almacenes de aceites o combustibles, talleres, etc).

2.3 Programa de trabajo

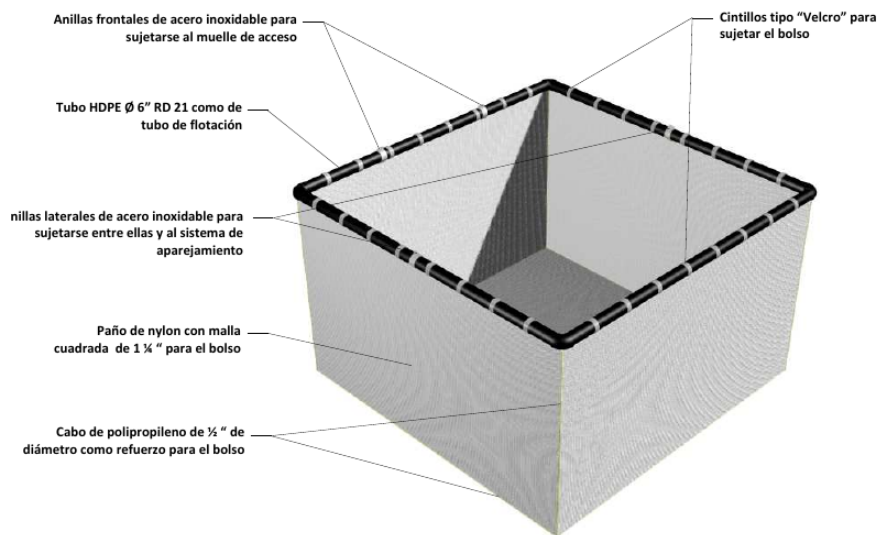
Ver Apéndice ??.

2.3.1 Descripción de actividades por etapa

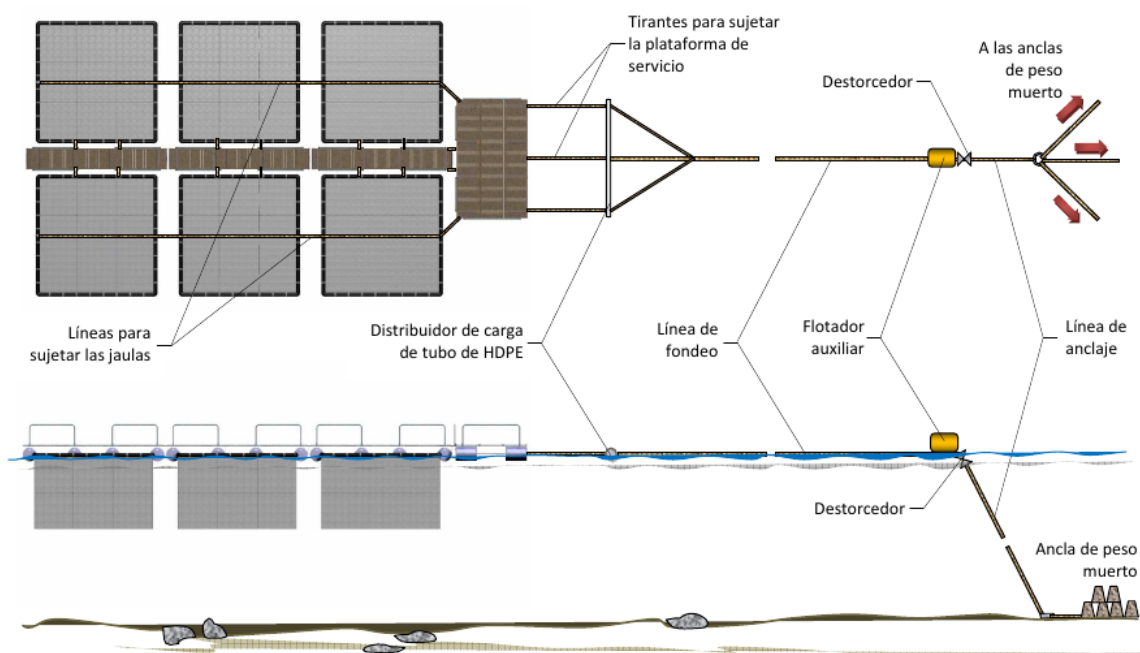
Construcción de jaulas y módulos.- Esta actividad se realizará en tierra firme en donde se armarán las jaulas y posteriormente serán trasladadas para su colocación en hileras en las áreas de destino. A continuación se proporcionan los materiales necesarios para la construcción de los módulos:

Componente	Materiales
Plataforma de servicio	Estructura de solera de 2 pulgadas y angular de acero de 2x2 pulgadas
	Tambos de polietileno de 200 litros
	Cubierta de madera
	Herrajes de sujeción
	Estructura de solera de 2 pulgadas y angular
Muelle de acceso	Estructura de solera de 2 pulgadas y angular de acero de 2x2 pulgadas
	Tambos de polietileno de 200 litros
	Cubierta de madera
	Herrajes de sujeción entre muelles
	Herrajes de sujeción para jaulas

El costo total aproximado para la construcción de los módulos es de \$1,100,000.00 (un millón de pesos 00/100 M.N.)



(a) Jaula



(b) Sub módulo

Figura 2.7: Esquemas constructivos de jaula y módulo.

Transferencia de alevines - Pre engorda.- Los alevines provenientes de la Unidad de Reproducción y Alevinaje serán colocados en la jaula de pre engorda, en donde se mantendrán hasta alcanzar la talla de 15 cm.

Transferencia de juveniles - Engorda.- Cuando los alevines alcancen la talla de transferencia, aproximadamente a los 30 días, serán transferidos a las jaulas de engorda manualmente en la densidad recomendada (60-70 organismos por m³).

Monitoreos de calidad del agua.- Se realizarán tri o cuatrimestralmente en diferentes puntos en cada uno de los módulos para verificar que la calidad del agua sea la óptima para el cultivo de la tilapia. En caso de detectarse anomalías en la calidad del agua, se deberán realizar análisis en períodos más cortos de tiempo (mensual o bimestralmente) hasta que los parámetros se encuentren dentro de los siguientes valores:

pH. Entre 6 y 7.

Oxígeno disuelto. 3 ppm (mínimo), 5 ppm (óptimo).

Turbidez. 20-30 cm.

Temperatura. 24-30°C, óptima 29°C.

Amonio. <0.1 ppm.

De manera continua se realizarán biometrías a los organismos para verificar tamaño, peso y estado de salud. Para ello se tomarán muestras aleatorias en un 10 % de las jaulas de cada módulo, las cuales serán elegidas también aleatoriamente. De cada jaula se extraerán 5 organismos a los que se les tomarán las medidas, previo adormecimiento para evitarle daños.

Cosecha.- Una vez transcurridos aproximadamente 90 días, a partir de la transferencia de los juveniles a las jaulas de engorda, se realizará la cosecha de los peces.

La cosecha de los peces se realizará mediante el traslado manual –mediante redes de captura– de los peces hacia lanchas de traslado, en donde serán almacenados en contenedores plásticos rectangulares para evitar su pérdida y facilitar el manejo en tierra firme. Estas lanchas llevarán el producto de la cosecha hacia el muelle flotante, para su posterior trasladado a las instalaciones en tierra.

Una vez en tierra, el único tratamiento que recibirán los peces cosechados será la extracción de las vísceras (eviscerado), para evitar la rápida descomposición del producto, y posteriormente serán colocados en hielo para su traslado y comercialización. El tratamiento que pueden recibir las vísceras se enumeran a continuación por prioridad:

1. Ensilado.
2. Almacenamiento para su comercialización por empresas que procesen estos residuos en harina de pescado.
3. Traslado directo al basurero municipal más cercano, únicamente en casos extremos.

El ensilado de las vísceras se presenta como la alternativa más viable para la disposición de estos residuos orgánicos. Consiste, básicamente, en el procesamiento de las vísceras mediante fermentación ácido-láctica para su uso en la alimentación animal. Las instalaciones que se utilizan para la elaboración de ensilado dependen del volumen de producción, que en este caso será de aproximadamente 2.8 toneladas semanales de vísceras –considerando que las vísceras representan aproximadamente el 14 % de peso del animal. El proceso de ensilado tiene los siguientes pasos:

- ☛ Picado y/o triturado de las vísceras; procurando que el tamaño de partícula no sea mayor a 10 mm de diámetro.
- ☛ Inoculación con ácidos (vinagres, yogurs, melaza, otros). Para manejar grandes cantidades son adecuados los tanques de concreto u hormigón revestidos.
- ☛ Homogeneización de la mezcla resultante. Es necesario que la mezcla se agite regularmente; el tamaño y el número de tanques dependen de la cantidad y tipo de materia prima disponible.
- ☛ Secado de la mezcla, con eliminación de sobre nadante (aceites).
- ☛ Mezclado con harinas para la conformación de pastas y obtención, en su caso, de pellets para el consumo animal.

Según [46], entre las ventajas que presenta el ensilado microbiano o biológico de pescado se encuentran: a) su sencilla manipulación, sin los peligros y riesgos que presentaba otros tipos de ensilados; b) sus costos reducidos, porque no hay necesidad de importar ácidos orgánicos; c) la posibilidad de adicionar diversas cepas de bacterias ácido-lácticas; d) el uso de la melaza es fácilmente obtenida a un costo razonable; e) tiempo de proceso reducido; f) y un producto, incluyendo sabor y olor, más atractivo, agradable y apetecible.

Además, Ockerman y Hensenn (citados por [46]), señalan las siguientes ventajas del ensilado frente a la harina de pescado: a) el ensilado no se pudre durante su almacenamiento y presenta menos problemas de polución en su elaboración; b) el ensilado es estéril y se destruyen las salmonelas; c) la

escala de producción del ensilado se puede variar sin que se afecte su economía de producción; d) las necesidades energéticas para su obtención son muy reducidas en relación con la elaboración de harinas; e) el ensilado mezclado con carbohidratos se puede secar al sol sin que se planteen problemas con las moscas.

Otras consideraciones

De manera periódica se deberá limpiar la malla de las jaulas, para evitar la proliferación de organismos bentónicos o de algas que pudieran impedir la libre circulación del agua. Esto deberá realizarse antes de realizar el traspaso de los juveniles a las jaulas de engorda.

También de manera regular, deberán realizarse los monitoreos de ictiofauna en diversos sitios de las áreas de **Proyecto**, para verificar si existe algún cambio en el comportamiento de las especies con motivo de la actividad. Dicho análisis no podrá efectuarse con los datos que se obtengan durante los 2 primeros años de operación del **Proyecto**, puesto que no podrá contarse con datos confiables suficientes que permitan establecer una pauta sobre las especies presentes en la zona. El primer análisis confiable deberá proporcionarse a los 5 años de haberse iniciados las operaciones.

En caso de ser necesario, se deberá remover el sedimento o cualquier desecho sólido que con motivo del cultivo intensivo de los peces pudiera haberse depositado en el fondo de la columna de agua.

2.3.2 Abandono del sitio

Cuando se llegue al término del período de vigencia solicitado se optará por 2 posibles alternativas:

1. Desmantelamiento y retiro de los módulos.
2. Solicitud de ampliación del período de vigencia.

2.3.3 Otros insumos

No se utilizará ninguna sustancia peligrosa o tóxica en ninguna etapa del **Proyecto**. El uso de medicamentos y otras sustancias, para el tratamiento de enfermedades y/o plagas, deberá realizarse bajo condiciones controladas y deberá dejarse constancia escrita de su uso por medio de bitácoras o en el inventario de entradas y salidas de la bodega.

Vinculación con ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación de uso del suelo

3.1 Instrumentos jurídicos

Los instrumentos jurídicos son aquellas regulaciones que forman el marco legal denominado como Estado de Derecho. Este marco legal es de observancia obligatoria para todos los gobernados, así como para aquellas actividades que se encuentren enmarcadas dentro de algún supuesto legal.

Tal es el caso del **Proyecto**, que se encuentra regulado por los supuestos del artículo 28 de la LGEEPA[16] y 5° del RLMIA[18]. Por tal motivo, se hace necesaria la revisión del marco legal al que se debe ajustar la actividad **previo** a su implementación y que son los siguientes:

- Ordenamientos ecológicos.
- Áreas naturales protegidas.
- Áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad.

- Programas de conservación y/o restauración.
- Leyes y reglamentos.
- NOM's.
- NMX's.

3.2 Planes o programas de ordenamiento ecológico

El Estado de Chiapas se encuentra inmerso en el POEGT[48] y además se encuentran decretados a su interior los siguientes POET:

Cuadro 3.1: Ordenamientos Ecológicos en el Estado de Chiapas

Ordenamiento	Fecha publicación
De la Cuenca del Río Coapa, en el Municipio de Pijijiapan[15]	07-Enero-2004
De la Cuenca del Río Zanatenco, en el Municipio de Tonalá[1]	31-Marzo-2004
De la Subcuenca del Río Lagartero[3]	24-Marzo-2010
De la Subcuenca del Río Sabinal, en los municipios de San Fernando, Berriozábal, Ocozocoautla de Espinosa y Tuxtla Gutiérrez[2]	24-Marzo-2010
Del Estado de Chiapas[4]	07-Diciembre-2012

Con excepción del POET del Estado de Chiapas, que engloba a los demás ordenamientos ecológicos territoriales locales, el ordenamiento ecológico territorial más cercano al **Proyecto** es el de la Subcuenca del Río Sabinal.

3.2.1 Programa de Ordenamiento General del Territorio

El Estado de Chiapas comprende 13 UAB's señaladas en el POEGT, encontrándose el **Proyecto** en la UAB 81 Altos de Chiapas.

3.2.1.1 UAB 81 Altos de Chiapas

Cuenta con una superficie de 12,769.04 km², una población de 1,629,346 habitantes¹ y posee las siguientes características:

Crítico en el corto y mediano plazo, Conflicto sectorial bajo. No presenta superficie de ANP's federales. Media degradación de los suelos. Muy alta degradación de la vegetación. Baja degradación por desertificación. La modificación antropogénica es de baja a media. Longitud de carreteras (km): Media. Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja. Porcentaje de cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km²): Media. El uso de suelo es Forestal, Pecuario y Agrícola. Con disponibilidad de agua superficial. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 74.6.

Alta marginación social. Muy bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Alto hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Bajo porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola: Sin información. Media importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.

El escenario ambiental para esta UAB es Muy crítico a largo plazo, con una prioridad de atención Alta. La política ambiental es Restauración, preservación y aprovechamiento sustentable, con eje rector del desarrollo tipo Forestal-Turismo; siendo coadyuvante del desarrollo el componente Poblacional y como asociados la Agricultura y la Ganadería, siendo de interés la Minería, Pueblos indígenas y la Preservación de la flora y la fauna.

El POEGT establece 3 grupos de estrategias para cada UAB:

Grupo I Dirigidas a lograr la sustentabilidad del territorio.

Grupo II Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana.

Grupo III Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.

Para cada grupo se definen ciertos criterios abarcando el Grupo I los criterios 1 al 23, el Grupo II del 24 al 41 y el Grupo III del 42 al 44. Las estrategias sectoriales marcadas para la UAB 81 incluyen:

¹ Censo de Población y Vivienda 2010.

- **Grupo I:** 1 al 8, 12 al 15BIS y del 21 al 23.
- **Grupo II:** 24 al 29, 33 al 38 y 40 al 41.
- **Grupo III:** 42 al 44.

Como resulta obvio, el campo de aplicación del Grupo III está enfocado hacia las relaciones existentes entre las diferentes instituciones de Gobierno y no a las actividades de la población en su conjunto, por lo que no serán analizadas en este apartado ya que su aplicación corresponde exclusivamente a la esfera gubernamental.

En cuanto al Grupo II, los criterios dirigen la acción del Gobierno con respecto a la población y al equipamiento urbanístico necesario, siendo su aplicación coordinada entre Gobierno-Sociedad por lo que solamente algunos criterios serán analizados en este apartado.

Respecto al Grupo I, los criterios están encaminados a la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales presentes en la UAB por parte de la población, por lo que su ámbito de aplicación recae mayoritariamente en la Sociedad y serán por tanto analizados cada uno de los criterios en este apartado.

Los criterios a analizar son los siguientes:

Grupo	Criterios
I	A) Preservación: 1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad; 2. Recuperación de especies en riesgo; 3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.
	B) Aprovechamiento sustentable: 4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales; 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios; 6. Modernizar la infraestructura hidro agrícola y tecnificar las superficies agrícolas; 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales; 8. Valoración de los servicios ambientales.
	C) Protección de los recursos naturales: 12. Protección de los ecosistemas; 13. Racionalizar el uso de agro químicos y promover el uso de biofertilizantes; 14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agropecuarios; 15. Aplicación de los productos de la investigación en el sector minero al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.
	15BIS. Coordinación entre los sectores minero y ambiental.
	E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables: 21: Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo; 22: Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional; 23: Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo.

3.2 Planes o programas de ordenamiento ecológico

Grupo	Criterios
II	B) Zonas de Riesgo y prevención de contingencias: 24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio. 29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.
	E) Desarrollo Social: 34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional. 36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agro alimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza. 37: Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas. infantiles.

3.2.1.2 Vinculación con estrategias del POETG

A continuación se proporciona la vinculación del **Proyecto** con cada uno de los criterios señalados para la UAB 81:

Criterio	Vinculación
1	Se fomentará la protección y conservación de la biodiversidad mediante el establecimiento de los objetivos señalados, fortaleciendo la eficiencia de los corredores biológicos en el mantenimiento del acervo genético
2	No aplica, el Proyecto no busca la recuperación de especies en riesgo ni las pone en peligro.
3	No aplica, el Proyecto no busca la recuperación de especies en riesgo ni las pone en peligro.
4	El Proyecto pretende el aprovechamiento, bajo condiciones controladas, de la especie <i>Oreochromis niloticus</i> que a pesar de ser introducida es una especie con poblaciones naturales al interior de la Presa .
5	No aplica, el Proyecto no busca el aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas o pecuarios.
6	No aplica, el Proyecto no busca modernizar la infra estructura hidro agrícola o tecnificar las superficies agrícolas.
7	No aplica, el Proyecto no busca el aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.

3.2 Planes o programas de ordenamiento ecológico

Criterio	Vinculación
8	El Proyecto se realizará al interior de la Presa , que almacena el caudal de diversas corrientes -principalmente el río Grijalva- para la generación de energía eléctrica. Aunque esto no es un servicio ambiental <i>per se</i> , es un servicio que presta un recurso natural para beneficio del ser humano; en este sentido el Proyecto se beneficia del servicio que presta el recurso natural agua para la realización de la actividad acuícola.
12	El Proyecto se realizará en jaulas y bajo un ambiente controlado, minimizando la oportunidad de una fuga masiva de organismos al medio y protegiendo de tal modo a las poblaciones silvestres presentes en la Presa ; aunque cabe señalar que en caso de fuga masiva de organismos estos no provocarían un desequilibrio en el ecosistema.
13	No aplica, el Proyecto no implica el uso de agro químicos. No obstante lo anterior, se utilizará alimento balanceado con mayor potencial de bio degradación que los alimentos convencionales.
14	No aplica, el Proyecto no incursiona en ecosistemas forestales ni en el uso de suelo agrícola. No obstante lo anterior, y de ser el caso, podría sujetarse a las condiciones que -en su caso- esa dependencia considere pertinentes en materia forestal.
15	No aplica, el Proyecto no se desarrolla en el sector minero ni en recursos naturales no renovables.
15BIS	No aplica, ver criterio anterior.
24	El Proyecto se desarrolla en una zona rural, de alta marginación, por lo que su implementación requerirá de mano de obra local lo que ayudará a mejorar las condiciones de pobreza entre los habitantes.
29	La ejecución del Proyecto fomentará la utilización de los recursos hídricos en los embalses artificiales y naturales como fuentes de empleo y de alimentación estratégica en el contexto nacional.
34	La ejecución del Proyecto será en una zona de alta marginación lo que coadyuvará, a través de la generación de empleo permanente, a integrar esta zona en la dinámica de desarrollo nacional.
36	La acuacultura forma parte de la diversificación productiva de los sectores tradicionales, por lo que el Proyecto se vincula adecuadamente en este criterio.
37	El Proyecto se desarrollará en una zona de alta marginación, su ejecución garantiza la integración de de grupos vulnerables y de riesgo al sector económico-productivo a través de empleos permanentes y de fuentes alternativas de desarrollo, como la actividad acuícola a mediana y gran escala.

3.3 Áreas naturales protegidas

Chiapas posee 43 ANP, entre las que destacan las reservas de la biosfera por ser patrimonio de la humanidad. La biodiversidad de la flora chiapaneca está compuesta por bosques, selvas y vegetación acuática, hace que 73 de la superficie estatal tenga vocación forestal. Chiapas ocupa el segundo lugar nacional de mayor superficie forestal y el segundo lugar en volumen maderable.

Sin embargo, el área de **Proyecto** no está considerado dentro del sistema nacional de áreas protegidas ya sea estatal o federal. El ANP más cercana al sitio de **Proyecto** es la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote de competencia federal y que se encuentra aproximadamente a 10 km en dirección Suroeste. A una distancia de 30 km, pero en dirección Sureste se localiza la ZSCE La Pera de competencia estatal.

La Reserva de la Biosfera Selva El Ocote cuenta con una superficie de 101,288 hectáreas y protege uno de los centros de diversidad biológica más importantes de México, ya que se encuentra ubicada en una zona de transición de dos provincias neotropicales: la pacífquense y la tehuatepequense.

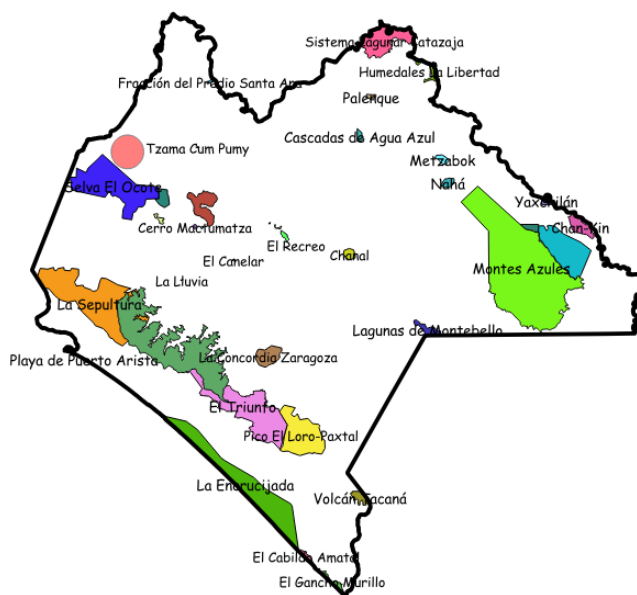


Figura 3.1: ANP's en el Estado de Chiapas, **Proyecto** en el círculo rojo

3.4 Regiones prioritarias de conservación

Las regiones prioritarias de conservación son aquellas áreas, relativamente grandes de tierra o agua, que contienen un conjunto geográficamente distintivo de comunidades y ecosistemas que comparten un gran número de especies, condiciones ambientales y dinámicas de sus poblaciones y ecosistemas.

El planteamiento de estas regiones no constituye un instrumento de planeación ambiental de valor jurídico aplicable, únicamente está considerado como una referencia a tomar en cuenta en la

3.4 Regiones prioritarias de conservación

planeación nacional. La CONABIO define 4 tipos de regiones prioritarias para la conservación: (1) RTP, (2) RMP, (3) RHP y (4) AICA.

3.4.1 RTP's

El **Proyecto** no se localiza dentro de ninguna RTP, la más cercana es la 132 Selva Zoque-La Sepultura que cuenta con una superficie de 11,319 km² y un valor para la conservación de 3. Se ubica en los Estados de Chiapas, Oaxaca y Veracruz, abarcando los municipios de Arriaga, Asunción Ixtaltepec, Cintalapa, Hidalgotitlán, Jiquipilas, Las Choapas, Matias Romero, Minatitlán, Ocozocoautla de Espinosa, San Miguel Chimalapa, San Pedro Tapanatepec, Santa María Chimalapa, Santiago Niltepec, Santo Domingo Zanatepec, Tonalá, Villa Corzo y Villa Flores.

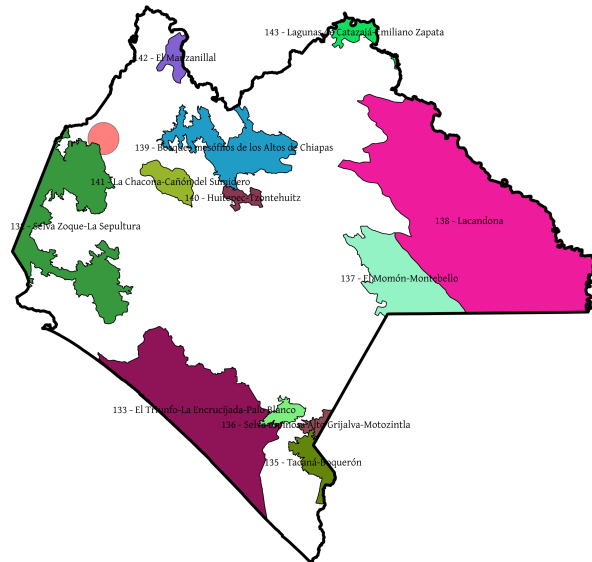


Figura 3.2: RTP's en el Estado de Chiapas, **Proyecto** en el círculo rojo

3.4.2 RMP's

El **Proyecto** se localiza en el interior del continente por lo que no aplica la regionalización marcada para estas áreas.

3.4.3 RHP's

El **Proyecto** se localiza en el interior de la RHP 85 Malpaso-Pichucalco, que cuenta con una extensión de 3,734.93 km² y una problemática de modificación del entorno (existe un incremento considerable de áreas desmontadas y perturbadas, erosión, así como fragmentación de hábitats para potreros y agricultura).

Apertura de carreteras federales que impiden la continuidad entre las masas forestales) y uso de recursos (energía hidroeléctrica de la presa Malpaso, agricultura, ganadería extensiva, utilización de anfibios y reptiles para carne, pieles y huevos. Cacería furtiva y tráfico ilegal de animales y plantas tropicales como orquídeas, la palma real xiate y el perico *Aratinga cunicularis*. Especies maderables de interés comercial como la caoba y el cedro tropical, el barbasco *Dioscorea composita* y la vainilla *Vanilla planifolia*. Especies introducidas de mojarra *Oreochromis mossambicus* y *Tilapia rendalli*).

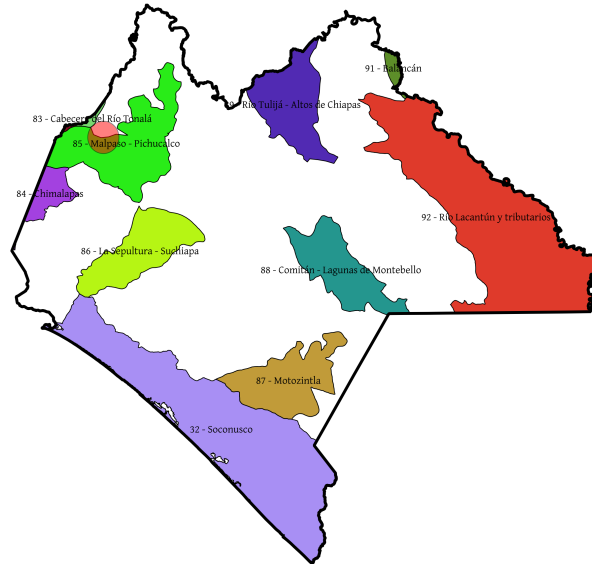


Figura 3.3: RHP's en el Estado de Chiapas, **Proyecto** en el círculo rojo

El **Proyecto** no incrementará en modo alguno la problemática diagnosticada para esta RHP, por las siguientes razones:

- El cultivo de la especie *Oreochromis niloticus* se realizará bajo condiciones controladas en estanques confinados.
- La especie *Oreochromis niloticus*, a pesar de ser introducida, cuenta con décadas de adaptación en los diferentes cuerpos de agua de la República, por lo que el riesgo por introducción es prácticamente nula.

3.4.4 AICA's

El **Proyecto** no se localiza en el interior de ninguna AICA, las más cercanas son la SE-09 Sierra de Tabasco y la SE-21 El Ocote.

La SE-09 cuenta con una superficie de 61,851.54 hectáreas, se encuentra en el sur del estado de Tabasco y forma parte de la sierra norte de Chiapas, abarca los municipios de: Huimanguillo,

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 ambiente.

Por ello, quienes pretendan llevar a cabo obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales (fracción X del artículo 5 de la LGEEPA) o actividades pesqueras, acuícolas o agropecuarias que puedan poner en peligro la preservación de una o más especies o causar daños a los ecosistemas (fracción XII del artículo 5 de la LGEEPA), requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la SEMARNAT.

Es debido a esta ordenamiento legal que el **Proyecto** se somete a la evaluación de impacto ambiental ante esa Secretaría, Delegación Federal en Chiapas, en cumplimiento a lo señalado en el artículo 30 de esa misma ley.

3.6.2 LAN

Puesto que el **Proyecto** se encuentra inmerso en un cuerpo de agua (artificial) propiedad de la Nación, le resulta aplicable lo señalado en el artículo 20 de la LAN, primer párrafo, que a la letra dice:

De conformidad con el carácter público del recurso hídrico, la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales se realizará mediante concesión o asignación otorgada por el Ejecutivo Federal a través de "la Comisión" por medio de los Organismos de Cuenca, o directamente por ésta cuando así le competa, de acuerdo con las reglas y condiciones que dispone la presente Ley y sus reglamentos. Las concesiones y asignaciones se otorgarán después de considerar a las partes involucradas, y el costo económico y ambiental de las obras proyectadas.

Por lo anterior, y una vez que se cuente con la autorización favorable -en su caso- emitida por la SEMARNAT para el **Proyecto**, se realizarán los trámites que correspondan ante la CNA para la obtención de los permisos y/o concesiones necesarias, según lo señalado en sus artículos 21 y 82.

Por otra parte, en cumplimiento de lo señalado en el artículo 85 párrafo tercero, relativo a la prevención y control de la contaminación del agua, en el Capítulo VI de este documento, se presentan las medidas preventivas, de mitigación y remediación que el **Proyecto** pueda ocasionar con motivo de las actividades necesarias para su ejecución.

3.6.3 LGP

De acuerdo al artículo 40 de la LGP, se requiere concesión para la realización de la acuicultura comercial¹. Para ello, el o los interesados deben ajustarse a lo señalado en el artículo 90 y una vez obtenida la concesión correspondiente cumplir con las indicaciones contenidas en su artículo 100.

3.6.4 RLMIA

El RLMIA en su artículo 5° fracción inciso A (Hidráulicas) fracción III, señala que los proyectos de construcción de muelles requiere previamente la autorización en materia de impacto ambiental (aunque no existe en la legislación mexicana una definición del concepto de muelle). Además, su inciso R (Obras y actividades en humedales, manglares y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales) menciona que cualquier actividad pesquera 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 LGEEPA- **no requiere** la presentación de una manifestación de impacto ambiental.

Ahora bien, la fracción U (Actividades acuícolas que puedan poner en peligro la preservación de una o más especies o causar daños a los ecosistemas) señala que la construcción y operación de granjas, estanques o parques de producción acuícola -como la del **Proyecto**- requieren previamente la autorización de la SEMARNAT en materia de impacto ambiental.

Por ello, y en cumplimiento de lo señalado en los párrafos previos, se somete a consideración de esa Secretaría la presente manifestación de impacto ambiental en su modalidad particular, conteniendo lo señalado en el artículo 12 del RLMIA y anexando lo requerido en su artículo 17.

3.6.5 RLAN

El **Proyecto** deberá tramitar la concesión correspondiente, por concepto del uso del agua en un cuerpo de agua propiedad de la nación, de acuerdo a lo manifestado por el RLAN en su Capítulo II, artículos 29 al 50.

¹ Conjunto de actividades dirigidas a la reproducción controlada, pre engorda y engorda de especies en instalaciones ubicadas en aguas dulces, marinas o salobres, por medio de técnicas de cría o cultivo, con el propósito de obtener beneficios económicos (Fracciones I y II del artículo 4° de la LGP).

Cuando se obtenga, en su caso, la concesión correspondiente emitida por la CNA para la ejecución del **Proyecto**, este deberá cumplir con los lineamientos contenidos en Título y con lo señalado en el Capítulo III -artículos 51 al 53.

Asimismo, las actividades motivo del presente estudio deberán cumplir en lo conducente con lo referido a la prevención y control de la contaminación de las aguas, tal y como se manifiesta en el Título Séptimo Capítulo Único -artículos 133 al 156 del RLAN.

3.6.6 RLGP

El Capítulo II de la RLGP versa sobre la acuicultura comercial y menciona en su artículo 108 fracción II que toda solicitud de concesión deberá ir acompañada por la manifestación de impacto ambiental, informe preventivo o autorización expedida por la autoridad competente. Por ta motivo, y con el objetivo de cumplir con la normatividad señalada, se presente a evaluación de impacto ambiental el presente estudio.

Igualmente, el **Proyecto** deberá cumplir con el artículo 125 respecto a la introducción de organismos vivos en cuerpos de agua de jurisdicción federal.

3.7 NOM's

Las NOM's tienen como finalidad, entre otros, establecer:

- Las características y/o especificaciones que deban reunir los productos y procesos cuando éstos puedan constituir un riesgo para la seguridad de las personas o dañar la salud humana, animal, vegetal, el medio ambiente general y laboral, o para la preservación de recursos naturales;
- Las características y/o especificaciones que deban reunir los servicios cuando éstos puedan constituir un riesgo para la seguridad de las personas o dañar la salud humana, animal, vegetal o el medio ambiente general y laboral o cuando se trate de la prestación de servicios de forma generalizada para el consumidor;
- Las especificaciones y/o procedimientos de envase y embalaje de los productos que puedan constituir un riesgo para la seguridad de las personas o dañar la salud de las mismas o el medio ambiente; Las condiciones de salud, seguridad e higiene que deberán observarse en los centros de trabajo y otros centros públicos de reunión;

- Las características y/o especificaciones, criterios y procedimientos que permitan proteger y promover el mejoramiento del medio ambiente y los ecosistemas, así como la preservación de los recursos naturales;
- Las características y/o especificaciones, criterios y procedimientos que permitan proteger y promover la salud de las personas, animales o vegetales;
- Las características y/o especificaciones que deben reunir los equipos, materiales, dispositivos e instalaciones industriales, comerciales, de servicios y domésticas para fines sanitarios, acuícolas, agrícolas, pecuarios, ecológicos, de comunicaciones, de seguridad o de calidad y particularmente cuando sean peligrosos;
- Las características y/o especificaciones que deban reunir los aparatos, redes y sistemas de comunicación, así como vehículos de transporte, equipos y servicios conexos para proteger las vías generales de comunicación y la seguridad de sus usuarios;
- Las características y/o especificaciones, criterios y procedimientos para el manejo, transporte y confinamiento de materiales y residuos industriales peligrosos y de las sustancias radioactivas.

Una vez dicho lo anterior, las únicas NOM's aplicables al **Proyecto** son aquellas que tienen que ver con el destino final del producto y que son:

NOM-027-SSA1-1993. Bienes y servicios. Productos de la pesca. Pescados frescos-refrigerados y congelados. Especificaciones sanitarias.

NOM-028-SSA1-1993. Bienes y servicios. Productos de la pesca. Pescados en conserva. Especificaciones sanitarias.

NOM-120-SSA1-1994. Bienes y servicios. Prácticas de higiene y sanidad para el proceso de alimentos, bebidas no alcohólicas y alcohólicas.

NOM-128-SSA1-1994. Bienes y servicios. Que establece la aplicación de un sistema de análisis de riesgos y control de puntos críticos en la planta industrial procesadora de productos de la pesca.

3.8 NMX's

De acuerdo a la SEMARNAT, las NMX son regulaciones técnicas de aplicación voluntaria expedidas por la Secretaría de Economía, las cuales prevén para un uso común y repetido reglas, especificaciones, atributos, métodos de prueba, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado.

En tal sentido, la Promovente puede aplicar al **Proyecto** las siguientes NMX's:

NMX-F-506-SCFI-2004. Productos de la pesca-Pescado seco-Salado-Especificaciones.

NMX-F-520-SCFI-2004. Productos de la pesca-Pescado entero congelado-Especificaciones.

NMX-F-529-SCFI-2004. Productos de la pesca-Pulpa de pescado congelada o congelada rápidamente-Especificaciones.

NMX-F-536-SCFI-2004. Productos de la pesca-Filete de pescado congelado-Especificaciones.

NMX-F-546-SCFI-2011. Productos de la pesca-Contenido de pescado en productos empanizados congelados-Método de prueba.

Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del Proyecto

4.1 Delimitación del área de estudio

En los últimos años, el agua se ha vuelto un factor clave a considerar en la gestión de los recursos naturales y en la implementación de obras a desarrollar por parte de las entidades de gobierno en todo el planeta. Por ello, el análisis ambiental parte del análisis de las cuencas hidrológicas, lo que nos proporciona un enfoque óptimo para evaluar y explicar los resultados de los diferentes usos del suelo ([24]).

El manejo de los ecosistemas es el siguiente punto a considerar al interior de las cuencas hidrológicas ([39]). Los ecosistemas presentan procesos que pueden ser medidos y cuantificados tales como:

- Flujo y almacenamiento hidrológico.
- Productividad biológica.

- Ciclo y almacenamiento biogeoquímico.
- Descomposición.
- Mantenimiento de la diversidad biológica.

Los ecosistemas proporcionan alimento, materiales para la construcción, genes silvestres, turismo y recreación. Además, incluyen servicios tales como: mantenimiento del ciclo hidrológico, regulación climática, purificación del agua y del aire, mantenimiento de la composición gaseosa de la atmósfera, polinización de cultivos, generación y mantenimiento de suelos, almacenamiento y reciclado de nutrientes, absorción y descontaminación de tóxicos, belleza, inspiración e investigación (tomado de [39]).

Estas 2 escalas -cuenca hidrológica y ecosistemas- son la base de la delimitación del área de estudio del **Proyecto**. De acuerdo al SIATL[25], el **Proyecto** se localiza en la subcuenca hidrológica P. Netzahualcóyotl (a), cuenca del Río Grijalva-Tuxtla Gutiérrez (E), perteneciente a la Región Hidrológica 30 Grijalva-Usumacinta.

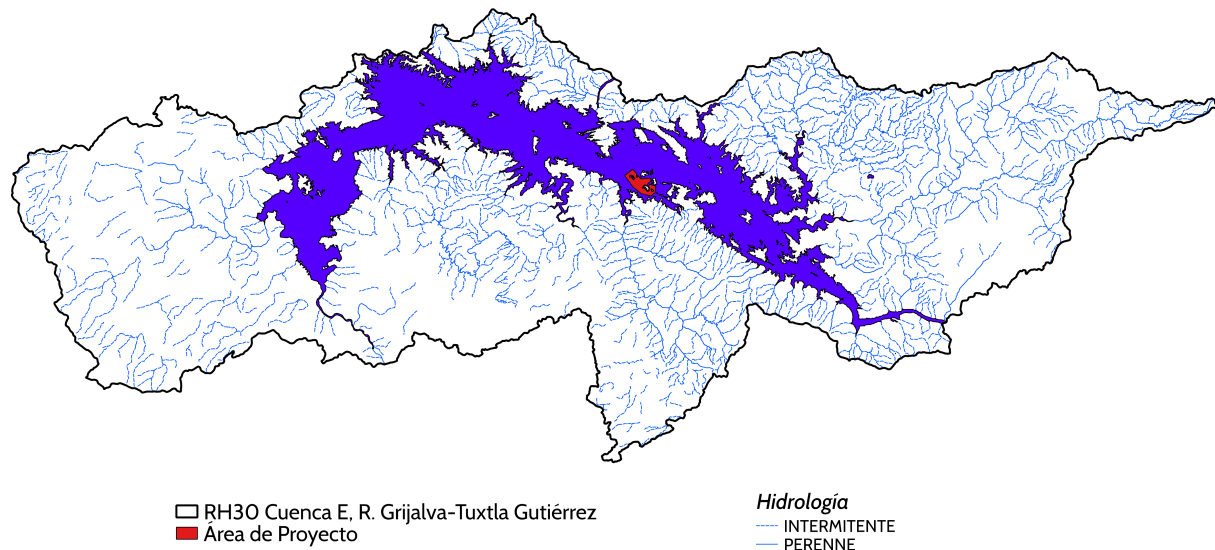


Figura 4.1: Subcuenca hidrológica en la que se ubica el **Proyecto**.

Esta subcuenca se ubica en su mayor parte en el Estado de Chiapas y su porción oriental se localiza en el Estado de Oaxaca; abarcando una superficie de 2,022.53 km², localizándose el **Proyecto** en su parte media -cerca del sitio de drenaje.

4.1 Delimitación del área de estudio

Debido a la naturaleza del **Proyecto** -en el interior de un embalse artificial- resulta imposible la delimitación del área de estudio a escalas naturales menores a la subcuenca. Por tal motivo, se establece de manera empírica una circunferencia de 10 km a partir de la coordenada ubicada en 440,792.307 E y 1,895,197.660 N.

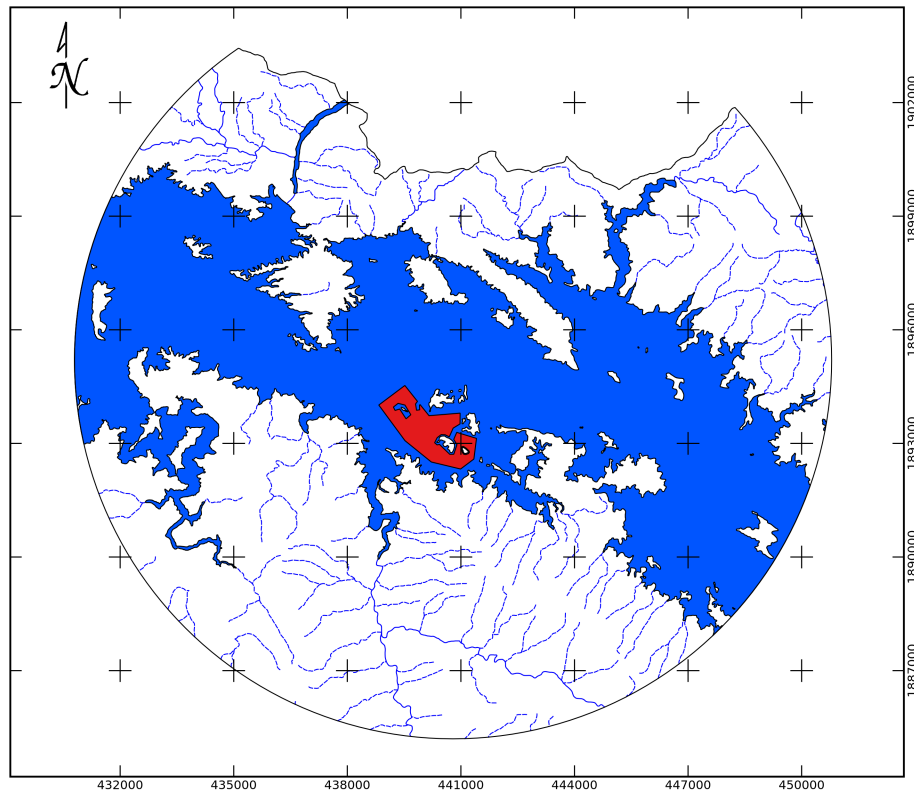


Figura 4.2: Sistema Ambiental del **Proyecto**, en rojo.

El área así delimitada se considerará como el SA del **Proyecto**, cuenta con una superficie de 269.165 km², una elevación máxima de 800 msnm y una mínima de 60 mnsn -que es la altura promedio a la que se ubica la lámina de agua de la **Presa**.

Puesto que el **Proyecto** se localiza en el interior del cuerpo de agua de la **Presa**, se considera como AI toda el área de la **Presa** comprendida dentro del SA, lo que significa una superficie de 100.26 km².

El **Proyecto** representa el 2.4 % (2.411 km²) de la superficie total del AI y se deben considerar los siguientes criterios al realizar el análisis de los elementos bióticos y abióticos presentes:

- Se trata del aprovechamiento de una especie bajo condiciones controladas.

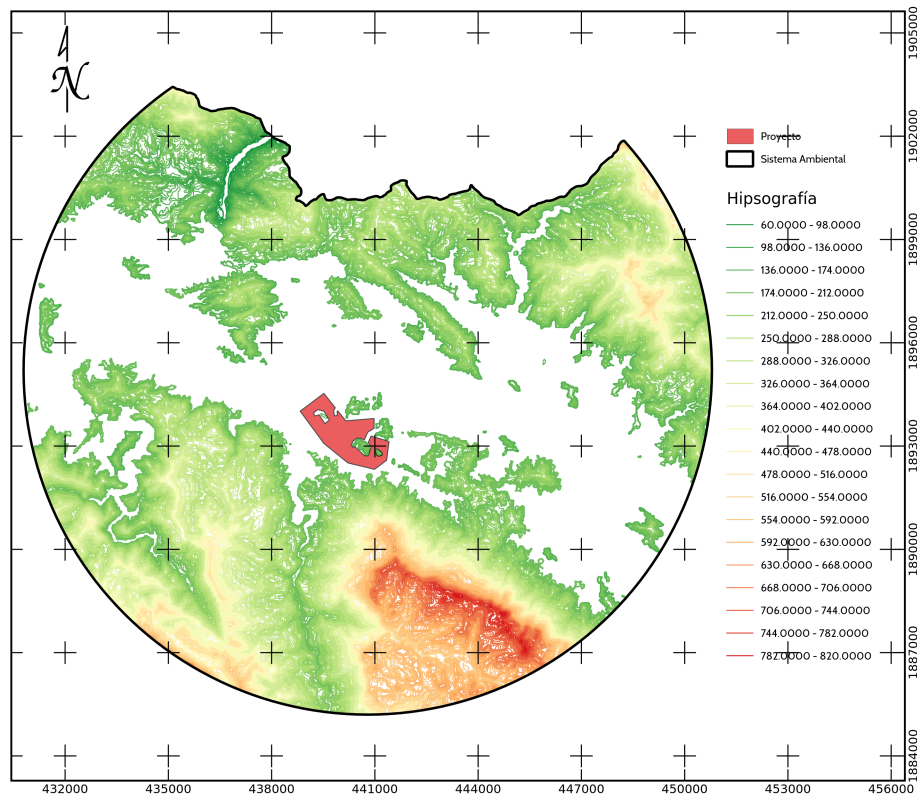


Figura 4.3: Hipsografía del SA (Proyecto en rojo)

- No implica el uso de sustancias contaminantes al interior de la **Presa**.
- La especie a aprovechar (*Oreochromis niloticus*), cuenta con poblaciones adaptadas de manera natural en la **Presa**.
- Grado de deterioro de los ecosistemas presentes.

4.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental

4.2.1 Aspectos abióticos

4.2.1.1 Clima

En el SA domina el clima([22]) cálido húmedo (A), presentándose 2 subtipos: el f(m) -lluvias todo el año- y el m(f) -abundantes lluvias de verano. Aunque en el SA no se localiza ninguna estación climatológica

4.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental

(de acuerdo a[49]), en sus cercanías se ubican las estaciones 7112 Malpaso, 7368 Tortugero-CFE, 7360 Luis Espinosa y 7020 Vertedor 1-2-3, las 3 primeras en el tipo climático Af(m) y la última en el tipo Am(f).

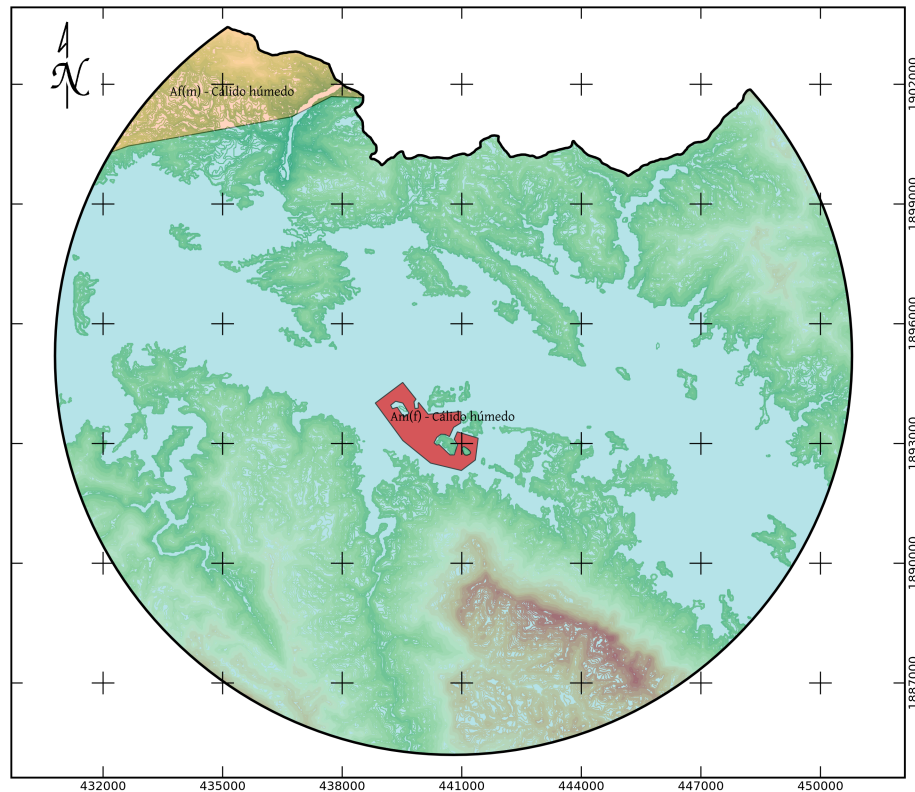


Figura 4.4: Climas en el SA (Proyecto en rojo)

Temperatura. A continuación se presentan los valores extremos y la media de temperatura registrados en las estaciones 7112 y 7020, como representativos de los tipos climáticos existentes en el SA.

El promedio anual de temperatura registrado es de 26.5°C para la estación 7112 y de 25.3°C para la 7020. El registro de datos abarca de 1951 a 2010 para ambas estaciones.

Precipitación. En el tipo climático Am(f) predominante, según datos de la estación 7112, se pueden esperar lluvias máximas diarias del orden de 250 mm (ocurrido en Septiembre de 1967). En el otro tipo climático se tiene un registro de 304.7 mm ocurrido en Septiembre de 1968.

4.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental

Cuadro 4.1: Temperaturas (°C) registradas por estación

Mes	Mínima extrema		Máxima extrema		Media	
	7112	7020	7112	7020	7112	7020
Enero	10.5	9.0	39.0	36.0	23.2	21.7
Febrero	8.5	9.5	42.0	38.0	23.9	22.4
Marzo	10.5	0.0	45.5	41.5	26.0	24.5
Abril	12.5	11.5	45.5	43.0	28.2	27.1
Mayo	15.0	14.0	47.5	43.0	29.4	28.2
Junio	18.0	18.0	44.0	42.0	28.7	27.6
Julio	18.0	13.0	41.5	40.0	27.8	26.8
Agosto	17.0	18.0	40.5	38.5	27.9	26.9
Septiembre	14.0	17.0	41.5	38.0	27.6	26.7
Octubre	15.5	14.0	40.0	39.0	26.4	25.1
Noviembre	13.5	2.0	39.0	37.0	25.0	23.6
Diciembre	10.0	10.5	39.5	36.5	23.6	22.4

En cuanto al número de días con lluvias, en el clima predominante se tiene un promedio de 169.6 días y en el otro tipo climático un promedio de 169.5 días.

Cuadro 4.2: Precipitación (mm) registrada por estación

Estación	Mes												Anual
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
7112	106.3	99.7	51.8	70.3	137.2	280.8	246.2	315.2	399.3	349.9	181.9	131.0	2,369.6
7020	190.1	131.0	90.5	76.1	125.3	308.3	298.1	340.7	454.3	375.0	259.4	218.9	2,867.7

Intemperismos. En el SA son bastantes raras las granizadas, siendo más comunes las tormentas eléctricas (de 6.1 a 15.1 tormentas al año) y la niebla (de 36.9 a 73.6 días al año).

4.2.1.2 Geología

De acuerdo a [20], el SA se encuentra inmerso casi en su totalidad dentro del acuífero Ocozacoautla (0704), con la porción Este-Noreste ubicada en el Acuífero Tuxtla (0703). Esta unidad se desarrolla geomorfológicamente sobre una planicie formada por rocas calcáreas de alta permeabilidad, cubiertas por una secuencia de materiales cuaternarios con espesores que apenas alcanzan unas decenas de

4.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental

metros. Se encuentra limitada al norte, éste y sur por elevaciones topográficas y hacia el occidente por el río La Venta.

Según [12], la zona presenta afloramientos correspondiente al Cretáceo y Terciario principalmente, compartiendo características estructurales y estratigráficas como resultado del movimiento de la placa Norteamericana sobre las placas Farallón y Cocos. Se distingue en la región un fuerte control tectónico estructural orientado en dirección noreste-sureste, con predominancia de los plegamientos de tipo anticlinal.

En el área existen formaciones del Paleozoico, Mesozoico y Cenozoico que comprenden suelos del Cuaternario de origen aluvial; rocas sedimentarias: calizas, areniscas, lutitas y limonitas, y rocas ígneas intrusivas como el granito. Las peculiares características geomorfológicas presentan un atractivo especial por la infinidad de cavidades, simas, sumideros y sistemas cavernarios de interés para la espeleología en estrecha relación con la arqueología y la hidrogeología.

Morfológicamente, el relieve predominante en la reserva es Kárstico, producto de la disolución de la roca caliza; además, presenta un fuerte grado de tectonismo, originando depresiones de diversas magnitudes en el variado relieve de resumideros, hendiduras, simas, dolinas y cavernas.

Dentro de los sótanos o simas exploradas se encuentran: Benito Juárez I, Sótano Viejo, La Lucha, Las Cotorras o Copal, Ojos del Tigre; en cuanto a las cavidades se han explorado: Los Camarorus, Los Grillos, Sumidero El Portillo, Cueva de Benito Juárez I, Sistema del Tigre y Tepescuintle 1°, 2° y 3°, El Sumidero; Cueva de Santa Cruz, Cueva del Sacrificio y Sima de los Saraguatos. Tanto las cavidades como los sótanos, con excepción de el de Las Cotorras, se localizan al oeste del Cañón del río La Venta y al noroeste del río Negro.

4.2.1.3 Suelos

En el SA se presentan 3 tipos de suelos:

Acrisol Símbolo A. Suelos ácidos de climas húmedos, con un subsuelo arcilloso y pobre en general.

Litosol Símbolo I. Suelos de menos de 10 cm de espesor.

Luvisol Símbolo L. Suelos con mucha arcilla acumulada en el subsuelo.

Composición. El tipo de suelo dominante en el SA, exceptuando el cuerpo de agua, es el Acrisol que cubre el 34.25 % (92.18 km²). En cuanto a subtipos, tenemos 8 subtipos diferentes siendo los 3 mas importantes: **Ao+Lc+I/3** (Acrisol órtico asociado con Luvisol crómico y Litosol en clase textural fina)

4.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental

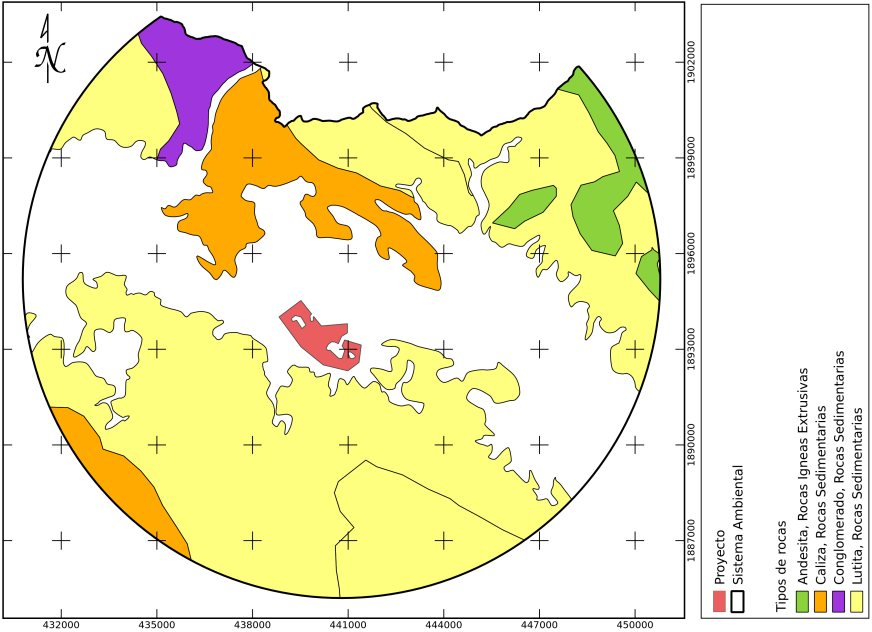
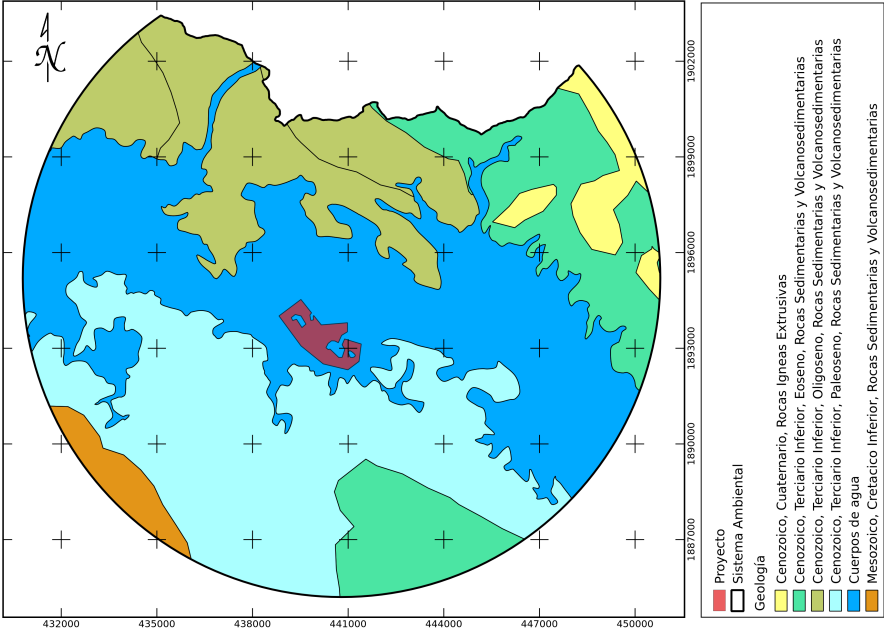


Figura 4.5: Geología en el SA (Proyecto en rojo)

que cubre el 39.8 % (66.9 km²), **Lc+Ao+Re/3** (Luvisol crómico asociado con Acrisol órtico y Regosol eútrico en clase textural fina) que abarca 25.1 % (42.1 km²) y **Ah+Lp+I/3** (Acrisol húmico asociado con Luvisol plántico y Litosol en clase textural fina). No está de más señalar que el **Proyecto** se ubica en el cuerpo de agua.

4.2.1.4 Hidrología superficial

El SA se localiza en el interior de la subcuenca de la **Presa**, que es un embalse artificial diseñado para retener, principalmente el gasto del río Grijalva. La **Presa** cuenta con una capacidad de 9,605 millones de metros cúbicos y se encuentra en operación desde el año de 1969. Recibe los aportes de las subcuencas b Alto Grijalva, e Río de la Venta y k El Chapopote (ver Figura 4.2).

La **Presa** capta un volumen medio anual de la cuenca aguas arriba por 13,381.28 millones de m³, con una disponibilidad media anual de agua superficial de 8,253.75 m³. Los valores de operación son los siguientes[51]:

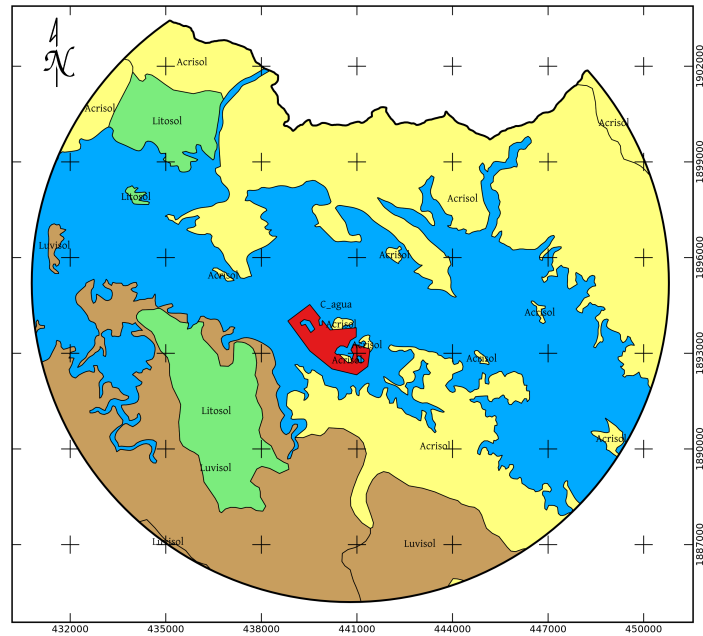
- NAMO de 182.5 msnm.
- NAME de 188.0 msnm.
- NAMINO de 144.0 msnm.
- Capacidad total de 14,058 Mm³.
- Capacidad de conservación de 12,373 Mm³.
- Capacidad al NAMINO de 3,055.73 Mm³.

4.2.1.5 Hidrología subterránea

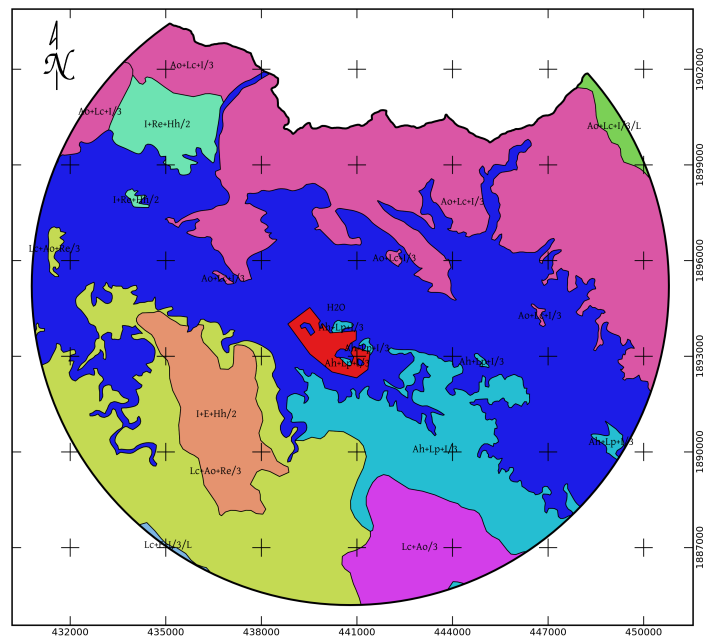
Como se señaló en el apartado 4.2.1.2, el SA se localiza parcialmente inmerso en los acuíferos subterráneos Ocozacoautla y Tuxtla, encontrándose el **Proyecto** en el primero de ellos.

En relación al Acuífero Ocozacoautla, hidrológicamente presenta una reducida extensión tanto horizontal como vertical por lo que se infiere que es de poca magnitud y bajo rendimiento. La recarga natural del acuífero es originada principalmente por infiltración de la lluvia y del escurrimiento superficial, captando además aportaciones laterales de aguas provenientes de rocas permeables, principalmente hacia las porciones topográficamente altas a través de los depósitos de talud.

4.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental



(a) Tipos



(b) Subtipos

Figura 4.6: Edafología en el SA, Proyecto en rojo.

Las áreas receptoras más importantes de este acuífero se localizan en las partes altas de las sierras, donde la precipitación pluvial es mayor y hay extensos afloramientos de rocas fracturadas, así como los flancos montañosos (pie de monte) donde predominan los materiales aluviales y coluviales de grano grueso. Aunque existen algunos manantiales en las zonas aledañas a las sierras, los que existen en los macizos montañosos son de bajo caudal, por lo que se deduce que la mayor parte del agua infiltrada se percola a profundidad para incorporarse al acuífero regional, que la transmite hacia las áreas de descarga bajo el control de la gravedad y de la estructura geológica.

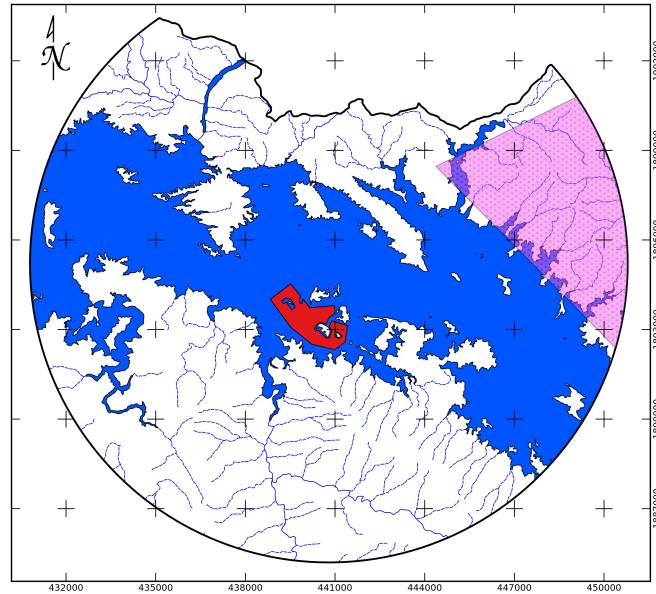


Figura 4.7: Acuífero Tuxtla (en rosa) en el SA, Proyecto en rojo

En cuanto al Acuífero Tuxtla, su espesor con un promedio de 5 a 10 metros y un máximo de 30 metros, por lo que se puede deducir que en general esta secuencia no constituye un acuífero de importancia, destinado básicamente para abastecer las necesidades de uso doméstico de comunidades rurales, por medio de excavaciones poco profundas y medios mecánicos de extracción. Su principal fuente de recarga es la precipitación, no obstante, también captan aguas que provienen lateralmente de las aportaciones de rocas permeables localizadas en las partes topográficamente más altas, a través de los depósitos de talud y pie de monte.

Las áreas receptoras más importantes del acuífero se localizan en las partes altas de las sierras, donde la precipitación pluvial es mayor y hay extensos afloramientos de rocas fracturadas, y en los flancos montañosos (pie de monte) donde predominan los materiales aluviales y coluviales de grano grueso. Como no hay manantiales importantes en los macizos montañosos, se deduce que la mayor parte del agua infiltrada se percola a profundidad para incorporarse al acuífero regional, que la transmite hacia las áreas de descarga bajo el control de la gravedad y de la estructura geológica.

Se supone que la recarga efectiva de este acuífero es algo menor que el volumen infiltrado, ya que una parte de éste puede ser retenido en la zona no saturada donde gran parte del agua infiltrada queda

retenida en los primeros metros de relleno, para después evaporarse sin aportar recarga efectiva al acuífero.

4.2.2 Aspectos bióticos

4.2.2.1 Vegetación

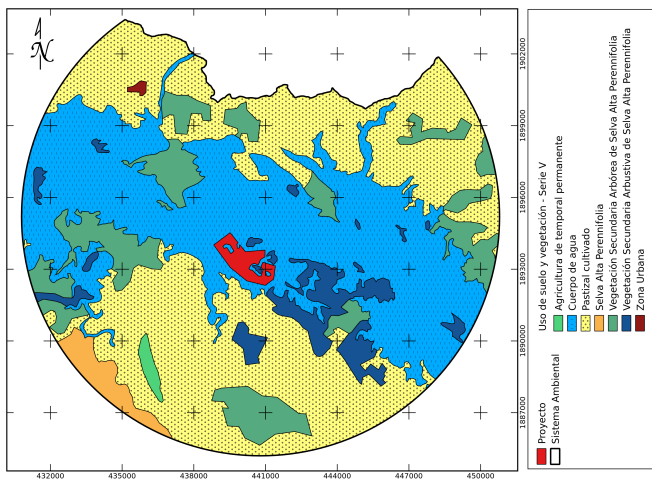


Figura 4.8: Vegetación en el SA.

(1.26 km², 0.47 %) y Zonas urbanas (0.29 km², 0.11 %).

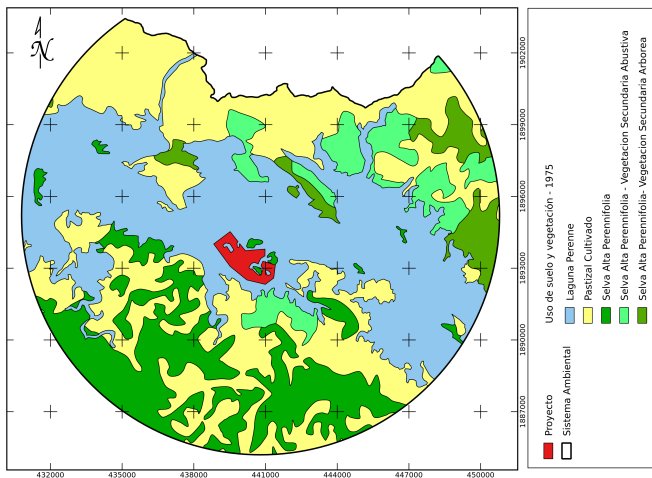


Figura 4.9: Vegetación 1975 en el SA.

En el SA, de acuerdo a [26] y sin contar el cuerpo de agua que ocupa 37.50 % (100.95 km²), la mayor parte de la superficie se encuentra ocupada por Pastizal cultivado (115.13 km², 42.77 %), seguido por Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Alta Perennifolia (32.89 km², 12.22 %), Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Alta Perennifolia (13.53 km², 5.03 %), Selva Alta Perennifolia (5.12 km², 1.90 %), Agricultura de temporal permanente

Descontado la superficie cubierta por agua, la relación de conversión de los ecosistemas naturales de Selva Alta Perennifolia (primario y secundario) es de 1:2.26 hacia pastizales, agricultura y zona urbana; esto es, por cada metro cuadrado de superficie de ecosistema natural existen 2.26 hectáreas de otro tipo de vegetación antropogénica. Esta relación era menor según los datos proporcionados por el INEGI para la vegetación de 1975, siendo de 1.26

hectáreas de pastizales por cada hectárea de vegetación natural y cubriendo la Selva Alta Perennifolia una mayor superficie (45.06 km², 16.74 % de la superficie del SA).

De acuerdo a [8], la construcción de presas puede ocasionar drásticos cambios en las comunidades naturales; uno de los casos más espectaculares de este efecto se presenta en la parte baja de la cuenca del río Grijalva. Anteriormente, la planicie de inundación de este río era muy amplia. En la época más lluviosa sus crecidas alimentaban un vasto complejo de pantanos, marismas y manglares, que formaban un conjunto de muy diversos ambientes en el estado de Tabasco, poblados por una rica flora y fauna acuática y semiacuática.

La construcción de las presas hidroeléctricas Chicoasén, Malpaso, Raudales y La Angostura causa que las aguas del río Grijalva tengan un caudal mucho más regular y que el desbordamiento sea mínimo, de manera que se han desecado extensas zonas pantanosas que actualmente se dedican principalmente al pastoreo. Esto ha provocado la desaparición de una gran parte de un área natural de comunidades acuáticas únicas por su extensión y diversidad en el país.

Entre los pastos utilizados en el SA se pueden encontrar: Chontalpo (*Brachiaria decumbens*), Humidícola (*Brachiaria humidicola*), estrella de África (*Cynodon plectostachyus*), Taiwán (*Pennisetum purpureum*), Tanzania (*Panicum maximum*) entre los más importantes.

Según [12], la Selva Alta Perennifolia en el estrato superior es muy regular, abundan especies como el canshán (*Terminalia obovata*), molinillo (*Quararibea funebris*), chicozapote (*Manilkara sapota*), jobo (*Spondias mombin*), flor de corazón (*Talauma mexicana*), caoba (*Swietenia macrophylla*), guapaque (*Dialium guianense*), mojú (*Brosimum alicastrum*), ceiba (*Ceiba pentandra*), baqueta (*Chaetoptelea mexicana*), sonzapote (*Licania platypus*), palo de aguacate (*Nectandra sinuata*), maca blanca (*Vochysia hondurensis*) y tinco (*Vatairea lundellii*). En el estrato medio es común la presencia de hoja fresca (*Dendropanax arboreus*), hoja menuda (*Celtis monoica*), molinillo (*Quararibea funebris*) y amate (*Ficus sp.*). El sotobosque está compuesto principalmente de palmas como la cola de pescado (*Chamaedorea tepejilote*), shate (*C. oblongata*), cola de pescado (*C. ernesti-augustii*), tzitzún (*Astrocaryum mexicanum*), matamba (*Desmoncus chinatlensis*) y bejucos como el barbasco (*Dioscorea composita*) y cocolmeca (*D. bartlettii*).

En las áreas de pastizal cultivado es común encontrar especies frutales como cerco vivo o como elementos para sombra del ganado, encontrándose principalmente mango (*Mangifera indica*), capulín (*Muntigia calabura*), nance (*Byrsonima crassifolia*), tamarindo (*Tamarindus indica*), cítricos (*Citrus reticulata*, *C. sinensis*), aguacate (*Persea americana*). También se utilizan especies maderables tales como: cedro (*Cedrela odorata*), roble o macuilí (*Tabebuia rosea*) y cocoíte o mata ratón (*Gliricidia sepium*) principalmente.

4.2.2.2 Fauna

En las áreas de selva de la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote, que se encuentran cercanas al área de Selva Alta Perennifolia localiza en el interior del SA, se han reportado 646 especies de vertebrados terrestres distribuidos de la siguiente forma: 24 de anfibios, 58 de reptiles, 460 aves y 104 de mamíferos y se tiene una proyección de 3,000 especies de coleópteros, 500 especies de lepidópteros y junto con otros invertebrados podría llegar el número a 20,000 especies.

Debido a que la porción de Selva Alta Perennifolia presente en el SA es una prolongación de un macizo forestal que se interna en la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote, es factible suponer que los grupos faunísticos con presencia en la Reserva en ese ecosistema cuentan con una alta probabilidad de localizarse en el SA en ese mismo ecosistema. La fauna de la REBISO ha sido una de las más estudiadas a nivel Reserva en el Estado de Chiapas, sobresaliendo las investigaciones realizadas para aves ([32], mamíferos ([5], [42], [28]) y peces ([35]).

Considerando que el **Proyecto** se pretende ejecutar al interior de la **Presa**, es importante mencionar la ictiofauna presente en este cuerpo de agua, la cual se muestra en el Cuadro 4.3.

Cuadro 4.3: Ictiofauna reportada en el SA

Nombre científico	Nombre común
<i>Dorosoma anale</i>	Sabalote o arenga
<i>Dorosoma petenense</i>	Sabaote, doradito o arenga
<i>Astyanax aeneus</i>	Pepesca, sardina de río
<i>Brycon guatemalensis</i>	Sardinita macabí, macabil
<i>Ictalurus meridionalis</i>	Bobo, bagre
<i>Cathorops kailolae</i>	Bagre, coruco
<i>Potamarius nelsoni</i>	Bagre lacandón
<i>Rhamdia guatemalensis</i>	Juil
<i>Rhamdia laticauda</i>	Juil de Jamapa, filín, chuil, bagre
<i>Atherinella alvarezi</i>	Charal
<i>Strongylura hubbsi</i>	Agujón maya
<i>Hyporhamphus mexicanus</i>	Pajarito
<i>Profundulus labialis</i>	Truchi, truchita
<i>Profundulus punctatus</i>	Truchi, truchita
<i>Heterandria bimaculata</i>	Guatope manchado
<i>Poecilia mexicana</i>	Topote
<i>Poecilia sphenops</i>	Pupo, popoyote, topota
<i>Poeciliopsis fasciata</i>	Pupo, popoyote, topota
<i>Poeciliopsis hnileckai</i>	Pupo, popoyote, topota

4.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental

Cuadro 4.3: Ictiofauna reportada en el SA

Nombre científico	Nombre común
<i>Poeciliopsis pleurospilus</i>	Pupo, popoyote, topota
<i>Priapella intermedia</i>	Guayacón
<i>Xiphophorus clemenciae</i>	Espada
<i>Xiphophorus hellerii</i>	Cola de espada
<i>Ophisternon aenigmaticum</i>	Anguila, culebra de agua
<i>Eugerres mexicanus</i>	China, pichincha, mojarra blanca
<i>Aplodinotus grunniens</i>	Chopa, mojarra blanca
<i>Amphilophus macracanthus</i>	Mojarra
<i>Cichlasoma salvini</i>	Guapote tricolor
<i>Cichlasoma trimaculatum</i>	Mojarra prieta, mojarra de ojos rojos, guapote verde
<i>Oreochromis aureus</i>	Tilapia, mojarra negra
<i>Oreochromis niloticus</i>	Tilapia, mojarra negra
<i>Parachromis managuensis</i>	Mojarra pinta, mojarra tigre, guaya
<i>Paraneetroplus bifasciatus</i>	Mojarra panza colorada
<i>Paraneetroplus hartwegi</i>	Mojarra negra, zacatera
<i>Paraneetroplus regani</i>	Pringadita
<i>Paraneetroplus synspilus</i>	Mojara paleta
<i>Paraneetroplus melanurus</i>	Mojarra pinta, mojarra paleta
<i>Petenia splendida</i>	Tenguayaca
<i>Theraps pearsei</i>	Mojarra zacatera, mojarra moneda
<i>Thorichthys helleri</i>	Mojarra amarilla
<i>Tilapia zillii</i>	Tilapia

De estas especies, 5 se encuentran en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010 y son: *Potamarius nelsoni*, *Rhamdia guatemalensis*, *Priapella intermedia*, *Xiphophorus clemenciae* y *Paraneetroplus hartwegi*.

En cuanto a invertebrados, [37] reporta 2 especies del género *Potamocarcinus* (*P. hartmanni* y *P. magnus*) en la **Presa**, los cuales son cangrejos utilizados con fines de autoconsumo –principalmente el segundo de ellos.

Otro grupo importante, por su amplia distribución y su movilidad fuera de las áreas conservadas, lo representan las aves. Este grupo es muy abundante, contabilizándose 522 especies al interior de la Reserva (151 de ellas en alguna categoría de riesgo). Algunas especies representativas se muestran en el Cuadro 4.4.

4.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental

Cuadro 4.4: Avifauna representativa en el SA

Nombre común	Estacionalidad
<i>Tinamus major</i>	R
<i>Crypturellus soui</i>	R
<i>Crypturellus cinnamomeus</i>	R
<i>Tachybaptus dominicus</i>	R
<i>Podilymbus podiceps</i>	Vi
<i>Podiceps nigricollis</i>	Vi
<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	Vi
<i>Pelecanus occidentalis</i>	Mo
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	R
<i>Fregata magnificens</i>	Mo
<i>Ardea herodias</i>	Vi
<i>Ardea alba</i>	Vi
<i>Egretta thula</i>	Vi
<i>Egretta caerulea</i>	V
<i>Egretta tricolor</i>	Vi
<i>Bubulcus ibis</i>	R
<i>Butorides virescens</i>	R
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Vi
<i>Mycteria americana</i>	Vi
<i>Coragyps atratus</i>	R
<i>Cathartes aura</i>	R
<i>Sarcoramphus papa</i>	R
<i>Dendrocygna autumnalis</i>	R
<i>Pandion haliaetus</i>	T
<i>Elanoides forficatus</i>	RRV
<i>Elanus leucurus</i>	R
<i>Accipiter striatus</i>	Vi
<i>Accipiter cooperii</i>	Vi
<i>Leucopternis albicollis</i>	R
<i>Larus atricilla</i>	Vi
<i>Sterna máxima</i>	Vi
<i>Sterna forsteri</i>	Vi
<i>Columba livia</i>	R
<i>Columba speciosa</i>	R
<i>Columba flavirostris</i>	R
<i>Columba nigrirostris</i>	R
<i>Zenaida asiatica</i>	R
<i>Zenaida macroura</i>	Vi

4.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental

Cuadro 4.4: Avifauna representativa en el SA

Nombre común	Estacionalidad
<i>Columbina inca</i>	R
<i>Columbina passerina</i>	R
<i>Columbina talpacoti</i>	R
<i>Claravis pretiosa</i>	R
<i>Leptotila verreauxi</i>	R
<i>Leptotila rufaxilla</i>	R
<i>Geotrygon montana</i>	R
<i>Aratinga holochlora</i>	R
<i>Aratinga nana</i>	R
<i>Pionopsitta haematotis</i>	R
<i>Pionus senilis</i>	R
<i>Amazona albifrons</i>	R
<i>Amazona autumnalis</i>	R
<i>Amazona farinosa</i>	R
<i>Coccyzus erythrophthalmus</i>	T
<i>Coccyzus americanus</i>	T
<i>Piaya cayana</i>	R
<i>Dromococcyx phasianellus</i>	R
<i>Morococcyx erythropygus</i>	R
<i>Geococcyx velox</i>	R
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	R
<i>Otus trichopsis</i>	R
<i>Otus guatemalae</i>	R
<i>Lophotrix cristata</i>	R
<i>Pulsatrix perspicillata</i>	R
<i>Glaucidium brasilianum</i>	R
<i>Ciccaba virgata</i>	R
<i>Chordeiles minor</i>	RRV
<i>Mithrephanes phaeocercus</i>	R
<i>Contopus cooperi</i>	Vi
<i>Contopus pertinax</i>	R
<i>Contopus sordidulus</i>	T
<i>Contopus virens</i>	T
<i>Contopus cinereus</i>	R
<i>Empidonax flaviventris</i>	Vi
<i>Empidonax virescens</i>	T
<i>Empidonax alnorum</i>	T
<i>Empidonax traillii</i>	T

4.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental

Cuadro 4.4: Avifauna representativa en el SA

Nombre común	Estacionalidad
<i>Empidonax albigularis</i>	Vi
<i>Empidonax minimus</i>	Vi
<i>Empidonax hammondi</i>	T
<i>Empidonax affinis</i>	R
<i>Empidonax difficilis</i>	Vi
<i>Empidonax flavescens</i>	R
<i>Empidonax fulvifrons</i>	R
<i>Sayornis nigricans</i>	R
<i>Sayornis phoebe</i>	Vi
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	R
<i>Attila spadiceus</i>	R
<i>Myiarchus tuberculifer</i>	R
<i>Myiarchus cinerascens</i>	Vi
<i>Myiarchus nuttingi</i>	R
<i>Myiarchus crinitus</i>	Vi
<i>Pitangus sulphuratus</i>	R
<i>Megarynchus pitangua</i>	R
<i>Myiozetetes similis</i>	R
<i>Myiodynastes luteiventris</i>	RRV
<i>Legatus leucophaius</i>	RRV
<i>Tyrannus melancholicus</i>	R
<i>Tyrannus couchii</i>	R
<i>Tyrannus verticalis</i>	Vi
<i>Tyrannus tyrannus</i>	T
<i>Tyrannus forficatus</i>	Vi
<i>Tyrannus savana</i>	R
<i>Pachyramphus cinnamomeus</i>	R
<i>Pachyramphus major</i>	R
<i>Pachyramphus aglaiae</i>	R
<i>Tityra semifasciata</i>	R
<i>Tityra inquisitor</i>	R
<i>Cotinga amabilis</i>	R
<i>Chiroxiphia linearis</i>	R
<i>Pipra mentalis</i>	R
<i>Saltator coerulescens</i>	R
<i>Saltator maximus</i>	R
<i>Saltator atriceps</i>	R
<i>Caryothraustes polyogaster</i>	R

4.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental

Cuadro 4.4: Avifauna representativa en el SA

Nombre común	Estacionalidad
<i>Pheucticus chrysopheplus</i>	R
<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Vi
<i>Cyanocompsa cyanoides</i>	R
<i>Cyanocompsa parellina</i>	R
<i>Guiraca caerulea</i>	Vi
<i>Passerina cyanea</i>	Vi
<i>Passerina versicolor</i>	R
<i>Passerina ciris</i>	Vi
<i>Sturnella magna</i>	R
<i>Dives dives</i>	R
<i>Quiscalus mexicanus</i>	R
<i>Molothrus aeneus</i>	R
<i>Icterus dominicensis</i>	R
<i>Icterus wagleri</i>	R
<i>Icterus maculaliatus</i>	R
<i>Icterus spurius</i>	T
<i>Icterus chrysater</i>	R
<i>Icterus pustulatus</i>	R
<i>Icterus gularis</i>	R
<i>Icterus galbula</i>	Vi
<i>Amblicercus holocericeus</i>	R
<i>Cacicus melanicterus</i>	R
<i>Psarocolius wagleri</i>	R
<i>Psarocolius montezuma</i>	R
<i>Loxia curvirostra</i>	R
<i>Carduelis notata</i>	R
<i>Carduelis psaltria</i>	R
<i>Coccothraustes abeillei</i>	PP
<i>Passer domesticus</i>	R

R = Residente, Vi = Visitante invernal, Mo = Migratorio ocasional, RRV = Residente reproductor de verano, T = Transitorio migratorio, PP = De probable presencia

4.2.3 Paisaje

De acuerdo a [44], el análisis del paisaje debe centrarse en las siguientes variables:

Calidad visual. Conjunto de características, visuales y emocionales, que califican su belleza. Unidades del paisaje de la comarca, considerando estas como porciones de la superficie de la tierra relativamente homogéneas en sus condiciones ambientales y en sus componentes paisajísticos.

Fragilidad visual. La susceptibilidad de un territorio al cambio cuando se desarrolla un uso sobre el mismo. Potencial de un paisaje para absorber o ser visualmente perturbado por las actividades humanas.

4.2.3.1 Calidad visual

Como parte del proceso de formulación del POETCH, ECOSUR generó una capa base de información denominada Calidad Ecológica, en la que se agruparon las clases geoecológicas de acuerdo a las siguientes coberturas: Erosión Potencial Hídrica y Vegetación y uso del suelo 2000 a escala 1:250,000 (la capa de erosión potencial hídrica se obtuvo, a su vez, mediante el empleo del álgebra de mapas y reglas de decisión, conjuntamente con información de precipitación media, tipos de suelos, textura y fase del suelo y pendiente del terreno¹).

A juicio del responsable técnico del presente estudio, el criterio para delimitar las unidades de zonificación resulta adecuado para establecer una similitud entre Calidad Ecológica y Calidad Visual, así como entre Fragilidad ambiental y Fragilidad visual, por lo que serán tratados como si fueran el mismo elemento.

En los metadatos de la capa de información denominada caleco Calidad ecológica, ECOSUR establece un sistema de valoración para las zonas de la siguiente manera:

Alta. El sistema mantiene sus recursos en buen estado, sin embargo presenta algunos problemas leves que reducen ligeramente la calidad, como presencia de vegetación secundaria y/o escurrimientos con algunas evidencias de deterioro, poco significativos. No se presentan problemas de sobre explotación ni de erosión severa. Los elementos naturales se sustituyen ligeramente y se presentan modificaciones leves en los procesos naturales.

Media. Es cuando el sistema logra compensar la presión ejercida por el hombre. Existen cambios importantes dentro de la estructura y ciertos procesos naturales se ven afectados; sin embargo en muchas ocasiones son posibles los procesos de reversibilidad y con acciones de mejoramiento

¹<http://www.ecosur.mx/analisis-geografico/descargas/bases-geograficas-digitales>

se puede incrementar el nivel de calidad. Las zonas con esta categoría pueden presentar áreas agropecuarias, o erosión severa, o sobre pastoreo, o un deterioro importante por contaminación en el agua superficial. Puede o no presentar sobre explotación de los acuíferos.

Baja. Los procesos de deterioro son ya agudos y se requieren de fuertes insumos (humanos, técnicos y financieros) para su rehabilitación. Presentan alteraciones estructurales importantes, y es posible la desaparición absoluta de algún elemento (suelo, biota o agua); al mismo tiempo se presentan alteraciones en los ciclos regulares del sistema, provocando reacciones negativas en cadena sobre otros elementos dentro o fuera del área. Las áreas con esta categoría pueden presentar los siguientes problemas: erosión severa y deterioro de aguas superficiales por contaminación; erosión severa en áreas agropecuarias y áreas agropecuarias con deterioro de aguas superficiales por contaminación.

Muy baja. Tienen alteraciones de sus elementos naturales o algunos de éstos han sido eliminados en su totalidad. Los procesos biogeoquímicos han sido severamente modificados y ocasionan reacciones negativas en cadena que causan afectaciones dentro y fuera de sus límites. En la mayoría de las veces, la condición del área es irreversible y para restaurar el área se requieren insumos muy costosos.

La parte Norte del SA posee principalmente una calidad ecológica Baja (con fragmentos inconexos de calidad Alta, mientras que la parte Sur va del rango Muy Baja a Alta pasando por la Media; la calidad Muy Baja se presenta en su mayoría en la zona cercana a la **Presa** y la calidad Alta se presenta en la zona donde se encuentra la Selva Alta Perennifolia (ver Figura 4.10).

4.2.3.2 Fragilidad visual

ECOSUR considera la Fragilidad ambiental como la capacidad intrínseca a enfrentar agentes de cambio, basado en la fortaleza de sus componentes y en la capacidad de regeneración del medio, categorizando el espacio geográfico en 4 tipos, de acuerdo a su uso actual y característica de su entorno: Muy alta, Alta, Media y Baja; este mapa es generado a partir de la sobreposición de pendientes, vegetación y tipos de suelos.

No obstante lo anterior, ECOSUR no proporciona la conceptualización de las diferentes categorías lo que dificulta el análisis de este elemento del paisaje¹. No obstante lo anterior, todo el SA se encuentra

¹ Al parecer no existe una concordancia entre conceptos, puesto que a una zona con Calidad ecológica Muy baja corresponde una zona de Fragilidad ambiental Alta lo que resulta incongruente.

4.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental

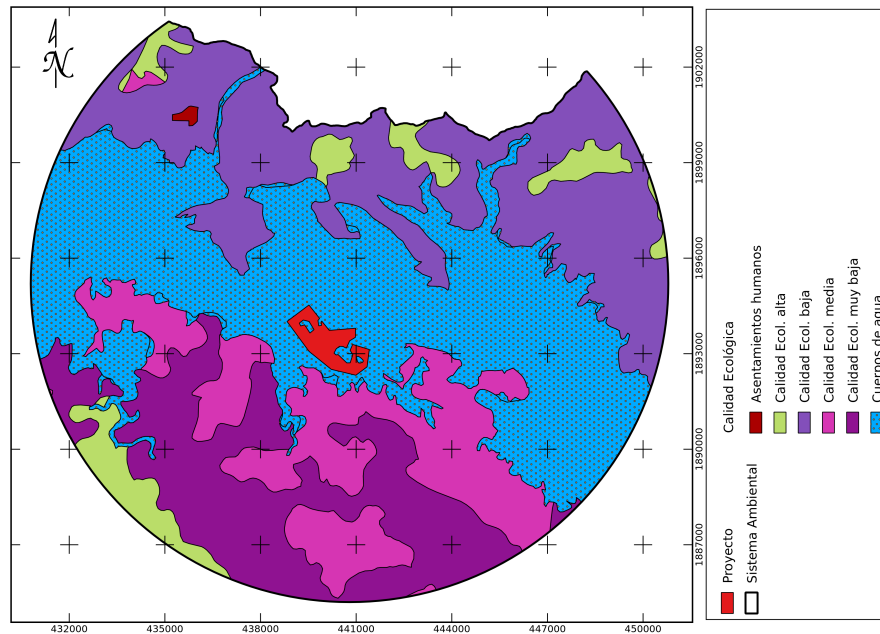


Figura 4.10: Calidad ecológica en el SA, **Proyecto** en rojo.

inmerso en el tipo de Fragilidad Media.

4.2.4 Medio socioeconómico

4.2.4.1 Demografía

En el espacio territorial delimitado por el SA se localizan parte de los municipios de Mezcalapa, Tecpatán y Ocozocoautla de Espinosa. Todas las localidades son rurales, con excepción de Raudales de Malpaso que posee la categoría de urbana. En el Cuadro 4.5 se proporciona el número de localidades y la población presente en el SA por municipio.

Cuadro 4.5: Población en el SA

Municipio	Localidades	Población
Tecpatán	2	8
Ocozocoautla	29	3,390
Mezcalapa	42	8,395
	73	11,793

Las comunidades más cercanas al **Proyecto** son El Coco y El Retazo, en la parte Norte en el municipio de Mezcalapa, y El Corozo, San Carlos y La Colmena en la parte sur, en el municipio de Ocozocoautla.

4.2.4.2 Factores socioculturales

4.2.4.2.1 Sistema cultural

El **Proyecto** se encuentra enclavado en la Zona Zoque, próximos cultural, geográfica y lingüísticamente a los mixes y popolucas de los vecinos estados de Oaxaca y Veracruz respectivamente. Se han encontrado evidencias de ocupación precerámica en la depresión central de Chiapas que datan de alrededor del año 3 500 a. C. Los pueblos que dejaron dichos restos eran cazadores, pescadores y recolectores nómadas.

Las jefaturas zoques anteriores a la llegada de los españoles seguían el patrón de relación dominante en el que las más débiles eran tributarias de las más fuertes. El área de expansión de los zoques en la época precolombina comprendió la costa de Chiapas hasta Guatemala, el Istmo de Tehuantepec, el sur de Veracruz, el suroeste de Tabasco y el centro noroccidental de Chiapas. Posteriormente, incursiones de grupos mayas, zapotecos y chiapanecos redujeron su territorio y los sometieron al pago de tributo. Hacia 1484 los aztecas consolidaron la conquista de Chiapas, razón por la cual los zoques del centro y del occidente del estado empezaron a pagarles tributo. La llegada de los conquistadores españoles en el siglo XVI redujo aún más el territorio zoque y aumentó el monto de sus tributos.

La capital de una de las principales tribus zoques era Quechula, actualmente bajo las aguas de la presa de Malpaso. La casta guerrera tuvo como capital a Javepacuay en los valles de Ocozocoautla de Espinosa y La Ciénega. En el desaparecido municipio de Francisco León (enterrado por la erupción del volcán Chichonal) se encuentran las ruinas de Gualaguas, antigua ciudad zoque. Otra jefatura zoque se asentó en el actual Cunduacán, Tabasco.

Los zoques que poseían las tierras más codiciadas, como los que habitaban en la depresión central, cercana a Tuxtla Gutiérrez y en los valles occidentales, adoptaron rápidamente el castellano y los valores y costumbres del grupo dominante. La Corona española sometió a los zoques a los trabajos más pesados y los concentró en aldeas. Por el trabajo forzado y las enfermedades recién adquiridas, los zoques disminuyeron drásticamente en número.

A partir del reparto agrario iniciado después de la Revolución mexicana, los zoques entraron en un proceso de "integración" a la cultura nacional. Aunque ha disminuido notablemente el número de hablantes de zoque se mantiene viva la vida ritual y ceremonial de estos pueblos.

En la actualidad, la etnia zoque está comprendida en tres zonas específicas del estado de Chiapas: la vertiente del Golfo, la Sierra y la Depresión Central, aunque debido a la movilidad geográfica del grupo esta localización no puede tomarse como definitiva. En la vertiente del Golfo de México los indígenas zoques se concentran en los municipios de Amatlán, Chapultenango, Francisco León, Ixhuatán, Ixtacomitán, Ostucán, Solosuchiapa y Tapilula; en la Depresión Central se encuentran los de Copainalá, Chicoasén, Ocozocoautla y Tecpatán; y, finalmente, en la sierra Madre de Chiapas en los municipios de Coapilla, Ocotepec, Pantepec, Rayón y Tapalapa. Este territorio, ubicado en la región centro-occidente del estado, se caracteriza por tener una variada vegetación que incluye desde sabanas tropicales hasta bosques de hojas perennes con clima templado.

4.2.4.2.2 Patrimonio histórico

Como se mencionó en el apartado anterior, una de las principales localidades zoques era Quechula (actualmente bajo las aguas de la **Presa**) que funcionaba como puerto fluvial desde donde salían las mercancías procedentes del interior del Estado hacia Tabasco -antes de la construcción de la **Presa**-, en la actualidad es posible observar la iglesia cuando el nivel de las aguas desciende lo suficiente.

Otro sitio histórico es la Zona Arqueológica de Malpasito, centro ceremonial de la cultura maya-zoque. Se ubica en la sierra del municipio tabasqueño de Huimanguillo, casi en la colindancia con los estados de Veracruz y Chiapas. Este sitio data de los años 700 a 900, época en que el centro ceremonial alcanzó su máximo desarrollo, contando con un área de 17 hectáreas en las que se encuentran 53 estructuras rectangulares distribuidas en torno a un eje norte-sur.

Ambos sitios históricos se encuentran fuera del SA, a una distancia aproximada de 16 y 25 km respectivamente del centroide del SA, ubicándose Quechula al Este y Malpasito al Norte.

4.3 Diagnóstico Ambiental

De acuerdo a lo señalado en el apartado 4.2.2.1, casi el 70 % de las tierras no sumergidas en el SA se encuentran transformadas por las actividades antropogénicas -principalmente pastos cultivados. Esta degradación se ve reflejada en la calidad ambiental predominante, que es de Muy Baja, Baja a Media.

En un período de 35 años, aproximadamente, se han perdido 22,503,136.21 m² de vegetación natural (entre primario y secundario de Selva Alta Perennifolia) a razón de 64.24 hectáreas por año, convertidas principalmente hacia fines pecuarios. De seguir esta tendencia, en un lapso aproximado de 80 años -o menos- toda la cobertura de vegetación original habrá desaparecido.

El grueso de la población en el SA se concentra en la cabecera municipal de Mezcalapa, Raudales de Malpaso principalmente (57.8 % de la población total) y en las localidades: CNC, Amador Hernández, Gustavo Díaz Ordaz, Belisario Domínguez, Juan de Grijalva, José María Morelos y Pavón y Miguel Hidalgo Láminas Cuatro -que cuenta con una población mayor a 100 habitantes cada una. La densidad poblacional en el SA es de 69.8 habitantes/km² -descontando la superficie ocupada por el cuerpo de agua-, que es ligeramente mayor que la media estatal de 65 habitantes/km².

Actualmente, se tiene una tendencia en el SA hacia actividades turísticas influenciado por la apertura del Puente Chiapas que incrementa el volumen de personas transitando por la zona. Entre los atractivos turísticos se encuentran la iglesia sumergida de Quechula, el cañon del río La Venta con una profundidad de aproximadamente 1 km (al Suroeste del SA y en las cercanías del ecosistema de Selva Alta Perennifolia) y varios sitios localizados a orillas de la **Presa** en áreas de vegetación secundaria arbórea de Selva.

La problemática del SA puede resumirse en los siguientes puntos:

- Transformación de las áreas naturales hacia áreas pecuarias.
- Fragmentación de las áreas perturbadas.
- Alta marginación.
- Dispersión poblacional alta (casi el 50 % localizado en áreas rurales).
- Oportunidades de desarrollo escasas fuera del ámbito convencional (agrícola o pecuario).

En cuanto al AI, la principal problemática es la siguiente:

- Desconocimiento de la dinámica poblacional de la fauna acuática.
- Carencia de datos sobre la interacción: especies acuáticas introducidas vs especies nativas.
- Falta de información sobre la presencia de corrientes superficiales y/o subsuperficiales.
- Carencia de datos estimativos de biomasa de la fauna acuática en el vaso de la **Presa**.
- Ignorancia sobre las relaciones tróficas interespecíficas.
- Desconocimiento del efecto que tiene el alimento balanceado en la eutroficación del sistema o en la alteración de la cadena trófica.

Identificación de impactos

5.1 Preámbulo

Previo al desarrollo de este Capítulo, que es la parte medular del presente estudio, es conveniente establecer ciertas consideraciones. La LGEEPA define la EIA como un instrumento de la política ambiental, cuyo objetivo es prevenir, mitigar y restaurar los daños al ambiente así como la regulación de obras o actividades para evitar o reducir sus efectos negativos en el ambiente y en la salud humana. A través de este instrumento se plantean opciones de desarrollo que sean compatibles con la preservación del ambiente y manejo de los recursos naturales.

Comúnmente, la EIA se presentan en forma de una MIA, que no es otra cosa que un documento en el que se describen y evalúan los impactos ambientales que generaría la obra o actividad en cuestión y la forma de evitarlos o disminuirlos. Esto está de acuerdo con lo que señala la LGEEPA en su artículo 3° fracciones XX y XXI:

***XX.- Impacto ambiental:** Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza;*

***XXI.- Manifestación de impacto ambiental:** El documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo.*

Por su parte, el RLMIA en su artículo 3° fracción IX amplía el concepto señalado en la fracción XXI (arriba mencionada), sobre el significado de un impacto ambiental significativo.

IX. Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

Hay que notar, en primer término, que normativamente la MIA únicamente debe analizar los impactos ambientales Negativos (que obstaculizan la existencia y desarrollo) y no los positivos. Tal supuesto es lógico en tanto sentido preventivo, ya que lo contrario significaría que -sin importar el tipo de proyecto- toda acción humana a favor del medio ambiente (reforestación, recuperación de áreas, plantaciones, desazolve y rehabilitación de cuerpos de agua, etc) debería ser sometida (previamente) a la EIA para su autorización.

Ahora bien, la presencia de uno o más impactos ambientales significativos o relevantes en el medio ambiente puede provocar lo que la LGEEPA define como desequilibrio ecológico y el RMIA como: daño a los ecosistemas, daño grave a los ecosistemas y desequilibrio ecológico grave.

Artículo 3° de la LGEEPA

XII.- Desequilibrio ecológico: La alteración de las relaciones de interdependencia entre los elementos naturales que conforman el ambiente, que afecta negativamente la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos;

Artículo 3° del RMIA

IV.- Daño a los ecosistemas: Es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenan un desequilibrio ecológico;

V.- Daño grave al ecosistema: Es aquel que propicia la pérdida de uno o varios elementos ambientales, que afecta la estructura o función, o que modifica las tendencias evolutivas o sucesionales del ecosistema;

VI. Desequilibrio ecológico grave: Alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se preven impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas;

De lo anterior surge el planteamiento para poder determinar el grado, punto o límite en el cual un impacto ambiental se torna significativo o relevante. Las diversas metodologías de EIA intentan determinar este límite, por medio de su valoración en lo que se ha denominado genéricamente como la Importancia del impacto ([33], [34], [38], [45], [50]).

5.2 Metodología de identificación y evaluación

Como acertadamente señalan [38] y [21], el concepto de Importancia del impacto es el núcleo en la identificación, predicción, evaluación y toma de decisiones en materia de impacto ambiental. Un acercamiento primario a la identificación de los impactos es la lista simple. Por ello en este estudio se utilizará la lista de verificación propuesta por [41] Apartado II (modificada), quien además utiliza un Manual Técnico([40]) como soporte en la elaboración de dicha lista¹ y los siguientes criterios como indicadores de que un impacto adverso es significativo cuando:

1. Existe un cambio adverso substancial en la calidad o cantidad existente de aire, suelo o agua, en los niveles de tráfico o ruido; un incremento substancial en la producción de desechos sólidos, incremento substancial en el potencial erosivo, de inundación, lixiviación o problemas de drenaje.
2. Se presenta remoción o destrucción de grandes cantidades de vegetación o fauna, interferencia substancial con el movimiento de cualquier especie residente o migratoria, impactos en un hábitat significativo, impactos adversos substanciales en especies de fauna o flora amenazadas o en peligro o en el hábitat de tales especies, u otros impactos adversos significativos en los recursos naturales.
3. Disminuye las características ambientales de un Área Ambiental Crítica (equivalente a un ANP).
4. Crea un conflicto material con los planes de alguna comunidad o con las metas oficiales aprobadas o adoptadas.
5. Disminuyen de las características o calidad de recursos históricos, arqueológicos, arquitectónicos, o estéticos importantes o de una comunidad existente o vecinal.
6. Se presenta un cambio importante en el uso, tipo o cantidad, de energía.
7. Crea un riesgo a la salud humana.

¹ Esta lista de verificación considera al **Proyecto** como un todo, no diferenciando actividades específicas o componentes ambientales puntuales a ser afectados.

8. Cambia substancialmente el uso, o intensidad de uso, de la tierra (incluyendo el uso agrícola, espacios abiertos o recreativos) o su capacidad para soportar el uso actual.
9. Atrae un gran número de personas a una localidad o localidades por más de unos días, comparado con el número de personas que podrían presentarse en ausencia de la acción.
10. Crea una demanda material para otras acciones que podría resultar en alguna de las consecuencias arriba mencionadas.
11. Cambia dos o más elementos del ambiente ninguno de los cuales impacta significativamente en el ambiente, pero si se consideran juntos resultan en un impacto adverso substancial.
12. Dos o más acciones relacionadas, ninguno de las cuales impacta significativamente en el ambiente, acumulativamente pueden caer en uno o más de los criterios arriba señalados.

5.3 Lista de verificación

Concepto	Sí	No
Uso de suelo zonificación y políticas públicas		
(a) ¿Podría el proyecto propuesto resultar en un cambio de uso de suelo o en la zonificación?		X
¿Tiene el potencial de de afectar una política pública?		
(b) ¿Está el proyecto ampliamente publicitado?		X
Condiciones socio económicas		
(a) ¿Podría el proyecto:		
Generar un incremento de residentes?		X
Generar un incremento de espacios comerciales?		X
Desplazar a residentes?		X
Desplazar a empleados?		X
Afectar las condiciones de alguna industria específica?		X
Equipamiento comunitario		
(a) Podría el proyecto eliminar, desplazar o alterar equipamiento público educativo, librerías, hospitales u otros centros de salud, estaciones de policía o de bomberos?		X
(b) Podría el proyecto incrementar el número de alumnos en las escuelas?		X
Espacios abiertos		
(a) Podría el proyecto cambiar o eliminar espacios abiertos?		X
(b) Se localiza el proyecto en áreas rurales?	X	
(c) Si la respuesta es “Sí” en cualquiera de las 2 anteriores, ¿el proyecto generará residentes adicionales o empleados adicionales? (más de 100)		X
(d) Si el proyecto se localiza en un área rural, podría generar residentes adicionales?	X	

5.3 Lista de verificación

Concepto	Sí	No
(e) Si la respuesta es “Sí” a cualquiera de las anteriores, ¿El proyecto causará un descenso importante en el número de espacios abiertos?		X
Sombra		
(a) Podría el proyecto resultar en incremento de cualquier estructura en más de 15 m?		X
(b) Podría el proyecto resultar en un incremento en la altura de cualquier estructura y estar adyacente de algún recurso sensitivo a la luz?		X
Recursos históricos y culturales		
a) El sitio de proyecto contiene o está adyacente a un recurso arquitectónico o arqueológico histórico?		X
Recursos naturales		
El sitio de proyecto o sitios adyacentes contienen recursos naturales?	X	
Materiales peligrosos		
(a) Podría el proyecto permitir el uso comercial o residencial de un área que es, o fue, un sitio donde se manejan sustancias peligrosas?		X
(b) Tiene el proyecto controles institucionales? Esto es, restricciones legales para sustancias peligrosas a manejar?		X
(c) Requiere el proyecto movimiento de tierras en zona industrial?		X
(d) Se ubica el proyecto en algún sitio donde se sospecha la presencia de materiales peligrosos, material contaminado, tiradero ilegal o material de relleno de origen desconocido?		X
(e) Se ubica el proyecto a sitios cercanos con tanques de almacenamiento (vgr. plantas de gas)?		X
(f) Se ubica el proyecto en o cerca de espacios comprometidos en calidad del aire, con intrusión de vapor, asbestos, PCB's o pinturas con base plomo?		X
(g) Se ubica el proyecto cerca de plantas de generación/transmisión eléctrica, incineradores, sitios de almacenamiento de gas o carbón o rutas de transporte?		X
(h) Es necesario realizar un Análisis de Riesgo para el proyecto?		X
Agua potable y alcantarillado		
Resultará el proyecto en una demanda de agua en más de 100,000 litros al día?		X
El proyecto se ubica cercano a una planta de tratamiento de aguas residuales?		X
Incrementará el proyecto la superficie impermeable del sitio?		X
El proyecto incrementará substancialmente el nivel de descarga existente de aguas residuales?		X
Involucra el proyecto la creación de alguna planta de tratamiento de aguas residuales?		X
Desechos sólidos y servicio de limpia		
Generará el proyecto un volumen substancial de desechos sólidos por semana?		X
Disminuirá el proyecto la capacidad de manejo de residuos sólidos de la zona?		X
Energía		
Afectará el proyecto la transmisión o generación de energía?		X
Transporte		

5.3 Lista de verificación

Concepto	Sí	No
Incrementará el proyecto la necesidad de transporte de personas?		X
Calidad del aire		
Incrementará el proyecto substancialmente el número de vehículos en circulación en la zona?		X
Involucra el proyecto la construcción de múltiples edificios?		X
Sombra		
Tiene el proyecto controles institucionales referente a impactos que pudieran comprometer la calidad del aire en la zona?		X
Emisión de gases de invernadero		
Podría el proyecto cambiar fundamentalmente la capacidad de manejo de desechos sólidos municipales?		X
Ruido		
Incrementará el proyecto substancialmente el nivel de tráfico existente?		X
Introducirá el proyecto tráfico pesado sobre un camino existente?		X
Provocará el proyecto en operación ruido estacionario perceptible a una distancia mínima de 250 m de un receptor(es) o introducirá nuevos receptores en un área con alto ruido ambiental?		X
Construcción		
Las actividades de proyecto involucran:		
Actividades constructivas por 1 año?		X
Actividades constructivas a lo largo de alguna vía de comunicación?		X
Disminución del tránsito (cierre, excavación o alguna otra actividad)?		X
Construcción de múltiples edificios?		X
Operación de maquinaria a base diésel en una sola locación?		X
Cierre de equipamiento público o disminución en sus servicios?		X
Actividades cerca de un recurso histórico o cultural?		X
Disturbio en un sitio que contiene recursos naturales?	X	

El paso siguiente en esta metodología consiste en determinar, con apoyo del Manual Técnico[40], si el impacto a causar en cada una de las casillas identificadas con un “Sí” es un impacto significativo.

5.3.1 Determinación de la importancia del impacto

De acuerdo a la lista de verificación, en los siguientes elementos se han detectado impactos potenciales que pudieran tornarse significativos al momento de su ejecución.

1. Espacios abiertos

- ¿Se localiza el proyecto en un área rural?

- Si el proyecto se localiza en un área rural ¿podría generar residentes adicionales?

2. Recursos naturales

- ¿El sitio de proyecto o sitios adyacentes contienen recursos naturales?

3. Construcción

- ¿Disturbio en un sitio que contiene recursos naturales?

5.3.1.1 Espacios abiertos

El **Proyecto** se implementará en un espacio abierto en un medio rural. Se pueden presentar efectos directos si su implementación:

- Resulta en una pérdida física del espacio público abierto (invadiéndolo o desplazándolo).
- Cambia el uso de espacio abierto de tal modo que no sirva más para la población usuaria (al eliminar, por ejemplo, los juegos infantiles).
- Limita el acceso público al espacio abierto.
- Incrementa el ruido o las emisiones de contaminantes, olores o sombras en el espacio público abierto, que pueden a su vez afectar su utilidad temporal o permanentemente.

Se pueden presentar efectos indirectos sobre los espacios abiertos en caso de que el proyecto incremente la densidad de residentes en un área determinada. Se considera relevante una evaluación únicamente en caso de que el proyecto contemple la generación de +125 empleos o +50 residentes en zonas rurales o semi urbanas. En vista de que la empresa promovente no sobrepasará este límite de trabajadores en las oficinas situadas en tierra cerca del **Proyecto**, esto significa que no se presentarán efectos indirectos sobre los espacios abiertos.

De lo anterior se desprende que el **Proyecto** encaja únicamente en el último punto de los efectos directos. Los criterios cuantitativos para determinar la importancia significativa del impacto en este elemento son:

- ⇒ Hay una alteración/desplazamiento directo de un espacio abierto existente que tiene un efecto adverso sobre los usuarios del espacio, a menos que el proyecto pueda proporcionar un reemplazo (del mismo tamaño, uso y calidad) dentro de la misma área de estudio.

- ⇒ El proyecto puede reducir la relación de espacio abierto en más del 5 % de las áreas actuales.
En áreas poco pobladas ésta relación debe reducirse al 1 %.

En cuanto al primer criterio cuantitativo, no se tendrá un efecto adverso sobre los usuarios del espacio ya que no existen usuarios de ese espacio -bajo el mismo esquema que el propuesto en el **Proyecto**- por lo que este criterio no aplica. En cuanto al segundo criterio, el área a utilizar por el **Proyecto** representa el 2.4 % del AI por lo que su implementación puede provocar un efecto directo significativo sobre los espacios abiertos.

5.3.1.2 Recursos naturales

Dos posibilidades determinan cuando puede presentarse un impacto adverso sobre un recurso natural y, por tanto, requerir su análisis: (1) la presencia de un recurso natural en o cerca del sitio de proyecto y (2) el disturbio que el proyecto pueda causar sobre el recurso. Los tipos de disturbio, directos e indirectos, se listan a continuación:

► Directos

- ⇒ Remoción de la vegetación.
- ⇒ Alteración de la hidrología del sitio o efectos sobre la hidrología aguas abajo.
- ⇒ Cambiar un tipo de hábitat por otro.
- ⇒ Llenar, desecar o drenar un cuerpo o humedal.
- ⇒ Desarrollo de caminos, estacionamientos, edificaciones y otras superficies pavimentadas en áreas previamente vegetadas o no pavimentadas.
- ⇒ **Construcción de nuevas estructuras marinas o de estructuras flotantes que alteren el hábitat existente, modifiquen el patrón de flujo y/o cambien el patrón de transporte de los sedimentos.**
- ⇒ Cambios de corriente en el cauce, tal como estabilización de bancos, ampliación, profundidad, gasto y drenado.
- ⇒ Instalación de sistemas de drenaje, incluyendo alcantarillado, pozos de retención, pozos de recarga, etc.
- ⇒ Introducción de edificaciones o estructuras que pueden dar sombra prolongada sobre el recurso natural o alterar su microclima.

- ⇒ Introducción de nuevas (particularmente no nativas) especies de plantas o animales que compitan por recursos.
 - ⇒ Alteración del pH del suelo, destrucción de las propiedades estructurales del suelo, cambios en el microclima, alteración de la comatación del suelo, etc.
 - ⇒ Introducción de ruido al sitio, ya sea temporalmente durante la construcción o permanentemente durante su operación.
 - ⇒ Revegetación con flora no nativa.
 - ⇒ Cambios en la calidad del aire que puedan afectar adversamente a las especies locales, temporal o permanentemente.
 - ⇒ Incremento de luz en el sitio, temporal o permanentemente.
 - ⇒ **Alteración de la calidad química o física de los cuerpos de agua en el sitio, incluyendo turbiedad, temperatura, nutrientes, demanda biológica de oxígeno, pesticidas, etc.**
 - ⇒ Construcción de estructuras que puedan impedir la migración y los movimientos de la fauna.
 - ⇒ Compactación del suelo y/o pérdida de la estructura adecuada del suelo por el paso de vehículos y equipo pesado.
 - ⇒ Remoción de suelo durante la construcción, directa o debido a la erosión.
 - ⇒ Construcción de caídas de agua pluvial o de aguas residuales.
 - ⇒ **Construcción o remoción de mamparas, muelles u otras estructuras en el agua.**
 - ⇒ Introducción de contaminantes o material contaminado al recurso natural.
- **Indirectos.**- Los efectos indirectos se presentan cuando los cambios en un sitio alteran las condiciones de los recursos adyacentes o cercanos o del sitio mismo después de que ha finalizado la construcción. Los efectos indirectos incluyen, pero no se limitan, a:
- ⇒ Un cambio, como pérdida de vegetación, desecamiento, compactación del suelo, aclareo del sitio, excavación, introducción de superficies impermeables o cualquier otro cambio en el patrón de drenaje que pueda alterar el modo en que fluye el agua superficial o subterránea desde el sitio de proyecto hacia el recurso natural y viceversa.

- ⇒ Un cambio que pueda influenciar el grado o período de inundación de un recurso natural.
- ⇒ Un cambio, como la exposición o movimiento de sedimentos o suelos contaminados, que pueda hacer que los organismos del sitio o en recurso natural se vean expuestos a contaminantes.
- ⇒ Un cambio que pueda disminuir la calidad del agua superficial o subterránea en el recurso natural.
- ⇒ Un cambio en las actividades del sitio que puedan incrementar el número de personas o animales domésticos o incrementar el ruido, incrementando de tal modo el disturbio en el sitio o en las cercanías del recurso natural.
- ⇒ Un cambio en las condiciones del sitio que puedan alterar la cantidad de luz que llegue al recurso natural o a sus cercanías.

Sin embargo, la metodología propone unas premisas previas a cumplir para un proyecto dado, si todas ellas se cumplen entonces no es necesaria la evaluación del recurso natural. Las premisas a cumplir son las siguientes:

- El sitio de proyecto y el área adyacente inmediata están substancialmente desprovistas de recursos naturales o el sitio de proyecto no se encuentra cerca, ni contiene, recursos naturales o condiciones sub superficiales importantes por lo que ninguna actividad asociada con el proyecto podría afectarlos directa o indirectamente.
El **Proyecto** se localiza en el interior del recurso natural y podría contener condiciones sub superficiales que resulten afectadas con su operación, por lo que no se cumple este punto.
- El sitio de proyecto no contiene el recurso "edificación", que es conocido por contener o ser usado como hábitat por especies protegidas.
No se localiza ninguna edificación en el sitio de **Proyecto**, por lo que se cumple este punto.
- El sitio de proyecto no tiene ninguna condición sub superficial, cuya perturbación pueda afectar la función o valor de un recurso natural adyacente o cercano.
No se cuenta con datos de las corrientes sub superficiales al interior de la **Presa**, por lo que se desconoce si el **Proyecto** podría afectar o no su función, por lo que se considera que el **Proyecto** no cumple con este punto.

- El proyecto involucra la perturbación del recurso natural, pero esta perturbación se consideró insignificante por una agencia de gobierno con jurisdicción sobre ese recurso y no han cambiado significativamente las condiciones desde que el permiso fue emitido.

A este respecto, cabe mencionar que existen proyectos autorizados vigentes en la **Presa** que efectúan la misma actividad que la pretendida por el Promovente y que se mencionan en el Cuadro 2.1. Esto no significa que esa dependencia federal haya considerado insignificante la perturbación ha provocar sobre el recurso por la implementación de esos proyectos, sino que la actividad es factible **Siempre y cuando** se cumpla con las condicionantes ambientales establecidas¹. Se considera que el **Proyecto** se ajusta a este último punto.

Los impactos directos que el **Proyecto** puede ocasionar sobre el recurso son por:

- Construcción de nuevas estructuras marinas o de estructuras flotantes que alteren el hábitat existente, modifiquen el patrón de flujo y/o cambien el patrón de transporte de los sedimentos.
- Alteración de la calidad química o física de los cuerpos de agua en el sitio, incluyendo turbiedad, temperatura, nutrientes, demanda biológica de oxígeno, pesticidas, etc.
- Construcción o remoción de mamparas, muelles u otras estructuras en el agua.

Además, el **Proyecto** cumple parcialmente con las premisas a cumplir para no realizar la evaluación del recurso por lo que -según la metodología- se debe proceder a una evaluación más profunda que debe contener 3 elementos básicos:

1. Realización de al menos 2 estudios estacionales (finales de primavera/principios de verano y principios de otoño) acerca de la variedad y densidad de especies de fauna acuática, en el área y en el ecosistema durante la vida útil del proyecto.
2. Examinar el sistema ambiental que mantiene al recurso natural en el área de estudio, ya que a menudo los sistemas que transportan o retienen agua mantienen vegetación y proporcionan hábitat acuático.
3. Describir las actividades constructivas y operativas asociadas con el proyecto y analizar su interacción con el recurso y el sistema ambiental que lo mantiene.

¹ Principalmente reforestación de áreas, implementación de un Plan de Manejo Ambiental -que incluya programas de Vigilancia Ambiental, de Residuos Peligrosos (en su caso), Contingencias, Prevención de riesgos y accidentes y de Reubicación de fauna en alguna categoría de riesgo (en su caso).

Aunado a lo anterior, la metodología señala que un proyecto impacta significativamente si puede reducir o disminuir el tamaño, la capacidad o función de un recurso. La siguiente lista sirve como guía para identificar un impacto como significativo si el proyecto:

- Puede hacer al recurso agua no apto para uno o más usos para los que ha sido clasificado y/o puede causar una violación a los parámetros de calidad del agua.
- Puede disminuir el hábitat de especies de fauna residentes o migratorias o bajo alguna categoría de riesgo.
- Puede resultar en pérdida de especies vegetales en alguna categoría de riesgo.
- Puede resultar en pérdida parcial o total de un recurso que sea importante en el área donde se desarrollará el proyecto o dentro de un área geográfica limitada.
- Puede, directa o indirectamente, causar un deceso notable en la habilidad de un recurso en una o más de sus funciones: hábitat de vida silvestre, soporte en la cadena alimenticia, protección física (ejemplo: protección contra inundaciones), suministro de agua, remoción de contaminantes, uso recreativo, realce estético o escénico, productividad comercial o soporte climático.
- Puede, directa o indirectamente, contribuir a una pérdida acumulativa de hábitat o funciones que disminuyen la capacidad del recurso para realizar sus funciones primarias y que puede ser inconsistente con la política vigente de uso del recurso.

El **Proyecto** se ajusta a varios de los puntos anteriores, por lo que se considera que tiene el potencial de causar impactos significativos en su ejecución.

5.3.1.3 Construcción

Los impactos de la construcción están dirigidos a impactos sobre otras áreas tales como:

- **Transporte.-** La construcción del proyecto puede afectar severamente el sistema de transporte, en caso contrario no se requiere análisis.
 - ⇒ Se requiere análisis si el proyecto se localiza en un Distrito de Negocios o Comercial, o cerca de una vía de comunicación importante.
 - ⇒ Se requiere análisis si el proyecto involucra la construcción de múltiples sitios de desarrollo en una misma área geográfica.

- ▶ **Calidad del aire o ruido.-** Si el proyecto es de corto plazo, no está localizado cerca de receptores sensibles, no involucra la construcción de múltiples estructuras con potencial de ruido o no involucra la operación de maquinaria diesel en una sola locación durante la etapa constructiva, se considera que no se requiere un análisis de ruido por las actividades constructivas.
- ▶ **Recursos históricos y culturales.-** Se considera que se pueden presentar impactos constructivos sobre un recurso histórico o cultura si las vibraciones asociadas con el proyecto pueden afectar los cimientos o la integridad estructural de los recursos cercanos. No se requiere evaluación de los impactos constructivos a menos que el proyecto involucre actividades constructivas a menos de 125 m del recurso histórico.

En vista de que el **Proyecto** no se encuentra cerca de ningún Distrito Comercial o de Negocios, no se encuentra adyacente a una vía de comunicación importante, es de corto plazo su construcción, no involucra operación de maquinarias y no se localiza cerca de ningún recurso histórico o arqueológico, se considera que el **Proyecto** no producirá impactos significativos en este punto.

Medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales detectados

6.1 Introducción

Las medidas que en el presente capítulo se proponen son resultado del análisis realizado en los capítulos anteriores; se consideraron para la elaboración de cada medida las disposiciones establecidas en el marco normativo vigente. De esta manera, cada medida vertida en este apartado tiene como propósito prevenir, restaurar, mitigar y/o compensar las alteraciones ambientales potenciales significativas que pudieran llegar a presentarse en la ejecución del **Proyecto**.

Con el propósito de clarificar el sentido de la denominación de las medidas es preciso describir cada grupo. Según [18], las medidas a ejecutar con motivo de posibles impactos ambientales significativos por la ejecución del **Proyecto** se dividen en:

1. **Medidas de prevención:** Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente;

2. **Medidas de mitigación:** Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

6.2 Descripción de las medidas

De acuerdo a la metodología empleada en el Capítulo 5, se identificaron impactos potencialmente significativos en las siguientes áreas:

- Espacios abiertos
 - ☞ El **Proyecto** puede reducir en más del 1 % la relación de espacio abierto.
- Recursos naturales
 - ☞ Construcción de nuevas estructuras marinas o de estructuras flotantes que alteren el hábitat existente, modifiquen el patrón de flujo y/o cambien el patrón de transporte de los sedimentos.
 - ☞ Alteración de la calidad química o física de los cuerpos de agua en el sitio, incluyendo turbiedad, temperatura, nutrientes, demanda biológica de oxígeno, pesticidas, etc.
 - ☞ Construcción o remoción de mamparas, muelles u otras estructuras en el agua.

6.2.1 Espacios abiertos

De acuerdo a la metodología empleada, para mitigar los efectos causados por la reducción en más de 1 % de espacios abiertos se debe realizar lo siguiente:

1. Crear, en el sitio, nuevos espacios públicos abiertos del tipo necesario para atender la población propuesta y para compensar el impacto del proyecto propuesto sobre el espacio abierto existente en el área de estudio.
2. Crear un nuevo espacio público abierto en cualquier lugar del área de estudio del tipo necesario para atender las necesidades de la población adicionada.

3. Improvisar espacios abiertos existentes en el área de estudio para incrementar su utilidad, seguridad y capacidad para satisfacer las necesidades identificadas en el área de estudio. La creación o realce de un espacio abierto activo puede ser realizado adicionando luz en el campo para permitir horas extendidas de juego, la rehabilitación de un campo con pasto sintético que permite expandir su uso o añadiendo áreas de recreo a áreas pasivas sub utilizadas dentro de un parque.
4. Aprovechamiento de equipo, tal como bicicletas o carritos a pedales, que permitan incrementar el uso del parque al interior de un parque existente o de un centro recreativo.
5. Adquisición de un área equivalente o mayor que reemplace el servicio perdido a los usuarios de la comunidad.
6. Incrementar segmentos a lo largo del camino que proporcionen un acceso no motorizado a los espacios abiertos en el área de estudio.

Una medida alternativa puede incluir un proyecto más pequeño (cuando existe poca demanda por el espacio abierto) o un sitio alternativo (que transfiera la demanda de espacio a otra área con suministro suficiente para acomodar la demanda adicionada).

En vista de que resulta prácticamente imposible crear un nuevo tipo de espacio del mismo tipo que el que se pretende utilizar (puntos 1 y 2), la carencia de un espacio abierto activo en las cercanías para incrementar su utilidad o su equipamiento (puntos 3 y 4), incosteable en términos económicos la adquisición de un área equivalente o mayor al servicio perdido (punto 5) y de la imposibilidad de crear segmentos a lo largo del camino para el acceso no motorizado al área (punto 6), sólo resta una medida alternativa consistente en un proyecto más pequeño que incluya espacios abiertos.

Por tal motivo, se propone como mitigación alternativa al impacto potencial significativo por la pérdida de espacio abierto, con motivo del **Proyecto**, la siguiente medida:

- ✓ **Reforestación de un área de 50,000 m² (05-00-00 hectáreas) en el ANP Reserva de la Biosfera Selva El Ocote, en áreas perturbadas al interior del macizo de Selva Alta Perennifolia localizado en el SA o en las cercanías de alguna de estas dos.**

Considerando que puede resultar difícil conseguir una superficie de esta dimensión en un área compacta, se pone a consideración de esa Dependencia Federal la realización en áreas separadas y discontinuas, máximo 3 áreas diferenciadas.

La reforestación debe incluir su seguimiento durante un período de **3 años** mínimo o **5 años** máximo, para garantizar que esta actividad se realice con éxito.

6.2.2 Recursos naturales

Debido a que el **Proyecto** tiene potencial para la generación de impactos significativos una vez se encuentre en operación (ver Capítulo anterior), se proponen las siguientes medidas:

- ✓ Evitar la colocación/construcción de los módulos durante períodos ecológicamente sensibles, tales como época de reproducción (generalmente durante la primavera).
- ✓ Habilitar sitios de descanso (perchas, rocas, troncos) para aves migratorias, residentes y/o acuáticas.
- ✓ Monitoreo frecuente (cuatrimestralmente o menor) de la calidad del agua.
- ✓ Realización anual de un estudio de identificación de ictio fauna en el área donde se pretende la instalación de las jaulas que incluya los siguientes parámetros:
 - ⇒ Presencia/ausencia de especies.
 - ⇒ Abundancia.
 - ⇒ Arreglo espacial, vertical y horizontal.

Referente a la habilitación de sitios de descanso, [43] señala que las estructuras que proporcionan cobertura (troncos, amasijos de ramas/maleza, arrecifes artificiales, estructuras flotantes) y/o funcionen como hábitat para el desove (rocas en zonas poco profundas, arrecifes), facilitan una respuesta positiva en muchos peces de aguas cálidas disminuyendo el esfuerzo de captura.

Otros estudios de identificación de especies de fauna, aparte del ya mencionado, se consideran irrelevantes ya que el **Proyecto** no impacta de manera directa en ellos (por ejemplo, en la población de aves y/o reptiles). Por otra parte, la realización de estudios poblacionales –que implican estaciones de monitoreo en todo el vaso de la **Presa**– y/o que busquen conocer el impacto que la actividad de producción acuícola en sistemas controlados sobre todo el ecosistema acuático, representa un esfuerzo que debe ser compartido y debe, por tanto, ser realizado en conjunto con los demás actores involucrados en la realización de la actividad en la **Presa**.

Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas

7.1 Pronóstico del escenario

7.1.1 Sin Proyecto

En el SA las actividades antropogénicas han modificado el escenario y los ecosistemas naturales desde hace décadas. Esta perturbación abarca casi la totalidad del área de estudio, puesto que la construcción y operación de la **Presa** causó en su momento un enorme impacto ambiental y social que no ha sido medido ni cuantificado de manera sistemática –especialmente el ambiental– y se desconoce si a pesar del tiempo transcurrido esta brutal modificación del entorno haya sido completamente absorbido y las especies presentes se hayan adaptado totalmente.

No obstante lo anterior, en la actualidad el proceso de degradación de los sistemas relictuales continúa en el SA. Estos espacios de vegetación secundaria, a pesar de estar inconexos y dispersos en el SA, significan una reserva de germoplasma y funcionan como islas de refugio y hábitat a especies de fauna (principalmente las migratorias). En el SA estos fragmentos se encuentran principalmente a orillas del vaso de la **Presa**, donde probablemente la presión de cambio de uso de suelo sea menor debido a su difícil acceso y a la proliferación de penínsulas –que contribuyen al fraccionamiento de las áreas disponibles.

Sin embargo, de continuar con el proceso de deterioro, la vegetación original y perturbada desaparecerá en un lapso aproximado de 80 años. Entre las actividades que pudieran disminuir la velocidad de este proceso se encuentran:

- ▀▀▀▀ Acuacultura intensiva o semi intensiva, principalmente a través de empresas locales que permitan el empleo de mano obra residente.
- ▀▀▀▀ Aprovechamiento de especies vegetales utilizadas de manera cultural como árboles de sombra y/o cercos vivos (por ejemplo: *Cedrela odorata*).
- ▀▀▀▀ Reconversión de áreas (ejemplo: agroforestería).
- ▀▀▀▀ Turismo alternativo en los que el vaso de la **Presa**, los atractivos naturales y/o los edificios históricos representen un atractivo importante.

7.1.2 Con Proyecto

La implementación del **Proyecto** puede incentivar a parte de la población en el SA a dedicarse a la acuacultura como un método alternativo para la entrada de ingresos económicos. Esta actividad debe realizarse atendiendo mecanismos para vigilar el impacto sobre el medio ambiente ya que se ha observado que la acumulación de nutrientes en la columna de agua presenta efectos adversos sobre la fauna bentónica ([7]) y/o sobre el ecosistema ([13]).

Aunque la acuacultura puede atenuar la tendencia de cambio de uso de suelo en el SA debe realizarse con los controles legales y técnicos suficientes, así como ejecutarse de manera ordenada y coordinada con los demás usuarios del vaso de la **Presa** –se dediquen a la acuacultura o no– para evitar que impactos ambientales adicionales se empalmen y actúen sinérgicamente con la problemática detectada en el SA.

7.2 Conclusiones

Una vez analizados los impactos ambientales potenciales y significativos que la ejecución del **Proyecto** puede ocasionar al SA, aunado a las medidas de mitigación y de seguimiento para monitorear la calidad del agua, así como para determinar si se presentan fluctuaciones en la presencia o ausencia de especies de peces en las áreas donde se pretenden colocar las jaulas, además de verificar la presencia de otras empresas realizando la misma actividad que la propuesta -bajo el mismo esquema- en la **Presa** se considera que:

La ejecución del Proyecto denominado “Establecimiento de granja acuícola para cultivo de mojarra tilapia (Oreochromis niloticus), Presa Malpaso, Chiapas, México” es factible de realizarse en materia ambiental siempre y cuando se cumplan con las medidas de mitigación y/o compensación señaladas en este documento y en las que, en su caso, emita la autoridad correspondiente.

Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos

8.1 Del procesamiento de datos

Se utilizaron las siguientes aplicaciones/programas para el armado del presente estudio de impacto ambiental:

- ✓ Texmaker (Versión 4.3).- Editor L^AT_EX para el desarrollo de documentos de texto.
- ✓ Planner (Versión 0.14.6).- Editor para el desarrollo de diagramas de Gantt.
- ✓ QGIS (Versión 2.4.0 Chugiak).- Herramienta de información geográfica.
- ✓ GoogleTM Earth.- Aplicación que permite la observación del planeta a través de imágenes satelitales georeferenciadas.
- ✓ Servicio WMS al banco de datos de la Comisión Estatal de Información Geográfica del Estado de Chiapas, al del Instituto Nacional de Estadística y Geografía y al de la Comisión Nacional de la Biodiversidad.

8.2 Del inventario de flora y fauna

Se realizó una visita al sitio de **Proyecto** en el que se determinaron las especies vegetales existentes en las zonas aledañas. También se determinó mediante observación directa, con los lugareños y bibliográfica las especies de fauna encontradas/registradas en la zona.

8.3 Del sistema de coordenadas

Se utilizó el sistema de coordenadas proyectadas UTM (Universal Transversa de Mercator) elipsoide WGS84 zona 15N en unidades métricas (Autoridad EPSG:32615), en conjunto con el sistema de coordenadas geográficas basado en el mismo elipsoide (EPSG:4326).

8.4 De la metodología utilizada para la identificación de impactos

En el presente trabajo se utilizó la metodología propuesta por [40] y [41] que toman al **Proyecto** como conjunto integral más que una serie de actividades disgregadas.

Bibliografía

- [1] **Estado de Chiapas.** Modelo de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Subcuenca del Río Zanatenco, en el municipio de Tonalá, Chiapas. *Periódico Oficial*, III(230):50–81, 31 de Marzo, 2004. 35
- [2] **Estado de Chiapas.** Ordenamiento Ecológico y Territorial de la Subcuenca del Río sabinal en los municipios de San Fernando, Berriozábal, Ocozocoautla de Espinosa y Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. *Periódico Oficial*, III:135–191, 24 de Marzo, 2010. 35
- [3] **Estado de Chiapas.** Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial de la Subcuenca del Río Lagartero, Chiapas. *Periódico Oficial*, III(223):191–246, 24 de Marzo, 2010. 35
- [4] **Estado de Chiapas.** Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Chiapas. *Periódico Oficial*, III(405):173–298, 7 de Diciembre 2012. 35
- [5] **Alejandra Riechers-Pérez.** Análisis mastofaunístico de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica Laguna Bélgica, Chiapas, México. *Anales del Instituto de Biología, Serie Zoología*, 75(2):363–382, 2004. 62
- [6] **Alfonso Angel, González-Díaz, Rebecca María Quiñones, José Velázquez-Martínez, Rocío Rodiles-Hernández.** Fishes of La Venta River in Chiapas, Mexico. *Zootaxa*, ISSN 1175-5334(1685):47–54, 2008. <http://goo.gl/wgFL0o>. 16
- [7] **Belisario Mantilla-Mendoza.** Impacto ambiental de la piscicultura intensiva y su sostenibilidad en el Lago Titicaca. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, II(ISSN: 2306-8582):52–60, 2012. 92

- [8] **Carlos Vázquez-Yáñez, Alma Orozco-Segovia.** *La destrucción de la naturaleza.* Fondo de Cultura Económica, primera edición, 1996. ISBN 968-16-3241-9. 61
- [9] **CEIEG.** Web map service, Junio 2015. <http://map.ceieg.chiapas.gob.mx:8080/geoserver/POSTGISSER/wms?>
- [10] **Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.** *Manual de buenas prácticas de producción acuícola de tilapia para la inocuidad alimentaria.* SENASICA-SAGARPA, 2008.
- [11] **Comisión Federal de Electricidad.** Consulta de información, 2015. 25
- [12] **Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.** *Programa de manejo Reserva de la Biosfera Selva El Ocote, México.* SEMARNAT, 2001. http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/pdf/programas_manejo/ocote.pdf. 55, 61
- [13] **E. Velázquez-Velázquez, M.E. Vega-Cendejas.** Los peces como indicadores del estado de salud de ecosistemas acuáticos. *CONABIO Biodiversitas*, '(57):12–15, 2004. 92
- [14] **Elizabeth A. Fulton, Anthony D. M. Smith, André E. Puntt.** Which ecological indicators can robustly detect effects of fishing? *Journal of Marine Science*, '(622):540–551, 2005.
- [15] **Estado de Chiapas.** Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Cuenca del Río Coapa, en el Municipio de Pijijiapan, Chiapas. *Periódico Oficial*, III(385):172–268, 29 de Agosto, 2012. 35
- [16] **Estados Unidos Mexicanos.** Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. *Diario Oficial de la Federación*, CDXII(19):23–57, 28 de Enero, 1988. 34
- [17] **Estados Unidos Mexicanos.** Reglamento de la ley de pesca. *Diario Oficial de la Federación*, DLII(20), 29 de Septiembre 1999. 28
- [18] **Estados Unidos Mexicanos.** Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de impacto ambiental. *Diario Oficial de la Federación*, DLX(20):51–66, 30 de Mayo, 2000. 34, 87
- [19] **Estados Unidos Mexicanos.** Ley general de pesca y acuicultura sustentables. *Diario Oficial de la Federación*, DCXLVI(18), 24 de Julio 2007. 28

- [20] **Estados Unidos Mexicanos.** Acuerdo por el que se da a conocer la ubicación geográfica de 371 acuíferos del territorio nacional, se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de 282 acuíferos, y se modifica, para su mejor precisión, la descripción geográfica de 202 acuíferos. *Diario Oficial de la Federación*, DCLXXI(20):Segunda. Tercera y Cuarta Sección, 28 de Enero, 2009. 54
- [21] **FEARO.** Determining wheter a project is likely to cause significant adverse enviromental effects. In Canada Federal Enviromental Asessment Review Office, editor, *A reference guide for The Canadian Enviromental Asessment Act*, pages 181–196, 1994. http://www.ceaa.gc.ca/Content/D/2/1/D213D286-2512-47F4-B9C3-08B5C01E5005/Determining_Whether_a_Project_is_Likely_to_Cause_Significant_Adverse_Environmental_Effects.pdf. 76
- [22] **García, E.** *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana)*. UNAM - Instituto de Geografía, 1973. 52
- [23] **Gustavo Rivera-Velázquez , Luis Velázquez , Miguel Peralta , Rosa Márquez , Ernesto Velázquez-Velázquez.** Peces nativos contra introducidos en una pesquería tropical. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 1(2):61–72, 2014. 16
- [24] **Helena Cotler y Angel Priego.** *El manejo integral de la cuencas en México*, chapter El análisis del paisaje como base para el manejo integrado de cuencas: El caso de la cuenca Lerma-Chapala, pages 63–74. INE-SEMARNAT, 2004. 49
- [25] **INEGI.** Simulador de flujo de agua de cuencas hidrográficas, Junio 2015. http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/SIATL/. 25, 50
- [26] **INEGI.** Uso de suelo y vegetación, Escala 1:250,000 Serie V, Mayo 2015. <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reclnat/usosuelo/>. 60
- [27] **INEGI.** Web map service, Junio 2015. <http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/ServiciosWeb/InfoGeografica.aspx>.
- [28] **Iván Lira-Torres, Carlos Galindo-Leal, Miguel Briones-Salas.** Mamíferos de la Selva Zoque, México: riqueza, uso y conservación. *Revista de Biología Tropical*, 60(2):781–797,

2012. http://www.ots.ac.cr/rbt/attachments/volumes/vol60-2/22_Lira_Mamiferos_Mexico.pdf. 62
- [29] **J. Susana Alvarez-Capote, Elda Pelegrín-Morales.** Nutrición y salud en animales acuáticos. In Asociación Consejo Científico Veterinario de Cuba-Instituto de Medicina Veterinaria, editor, *VII Congreso Internacional de Ciencias Veterinarias*, 2011. <http://hdl.handle.net/1834/4051>.
- [30] **Jake C. Rice.** Evaluating fishery impacts using metrics of community structure. *Journal of Marine Science*, '(57):682–688, 2000.
- [31] **José Luis Arredondo-Figueroa.** Especies animales de importancia nutricional introducidas en México. *Biotica*, 8(2):175–199, 1983. <http://goo.gl/kvc5zW>. 16
- [32] **José Raúl Vázquez-Pérez, Paula L. Enríquez, José Luis Rangel-Salazar.** Diversidad de aves rapaces diurnas en la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 80:203–209, 2009. 62
- [33] **L.A. Bojórquez-Tapia, E. Ezcurra, O. García.** Appraisal of environmental impacts and mitigation measures through mathematical matrices. *Journal of Environmental Management*, '(53):91–99, 1998. 76
- [34] **L.W. Canter.** Environmental impact assessment. In *Water resources & enviromental engineering*. McGraw Hill, 2nd edition, 1995. ISBN: 978-0070097674. 76
- [35] **Manuel de Jesús Anzueto-Calvo, Ernesto Velázquez-Velázquez, Adán Enrique Gómez-González, Rebecca María Quiñones, Brenda Joyce Olson.** *Peces de la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote, Chiapas, México*. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, primera edition, 2013. 16, 62
- [36] **Marco A. Altamirano González-Ortega.** Obtención de la riqueza de aves y selección de especies susceptibles de monitoreo en la zona noroeste en el Estado de Chiapas. Technical report, Comisión Nacional de la Biodiversidad, 2003. Informe final Proyecto Y018.
- [37] **Marco A. Altamirano González-Ortega.** Inventario de peces y crustáceos decápodos de la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote y Presa Nezahualcóyotl (Malpaso), Chiapas México. Technical report, Comisión Nacional de la Biodiversidad, 2011. Informe final Proyecto FM005. 63

- [38] **N. Rossouw.** A review of methods and generic criteria for determining impact significance. *African Journal of Environmental Assessment and Management*, 6:44–61, Junio 2003. <http://bit.ly/12TSsCN>. 76
- [39] **Norman L. Christensen, Ann M. Bartuska, James H. Brown, Stephen Carpenter, Carla D'Antonio, Rober Francis, Jerry F. Franklin, James A. MacMahon, Reed F. Noss, David J. Parsons, Charles H. Peterson, Monica G. Turner y Robert G. Woodmansee.** The report of Ecological Society of America Committee on the scientific basis for ecosystem management. *Ecological Applications*, 6(3):665–691, 1996. 49, 50
- [40] **NYC.** City Environmental Quality Review - Technical Manual 2012 Edition. Technical report, New York City, 2012. http://www.nyc.gov/html/oec/downloads/pdf/2012_ceqr_tm/2012_ceqr_tm_revised_06_18.pdf. 76, 79, 95
- [41] **NYC.** City Environmental Quality Review - Environmental Assessment Statement Full Form, 2013 edition. Technical report, New York City, 2013. http://www.nyc.gov/html/oec/downloads/pdf/ceqr/2010_ceqr_eas_full_form.pdf. 76, 95
- [42] **Oscar G. Retana, Consuelo Lorenzo.** Lista de mamíferos terrestres de Chiapas: endemismo y estado de conservación. *Acta Zoológica Mexicana*, 85:25–49, 2002. 62
- [43] **Phil Roni, Karrie Hanson, Tim Beechie, George Pess, Michael Pollock, Devin M. Bartley.** *Habitat rehabilitation for inland fisheries. Global review of effectiveness and guidance for rehabilitation of freshwater ecosystems.* Number 484 in Fisheries Technical Paper. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma, 2005. 90
- [44] **R. Montoya-Ayala, J. Padilla-Ramírez, S. Stanford-Camargo.** Valoración de la calidad y fragilidad visual del paisaje en el Valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla (México). *Boletín de la A.G.E.*, '(35):123–136, 2003. 67
- [45] **R. Nichols, E.L. Hyman.** A Review and Analysis of Fifteen Methodologies for Environmental Assessment. Technical report, Center for Urban and Regional Studies, University of North Carolina, Chapel Hill, North Carolina, USA, 1980. 76
- [46] **Renson Martínez-Prada.** *Producción de un ensilado biológico a partir de vísceras de pescado de las especies Prochilodus mariae (coporo), Pseudoplatystoma fasciatum (bagre rayado) y*

- Phractocephalus hemiliopterus (cajaro)*. Tesis, Universidad Nacional de Colombia, Sede Arauca, 2003. 32
- [47] **Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales**. NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación*, 30 de Diciembre 2010.
- [48] **Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales**. Acuerdo por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. *Diario Oficial de la Federación*, DCCVIII(5):91–128, 07 de Septiembre, 2012. 35
- [49] **Servicio Meteorológico Nacional - Comisión Nacional del Agua**. <http://www.smn.cna.gob.mx>, Mayo 2015. 53
- [50] **V.C. Fernández-Vitora**. *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. Ediciones MundiPrensa, 1997. ISBN: 978-84-8476-384-0. 76
- [51] **XXII Congreso Nacional de Hidráulica, Acapulco, Guerrero**. *Método bivariado para la estimación de las avenidas de diseño en un sistema de presas. Caso aplicación: Presas La Angostura y Chicoasén, Río Grijalva, Chiapas*, 2012. 57