

INDICE

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	1
<i>I.1 Proyecto</i>	1
<i>I.2 Promovente-.....</i>	5
I.3 Responsable del estudio de impacto ambiental.....	5
II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	6
<i>II.1 Información general del proyecto</i>	6
<i>II.2 Características particulares del proyecto</i>	7
<i>II.3 Programa de Trabajo</i>	26
III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULARIZACIÓN DE USO DE SUELO	35
III.1 Información sectorial.....	35
III.3 Uso actual de suelo en el sitio del proyecto.....	46
IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.	47
<i>IV.1 Delimitación del área de estudio.....</i>	47
<i>IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental.....</i>	47
El paisaje existente en el SA del proyecto forma parte del paisaje típico de las planicies Yucatecas, con una cobertura geocompleja secundaria, alterado por actividades agrícolas y obras de infraestructura (vías de comunicación) como la carretera que corre en sentido norte – sur y que comunica a las poblaciones de Xoccel y al sur con Sacabah.	98
El paisaje es el territorio tal como lo percibimos, percepción que no es sólo visual y que incluye diversos elementos ambientales: geomorfología, vegetación, clima, agua, olores, colores, por lo que se puede considerar un componente global del medio ambiente.	98
El paisaje se ve modificado por las carreteras, con las que tiene una doble relación: por una parte se convierte en un componente fundamental del mismo cuando se contempla desde fuera; las	98
diversas actividades residenciales, comerciales, industriales, incluso rurales, se articulan en torno a un sistema de carreteras de diverso tipo que caracteriza su paisaje.....	99
V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES ..	102
V.1 Metodología para evaluar los impactos ambientales.....	102
V.2 Criterios y metodologías de evaluación.....	103
VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	112

VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación por componente Ambiental	112
VI.2 Impactos residuales	112
VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	113
VII.1 Pronóstico del escenario	113
VII.2 Programa de Vigilancia Ambiental	113
VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES	117
VIII.1 Formatos de presentación	117
VIII.2 Otros anexos	117
VIII.3 Glosario de términos	117
VIII.4 Bibliografía	118

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1 Coordenadas UTM del predio del proyecto.....	1
Tabla 2.- Polígono de las construcciones del proyecto	2
Tabla 3.- Polígono granja 1.....	2
Tabla 4.- Polígono camino de acceso.....	2
Tabla 5.- Polígono área verde 1.....	2
Tabla 6.- Polígono área verde 2.....	3
Tabla 7.- Polígono crecimiento a futuro, granja 2.....	3
Tabla 8.- Polígono de conservación 1.....	3
Tabla 9.- Polígono de conservación 2.....	4
Tabla 10.- Distribución de áreas del predio.....	4
Tabla 11 Porcentajes de ocupación del predio del proyecto.	4
Tabla 12.- Superficies del proyecto.	6
Tabla 13 Inversión y capital de trabajo requeridos.....	6
Tabla 14 Comparativa de los patrones de coloración en especies introducidas en México	8
Tabla 15.- Parámetros reproductivos de la Tilapia.....	10
Tabla 16.- Cantidades de alimento.....	12
Tabla 17.- Enfermedades comunes de la tilapia	15
Tabla 18.- Sustancias permitidas para el uso en acuicultura con límites máximos.....	18
Tabla 19.- Sustancias sin límite máximo de residuos	19
Tabla 20.- Sustancias con LMR provisional.....	19
Tabla 21.- Drogas aprobadas por la FDA para uso en acuicultura.....	20
Tabla 22.- Productos tóxicos para peces	21
Tabla 23.- Parámetros de la calidad del agua requeridos para la tilapia.....	22
Tabla 24.- Cálculo de biomاسas por estanque.....	23
Tabla 25 Parámetros de cultivo por estanque	23

Tabla 26.- Elementos de la granja de tilapia.	24
Tabla 27.- Superficies del área de producción de la granja de tilapia	24
Tabla 28.- Áreas Principales del Proyecto	25
Tabla 29.- Obras e instalaciones provisionales del proyecto	25
Tabla 30.- Programa general de trabajo.....	26
Tabla 31.- Especificaciones técnicas	33
Tabla 32.- Personal requerido para el proyecto por etapa	34
Tabla 33.- Vinculación con las Normas Oficiales Mexicanas Aplicables al proyecto	39
Tabla 34 Características de la UGA 1.2 A.....	41
Tabla 35 Usos del suelo en la UGA 1.2A.....	41
Tabla 36 Criterios de regulación ecológica de conservación aplicables a la UGA 1.2A.....	42
Tabla 37 Criterios de regulación ecológica de protección aplicables a la UGA 1.2A.....	43
Tabla 38 Criterios de Regulación Ecológica de aprovechamiento aplicables a la UGA 1.2A.....	44
Tabla 39 Criterios de Regulación Ecológica de Restauración aplicables a la UGA 1.2ª.	45
Tabla 40 Temperatura mínima, media y máxima en la estación más cercana del área de estudio.....	49
Tabla 41 Temperatura mínima, media y máxima en la estación más cercana del área de estudio.....	49
Tabla 42 Región hidrológica del predio del proyecto.....	57
Tabla 43 Inventario de especies vegetales encontradas en el predio del proyecto para cultivo de tilapias, Xoccel, Yucatán.	59
Tabla 44 TRANSECTO 1 INTERSECCIÓN EN LINEA PREDIO XOCHEL	63
Tabla 45 TRANSECTO 2 INTERSECCIÓN EN LINEA PREDIO XOCHEL	65
Tabla 46 TRANSECTO 3 INTERSECCIÓN EN LINEA PREDIO XOCHEL	67
Tabla 47 TRANSECTO 4 INTERSECCIÓN EN LINEA PREDIO XOCHEL	69
Tabla 48 TRANSECTO 5 INTERSECCIÓN EN LINEA PREDIO XOCHEL	71
Tabla 49 TRANSECTO 6 INTERSECCIÓN EN LINEA PREDIO XOCHEL	72
Tabla 50 TRANSECTO 7 INTERSECCIÓN EN LINEA PREDIO XOCHEL	74
Tabla 51 TRANSECTO 8 INTERSECCIÓN EN LINEA PREDIO XOCHEL	76
Tabla 52. Estructura de la comunidad herbácea y arbustiva del predio del proyecto para la construcción de una granja acuícola en Xoccel, Yucatán.	80
Tabla 53 índices de diversidad de Shannon –Wiener y el de similitud de Simpson de la comunidad herbácea y arbustiva del predio del proyecto Construcción y Operación de una Granja de Producción Acuícola de Tilapia en el Municipio de Xocchel, Yucatán.	83
Tabla 54 TRANSECTO 1 de la comunidad arbórea del predio del proyecto Construcción y Operación de una Granja de Producción Acuícola de Tilapia en el Municipio de Xocchel, Yucatán	85
Tabla 55 transecto 2 de la comunidad arbórea del predio del proyecto construcción y operación de una granja de producción acuícola de tilapia en el municipio de xocchel, yucatán	86
Tabla 56.- TRANSECTO 3 de la comunidad arbórea del predio del proyecto Construcción y Operación de una Granja de Producción Acuícola de Tilapia en el Municipio de Xocchel, Yucatán.	87
Tabla 57 TRANSECTO 4 de la comunidad arbórea del predio del proyecto Construcción y Operación de una Granja de Producción Acuícola de Tilapia en el Municipio de Xocchel, Yucatán	88
Tabla 58 Estructura de la comunidad arbórea del predio del proyecto para la construcción de una granja acuícola en Xoccel, Yucatán.	89

Tabla 59.- Índices de diversidad de Shannon –Wiener y el de similitud de Simpson de la comunidad herbácea y arbustiva del predio del proyecto Construcción y Operación de una Granja de Producción Acuícola de Tilapia en el Municipio de Xocchel, Yucatán	90
Tabla 60 Registro de la fauna silvestre en el sitio del predio del proyecto Construcción y Operación de una Granja de Producción Acuícola de Tilapia en el Municipio de Xocchel, Yucatán	93
Tabla 61.- Resumen densidades de especies de aves en el predio del proyecto Construcción y Operación de una Granja de Producción Acuícola de Tilapia en el Municipio de Xocchel, Yucatán	94
Tabla 62 Densidad de organismos y de especies en el sitio del predio del proyecto Construcción y Operación de una Granja de Producción Acuícola de Tilapia en el Municipio de Xocchel, Yucatán	95
Tabla 63 Especies que se encuentran insertas en la NOM-O59-SEMARNAT-2010 con registro en el predio del proyecto Construcción y Operación de una Granja de Producción Acuícola de Tilapia en el Municipio de Xocchel, Yucatán	96
Tabla 64 Lista de especies encontradas en el predio del proyecto Construcción y Operación de una Granja de Producción Acuícola de Tilapia en el Municipio de Xocchel, Yucatán	97
Tabla 65 Datos demográficos de la localidad de Xocchel.....	99
Tabla 66 Indicadores de marginación de la localidad de Xocchel.	99
Tabla 67 Indicadores de Rezago Social de la localidad de Xocchel.	100
Tabla 68 Indicadores ambientales.....	102
Tabla 69 Criterios para la calificación de los impactos ambientales del proyecto.	103
Tabla 70 Identificación de Impactos.....	105
Tabla 71 Matriz de Importancia	106
Tabla 72 Evaluación de impactos	108
Tabla 73 Características de los impactos ambientales del proyecto:.....	109
Tabla 74 Descripción de los impactos ambientales identificados	110
Tabla 75 Medidas de prevención y mitigación de impactos	112
Tabla 76 Actividades de vigilancia ambiental.....	113

ÍNDICE DE FIGURAS.

FIGURA 1 Ciclo de vida de la tilapia (<i>Oreochromis sp.</i>)	9
FIGURA 2 Anatomía de una tilapia (<i>Oreochromis sp.</i>).....	11
FIGURA 3 Planta de hielo	31
FIGURA 4 Diagrama de flujo del proceso de engorda de tilapias.....	32
FIGURA 5. Sistema de sedimentación.....	33
FIGURA 6 Delimitación del área de estudio	47
FIGURA 7 Clima en el predio del proyecto	48
FIGURA 8 Comportamiento mensual promedio de la humedad relativa en el sitio del proyecto.	49
FIGURA 9 Algunos huracanes que han impactado el Estado de Yucatán.....	52
FIGURA 10 Provincia fisiográfica del área del proyecto. Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Yucatán. Mapa de Fisiografía	53
FIGURA 11 Tipo de suelo en el predio del proyecto.....	56
FIGURA 12 Vegetación y Uso del Suelo en el área del proyecto según el mapa del INEGI (2010).....	58
FIGURA 13. Media móvil de la densidad de árboles.	62
FIGURA 14 Media móvil de especies por transecto.	62

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

I.1 Proyecto

1.1.1. Nombre del proyecto.

Construcción y Operación de una Granja de Producción Acuícola de Tilapia en el Municipio de Xocchel, Yucatán.

1.1.2. Ubicación del proyecto (calle, número o identificación postal del domicilio), código postal, localidad, municipio o delegación.

El predio del proyecto, identificado con el número catastral 933, se ubica a 1.85 Km de la localidad de Xocchel, perteneciente al municipio del mismo nombre; y a 1.43 Km de la localidad de Sahcabá, del municipio de Hocabá, del estado de Yucatán. En la tabla siguiente se presentan las coordenadas UTM del terreno. Se anexa el croquis de ubicación del proyecto donde se presentan las áreas de ocupación del proyecto (Anexo 1). La tabla 1 muestra las coordenadas geográficas del predio.

Tabla 1 Coordenadas UTM del predio del proyecto.

CUADRO DE CONSTRUCCION PREDIO GENERAL								
LADO EST-PV	AZIMUT	DISTANCIA (MTS.)	COORDENADAS UTM		CONVERGENCIA	FACTOR DE ESC. LINEAL	LATITUD	LONGITUD
			ESTE (X)	NORTE (Y)				
1-2	01°52'46.52"	150.966	273,823.0610	2,301,982.9964	-0°46'19.695868"	1.00023224	20°48'14.500479" N	89°10'22.983771" W
2-3	260°51'56.70"	0.821	273,828.0126	2,302,133.8812	-0°46'19.834008"	1.00023221	20°48'19.407243" N	89°10'22.882898" W
3-4	259°51'56.70"	90.000	273,827.2015	2,302,133.7508	-0°46'19.843795"	1.00023222	20°48'19.402648" N	89°10'22.910875" W
4-5	272°51'56.70"	38.000	273,738.6057	2,302,117.9148	-0°46'20.910782"	1.00023271	20°48'18.849069" N	89°10'25.966200" W
5-6	252°51'56.70"	40.000	273,700.6532	2,302,119.8147	-0°46'21.379306"	1.00023292	20°48'18.894190" N	89°10'27.279079" W
6-7	286°51'56.70"	44.000	273,662.4285	2,302,108.0302	-0°46'21.833117"	1.00023314	20°48'18.494373" N	89°10'28.594987" W
7-8	283°51'56.70"	46.000	273,620.3210	2,302,120.7959	-0°46'22.366996"	1.00023337	20°48'18.890867" N	89°10'30.056566" W
8-9	278°41'56.70"	48.700	273,575.6615	2,302,131.8197	-0°46'22.929920"	1.00023362	20°48'19.229616" N	89°10'31.605560" W
9-10	260°51'56.70"	78.000	273,527.5217	2,302,139.1854	-0°46'23.530754"	1.00023389	20°48'19.447923" N	89°10'33.273157" W
10-11	259°11'56.70"	38.000	273,450.5108	2,302,126.8030	-0°46'24.460022"	1.00023432	20°48'19.011639" N	89°10'35.929595" W
11-12	274°51'56.70"	80.000	273,413.1840	2,302,119.6819	-0°46'24.908950"	1.00023453	20°48'18.763783" N	89°10'37.216633" W
12-13	265°51'56.70"	66.500	273,333.4723	2,302,126.4676	-0°46'25.896690"	1.00023498	20°48'18.949364" N	89°10'39.975378" W
13-14	354°51'56.70"	69.000	273,267.1453	2,302,121.6734	-0°46'26.704779"	1.00023535	20°48'18.764400" N	89°10'42.266014" W
14-15	04°51'56.70"	65.700	273,260.9705	2,302,190.3965	-0°46'26.871436"	1.00023539	20°48'20.995565" N	89°10'42.511572" W
15-16	01°51'56.70"	61.300	273,266.5433	2,302,255.8598	-0°46'26.889533"	1.00023536	20°48'23.125924" N	89°10'42.349502" W
16-17	10°51'56.70"	68.000	273,268.5391	2,302,317.1273	-0°46'26.946007"	1.00023534	20°48'25.118328" N	89°10'42.309127" W
17-18	07°51'56.70"	68.000	273,281.3577	2,302,383.9082	-0°46'26.876858"	1.00023527	20°48'27.294700" N	89°10'41.897187" W
18-19	05°51'56.70"	35.000	273,290.6636	2,302,451.2684	-0°46'26.851604"	1.00023522	20°48'29.488361" N	89°10'41.606945" W
19-20	354°41'56.70"	50.000	273,294.2406	2,302,486.0851	-0°46'26.853691"	1.00023520	20°48'30.621665" N	89°10'41.499554" W
20-21	352°51'56.70"	68.000	273,289.6212	2,302,535.8713	-0°46'26.976223"	1.00023523	20°48'32.237958" N	89°10'41.682500" W
21-22	354°51'56.70"	47.000	273,281.1760	2,302,603.3448	-0°46'27.169123"	1.00023527	20°48'34.427505" N	89°10'42.005974" W
22-23	266°51'56.70"	41.000	273,276.9700	2,302,650.1563	-0°46'27.282654"	1.00023530	20°48'35.947283" N	89°10'42.173246" W
23-24	268°51'56.70"	53.000	273,236.0313	2,302,647.9146	-0°46'27.782499"	1.00023553	20°48'35.856430" N	89°10'43.587462" W
24-25	265°51'56.70"	82.000	273,183.0417	2,302,646.8654	-0°46'28.431929"	1.00023582	20°48'35.799044" N	89°10'45.418841" W
25-26	272°51'56.70"	84.000	273,101.2550	2,302,640.9537	-0°46'29.428609"	1.00023628	20°48'35.570934" N	89°10'48.243466" W
26-27	274°51'56.70"	92.000	273,017.3601	2,302,645.1534	-0°46'30.464556"	1.00023675	20°48'35.670557" N	89°10'51.145702" W
27-28	173°45'25.56"	707.430	272,925.6916	2,302,652.9570	-0°46'31.600751"	1.00023727	20°48'35.883893" N	89°10'54.318356" W
28-1	87°40'39.16"	821.115	273,002.6202	2,301,949.7221	-0°46'29.725317"	1.00023684	20°48'13.058811" N	89°10'51.330041" W
AREA = 300,000.00 m2								

1.1.3. Superficie total de predio y del proyecto.

El predio, que tenía originalmente una superficie de 121-76-00 Ha, fue dividido para tener una extensión de 30 Ha en la parte que será ocupada por el proyecto.

El proyecto de la granja de tilapia tendrá una extensión de 43,611.399 m²

Tabla 2.- Polígono de las construcciones del proyecto

CUADRO DE CONSTRUCCION AREA DEL PROYECTO								
LADO EST-PV	AZIMUT	DISTANCIA (MTS.)	COORDENADAS UTM		CONVERGENCIA	FACTOR DE ESC. LINEAL	LATITUD	LONGITUD
			ESTE (X)	NORTE (Y)				
13-30	265°21'1.04"	281.764	273,267.1453	2,302,121.6734	-0°46'26.704779"	1.00023535	20°48'18.764400" N	89°10'42.266014" W
30-28	173°45'25.56"	150.000	272,986.3086	2,302,098.8325	-0°46'30.122916"	1.00023693	20°48'17.898534" N	89°10'51.963640" W
28-32	87°40'39.16"	279.188	273,002.6202	2,301,949.7221	-0°46'29.725317"	1.00023684	20°48'13.058811" N	89°10'51.330041" W
32-13	354°51'56.70"	161.285	273,281.5787	2,301,961.0357	-0°46'26.315247"	1.00023527	20°48'13.549138" N	89°10'41.692043" W
AREA = 43,611.399 m ²								

El polígono incluye el área de la granja 1, camino de acceso y se utilizarán dos áreas verdes: Polígono 1 de 4,243.905 m² y Polígono 2 de 11, 870.057 m², haciendo un total de 16, 113.962 m². Además se contempla crecimiento a futuro de otra granja. Estos polígonos se ubican en las siguientes coordenadas:

Tabla 3.- Polígono granja 1.

CUADRO DE CONSTRUCCION GRANJA 1								
LADO EST-PV	AZIMUT	DISTANCIA (MTS.)	COORDENADAS UTM		CONVERGENCIA	FACTOR DE ESC. LINEAL	LATITUD	LONGITUD
			ESTE (X)	NORTE (Y)				
41-40	267°46'17.23"	102.000	273,167.7389	2,302,089.6999	-0°46'27.883102"	1.00023591	20°48'17.681421" N	89°10'45.687478" W
40-39	177°46'17.23"	125.000	273,065.8161	2,302,085.7336	-0°46'29.129336"	1.00023648	20°48'17.507702" N	89°10'49.209011" W
39-44	87°46'17.23"	102.000	273,070.6768	2,301,960.8281	-0°46'28.904418"	1.00023645	20°48'13.449735" N	89°10'48.982594" W
44-41	357°46'17.23"	125.000	273,172.5996	2,301,964.7945	-0°46'27.658259"	1.00023588	20°48'13.623451" N	89°10'45.461087" W
AREA = 12,750.000 m ²								

Tabla 4.- Polígono camino de acceso.

CUADRO DE CONSTRUCCION CAMINO DE ACCESO								
LADO EST-PV	AZIMUT	DISTANCIA (MTS.)	COORDENADAS UTM		CONVERGENCIA	FACTOR DE ESC. LINEAL	LATITUD	LONGITUD
			ESTE (X)	NORTE (Y)				
34-37	87°46'17.23"	281.802	272,988.0725	2,302,082.7082	-0°46'30.079919"	1.00023692	20°48'17.375180" N	89°10'51.895123" W
37-30	354°51'56.70"	7.327	273,269.6618	2,302,093.6662	-0°46'26.636862"	1.00023534	20°48'17.855121" N	89°10'42.165941" W
30-33	267°40'39.16"	281.912	273,269.0061	2,302,100.9636	-0°46'26.654558"	1.00023534	20°48'18.092038" N	89°10'42.192015" W
33-34	173°45'25.56"	6.872	272,987.3252	2,302,089.5396	-0°46'30.098136"	1.00023692	20°48'17.596910" N	89°10'51.924152" W
AREA = 1,997.438 m ²								

Tabla 5.- Polígono área verde 1.

CUADRO DE CONSTRUCCION AREA VERDE 1								
LADO EST-PV	AZIMUT	DISTANCIA (MTS.)	COORDENADAS UTM		CONVERGENCIA	FACTOR DE ESC. LINEAL	LATITUD	LONGITUD
			ESTE (X)	NORTE (Y)				
30-3	354°51'56.70"	20.793	273,269.0061	2,302,100.9636	-0°46'26.654558"	1.00023534	20°48'18.092038" N	89°10'42.192015" W
3-2	265°21'1.04"	281.764	273,267.1453	2,302,121.6734	-0°46'26.704779"	1.00023535	20°48'18.764400" N	89°10'42.266014" W
2-33	173°45'25.56"	9.348	272,986.3086	2,302,098.8325	-0°46'30.122916"	1.00023693	20°48'17.898534" N	89°10'51.963640" W
33-30	87°40'39.16"	281.912	272,987.3252	2,302,089.5396	-0°46'30.098136"	1.00023692	20°48'17.596910" N	89°10'51.924152" W
AREA = 4,243.905 m ²								

Tabla 6.- Polígono área verde 2.

CUADRO DE CONSTRUCCION AREA VERDE 2								
LADO EST-PV	AZIMUT	DISTANCIA (MTS.)	COORDENADAS UTM		CONVERGENCIA	FACTOR DE ESC. LINEAL	LATITUD	LONGITUD
			ESTE (X)	NORTE (Y)				
34-35	173°45'25.56"	133.779	272,988.0725	2,302,082.7082	-0°46'30.079919"	1.00023692	20°48'17.375180" N	89°10'51.895123" W
35-19	87°40'39.16"	279.188	273,002.6202	2,301,949.7221	-0°46'29.725317"	1.00023684	20°48'13.058811" N	89°10'51.330041" W
19-37	354°51'56.70"	133.165	273,281.5787	2,301,961.0357	-0°46'26.315247"	1.00023527	20°48'13.549138" N	89°10'41.692043" W
37-38	177°46'17.23"	125.000	273,269.6618	2,302,093.6662	-0°46'26.636862"	1.00023534	20°48'17.855121" N	89°10'42.165941" W
38-39	267°46'17.23"	204.000	273,274.5225	2,301,968.7608	-0°46'26.412092"	1.00023531	20°48'13.797147" N	89°10'41.939575" W
39-40	357°46'17.23"	125.000	273,070.6768	2,301,960.8281	-0°46'28.904418"	1.00023645	20°48'13.449735" N	89°10'48.982594" W
40-34	267°46'17.23"	77.802	273,065.8161	2,302,085.7336	-0°46'29.129336"	1.00023648	20°48'17.507702" N	89°10'49.209011" W
AREA = 11,870.057 m ²								

Tabla 7.- Polígono crecimiento a futuro, granja 2.

CUADRO DE CONSTRUCCION GRANJA 2								
LADO EST-PV	AZIMUT	DISTANCIA (MTS.)	COORDENADAS UTM		CONVERGENCIA	FACTOR DE ESC. LINEAL	LATITUD	LONGITUD
			ESTE (X)	NORTE (Y)				
41-44	177°46'17.23"	125.000	273,167.7389	2,302,089.6999	-0°46'27.883102"	1.00023591	20°48'17.681421" N	89°10'45.687478" W
44-38	87°46'17.23"	102.000	273,172.5996	2,301,964.7945	-0°46'27.658259"	1.00023588	20°48'13.623451" N	89°10'45.461087" W
38-37	357°46'17.23"	125.000	273,274.5225	2,301,968.7608	-0°46'26.412092"	1.00023531	20°48'13.797147" N	89°10'41.939575" W
37-41	267°46'17.23"	102.000	273,269.6618	2,302,093.6662	-0°46'26.636862"	1.00023534	20°48'17.855121" N	89°10'42.165941" W
AREA = 12,750.000 m ²								

También se destinarán dos polígonos del predio para conservación, en la parte norte y este, que es donde se encuentra mejor conservada la vegetación. Uno de 172, 136. 569 m² y otro de 84, 252.090 m². Las coordenadas de los polígonos son las siguientes:

Tabla 8.- Polígono de conservación 1.

CUADRO DE CONSTRUCCION AREA DE CONSERVACION 1								
LADO EST-PV	AZIMUT	DISTANCIA (MTS.)	COORDENADAS UTM		CONVERGENCIA	FACTOR DE ESC. LINEAL	LATITUD	LONGITUD
			ESTE (X)	NORTE (Y)				
1-2	173°45'25.56"	557.430	272,925.6916	2,302,652.9570	-0°46'31.600751"	1.00023727	20°48'35.883893" N	89°10'54.318356" W
2-3	85°21'1.04"	281.764	272,986.3086	2,302,098.8325	-0°46'30.122916"	1.00023693	20°48'17.898534" N	89°10'51.963640" W
3-4	354°51'56.70"	69.000	273,267.1453	2,302,121.6734	-0°46'26.704779"	1.00023535	20°48'18.764400" N	89°10'42.266014" W
4-5	04°51'56.70"	65.700	273,260.9705	2,302,190.3965	-0°46'26.871436"	1.00023539	20°48'20.995565" N	89°10'42.511572" W
5-6	01°51'56.70"	61.300	273,266.5433	2,302,255.8598	-0°46'26.889533"	1.00023536	20°48'23.125924" N	89°10'42.349502" W
6-7	10°51'56.70"	68.000	273,268.5391	2,302,317.1273	-0°46'26.946007"	1.00023534	20°48'25.118328" N	89°10'42.309127" W
7-8	07°51'56.70"	68.000	273,281.3577	2,302,383.9082	-0°46'26.876858"	1.00023527	20°48'27.294700" N	89°10'41.897187" W
8-9	05°51'56.70"	35.000	273,290.6636	2,302,451.2684	-0°46'26.851604"	1.00023522	20°48'29.488361" N	89°10'41.606945" W
9-10	354°41'56.70"	50.000	273,294.2406	2,302,486.0851	-0°46'26.853691"	1.00023520	20°48'30.621665" N	89°10'41.499554" W
10-11	352°51'56.70"	68.000	273,289.6212	2,302,535.8713	-0°46'26.976223"	1.00023523	20°48'32.237958" N	89°10'41.682500" W
11-12	354°51'56.70"	47.000	273,281.1760	2,302,603.3448	-0°46'27.169123"	1.00023527	20°48'34.427505" N	89°10'42.005974" W
12-13	266°51'56.70"	41.000	273,276.9700	2,302,650.1563	-0°46'27.282654"	1.00023530	20°48'35.947283" N	89°10'42.173246" W
13-14	268°51'56.70"	53.000	273,236.0313	2,302,647.9146	-0°46'27.782499"	1.00023553	20°48'35.856430" N	89°10'43.587462" W
14-15	265°51'56.70"	82.000	273,183.0417	2,302,646.8654	-0°46'28.431929"	1.00023582	20°48'35.799044" N	89°10'45.418841" W
15-16	272°51'56.70"	84.000	273,101.2550	2,302,640.9537	-0°46'29.428609"	1.00023628	20°48'35.570934" N	89°10'48.243466" W
16-1	274°51'56.70"	92.000	273,017.3601	2,302,645.1534	-0°46'30.464556"	1.00023675	20°48'35.670557" N	89°10'51.145702" W
AREA = 172,136.569 m ²								

Tabla 9.- Polígono de conservación 2.

CUADRO DE CONSTRUCCION AREA DE CONSERVACION 2								
LADO EST-PV	AZIMUT	DISTANCIA (MTS.)	COORDENADAS UTM		CONVERGENCIA	FACTOR DE ESC. LINEAL	LATITUD	LONGITUD
			ESTE (X)	NORTE (Y)				
17-3	265°51'56.70"	66.500	273,333.4723	2,302,126.4676	-0°46'25.896690"	1.00023498	20°48'18.949364" N	89°10'39.975378" W
3-19	174°51'56.70"	161.285	273,267.1453	2,302,121.6734	-0°46'26.704779"	1.00023535	20°48'18.764400" N	89°10'42.266014" W
19-20	87°40'39.16"	541.927	273,281.5787	2,301,961.0357	-0°46'26.315247"	1.00023527	20°48'13.549138" N	89°10'41.692043" W
20-21	01°52'46.52"	150.966	273,823.0610	2,301,982.9964	-0°46'19.695868"	1.00023224	20°48'14.500479" N	89°10'22.983771" W
21-22	259°52'29.26"	90.821	273,828.0126	2,302,133.8812	-0°46'19.834008"	1.00023221	20°48'19.407243" N	89°10'22.882898" W
22-23	272°51'56.70"	38.000	273,738.6057	2,302,117.9148	-0°46'20.910782"	1.00023271	20°48'18.849069" N	89°10'25.966200" W
23-24	252°51'56.70"	40.000	273,700.6532	2,302,119.8147	-0°46'21.379306"	1.00023292	20°48'18.894190" N	89°10'27.279079" W
24-25	286°51'56.70"	44.000	273,662.4285	2,302,108.0302	-0°46'21.833117"	1.00023314	20°48'18.494373" N	89°10'28.594987" W
25-26	283°51'56.70"	46.000	273,620.3210	2,302,120.7959	-0°46'22.366996"	1.00023337	20°48'18.890867" N	89°10'30.056566" W
26-27	278°41'56.70"	48.700	273,575.6615	2,302,131.8197	-0°46'22.929920"	1.00023362	20°48'19.229616" N	89°10'31.605560" W
27-28	260°51'56.70"	78.000	273,527.5217	2,302,139.1854	-0°46'23.530754"	1.00023389	20°48'19.447923" N	89°10'33.273157" W
28-29	259°11'56.70"	38.000	273,450.5108	2,302,126.8030	-0°46'24.460022"	1.00023432	20°48'19.011639" N	89°10'35.929595" W
29-17	274°51'56.70"	80.000	273,413.1840	2,302,119.6819	-0°46'24.908950"	1.00023453	20°48'18.763783" N	89°10'37.216633" W
AREA = 84,252.090 m2								

De esta forma, La distribución del predio será la siguiente:

Tabla 10.- Distribución de áreas del predio.

AREA	SUPERFICIE m ²
Total del predio	300,000
Granja de producción	12,750
Crecimiento a futuro (granja de producción 2)	12,750
Total áreas de producción	25,500
Camino de acceso	1,997.438
Área verde	16,113.962
Total de áreas de conservación	256,388.659

Tabla 11 Porcentajes de ocupación del predio del proyecto.

AREA	SUPERFICIE	%
Granja de producción	12,750	4.25
Área de verde	16,113.962	5.371
Camino de acceso	1,997.438	0.665
Área de conservación	256,388.659	85.462
Crecimiento a futuro (granja de producción 2)	12,750	4.25
Total	300,000	100.00

1.1.4. Duración del proyecto.

Preparación del Sitio: 1 mes. Construcción: 4 meses. Operación: 25 años

Se planea la construcción de una réplica del área de producción aproximadamente 6 meses después del inicio de las operaciones. Esta segunda etapa de producción se implementará en la porción sureste del predio.

I.2 Promovente-

Eliminado: Dos renglones. Fundamento Legal Artículo 116 de la LGTAIP y Artículo 113 LFTAIP, en la cual se establece, que se considera información confidencial la que contiene datos personales concernientes a una persona física identificada o identificable en base a la resolución 508/2017 emitida el 06 de Noviembre del presente año.

1.2.3. Nombre y cargo del representante legal (anexar copia certificada del poder respectivo, en su caso).

Eliminado: Tres renglones. Fundamento Legal Artículo 116 de la LGTAIP y Artículo 113 LFTAIP, en la cual se establece, que se considera información confidencial la que contiene datos personales concernientes a una persona física identificada o identificable en base a la resolución 508/2017 emitida el 06 de Noviembre del presente año.

1.2.6. Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones, calle y número o bien lugar o rasgo geográfico de referencia en caso de carecer de dirección postal; colonia o barrio, código postal, municipio o delegación, entidad federativa, teléfonos, fax y correo

Eliminado: Dos renglones. Fundamento Legal Artículo 116 de la LGTAIP y Artículo 113 LFTAIP, en la cual se establece, que se considera información confidencial la que contiene datos personales concernientes a una persona física identificada o identificable en base a la resolución 508/2017 emitida el 06 de Noviembre del presente año.

I.3 Responsable del estudio de impacto ambiental

Eliminado: Un renglón. Fundamento Legal Artículo 116 de la LGTAIP y Artículo 113 LFTAIP, en la cual se establece, que se considera información confidencial la que contiene datos personales concernientes a una persona física identificada o identificable en base a la resolución 508/2017 emitida el 06 de Noviembre del presente año.

Eliminado: Un renglón. Fundamento Legal Artículo 116 de la LGTAIP y Artículo 113 LFTAIP, en la cual se establece, que se considera información confidencial la que contiene datos personales concernientes a una persona física identificada o identificable en base a la resolución 508/2017 emitida el 06 de Noviembre del presente año.

1.3.4 Profesión del responsable técnico del estudio Biólogo

Eliminado: Un renglón. Fundamento Legal Artículo 116 de la LGTAIP y Artículo 113 LFTAIP, en la cual se establece, que se considera información confidencial la que contiene datos personales concernientes a una persona física identificada o identificable en base a la resolución 508/2017 emitida el 06 de Noviembre del presente año.

Eliminado: Un renglón. Fundamento Legal Artículo 116 de la LGTAIP y Artículo 113 LFTAIP, en la cual se establece, que se considera información confidencial la que contiene datos personales concernientes a una persona física identificada o identificable en base a la resolución 508/2017 emitida el 06 de Noviembre del presente año.

Eliminado: Un renglón. Fundamento Legal Artículo 116 de la LGTAIP y Artículo 113 LFTAIP, en la cual se establece, que se considera información confidencial la que contiene datos personales concernientes a una persona física identificada o identificable en base a la resolución 508/2017 emitida el 06 de Noviembre del presente año.

1.3.9. Dirección del responsable del estudio. Calle y número o bien lugar o rasgo geográfico de referencia en caso de carecer de dirección postal. Colonia o barrio, código postal, municipio o delegación, entidad federativa, teléfonos, número de fax y correo electrónico.

Eliminado: Un renglón. Fundamento Legal Artículo 116 de la LGTAIP y Artículo 113 LFTAIP, en la cual se establece, que se considera información confidencial la que contiene datos personales concernientes a una persona física identificada o identificable en base a la resolución 508/2017 emitida el 06 de Noviembre del presente año.

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1 Información general del proyecto

II.1.1 Naturaleza del proyecto

El proyecto contempla un sistema de producción hiperintensivo, con tanques de geomembrana circulares en los cuales se sembraran alevines de la especie *Oreochromis niloticus*, en donde se mantendrán durante 6 meses hasta obtener su talla comercial. Se utilizaran machos monosexados en la fase de engorda, y no considera la fase de reproducción, ni producción de alevines. El proyecto ya contaba con autorización ambiental con número de bitacora: **31/MP-0049/05/14**.

II.1.2 Ubicación física del proyecto y planos de localización

A. Croquis de localización: Se anexa el croquis de localización (Figura 7)

B. Plano topográfico actualizado: Se anexa el plano topográfico

C. Presentar un plano de conjunto con la totalidad de la infraestructura

Se anexa el plano de conjunto de las obras del proyecto.

D. Se recomienda especificar la superficie total requerida para el proyecto, desglosando la información de la siguiente manera (Tabla 5):

Tabla 12.- Superficies del proyecto.

AREA	SUPERFICIE m ²
Total del predio	300,000
Granja de producción	12, 750
Camino de acceso	1, 997.438
Área verde	16, 113.962
Áreas de conservación	256, 388.659
Crecimiento a futuro (granja de producción 2)	12,750

II.1.3 Inversión requerida

Tabla 13 Inversión y capital de trabajo requeridos.

Inversión	Monto
Construcción	\$13,000,000
Capital de trabajo (Costos de un año)	\$5,00,000
Inversión total	\$18,000,000.00

b) Precisar el periodo de recuperación del capital, justificándolo con la memoria de cálculo respectiva.

Se estima que la inversión se recupere en un período de 4 años, considerando la inversión inicial y las utilidades anuales estimadas [REDACTED]. Estas utilidades se estimaron con base en la biomasa final del cultivo (de todos los estanques), un precio de \$45.00 el Kg, y los costos estimados del 70% de los ingresos.

c) Especificar los costos necesarios para aplicar las medidas de prevención y mitigación.

Se considera una inversión de [REDACTED] para las medidas de prevención y mitigación

II.2 Características particulares del proyecto

II.2.1 Información biotecnológica de las especies a cultivar

- a) Especie a cultivar y descripción de sus atributos y/o amenazas potenciales que pudieran derivar de su incorporación al ambiente de la zona donde se desarrollará el proyecto.

La especie a cultivar es la tilapia (*Oreochromys niloticus*) En seguida se exponen las características y principales atributos, tales como la distribución, morfología, anatomía, alimentación y reproducción de las especies conocidas como tilapias.

Las Tilapias, como se les conoce a un grupo de peces de origen africano, habitan principalmente en regiones tropicales del mundo, donde existen las condiciones necesarias para su reproducción y crecimiento. Fue introducida en México en la década de los 60's, proveniente de Estados Unidos. Entre sus variedades destacan la Tilapia del nilo (*O. niloticus*), la Tilapia azul (*O. aureus*) y la Tilapia de Mozambique (*O. mossambicus*). La Tilapia en comparación con otros peces, posee extraordinarias cualidades para el cultivo, como: crecimiento acelerado, tolerancia a altas densidades, adaptación a cautiverio, aceptación de una amplia gama de alimentos, alta resistencia a enfermedades, además de contar con algunos atributos para el mercado, como: carne blanca de buena calidad, buen sabor, poca espina, buena talla y precio accesible, que le que le confiere una preferencia y demanda comercial en la acuicultura mundial.

Distribución.-Son organismos tropicales dulceacuícolas principalmente, originarios de África, los cuales, debido a su facilidad de adaptación se encuentran actualmente distribuidos en la mayoría de los países tropicales y subtropicales con fines de cultivo.

Dentro de sus áreas originales de distribución, las Tilapias han colonizado hábitats diversos, pues es un pez de aguas cálidas, dulces, salobres o salinas que puede adaptarse a aguas con baja concentración de oxígeno, por lo que también es común que habiten en aguas de poca corriente (lénticas), permaneciendo en zonas poco profundas y cercanas a las orillas.

La tilapia se ha introducido en todo el mundo y se cría de manera generalizada en los trópicos y las zonas subtropicales. Aunque Asia domina la producción en la actualidad, se cría cada vez más en condiciones ambientalmente controladas en climas templados. Se encuentra naturalmente distribuida por América Central, sur del Caribe, sur de Norteamérica y el sudeste asiático y Medio Oriente y África.

Taxonomía y genética.- Los peces que comúnmente se conocen como Tilapias pertenecen a la familia *Cichlidae*, las tilapias han sido agrupadas en cuatro géneros de la Tribu *Tilapiini*, dicha tribu es originaria de África y cuenta con alrededor de cien especies, algunas de las cuales han sido recientemente descubiertas.

Esta situación, aunada a la diferencia de criterios en cuanto a su posición taxonómica, han dificultado la determinación de las especies, lo que ha ocasionado confusiones en cuanto a su identidad, así como el manejo de las diferentes cruas que se han realizado con propósitos comerciales.

En 1973, Trewavas basándose en los hábitos reproductivos y alimenticios, establece dos géneros distintos que son *Tilapia* y *Sarotherodon*. En 1982, la misma autora decide separar a la tribu en cuatro géneros: *Tilapia*, *Sarotherodon*, *Oreochromis* y *Danakilia*; con base en los estudios sobre la biología de la conducta y el desarrollo de los incubadores bucales maternos, paternos y mixtos. Posteriormente, en 1983 dividió a esta misma tribu en seis géneros distintos: *Tilapia*, *Tristamella*, *Danakilia*, *Sarotherodon*, *Oreochromis* y otro género menos especializado que es *Pelmatochromis*, dicha especie retiene ciertas características que son primitivas en cíclidos.

Género *Oreochromis*

Las especies de este género presentes en nuestro país, han tenido una excelente adaptación a las aguas intercontinentales, específicamente en las presas de reciente construcción. Por este motivo han sido distribuidas ampliamente en todo el territorio nacional, siendo *Oreochromis aureus* la especie que sostiene en su mayor parte las pesquerías de aguas interiores. Las características más importantes que distinguen a éste género, en comparación con Tilapia es que son incubadores bucales, presentan un marcado dimorfismo y dicromatismo sexual, los huevos son de menor tamaño y éstos carecen de una capa adhesiva. Las cuatro especies presentes en nuestro país pertenecen al subgénero *Oreochromis*:

O. niloticus y *O. aureus*.- Para el caso de *Oreochromis niloticus* la parte frontal del hueso faríngeo presenta un área dentada con una menor cantidad de dientes. Se puede apreciar en la parte superior la presencia de dientes bicúspides y en la parte inferior de monocúspides curvados hacia atrás. En *Oreochromis aureus*, la parte central del hueso faríngeo presenta área dentada más densa, siendo lo dientes finos y delgados. La pigmentación sobre las coronas es café y más pronunciada sobre la parte superior.

Oreochromis urolepis hornorum.- El hueso faríngeo de esta especie, presenta un área dentada cubierta en su totalidad densamente y en forma de triángulo. Los dientes superiores son fuertes, salientes y bicúspides y los inferiores finos y delgados; muy parecidos a las especies de *O. aureus* y *O. niloticus*. Los monocúspides son curvos, puntiagudos y aplanados.

Oreochromis mossambicus.- El área dentada en esta especie, mantiene una microestructura muy similar a las antes descritas; los dientes de la parte superior son bicúspides, más gruesos y alargados; los de la parte inferior tienden a tener una forma de gancho bien definida. En esta especie la pigmentación de la parte superior es más pronunciada

Las líneas genéticas de Tilapia que normalmente se deben producir en función del fenotipo de los animales y de su adaptabilidad a la altitud en la que se localizan las granjas de producción en México son las siguientes: *O. niloticus*, *O. mossambicus*, *O. hornorum*, y *O. aureus*. (Tabla 11).

Tabla 14 Comparativa de los patrones de coloración en especies introducidas en México

Área de Pigmentación	<i>O.u hornorum</i>	<i>O. mossambicus</i>	<i>O. aureus</i>	<i>O. niloticus</i>
Cuerpo	Negro	Negro	Azul, verde metálico	Ligeramente amarillo
Cabeza	Pardo claro	Negro en el dorso	Verde metálico	Rojo púrpura
Ojos	Pupila cristalina	Pupila cristalina	Pupila cristalina	Pupila cristalina
Perfil frontal	Fuerte, cóncavo en ambos lados	Fuerte, cóncavo en el macho, leve en hembra	Levemente cóncavo	Convexo
Vientre	Negro	Negro	Claro con manchas rojas	Rojo
Papila genital	Blanca	Blanca	Clara	Blanca
Borde de la aleta dorsal	Roja	Roja	Rosa o bermellón	Negra
Parte terminal de la aleta caudal	Rojo-púrpura	Fuertemente roja	Fuertemente roja	Líneas negras a lo ancho de la cola

Funciones básicas y metabolismo

Hábitos alimenticios La mayor parte de las Tilapias, poseen tendencia para hábitos alimenticios herbívoros. Las adaptaciones estructurales a este tipo de dieta, son principalmente un largo intestino muy plegado, dientes bicúspides o tricúspides sobre las mandíbulas y la presencia de dientes faríngeos, que utilizan para poder cortar y rasgar plantas y hojas fibrosas.

- a) Especies Omnívoras (que se alimentan tanto de plantas como de animales): *O. mossambicus* (especie que presenta mayor diversidad en los alimentos que ingiere), *O. nilóticos*, *O. spilurus* y *O. aureus*.
- b) Especies Fitoplanctófagas (que se alimentan de las algas y organismos microscópicos conocidos como fitoplancton) *O. macrochir*, *O. alcalicus*, *O. galilaeus* y *S. melanotheron*
- c) Especies Herbívoras (se alimentan exclusivamente de plantas): *T. rendalli*, *T. zillii*, *T. sparmanni*

Los dos usos más importantes del alimento absorbido son mantenimiento y crecimiento. El exceso de alimento es almacenado en forma de grasa una vez satisfechos los requerimientos.

Ciclo de Vida y Crecimiento

Las tilapias tienen un ciclo de vida bien definido en las etapas de huevo, alevín, cría, juvenil y adulto. Para reproducirse requieren de temperaturas mayores a los 24° C, se aparean entre 6 y 8 veces al año (Figura 1).

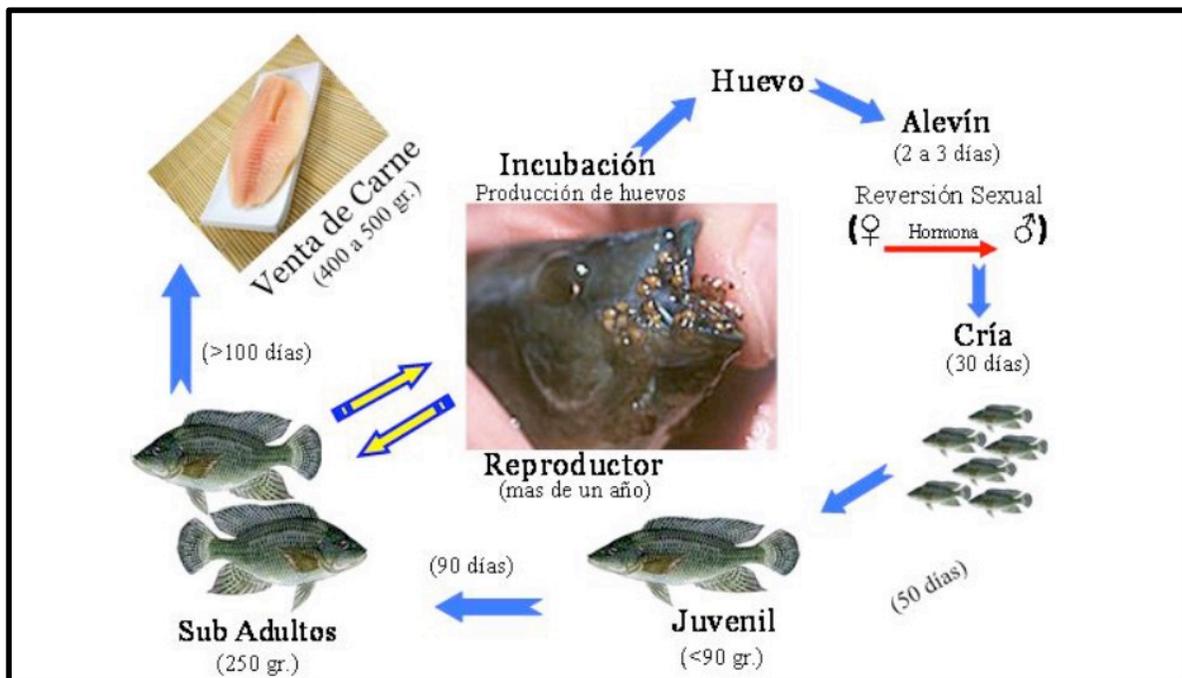


FIGURA 1 Ciclo de vida de la tilapia (*Oreochromis sp.*)

Su crecimiento es longitudinal. Esto es para todas las etapas de su desarrollo a partir del alevín. El crecimiento también va a depender de varios factores como son: temperatura, densidad y tipo de alimentación principalmente. La mayor tasa de crecimiento la presentan los machos de 6 a 8 meses, el crecimiento promedio de estos es de 18 a 25 cm, con un peso de 150 a 300 gr.

Respiración

La respiración se define como el consumo de oxígeno y está en relación directa con la temperatura, alimentación, talla y época del ciclo de vida.

La Tilapia, por su capacidad de adaptación, puede vivir en condiciones ambientales adversas, puesto que soporta una concentración muy baja de oxígeno disuelto. Esto se debe principalmente a que posee la cualidad de saturar su sangre de oxígeno y de reducir su consumo cuando la concentración de éste en el medio es inferior a los 3 mg/l.

Se dice que puede cambiar su metabolismo a aeróbico cuando ésta concentración de oxígeno disminuye. La cantidad de oxígeno disuelto ideal para la Tilapia es mayor de 4.5 mg/l.

Reproducción

Las Tilapias poseen sexos separados, existiendo en muchos casos una clara diferencia entre macho y hembra, que puede ser por la coloración del cuerpo o su tamaño, siendo generalmente los machos de mayor peso y talla que las hembras.

A diferencia de otros peces cultivados, tienen la característica de reproducirse fácilmente en cautiverio sin necesidad de intervención del hombre. De hecho, puede considerarse como uno de los principales problemas, la gran facilidad con la que se reproducen estos organismos así como la precocidad en la que comienza, pues al iniciar ésta, reducen su tasa de crecimiento a la vez que hay una sobrepoblación en los estanques, motivo por el cual se prefiere el cultivo monosexo, principalmente de machos.

La temporada de reproducción abarca desde finales de marzo o principios de abril hasta mayo, cuando la temperatura del agua es aproximadamente de 20 a 22° C.

Características reproductivas de la tilapia

La tabla 5 muestra los parámetros reproductivos de la tilapia.

Tabla 15.- Parámetros reproductivos de la Tilapia

Peso Adultos	1-3 kg
Madurez Sexual	Machos (4-6 meses), hembras (3-5 meses).
Número de Desoves	5-8 veces por año
Temperatura de Desove	25-31 ° C
Número de huevos/hembra/desove	Condiciones idóneas > 100
Vida útil reproductores	2-3 años
Tipo de incubación	Bucal
Tiempo de incubación	3-6 días
Proporción de siembra de reproductores	15-20 machos por cada 3 hembras
Tiempo de cultivo	7-8 meses, o peso comercial de 300 g

Para llevar a cabo la reproducción, se toman en consideración parámetros ideales de crecimiento, es así que la talla óptima varía de entre 250 a 500 g. y de 12 a 15 cm. de longitud, cantidades que se alcanzan entre las edades de 6 a 12 meses.

El éxito de la reproducción y sobrevivencia de los alevines y crías depende en gran parte de la selección de los reproductores.

Anatomía de la tilapia

El cuerpo de estos peces es robusto comprimido, a menudo discoidal, raramente alargado, con aleta dorsal que tiene de 23 a 31 espinas y radios; la boca es proctátil, mandíbula ancha, a menudo bordeada por labios gruesos con dientes cónicos y en algunas ocasiones incisivos, en otros casos puede presentar un puente carnosos (freno) que se encuentra en el maxilar inferior, en la parte media debajo del labio.

La línea lateral es bifurcada: la porción superior se extiende desde el opérculo hasta los últimos radios de la aleta dorsal, en la porción inferior, aparecen varias escamas por debajo de donde termina la línea lateral de la parte superior hasta la terminación de la aleta caudal; la aleta caudal truncada redondeada. (Figura 2). Generalmente, el macho se desarrolla más que la hembra.

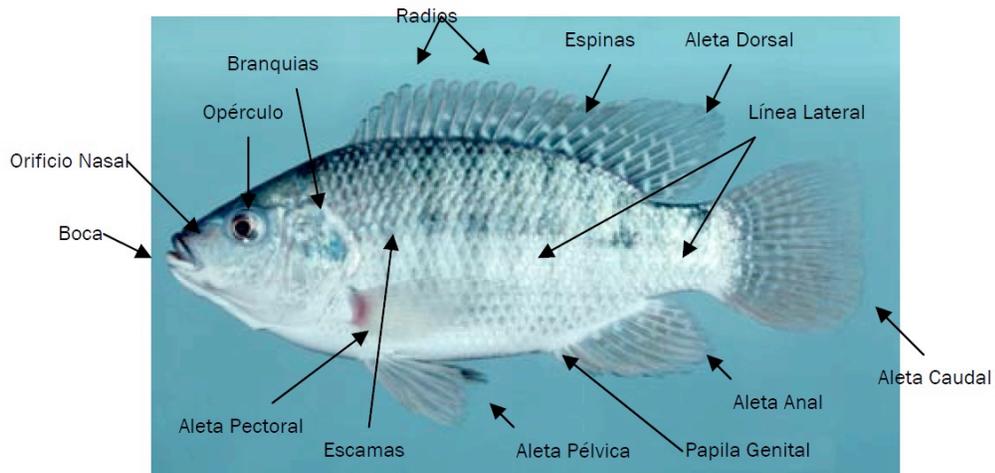


FIGURA 2 Anatomía de una tilapia (*Oreochromis sp.*)

Alimentación.

La Tilapia es un organismo omnívoro, y su requerimiento y tipo de alimento varía con la edad. Durante la fase juvenil se alimentan tanto de fitoplancton, zooplancton y pequeños crustáceos.

El alimento representa aproximadamente el 50% de los costos de producción, es por esto que un mal manejo de alimento, o un programa inadecuado de alimentación disminuye la rentabilidad de la granja considerablemente.

La cantidad y el tipo de alimento a suministrar debe ser controlado y evaluado periódicamente para evitar costos excesivos.

Así mismo, del alimento también depende el sabor del producto, si el pez no tiene cubierto los requisitos diarios, entonces buscara alimentos del fondo del estanque, y su carne adquirirá un sabor desagradable.

Método de Alimentación

El método en el que se va a llevar a cabo la alimentación depende del manejo de la granja, del tipo de explotación, de la edad y los hábitos de la especie, sin embargo se han determinado ciertos mecanismos para facilitar este procedimiento:

- a) *Alimentación en un solo sitio*: se lleva a cabo como su nombre lo indica, únicamente en un lugar del estanque, es altamente eficiente en sistemas intensivos (300-500 peces/m³), y en animales con un peso de hasta 50 gramos, pues no exige una gran actividad de nado. Sin embargo es la menos conveniente si se trata de otro tipo de cultivo, pues la acumulación de materia orgánica se realiza en un solo lugar, provocando que solo una parte de la población coma, incrementando el porcentaje de peces pequeños.
- b) *Alimentación en forma de "L"*: se lleva a cabo en dos orillas del estanque. Está sugerida para animales que pesan de 50 a 100 grs, y se recomienda que se realice en la orilla de salida del desagüe y en uno de los dos lados con la finalidad de sacar la mayor cantidad de heces en el momento de la alimentación.
- c) *Alimentación Periférica*: se realiza por todas las orillas del estanque. Sugerida para peces mayores a los 100 grs, dado que por encima de este peso se acentúan los instintos territoriales de la Tilapia.

Horario de Alimentación

Es conveniente alimentar a los organismos cuando la temperatura ambiental es la más elevada, pues los niveles de secreciones digestivas y la acidez aumentan con el incremento de la temperatura en el tracto digestivo.

Se recomienda que en cultivos extensivos o semi-extensivos no se agregue una cantidad de alimento cuyo tiempo de consumo y flotabilidad supere los 15 minutos, ya que esta abundancia provoca que el pez coma en exceso y no asimile adecuadamente el alimento. En sistemas intensivos el alimento debe permanecer de 1 a 2 minutos.

La transición de la dieta desde las etapas de juvenil hasta la de adulto es gradual aunque también puede presentarse abruptamente. Las Tilapias normalmente son omnívoras, sin embargo su alimentación varía según la variedad.

En el cultivo comercial, es necesaria la utilización de alimentos y suplementos balanceados, diferentes para cada etapa de crecimiento, cuyo suministro debe estar perfectamente controlado para evitar carencias o excesos. Se debe recordar que aparte del alimento suministrado, los peces se alimentarán también del fitoplancton que crece en los estanques. La alimentación de realizarse manualmente, observando ciertas características como: la demanda del alimento, tamaño del bocado, talla de los peces, densidad de la población, entre otras.

La tabla 16 muestra las cantidades de alimento que deben proporcionarse según el peso del animal y la biomasa.

Tabla 16.- Cantidades de alimento

Edad	Peso promedio	Alimento diario (%peso)	Alimento diario (g)	Biomasa (kg)	Alimento (Kg/día/est)
0	1	15.0%	0.15	10	1.5
1	3	10.0%	0.3	30	9
2	5	8.0%	0.4	50	20
3	7	5.8%	0.406	70	28.42
4	10	5.7%	0.57	100	57
5	13	5.5%	0.715	130	92.95
6	17	5.1%	0.867	170	147.39
7	22	5.1%	1.122	220	246.84
8	29	5.0%	1.45	290	420.5

9	37	4.5%	1.665	370	616.05
10	46	4.3%	1.978	460	909.88
11	56	4.2%	2.352	560	1317.12
12	69	4.1%	2.829	690	1952.01
13	83	4.0%	3.32	830	2755.6
14	100	4.0%	4	1000	4000
15	120	3.5%	4.2	1200	5040
16	140	3.4%	4.76	1400	6664
17	162	3.2%	5.184	1620	8398.08
18	184	2.9%	5.336	1840	9818.24
19	207	2.8%	5.796	2070	11997.72
20	231	2.6%	6.006	2310	13873.86
21	256	2.4%	6.144	2560	15728.64
22	282	2.3%	6.486	2820	18290.52
23	309	2.2%	6.798	3090	21005.82
24	337	2.1%	7.077	3370	23849.49
25	355	1.9%	6.745	3550	23944.75
26	393	1.8%	7.074	3930	27800.82
27	422	1.7%	7.174	4220	30274.28
28	451	1.6%	7.216	4510	32544.16
Promedio diario					9027.74621

Control de Sanidad

Dentro de la tecnología de cultivo, la sanidad acuícola ocupa un lugar de interés debido a la necesidad que existe de poner en práctica los procedimientos para prevenir y controlar las enfermedades que potencialmente limitan la producción.

Es bien sabido que las enfermedades son causa de pérdidas económicas importantes y son responsables de mortalidades masivas en las fases de cría y alevines. Los peces no mueren, en todos los casos, por causa de agentes patógenos, también pueden verse afectados por factores físicos, químicos, biológicos o de manejo. Con el fin de evitar la mortalidad o el desarrollo de enfermedades que puedan alcanzar la proporción de epidemia, es necesario brindar un medio adecuado, con el objeto de prevenirlas antes de tener que aplicar tratamientos correctivos.

En algunas ocasiones los peces pueden presentar comportamientos que pueden alertarnos sobre algún factor que está causando tensión o sobre el desarrollo de una infección. Entre otros, dentro de estos signos anormales se cuentan los siguientes:

- Letargia y pérdida del apetito.
- Pérdida del equilibrio, nado en espiral o vertical.
- Agrupamiento en la superficie y respiración agitada.
- Producción excesiva de mucus, lo que da al pez una apariencia opaca.
- Coloración anormal.
- Erosión en la piel o en las aletas.
- Branquias inflamadas, erosionadas o pálidas.
- Abdomen inflamado, algunas veces lleno de fluido o sangre, ano hinchado y enrojecido.

Exoftalmia (ojos brotados).

Los alevines y larvas de tilapia son severamente atacados por parásitos, los que provocan mortalidades de hasta el 50%. Los alevines de tilapia son afectados por parásitos ciliados como *Epistilo*, *Chilodonella*, *Costia*, coccidiosis, tremátodos monogéneos y digéneos, además de larvas de moluscos y bivalvos. Los parásitos en las larvas pueden ser controlados en gran medida con la utilización de baños de formalina a concentración de 12.0 ppm (la formalina utilizada es al 70%).

En peces juveniles y adultos el efecto de los parásitos es menor, sin embargo las tilapias pueden verse afectadas principalmente por bacterias oportunistas, las cuales se aprovechan de la mala condición del pez y condiciones adversas en el sistema de producción. Específicamente, agua de mala calidad donde están incluidos niveles bajos de oxígeno disuelto, baja tasa de recambio, temperatura baja, etc.) y uso de dietas deficientes. Las bacterias oportunistas del género *Streptococcus* pueden provocar altas mortalidades (10-15%) en éstas condiciones. No existe tratamiento químico preventivo que demuestre alta eficiencia para contrarrestar este problema; no obstante, la mejor forma de prevención es garantizar un ambiente adecuado y buena alimentación.

En la práctica, la influencia de cierto efecto estresante acumulativo, el cual por ejemplo puede ser: exposición prolongada por varios días a nivel bajo de oxígeno disuelto hacen que el animal esté más propenso a ser colonizado por las bacterias arriba mencionadas. Quizás esto mismo pudiera suceder con muchos otros parámetros físico-químicos y de operación.

Factores que afectan a los peces en el cultivo

- Factores Físicos.

Temperatura: Las variaciones altas condicionan al animal, haciéndolos más susceptibles a las enfermedades.

Luz excesiva: En sistemas intensivos con poca profundidad, los rayos solares pueden ocasionar quemaduras en el dorso del animal.

Gases disueltos: el exceso de nitrógeno puede producir la enfermedad conocida como burbuja de gas.

- Factores químicos

Contaminación con pesticidas, residuos de metales pesados, desperdicios agrícolas e industriales.

Desperdicios metabólicos como el amonio y nitritos son altamente tóxicos.

Partículas en suspensión causan daños mecánicos sobre las branquias y tapizan las paredes de los huevos, con lo cual impiden el intercambio gaseoso y se convierten en sustrato para el desarrollo de hongos.

- Factores biológicos

Nutrición

Microorganismos: bacterias, virus y parásitos.

Algas: algunas producen toxinas.

Animales acuáticos: los moluscos como los caracoles, son focos de infección y actúan como huéspedes intermediarios en el ciclo biológico de muchos parásitos.

Manejo.

- **Medidas Preventivas**

Manejo del alimento: Se contará con un almacén con condiciones de temperatura y humedad adecuadas; así como el control de la entrada de cualquier plaga. La ubicación y dimensiones del almacén de alimento son adecuadas para la distribución eficiente a la granja y la inocuidad del mismo; y se contará con un registro constante de la entrada y salida de alimento. El alimento no debe estar en contacto con la pared del almacén.

Instrumentos e instalaciones: Durante todo el manejo del cultivo (siembra, engorda, precosecha y el proceso de cosecha) de la tilapia, se deben utilizar instrumentos, materiales e instalaciones limpias y desinfectadas, que se encuentren en buen estado.

La siguiente tabla muestra las enfermedades más comunes de la tilapia.

Tabla 17.- Enfermedades comunes de la tilapia

ENFERMEDAD	CAUSA	SINTOMATOLOGÍA
Argulosis	Argulos spp.	El pez se aísla del cardumen. Piojo de aspecto blanquecino de 3 a 4 mm de diámetro se fija en el cuerpo del pez principalmente en la cabeza, donde succiona la sangre.
Lerneasis	Varios estadios de Lerneia.	Parásitos visibles sobre el cuerpo del pez, escamas levantadas.
Ergasilosis	Ergasilus spp.	Los peces se aíslan, dejan de comer, los parásitos se alojan en las branquias.
Hirudiniasis	Diversas especies de sanguijuelas	Enrojecimiento en el sitio donde se encuentra el ectoparásito (aletas y boca).
Ascitis infecciosa	Bacterias, aeromonas, pseudomonas	Abultamiento del vientre, aislamiento. En la forma crónica se presentan lesiones ulcerosas en piel y músculos y deshilachamiento de aletas. En la forma aguda un líquido sanguinolento en el vientre, ojos hundidos, inflamación de órganos interiores.
Saproleniasis o micosis	Hongo saprolenia	Manchas blancas algodonosas sobre el cuerpo, aletas y cabeza. Aislamiento del pez, no come y su nado es lento.
Tricodiniasis	Protozooario trichodina ssp.	Exceso de mucosidad en cuerpo de branquias, desprendimiento de escamas y enrojecimiento de zonas afectadas.
Exoftalmia	Cáncer en los peces	Ojos saltones, aislamiento, no comen, nado lento y superficial hasta la muerte.

Consideraciones previas a un tratamiento.

Densidad: a medida que se intensifican los cultivos, se incrementa la susceptibilidad de los peces al ataque de los de los distintos agentes patógenos.

Precauciones sanitarias: se deben realizar tratamientos preventivos previos al despacho y recepción de la semilla, así como medidas de cuarentena reproductores.

Sistemas de filtración: evitar que entren organismos ajenos como caracoles, peces o huevos, que son transmisores de enfermedades.

Antes de iniciar cualquier tratamiento, es necesario hacer el análisis para determinar las posibles causas que estén originando la enfermedad con el fin de decidir cuál será el tratamiento o para aplicar los correctivos necesarios. Para ello se requiere conocer varios aspectos:

- La calidad y cantidad de agua que se va a usar en el tratamiento Así, factores como pH, dureza y temperatura pueden incrementar la toxicidad de algunos químicos o disminuir su efectividad terapéutica.
- La especie, el estado y edad del pez de diferentes especies y edades, reaccionan en forma diferente a la misma droga.
- La sustancia química a utilizar. Debería ser conocida la concentración porcentaje de ingrediente activo, tolerancia, dosis, tiempo de permanencia como residuo y forma de empleo, así como su interacción con factores tales como temperatura, pH, dureza y alcalinidad.
- El diagnóstico de la enfermedad o la identificación del patógeno que está Afectando la población El tratamiento que se acoja dependerá del número de peces, edad y tipo de explotación.

Organismos patógenos más comunes

Bacterias. Las más comunes que pudieran presentarse durante el cultivo son las de los generos Aeromonas, Pseudomonas, Corynebacterium, Vibrio, Flexibacter, Cytophaga, Mycobacterium y Nocardia. Estas bacterias producen enfermedades como septicemias hemorrágicas bacterianas, enfermedad bacteriana del riñón, vibriosis, la enfermedad del péndulo caudal y enfermedad bacteriana de las branqueas.

Hongos: Los más importantes están representados por los géneros Saprolegnias, Ichthyophonous, Branchiomyces y Democystidium. Estos organismos son los responsables de enfermedades fúngicas de la piel, branqueas, hígado, corazón y otros órganos que se infectan a través de la corriente sanguínea. Los hongos pueden causar la muerte por anoxia de gran número de huevos, crías, alevines y adultos.

Ectoparásitos. Dentro de los ectoparásitos más comunes tenemos los *Ciliofora*, como:

Ichthyophthirius, chilodonella, Trichophyra y Apiosoma.

Los monogéneos como *Gyrodactylus* y *Dactylogirus* los cuales provocan úlceras y lesiones, destruyendo tantas aletas como branquias; principalmente en los alevines y en menor grado en los adultos, debido a su actividad de nutrición y por la acción de los ganchos y del órgano de fijación.

Los copépodos. Géneros como *Lernaea* y *Argulus* se encuentran entre los copépodos, ectoparásitos más peligrosos. Ellos, a través de un órgano de fijación producen heridas con las que fácilmente adelgazan y se tornan anémicos, lo que finalmente les produce la muerte.

Métodos de tratamiento

Externos: Cuando se realiza en forma de baño. Puede ser de varias formas:

Inmersión: Altas concentraciones del producto terapéutico en el agua y tiempos cortos de exposición del pez a este producto.

Adición del químico a la entrada del agua (es necesario conocer el flujo de entrada para evaluar la concentración).

Baño corto: Se adiciona una solución patrón al estanque por período cortos y se distribuye de manera homogénea.

Baño largo: Similar al anterior pero en exposiciones prolongadas.

Sistémicos :(incorporados al alimento)

Inyección: para reproductores de alto valor comercial y genético (intraperitoneal o intramuscular).

Tratamiento biológico: Esta destinado para acabar con organismos hospederos como el caracol, aves o crustáceos. Puede ser manual, con sistemas de filtros en la entrada del agua o con mallas por encima de los estanques.

Incluido dentro del alimento: Debe adicionarse en el momento de la mezcla del alimento para que se incorpore dentro del pellet de manera homogénea.

Aspersión del alimento: el medicamento es rociado sobre el alimento por medio de un vehículo como el alcohol o aceite de pescado, pero su eficiencia depende de la solubilidad del producto en el agua.

Manejo de sustancias y Fármacos

La aplicación incorrecta de antibióticos, fármacos y otras sustancias químicas, ocasiona la acumulación de residuos en los tejidos y órganos de los ejemplares tratados, que al ser consumidos por el ser humano, pueden ocasionar un daño severo a su salud. Es por esto que resulta necesario contar con regulaciones para el uso de dichas sustancias en los productos pesqueros y acuícolas, así como un control al uso indiscriminado y repetido de antibióticos en el tratamiento de ciertas enfermedades que solo contribuye a la aparición de bacterias más resistentes al tratamiento.

De acuerdo con las Buenas Prácticas de Producción de Tilapia, si es necesario utilizar alguna sustancia química o antibiótico, se debe revisar si éste está autorizado por las normas vigentes en materia de acuicultura o en su caso por la FDA de Estados Unidos, bajo ninguna circunstancia se debe utilizar alguna sustancia prohibida. Así mismo, las sustancias utilizadas deben haber sido comprobadas en su eficacia contra el tratamiento de algunas enfermedades padecidas por la Tilapia, de acuerdo a las autoridades y legislaciones vigentes.

Cuando se lleva a cabo la aplicación de cualquier producto químico en una granja de peces, se debe tener en cuenta la responsabilidad que esto conlleva y considerar los efectos que tendrá en la cosecha y el producto final, así mismo es necesario contar con un registro o un sistema de control que incluya:

1. Lugar, fecha y hora de la utilización.
2. Descripción del producto a utilizar, cualidades, características y descripción de porqué se va a emplear (diagnóstico), bajo qué criterio, y causa. Así como el nombre y los datos de quién lo recomendó o prescribió.
3. Descripción de la población en donde se va a aplicar dicha sustancia, características y en caso de tratar alguna enfermedad, determinar el origen de ésta.
4. Número de lote, estanque o jaula.
5. Descripción del método de aplicación, cantidad aplicada y dosis recomendada. Nunca se debe variar la dosis sin una recomendación de algún especialista.
6. Muestreo de peces, seguimiento y análisis de la población tratada.
7. Fecha de cosecha.
8. Desecho adecuado de los envases donde venían los químicos o los antibióticos, para evitar un riesgo de contaminación ambiental, o un peligro en la granja.

Es de vital importancia que todos los químicos, antibióticos y fármacos que se utilicen, cumplan con las regulaciones y guías, nacionales e internacionales en la materia. Deben así mismo estar almacenados y ser de acuerdo a las indicaciones en la etiqueta del producto, así como las instrucciones de la compañía fabricante.

Los productores deben conocer los métodos de aplicación de dichos compuestos y tomar en cuenta las dosis en las que deben ser aplicadas, el período de permanencia, su utilización y cualquier otra información.

Es mejor que las estrategias dentro de la granja se enfoquen a la prevención de las enfermedades y no al tratamiento de éstas una vez que ya aparecieron. Es por esto de vital importancia que se tomen en cuenta las Buenas Prácticas de Producción Acuícola, que los guiará por un proceso adecuado en el manejo de una granja productora de peces, evitando cualquier riesgo y peligro de contaminación y aumentando la calidad e inocuidad de la producción.

Las sustancias que pueden que están permitidas para la producción acuícola son las siguientes (Tablas 18-21)

Tabla 18.- Sustancias permitidas para el uso en acuicultura con límites máximos

SUSTANCIA	ESPECIE ANIMAL	LÍMITE MÁXIMO DE RESIDUOS
Amoxicilina	Todas las especies destinadas a alimentos	50 µg/Kg: músculo, hígado, riñón, grasa 4 µg/Kg: grasa
Ampicilina	Todas las especies destinadas a alimentos	50 µg/Kg: músculo, hígado, riñón, grasa 4 µg/Kg: grasa
Clortetraciclina	Todas las especies destinadas a alimentos	600 µg/Kg: riñón 300 µg/Kg: hígado 100 µg/Kg: músculo, leche 100 µg/Kg: huevos
Danofloxacina	Todas las especies destinadas a alimentos	100 µg/Kg: músculo 50 µg/Kg: grasa 200 µg/Kg: hígado, riñón
Difloxacina	Todas las especies destinadas a alimentos	300 µg/Kg: músculo 100 µg/Kg: grasa 800 µg/Kg: hígado 600 µg/Kg: riñón
Enrofloxacina	Todas las especies destinadas a alimentos	100 µg/Kg: músculo, grasa 200 µg/Kg: hígado, riñón
Eritromicina	Todas las especies destinadas a alimentos	200 µg/Kg: músculo, grasa, hígado, riñón 40 µg/Kg: leche 150 µg/Kg: huevos
Florfenicol	Todas las especies destinadas a alimentos	100 µg/Kg: músculo 200 µg/Kg: grasa 2000 µg/Kg: hígado 300 µg/Kg: riñón 1000 µg/Kg: músculo, piel
Oxitetraciclina	Todas las especies destinadas a alimentos	600 µg/Kg: riñón 300 µg/Kg: hígado 100 µg/Kg: músculo, leche 200 µg/Kg: huevos
Sulfonamidas	Todas las especies destinadas a alimentos	100 µg/Kg: músculo, hígado, riñón, grasa. La combinación de residuos no debe superar los 110 µg/Kg
Tiamfenicol	Peces	50 µg/Kg: músculo + piel
Trimetropim	Todas las especies destinadas a alimentos	50 µg/Kg: músculo, grasa, hígado, riñón, leche.

Tabla 19.- Sustancias sin límite máximo de residuos

SUSTANCIA	ESPECIE ANIMAL	LMR
Formaldehído	Todas las especies destinadas a alimentos.	No hace falta establecerlo
Glutaraldehído	Todas las especies destinadas a alimentos	No hace falta establecerlo
Peróxido de hidrógeno	Todas las especies destinadas a alimentos	No hace falta establecerlo
Yodo y compuestos yodados	Todas las especies destinadas a alimentos	No hace falta establecerlo
Sulfato de Magnesio	Todas las especies destinadas a alimentos	No hace falta establecerlo
Cloruro Sódico	Todas las especies destinadas a alimentos	No hace falta establecerlo
Cloruro de benzalconio	Todas las especies destinadas a alimentos	Para su uso como excipiente, hasta una concentración de 0.05%

Tabla 20.- Sustancias con LMR provisional

SUSTANCIA	ESPECIE ANIMAL	LMR
Levamisol	Todas las especies destinadas a alimentos.	Provisional: 10 µg/Kg: músculo, hígado, riñón, grasa, leche
Tetraciclinas	Todas las especies destinadas a alimentos	Provisional: 600 µg/Kg: riñón 300 µg/Kg: hígado 200 µg/Kg: huevos 100 µg/Kg: músculo y leche
Ácido Oxolínico	En estudio	En estudio.

Tabla 21.- Drogas aprobadas por la FDA para uso en acuicultura

NOMBRE COMERCIAL	ESPECIES	INDICACIONES	RÉGIMEN (Tiempos de Retiro)
Terramycin 10	Salmónidos	Ulceración, furúnculos, Septicemia hemorrágica bacteriana e infección por <i>Pseudomonas</i>	2.5-3.7 g/100 lb de animal/10 días (21 días)
	Pez Gato (bagre)	Septicemia hemorrágica bacteriana e infección por <i>Pseudomonas</i>	2.5-3.7 g/100 lb de animal/10 días (21 días)
	Langosta	Control de gaffkemia por <i>Aerococcus viridian</i>	1 g/1 lb de alimento/5 días (30 días)
Sufamerazine in Fish Grade	Trucha	Control de furunculosis en salmónidos por <i>Aeromonas salmonicida</i>	10 g/100lb animal/día (21 días)
Romet -30	Salmónidos	Control de furunculosis en salmónidos por <i>Aeromonas salmonicida</i>	50 mg/kg animal/5 días (42 días)
	Pez Gato (bagre)	Control de septicemia entérica causada por <i>Edwardsiella ictaluri</i>	50 mg/kg animal/5 días (3 días)
Formalin- F	Huevos de salmón/trucha	Control de protozoarios	1-2 ml/L
	Pez Gato (bagre), agalla azul, corvina boca grande	Control del protozoarios	0.015-0.250 ml/L (depende de temperatura, especie y tipo de estanque)
	Salmónidos	Control de protozoarios	0.015-0.250 ml/L (depende de temperatura, especie y tipo de estanque)
Paraside-F	Huevos de Salmón/Trucha	Control de hongos (familia <i>Saprolegniaceae</i>)	1-2 ml/L
	Pez Gato (bagre), agalla azul, corvina boca grande	Control de protozoarios	0.015-0.250 ml/L (depende de temperatura, especie y tipo de estanque)
	Salmónidos		0.015-0.250 ml/L (depende de temperatura, especie y tipo de estanque)
Parasite-S	Huevos de salmón/trucha	Control de protozoarios externos	1-2 ml/L
	Otros peces	Control de protozoarios externos	0.015-0.250 ml/L (depende de temperatura, especie y tipo de estanque)
	Camarón	Control de hongos (familia <i>Saprolegniaceae</i>)	0.025-0.100 ml/L
Finguel	Peces	Anestésico	0.015-0.330 g/L (21 días)
Tricaine-S	Peces	Anestésico	0.015-0.330 g/L (21 días)

La FDA, por otra parte, ha prohibido ciertas sustancias para su uso en medicación veterinaria, tales como:

- a) Cloranfenicol
- b) Clenbuterol
- c) Dietilestribestrol (DES)
- d) Dimetridazol
- e) Pronidazol
- f) Otros Nitroimidazoles
- g) Furazolidona
- h) Nitrofurazona
- i) Sulfonamidas (excepto sulfadimetoxina)
- j) Fluoroquinolonas (Enrofloxacin, Sarafloxacin)
- k) Glicopéptidos

Además, existen algunos productos y sustancias tóxicos para los peces, los cuales, deben ser evitados (Tabla 22)

Tabla 22.- Productos tóxicos para peces

NOMBRE COMERCIAL	REGISTRO EPA	REGISTRADO POR	INDICACIONES DE USO
<i>Nombre Común: Antimycin</i>			
Finrol Concentrate	39096-2	Antibiotics corporation	Tóxico de peces, piscicida
<i>Nombre Común: CubeResins/Rotenone</i>			
Chem-Sect Brand Chem-Fish Regular	1439-157	Tifa Limited Cube Resins/rotenone	Tóxico de peces, piscicida
Chem-Fish	1439-159	Tifa Limited	Tóxico de peces, piscicida
Synergizad			piscicida
Finley Ground Cube Powder	6458-6	Foreign Domestic Chemicals Corp.	Tóxico de peces, piscicida
Fish-Tox-5	769-309	Sureco, Inc.	Tóxico de peces, piscicida
Martin's Rotenone Powder	299-227	C.J.Martin Company	Tóxico de peces, piscicida
Noxfish Fish Toxicant Liquid Emulsifiable	432-172	Roussel Uclaf Corporation	Tóxico de peces, piscicida
Nusyn-Noxfish Fish Toxicant	432-550	Roussel Uclaf Corporation	Tóxico de peces, piscicida
Pearson's 5% Rotenone Weatable Powder	19713-316	Dexel Chemical Company	Tóxico de peces, piscicida
Powdered Cube	769-414	Sureco, Inc.	Tóxico de peces, piscicida
Prentox Prenfish Toxicant	655-422	Prentiss Incorporated	Tóxico de peces, piscicida
Prentox Rotenone Fish Toxicant Powder	655-691	Prentiss Incorporated	Tóxico de peces, piscicida
Prentox Synpren Fish toxicant	655-421	Prentiss Incorporated	Tóxico de peces, piscicida

Parámetros de calidad del agua

La calidad del medio acuático tiene un efecto directo sobre el desempeño del pez en estanques, su salud y su supervivencia. Por lo tanto, integrar un historial del agua donde se planifica instalar el cultivo de peces es fundamental.

De acuerdo a lo señalado en la propuesta del Manual de Buenas Practicas de Producción Acuícola de Tilapia para a la Inocuidad Alimentaria (SENASICA, 2007) y en el PC058-2006 Pliego de Condiciones para el uso de la marca oficial México Calidad Suprema en Tilapia, los parámetros óptimos de calidad de agua para el cultivo de tilapia se describen a continuación (Tabla 23):

Tabla 23.- Parámetros de la calidad del agua requeridos para la tilapia

Parámetro	SENASICA	PC058-2006
Oxígeno disuelto	> 3.0 mg/l	> 4.5 mg/l
Temperatura	22 a 33 °C	28 \pm 5 °C
Amonio tóxico (N-NH ₃)	0.5 a 2.35 mg/l	0.01 – 0.2 mg/l
pH	4.5 a 11	6.5 - 9.0
Nitritos (NO ₂ -N)	0.1 mg/l	< 0.1 mg/l
Alcalinidad	< 175 mg/l	0.1 – 0.2 mg/l
Dureza (CaCO ₃)		50 – 350
Dióxido de Carbono	< a 73 mg/l	< 20 mg/l
Gases tóxicos:		< 10 mg/l
Sulfuro de Hidrogeno (H ₂ S)		< 25 mg/l
Gas Metano (CH ₄)		< 10 mg/l
Acido Cianhídrico (HCN)		
Fosfatos		0.6 – 1.5 mg/L
Cloruros		< 10 mg/L
Sulfatos		< 18 mg/L

Los parámetros se controlarán diariamente de forma automatizada.

Amenazas por la introducción al ambiente

Debido a que la producción de la tilapia será intensivo y controlado (monosexo), y no se usarán cuerpos de agua superficiales para el cultivo, el riesgo de escape de alevines o peces al medio silvestre es prácticamente nulo.

- b) Indicar el origen de los organismos a cultivar y registrar el número de organismos necesarios y las fases de su ciclo de vida (crías, semillas, postlarvas, juveniles, adultos reproductivos) que serán utilizados a todo lo largo del proceso productivo.**

La granja operará únicamente en la fase de engorda y comercialización. Los alevines para la siembra serán adquiridos de un laboratorio o centro de producción especializado, garantizando que cumpla con las mejores prácticas de producción para asegurar la calidad e inocuidad del producto.

- c) En caso de pretender el cultivo de especies exóticas (no originarias de la zona geográfica donde se pretende establecer el proyecto) o bien se propone la introducción de variedades híbridas y/o transgénicas, describir de manera detallada y objetiva lo siguiente:**

c.1 Los mecanismos para evitar la probabilidad de fugas y transfaunación, así como para reducir significativamente los efectos potencialmente negativos que ello pudiera propiciar en las poblaciones silvestres nativas.

El tipo de cultivo que se pretende establecer en la granja (intensivo), el tipo de instalaciones y las características ambientales del área (no existen cuerpos de agua superficiales en el área de estudio), hacen que el riesgo de escape de alevines a la vida silvestre sea nulo.

c.2 Descripción de las características biológicas de las especies, en particular de aspectos tales como: las probables relaciones que pudieran establecerse con otras poblaciones silvestres, los flujos potenciales de depredación, competencia por alimento y espacio; probable diseminación de enfermedades, parásitos y vectores y en general los posibles efectos perjudiciales para la conservación de la diversidad biológica característica de la zona seleccionada para el establecimiento del proyecto.

Por el tipo de cultivo a implementar, y las características del sitio, no se prevén riesgos biológicos derivados del contacto de las tilapias con la fauna silvestre, tales como la diseminación de enfermedades. Sin embargo, en el apartado sobre control de sanidad, se mencionan algunos de los problemas sanitarios (enfermedades), que pueden tener los peces y las opciones de manejo preventivo y correctivo de los mismos.

d) Si pretende el cultivo de especies forrajeras como sustento o complemento alimenticio a la (s) especie (s) principal (es), desarrollará para estas la misma información solicitada para la especie principal.

No se pretende el cultivo de especies forrajeras como para la alimentación de los animales

Estrategias de manejo de la(s) especie(s) a cultivar:

Tabla 24.- Cálculo de biomásas por estanque.

Densidad de siembra	50	peces/m ²
Área	201.0624	m ²
Población	10000	Peces
Peso inicial por alevín	0.5	g
Biomasa inicial	5.00	kg
Mortalidad (2.5%)	250	peces
Población final	9750	peces
Peso final por pez	460	g
Biomasa final	4485.00	Kg

Tabla 25 Parámetros de cultivo por estanque

Concepto	Unidad	Cantidad
Ciclos por año	No.	1.5
Biomasa inicial	Kg	5.00
Biomasa final	Kg	4485.00
Excretas en peso húmedo	Kg	903
Alimento balanceado	Kg	9027.75
Durabilidad en Agua	Horas	5.0
Fertilizante	No	No aplica

II.2.2 Descripción de obras principales del proyecto

El tipo de granja que se pretende construir y operar es de tipo intensivo y presentará las siguientes características.

a) Número y características de construcción de las unidades de cultivo.

Se construirán 2 hileras de 3 módulos de 4 estanques de 16 m de diámetro cada uno. Cada hilera tendrá una bomba y un blower para la alimentación de sus 24 estanques. La primera hilera tendrá además, una planta de generación de energía eléctrica de emergencia. Se anexa el plano general del proyecto. Los elementos de la granja serán los siguientes (Tabla 26):

Tabla 26.- Elementos de la granja de tilapia.

Cantidad	Concepto
2	Pozo de aprovechamiento de agua/bomba
24	Estanques de cultivo
2	Instalación hidráulica (de alimentación, drenaje y cosecha)
1	Planta de generación de energía de emergencia
24	Biofiltros (1 en cada tanque)

Las superficies abarcadas por estos elementos y áreas son las siguientes (Tabla 27):

Tabla 27.- Superficies del área de producción de la granja de tilapia

Área	Superficie (m ²)
Zona de producción	9, 205. 9481
6 módulos de 1272.13 m ²	7, 632.78
Vialidades internas	1, 573.1681

b) Estructuras para control de organismos patógenos y evitar fuga de organismos.

El tipo de cultivo a implementar y la ausencia de cuerpos de agua superficiales en la zona, hacen que el riesgo de fuga de organismos, es nulo.

II.2.3 Obras asociadas

Se presenta la relación y dimensiones de las áreas administrativas (oficinas), de servicios (almacenes, dormitorios, unidades para el registro de parámetros ambientales y de producción, etc.), aquellas que pueden ser necesarias para tener acceso a las unidades de producción, las obras para el control de avenidas entre otras, cuando éstas se realizan en paralelo a la construcción de la unidad. Asimismo se incluyen aquellas que tengan como objeto la prevención, mitigación y/o compensación de uno o más impactos adversos previstos, describiendo los procesos inherentes.

Tabla 28.- Áreas Principales del Proyecto

Superficie Total del Área de Granja de Tilapias	12, 750 m ²
	SUPERFICIE. (m ²)
Almacén General	152
Bodega de Alimentos, Etapa 1 Precria	30
Bodega de Alimentos, Etapa 2 Juvenil	36
Bodega de Alimentos, Etapa 3 Engorde	54
Oficina Biólogo	6
Oficina Control	6
Terraza	20
Planta de Tratamiento	105
Área de Ventas	50
Baño	3.5
Edificio de servicios	105
Fábrica de Hielo (operará con freón como gas refrigerante)	9
Cuarto Frio	15
Área de limpieza, empaque y almacen	81

II.2.4 Descripción de obras provisionales al proyecto

Las obras provisionales del proyecto consistirán en lo siguiente:

Tabla 29.- Obras e instalaciones provisionales del proyecto

1 Caseta para el resguardo de herramientas descanso de los trabajadores de la construcción.
Instalación de letrinas portátiles para el uso de los trabajadores (1 por cada 15)
Arreglo de un área techada para el resguardo de materiales y almacenamiento temporal de residuos sólidos urbanos y de manejo especial

II.3 Programa de Trabajo

Tabla 30.- Programa general de trabajo

Años	1										2	25
	1	2	3	4	5	6	7	8-	12			
Limpeza, trazado y nivelación de terreno	X											
Perforación de pozos	X	X										
Suministro eléctrico		X										
Construcción de estanques de 16 m de diámetro		X										
Colado de plancha de concreto, siembra de pasto			X									
Caminos interiores	X											
Construcción de los edificios directivo y de servicios		X	X	X								
Electrificación de granja baja tensión			X									
Cercas perimetrales												
Sistema de filtración de agua												
Instalación hidráulica (distribución, drenaje y cosecha)												
Aireadores				X								
Equipo de distribución de aire				X	X							
Difusores de membrana			X									
Contenedores, báscula, equipo de cosecha			X									
Equipo de control de calidad			X									
Equipo de comunicación			X									
Equipamiento del edificio de servicios				X	X							
Planta de Luz Diessel de Emergencia 30 Kvas			X									
Programa de Capacitación integral			X	X	X							
Operación y Mantenimiento							X	X	X	X	X	X
Renovación de Autorización												X

II. 3.1 Descripción de actividades de acuerdo a la etapa del proyecto

Selección del Sitio

El sitio para el establecimiento de la granja fue elegido por los siguientes criterios y ventajas:

- El clima de la región es favorable para el cultivo
- Existe suficiente disponibilidad de agua
- Hay dos localidades cercanas, es decir, el sitio no se encuentra aislado de los servicios y bienes básicos
- Cuanta con acceso por carretera, luz eléctrica y cobertura telefónica celular.
- No presenta vegetación forestal, es de tipo Acahual, por lo que no requiere cambio de uso de suelo.
- El sitio se encuentra impactado por actividades agrícolas y pecuarias.
- El terreno presenta una topografía favorable para la construcción de los estanques.

Preparación del Sitio

Consiste en la remoción de la vegetación en el sitio donde se van a hacer las construcciones, así como su limpieza, trazo y nivelación.

El desmonte consiste en el retiro de la vegetación del sitio de construcción y el despalme en la remoción de los residuos vegetales y la capa superior del suelo con raíces y piedras, los cuales serán depositados a los costados del terreno (limpieza).

El trazo se refiere a plasmar en el terreno lo establecido en los planos para su posterior construcción. La nivelación, por su parte, es la definición en el terreno del banco de nivel, que es la base de referencia para todas las alturas a lo largo de toda la obra.

Construcción

La construcción del proyecto se divide en dos partes:

La obra civil, que incluye la construcción del edificio de servicios de la granja, donde estarán las áreas como las oficinas, almacén, etc.

El proceso de construcción de estas áreas es el siguiente:

1. Excavación para cimentación: Se realizará a mano, con pico y pala de tierra y piedras sueltas para formar las zanjas donde se aloja la cimentación. Tiene como fin descubrir la plataforma de roca firme conocida como laja.
2. Cimentación. Consistirá en un muro de mampostería de 30 cm de ancho, y cuya altura dependerá de las condiciones del terreno. Su función es soportar, repartir y transmitir de forma adecuada la carga (el peso de la construcción) al suelo.
3. Cadena de cimentación. Se refiere a un refuerzo de concreto armado, colado sobre todo el largo del desplante de mampostería. Su función es repartir las cargas sobre el cimiento. Se realizará una impermeabilización en la cimentación como barrera de protección contra la humedad.
4. Relleno y compactación: Se nivelará el suelo del terreno original utilizando material producto de las excavaciones hechas en la obra hasta 5 cm por debajo de la cadena de cimentación. Se realizará la compactación del material por capas de no más de 20 cm.

5. Levantamiento de muros. Se realizará mediante la colocación de blocks de 15x20x40 cm, y serán unidos y reforzados por castillos armados. En las puertas y ventanas se colocarán cerramientos para el soporte y distribución de las cargas.
6. Cadena de nivelación. Consiste en un elemento de concreto construido sobre la última hilada de block. Tiene la finalidad de nivelar el apoyo del techo.
7. Instalaciones eléctrica e hidráulica.
8. Colocación de un firme de concreto, donde se colocarán los pisos
9. Techo. Se usará el sistema de techado de viguetas y bovedillas.
10. Acabados, pisos, pintura e impermeabilización. Constituyen los detalles últimos de la construcción.

La segunda parte de la construcción es la obra de producción, que incluye la construcción de los estanques, la instalación hidráulica (alimentación y drenaje), la instalación eléctrica, la instalación de tratamiento de agua, aireadores y difusores.

Esta fase de la construcción se divide en las siguientes etapas

1. Construcción de estanques
 - a) Construcción de terraplenes
 - b) Armado de estanques
 - c) Colado de una plancha de concreto hidráulico y base de tierra para siembra de pasto entre las tinas.
2. Instalaciones y equipamiento.

Operación y Mantenimiento

El proceso de operación consiste en las siguientes etapas:

1. Preparación del estanque para la siembra
 - a) Medidas profilácticas. Rastreo y aplicación de cal al fondo de estanques, reservorio y canal de descarga.
 - b) Colocación de mallas, bastidores, tablas y sellado de fugas.
2. Llenado del estanque
Esta actividad se realiza por lo menos un día antes de la siembra.
 - a) Monitoreo de factores físico-químicos del estanque
 - b) Nivel: un 60% del volumen a la siembra y al cabo de 15 días se llenará totalmente.

Para el abastecimiento de agua se perforarán 2 pozos a 18 metros de profundidad, de 6" de diámetro y 4" de ademe, con una bomba de 5 hP. El volumen de llenado de cada tanque es de 241.27 m³.

Se utilizará la tecnología bio-floc, que se basa en comunidades microbianas que ayudan a minimizar o evitar los recambios de agua, además de producir como beneficio adicional proteína microbiana que puede ser utilizada como alimento. Como resultado del manejo se obtiene una mejora en la calidad del agua, además de que los microorganismos proporcionan una fuente de proteína adicional que se traduce en ahorro de alimento balanceado, uno de los mayores costos en la producción. El impacto de las unidades de producción hiper intensiva en el ambiente es reducido gracias a la reutilización del recurso agua. Por otro lado, exceso de nutrientes en aguas residuales pueden ser aprovechadas, reduciendo su concentración en efluentes.

3. Transporte de la cría

El proveedor pone la cría a pie de estanque en carro tanque con oxigenación y control de temperatura.

4. Aclimatación y siembra

- a) Al recibir el lote de cría, ya se dispone de tinajas con oxígeno, aparato de medición y personal capacitado
- b) Monitoreo y observación constante de los organismos
- c) Cuando las condiciones fisicoquímicas del agua son iguales (estanque- tina de aclimatación), es momento de sembrar la cría en el estanque.

Esta comprende entre los 5 y 80 gramos. Generalmente, se realiza en estanques de 450 a 1500 m², con densidad de 20 a 50 peces por m², con un buen porcentaje de recambio de agua (5 a 10% día) y un recubrimiento total de malla para controlar la depredación.

Los peces son alimentados con alimento balanceado cuyo contenido en proteína es de 30 o 32%, dependiendo de la temperatura y el manejo de la explotación. Se debe suministrar la cantidad de alimento equivalente del 3% al 6% de la biomasa, distribuidos entre 4 y 6 raciones al día.

5. Desarrollo del cultivo.

- a) Alimentación. Inicia 24 hrs después de la siembra hasta el término del ciclo
- b) Monitoreo cada 12 hrs durante todo el ciclo de los parámetros fisicoquímicos del agua del estanque.
- c) Revisión de medidas de seguridad y protección
- d) Iniciar el recambio de 2 a 5 días después de la siembra (10% diario).
- e) Monitoreo de crecimiento semanal para el ajuste del alimento y condición de salud del cultivo
- f) Muestreo poblacional.

Esta fase comprende la crianza de la tilapia desde entre los 80 gramos hasta el peso de cosecha. Generalmente se realiza en estanques de 1000 a 5000 m², con densidades entre 1 a 30 peces por m². En densidades mayores de 12 animales por m², es necesario contar con sistemas de aireación o con alto porcentaje de recambio de agua (40 a 50%).

En esta etapa, por el tamaño del animal, ya no es necesario el uso de sistemas de protección antipájaros.

Los peces son alimentados con alimentos balanceados de 30 o 28% de contenido de proteína, dependiendo de la clase de cultivo (extensivo, semi-intensivo o intensivo), la temperatura del agua y manejo de la explotación. Se sugiere suministrar entre el 1.2% y el 3% de la biomasa distribuida entre 2 y 4 dosis al día.

6. Cosecha. Se preparan atarrayas, hielo, jivas o cajas de plástico, transporte, personal y báscula para realizar la extracción de los organismos.

Para prevenir y reducir los niveles de contaminación química o biológica durante la cosecha se deberán tener en cuenta los siguientes aspectos:

- a. Las instalaciones, materiales e instrumentos utilizados para la manipulación de los peces deberán mantenerse limpios, desinfectados y en buen estado. Antes del inicio y al final de la jornada laboral, se limpiarán adecuadamente los materiales e instrumentos. Para la cosecha es recomendable utilizar materiales no-corrosivos, no-tóxicos, lisos, impermeables, de fácil limpieza y desinfección.

Se deben aplicar técnicas apropiadas de cosecha para evitar el daño físico y el estrés en los peces.

- La tilapia no debe someterse al calor extremo o a variaciones bruscas de temperatura, o exponerse directamente al sol o a superficies que hayan sido calentadas por el sol. Se deben mantener temperaturas bajas durante la cosecha para evitar la proliferación de microorganismos que pueden afectar la calidad e inocuidad del producto.
- Se debe llevar un control durante la cosecha para evitar la mezcla de peces de diferentes lotes. Se recomienda no realizar la cosecha simultánea de dos o más lotes sin tener personal específicamente a cargo del registro y control de los lotes cosechados. Cada uno de los lotes cosechados debe ser identificable posteriormente para cumplir con los requerimientos para la trazabilidad del producto.
- Una vez realizada la cosecha, las tilapias deben ser lavadas inmediatamente de tal manera que queden libres de cualquier sedimento. El lavado se debe realizar con agua limpia y a una presión de agua adecuada.

Los contenedores en donde se depositarán y transportarán los peces cosechados deberán ser de materiales lisos, impermeables y no-corrosivos que permitan su limpieza.

Para sacrificar a los peces como referencia se deberán usar métodos que lleven rápidamente a los peces sin dolor o excitación de la inconsciencia hasta la muerte. Por ejemplo, la aplicación de un golpe fuerte y firme en la cabeza o el uso de agua-hielo.

Si los peces no son utilizados inmediatamente para su eviscerado, se deberán mantener a temperatura de refrigeración (4°C) hasta su procesamiento, tratando siempre de mantener la cadena de frío.

Se deberán aplicar medidas para la prevención de la contaminación cruzada, la cual se puede presentar cuando los peces cosechados entran en contacto con peces contaminados con microorganismos o superficies de contenedores o mesas contaminados con microorganismos o sustancias químicas. Ejemplos de las medidas de prevención son el señalamiento de las áreas de procesamiento, evitar el contacto del producto con superficies, materiales de empaque, materias primas, utensilios, guantes y vestimentas que no cumplan con los requerimientos sanitarios o que estén contaminadas.

Los desperdicios de la cosecha se almacenarán higiénicamente en una zona aparte y en contenedores cerrados apropiados para este propósito.

Para el manejo de los pescados una vez que se han cosechado, se requiere de colocarlos con hielo para mantener el estado de frescura óptimo. Para esto se utilizará una fábrica de hielo de capacidad de 1 tonelada diaria, que es una máquina compacta, que ocupa muy poco espacio, similar a la siguiente figura:



FIGURA 3 Planta de hielo

El tipo de hielo que produce es en escamas, que es el tipo de hielo más adecuado para el manejo de pescado, ya que no tiene aristas o puntas en el hielo que puedan afectar la piel o músculos del pescado. Es una máquina tipo cilindro, cuenta con su propio depósito de hielo en la parte inferior y es de acero inoxidable para mantener la higiene del producto.

El tipo de refrigerantes que se utilizan actualmente, es REFRIGERANTES HC (refrigerantes de hidrocarburos), que tienen características térmicas similares a los HCF (hidrofluorocarbonos) solo que sin la presencia de moléculas fluoradas que afecten la capa de ozono. A diferencia de los otros gases refrigerantes, estos gases son inflamables, precisamente por su composición, a base de alcanos. Ninguno de estos refrigerantes se encuentran en el listado de sustancias altamente riesgosas

No se realizará ningún proceso en el sitio, únicamente se colocará el pescado en contenedores plásticos y se les cubrirá de hielo. La sala de venta contará con un sistema de drenaje que consistirá en una trampa de sólidos, una trampa de grasas y posteriormente se conectará con el sistema de drenaje del área de servicios.

7. Mantenimiento de instalaciones.

- Mantenimiento general del estanque que se va vaciando y preparación para llenarlo nuevamente.
- El mantenimiento de todas las instalaciones se realizará diariamente y consistirá de:
- Limpieza de áreas de oficinas, almacenes, comedores, vestidores, baños, etc.
- Limpieza de áreas de producción

Mantenimiento de los biodigestores y campo de absorción.

Se retirarán periódicamente los lodos de los biodigestores, los que pueden ser utilizados como composta en las áreas verdes.

Mantenimiento del sistema de tratamiento de aguas residuales (sedimentadores).

Se vigilará que el sistema funcione correctamente, efectuando la descarga de lodos a la cama de secado de manera periódica (cada 2 días).

El proceso se ilustra en la figura siguiente (3):

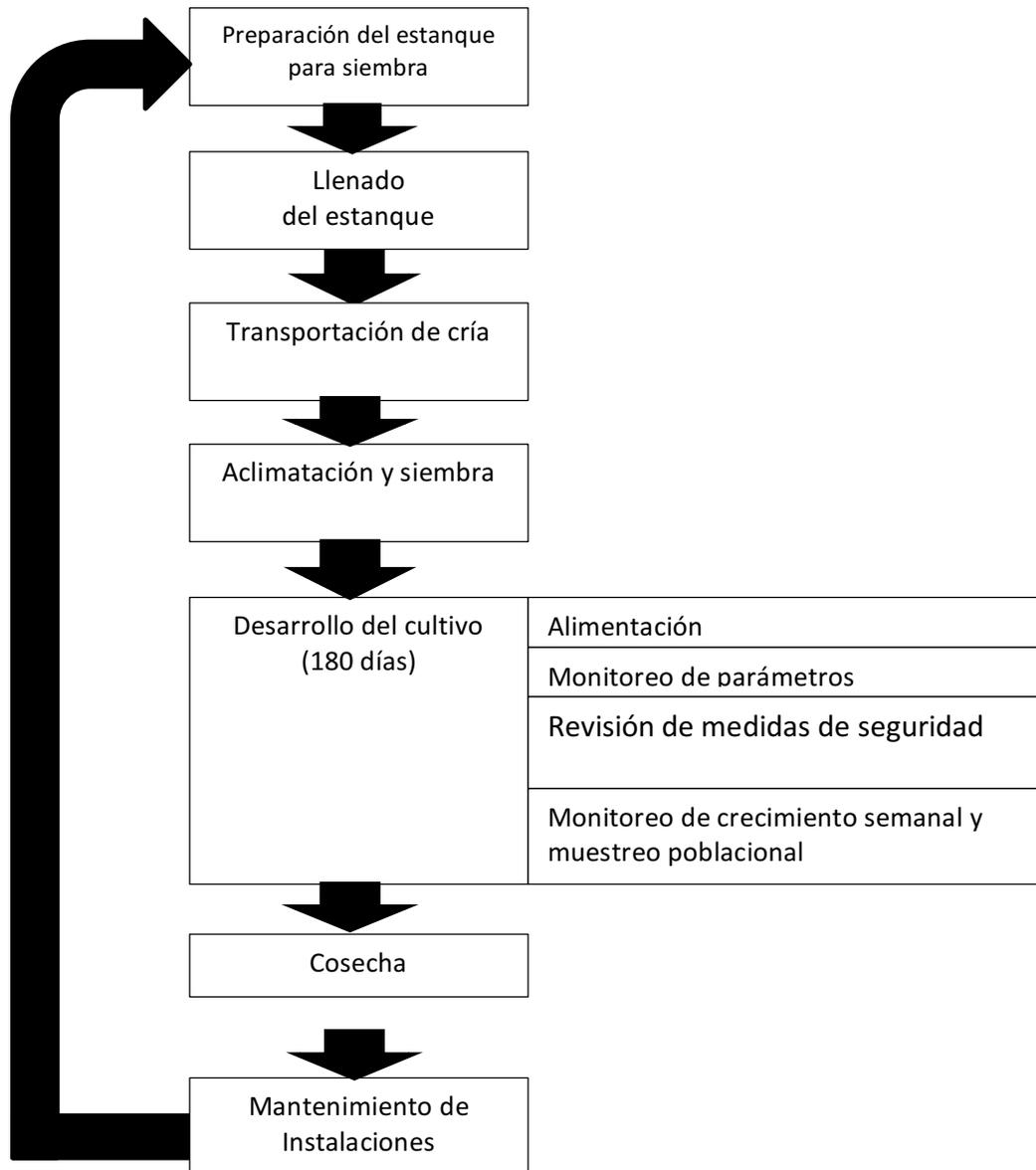


FIGURA 4 Diagrama de flujo del proceso de engorda de tilapias

Descargas aguas residuales:

Las aguas producto de los servicios sanitarios, baños y sala de ventas serán tratados mediante un sistema de drenaje a base de 2 biodigestores prefabricados colocados en batería, que constan de una etapa de sedimentación y una de filtración, los lodos resultantes de la etapa de sedimentación serán recogidos por la empresa autorizada para prestar el servicio y las aguas filtradas serán enviadas por gravedad a un campo de oxidación en donde serán tratadas.

Las aguas que se originan por las labores de limpieza de la sala de ventas estarán compuestas principalmente por residuos orgánicos y pequeñas cantidades de grasas. Estas aguas canalizarán a una trampa de sedimentación y una de grasas para posteriormente ser conducidas también al biodigestor. Para el tratamiento se utilizarán dos Tanques Biodigestores Autolimpiables Rotoplas, modelo BDR 1300 para 50 personas es de tamaño compacto (1.97 x 1.65m). El sistema sirve para el tratamiento de efluentes sanitarios urbanos y suburbanos.

Tabla 31.- Especificaciones técnicas

Características	Modelo BDR	Modelo BDR
Capacidad (lts)	600	1300
Altura máxima (cm)	165	197
Diámetro (cm)	90	120
Altura de cono (cm)	31,5	45
Profundidad entrada aguas tratadas (cm)	30	30
Capacidad aguas negras domiciliarias (personas)	5	10
Capacidad aguas negras y jabonosas domiciliarias (personas)	2	5
Capacidad oficinas (personas)	20	50

Para el sistema de tratamiento de aguas de los tanques se utilizará un sistema de sedimentación de tres cámaras, el cual es un contenedor en donde se acumulan las aguas negras y donde se les da un tratamiento primario, separando los sólidos de las aguas negras. Elimina los sólidos al acumular las aguas negras en el tanque y al permitir que parte de los sólidos, se asienten en el fondo del tanque mientras que los sólidos que flotan suben a la parte superior, Para darles tiempo a los sólidos a asentarse, el tanque debe retener las aguas negras por lo menos 24 horas. Se estabiliza la materia orgánica de esta agua para lograr transformarla en un barro inofensivo.

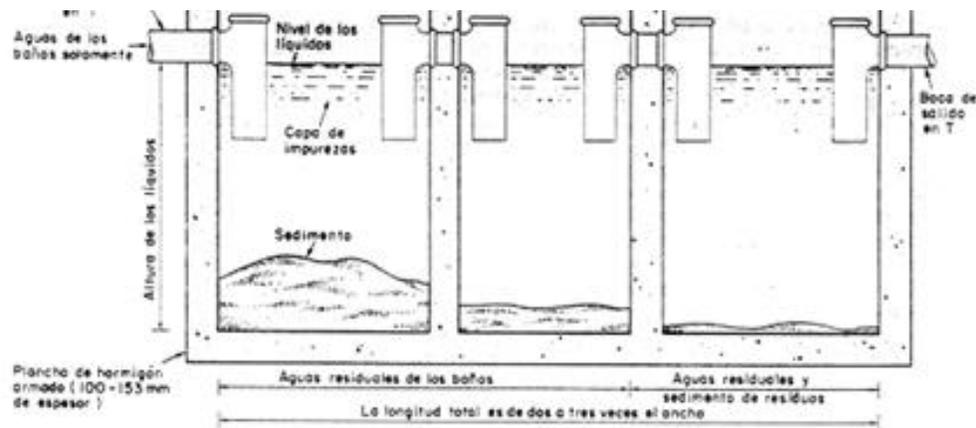


FIGURA 5. Sistema de sedimentación

El tanque tiene como objetivo remover los sólidos de las aguas residuales antes de su disposición final y estabilizar parcialmente la materia orgánica en uno a tres días. Cumplirá con 3 funciones principales:

- a. Eliminación de sólidos
- b. Tratamiento biológico
- c. Almacenamiento de lodos y natas.

El sistema estará dividido en tres compartimentos, tendrá las siguientes dimensiones: Largo: 15 mts, Ancho: 7 mts.

El personal de operación consistirá en el siguiente (Tabla 32):

Tabla 32.- Personal requerido para el proyecto por etapa

Preparación del sitio	4
Construcción	12
Operación	10

II.3.2 Etapa de abandono del sitio

El proyecto contempla la renovación de la autorización en materia de impacto ambiental, una vez terminado el tiempo establecido como vida útil en el presente estudio (25 años), para después continuar con el mantenimiento y producción en la granja.

Sin embargo, en caso de que finalmente se opte por cesar actividades o de cierre por causas de fuerza mayor, podrá procederse a la venta de las instalaciones y, en su caso, la transferencia de obligaciones y responsabilidades; o al abandono del sitio, en cuyo caso se realizarán las siguientes actividades y medidas:

1. Desmantelamiento de equipos, desarmado de estanques y demolición de infraestructura
2. Retiro de cultivos
3. Preparación del sitio para la reforestación con especies nativas de la zona
4. Reforestación del sitio con especies nativas

II.3.3 Otros insumos

En lo que se refiere a insumos, podemos mencionar que se utilizará combustible para la planta de luz de emergencia. Éste se guardará en la bodega dentro de un área destinada en específico para tal efecto, con acceso restringido solo a personal autorizado. Este sitio se encontrará separado con el fin de evitar contaminación con insumos propios de la granja.

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULARIZACIÓN DE USO DE SUELO

III.1 Información sectorial

III.2 Análisis de los instrumentos jurídico-normativos

Leyes

Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA)

ARTÍCULO 28.- *La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:*

XII.- *Actividades pesqueras, acuícolas o agropecuarias que puedan poner en peligro la preservación de una o más especies o causar daños a los ecosistemas, y*

Vinculación: Dada la naturaleza y ubicación del proyecto, se requiere autorización en materia de impacto ambiental por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. El presente documento, tiene el objetivo de cumplir con este requisito.

ARTÍCULO 30.- *Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.*

Vinculación: Este artículo se cumple con la presentación de este documento.

Ley de Aguas Nacionales

ARTÍCULO 82. *La explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales en actividades industriales, de acuicultura, turismo y otras actividades productivas, se podrá realizar por personas físicas o morales previa la concesión respectiva otorgada por "la Autoridad del Agua", en los términos de la presente Ley y sus reglamentos.*

"La Comisión", en coordinación con la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, otorgará facilidades para el desarrollo de la acuicultura y el otorgamiento de las concesiones de agua necesarias; asimismo apoyará, a solicitud de los interesados, el aprovechamiento acuícola en la infraestructura hidráulica federal, que sea compatible con su explotación, uso o aprovechamiento. Para la realización de lo anterior, "la Comisión" se apoyará en los Organismos de Cuenca.

Las actividades de acuicultura efectuadas en sistemas suspendidos en aguas nacionales no requerirán de concesión, en tanto no se desvíen los cauces y siempre que no se afecten la calidad de agua, la navegación, otros usos permitidos y los derechos de terceros.

Vinculación: La extracción de agua del subsuelo, requerirá concesión por parte de la Autoridad del Agua, mismos que se gestionarán de forma previa al inicio de las actividades.

Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables

ARTÍCULO 40.- *Requieren concesión las siguientes actividades:*

- I. La pesca comercial; y*
- II. La acuicultura comercial.*

ARTÍCULO 41.- *Requieren permiso las siguientes actividades:*

- I. Acuicultura comercial;*
- XII. La recolección del medio natural de reproductores;*

Vinculación: Se gestionarán las concesiones y permisos correspondientes, de forma previa al inicio de las actividades.

ARTÍCULO 89.- *La acuicultura se puede realizar mediante concesión para la acuicultura comercial y mediante permiso, para: +*

- I. La acuicultura comercial;*
- IV. La recolección del medio natural de reproductores, y*

Vinculación: Se gestionarán las concesiones correspondientes, de forma previa al inicio de las actividades.

ARTÍCULO 92.- *Las personas que realicen actividades de acuicultura, deberían presentar a la Secretaría [SAGARPA] los avisos de cosecha, producción y recolección, en la forma y términos que determine el reglamento de esta Ley.*

Vinculación: Se presentarán los avisos de compra de alevines, en el momento en que se realice esta actividad.

ARTÍCULO 98.- *Aquellas personas que recolecten organismos del medio natural y los acuicultores que se abastezcan de ellos, quedan obligados a realizar acciones de repoblación en los términos y condiciones que en cada caso determine la Secretaría en normas oficiales y en los propios permisos.*

Para otorgar los permisos para la recolección de especies en cualquier estadio, la Secretaría considerará el dictamen emitido por el INAPESCA, en el que se determinará el número de ejemplares, zonas y épocas para su recolección. No se otorgará permiso cuando se determine que se pone en riesgo la conservación de la especie de que se trate.

Los permisionarios deberán presentar a la Secretaría el aviso de recolección correspondiente, con la información y requisitos que se establezcan en el reglamento.

ARTÍCULO 99.- *Las personas que colecten en cualquiera de las fases de desarrollo organismos acuáticos vivos provenientes de poblaciones naturales con fines de acuicultura, deberán observar los lineamientos que en materia de recolección, aclimatación, manejo, transporte y siembra de los mismos se establezcan en normas oficiales.*

Vinculación: No contempla la extracción de organismos en la etapa de operación, por lo que no aplican los requerimientos de los artículos 98 y 99 de la Ley en esta etapa.

ARTÍCULO 101.- *La explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales en la acuicultura, se podrá realizar por personas físicas o morales previa la concesión respectiva otorgada por la Autoridad del Agua, en los términos de la Ley de Aguas Nacionales, la presente Ley y sus reglamentos.*

Vinculación: Se gestionarán las concesiones en materia de agua, de forma previa al inicio de las actividades.

ARTÍCULO 105.- *Requerirán de certificado de sanidad acuícola, de manera previa a su realización, las siguientes actividades:*

I. La importación y exportación y tránsito internacional de especies acuáticas, sus productos y subproductos y de productos biológicos, químicos, farmacéuticos o alimenticios para uso o consumo de dichas especies;

III. Los establecimientos en operación en los que se produzcan, procesen, comercialicen, transporten y almacenen productos y subproductos acuícolas, así como productos químicos, biológicos, farmacéuticos y alimenticios para el uso o consumo de dichas especies;

IV. Uso y aplicación de antibióticos, medicamentos veterinarios, aditivos y demás sustancias químicas a los organismos de cultivo, y

ARTÍCULO 106.- *También requerirán certificado de sanidad acuícola:*

I. Las instalaciones en las que se realicen actividades acuícolas;

II. Las especies acuáticas vivas que se capturen de poblaciones naturales y se destinen a la acuicultura, y

Vinculación: Se obtendrán los certificados de sanidad acuícola correspondientes, de forma previa al inicio de las actividades citadas.

Además de lo anterior, se cumplirán las medidas de sanidad establecidas por el SENASICA de acuerdo con el **artículo 103** de la Ley, así como las medidas de inocuidad y calidad de los productos a exportar, establecidos por la misma institución de acuerdo al **artículo 118**, con el objeto de evitar el desarrollo de enfermedades en los organismos y garantizar la seguridad, salubridad y calidad del producto.

Reglamentos

Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental

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

U) ACTIVIDADES ACUÍCOLAS QUE PUEDAN PONER EN PELIGRO LA PRESERVACIÓN DE UNA O MÁS ESPECIES O CAUSAR DAÑOS A LOS ECOSISTEMAS:

I. Construcción y operación de granjas, estanques o parques de producción acuícola, con excepción de la rehabilitación de la infraestructura de apoyo cuando no implique la ampliación de la superficie productiva, el incremento de la demanda de insumos, la generación de residuos peligrosos, el relleno de cuerpos de agua o la remoción de manglar, popal y otra vegetación propia de humedales, así como la vegetación riparia o marginal;

Vinculación: El proyecto consiste en la operación de una granja de producción intensiva de tilapia, por lo que requiere autorización de la SEMARNAT en materia de impacto ambiental. El presente documento tiene el objetivo de cumplir con dicho requisito.

Artículo 9o.- *Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización.*

La Información que contenga la manifestación de impacto ambiental deberá referirse a circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la realización del proyecto.

Vinculación: Este artículo se cumple con el presente documento

Artículo 10.- *Las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades:*

- I. *Regional, o*
- II. *Particular*

Artículo 11.- *Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de:*

I. Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas;

II. Un conjunto de obras o actividades que se encuentren incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que sea sometido a consideración de la Secretaría en los términos previstos por el artículo 22 de este reglamento;

III. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y

IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

En los demás casos, la manifestación deberá presentarse en la modalidad particular.

Vinculación: Al proyecto que se evalúa corresponde la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad particular, ya que no se cumplen las condiciones requeridas para una de modalidad Regional, establecidas en el artículo 11 del Reglamento.

Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

ARTICULO 125.- *"La Comisión" establecerá la coordinación necesaria con la Secretaría de Pesca, a fin de facilitar la resolución simultánea de las concesiones que en el ámbito de sus respectivas competencias tengan que expedir en materia de agua y acuacultura.*

Vinculación: Este artículo se vincula directamente con el artículo 101 de la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentable. Se gestionarán las concesiones correspondientes ante la CONAGUA de forma previa al inicio de las operaciones, de acuerdo a lo establecido en el presente reglamento.

Reglamento de la Ley de Protección al Ambiente del Estado de Yucatán

Artículo 130. Las áreas de almacenamiento de sustancias peligrosas deberán cumplir, al menos, con las siguientes condiciones:

- I. Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y almacenamiento de materias primas o almacenamiento de productos terminados;
- II. Contar con muros de contención, fosas de retención y captación;
- III. Contar con pisos impermeables y con trinchera o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención, con capacidad para contener una quinta parte de lo almacenado;
- IV. Contar con pasillos que permitan el acceso a los grupos de seguridad;
- V. Utilizar materiales no flamables para la construcción de las mismas, y
- VI. Contar con un sistema de entradas y salidas de aire para darle ventilación natural y evitar la acumulación de posibles gases y vapores.

Vinculación: Este artículo aplica para el almacenamiento del diésel que será utilizado para alimentar la planta de generación de energía eléctrica. La maquinaria móvil y equipo de transporte serán cargados en la estación de servicio más cercana.

Normas Oficiales Mexicanas y Normas Mexicanas

Tabla 33.- Vinculación con las Normas Oficiales Mexicanas Aplicables al proyecto

PROY-NOM-020-PESC-1994	Acredita las técnicas para la identificación de agentes patógenos causales de enfermedades en los organismos acuáticos vivos cultivados, silvestres y de ornato en México.	Se aplicará esta norma en la etapa de operación del proyecto para prevenir la proliferación de enfermedades.
NOM-043-SEMARNAT-1993	Que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.	Aplica en la operación de la planta de generación de energía eléctrica, la cual funcionará con diésel y cuyas emisiones serán verificadas de forma periódica (cada seis meses) para efectos de su control.
NOM-045-SEMARNAT-2006	Protección ambiental.- vehículos en circulación que usan diésel como combustible.- límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.	Aplica en la maquinaria que se utilizará para realizar el desmonte, despalme y excavaciones en la construcción de la granja, la cual será verificada para controlar las emisiones atmosféricas y asegurar que cumpla con esta norma.
NOM-041-SEMARNAT-2015	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos	Aplica para todos los vehículos de la compañía, los cuales serán verificados para asegurar el cumplimiento con esta norma.

	automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	
NOM-081-SEMARNAT-1994	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	Aplica en la operación de la planta de generación de energía eléctrica, la cual se asegurará, desde su adquisición, que cumpla con los límites máximos de generación de ruido, y se verificará durante su operación.
NOM-080-SEMARNAT-1994	Norma Oficial Mexicana Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.	Aplica en la maquinaria móvil y equipo de transporte utilizado para la construcción y operación de la granja, los cuales serán verificados para garantizar que cumplan con esta norma.
NOM-059-SEMARNAT-2010	Determina las especies subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y sujetas a protección especial, y que establece especificaciones para su protección. En esta Norma se establecen 4 categorías, que son: Protegida, rara, frecuente y abundante	Se encontraron 4 especies de fauna catalogadas en esta norma. Se procederá al rescate y reubicación de los ejemplares que se encuentren y se dejará en conservación una superficie de superficie de aprox. 10Ha, cubierta por vegetación forestal, para garantizar su conservación.
NOM-001-SEMARNAT - 1996	Establece los límites permisibles de contaminación de descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.	Las aguas residuales que se desechen cumplirán con esta norma en los parámetros establecidos para vertidos de aguas residuales al suelo.

Dictámenes previos de impacto ambiental en el caso de parques acuícolas, ordenamientos ecológicos y planes parciales de desarrollo.

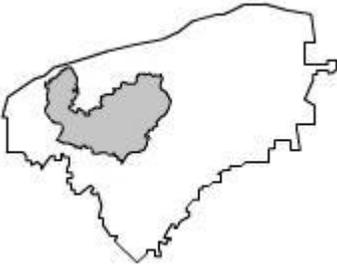
Se tramitó y obtuvo la autorización en materia de impacto ambiental, con número de bitacora 31/MP-0049/05/14.

Por razones de presupuesto, no se contruyó la granja y se venció el plazo de la autorización otorgada por la SEMARNAT.

Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán

El proyecto se ubica la UGA 1.2A del Programa de Ordenamiento del Territorio del Estado de Yucatán, el cual presenta las siguientes características (Tabla 26).

Tabla 34 Características de la UGA 1.2 A

Clave	1.2A
Nombre	Planicie de Hunucma-Tekit -Izamal
Área	5,819.74 km ²
Descripción	Planicie de plataforma nivelada (5 - 20 m) plana con muy pocas ondulaciones (0-0.5 grados) karstificada, con karso desnudo (70-80 %) sobre calizas, con suelos del tipo Litosol y Rendzina, con selva baja caducifolia y mediana subcaducifolia con vegetación secundaria, con plantaciones de henequén en abandono, pastizal para ganadería extensiva y asentamientos humanos.
Ubicación	

Usos

Tabla 35 Usos del suelo en la UGA 1.2A

Predominantes	Asentamientos Humanos (Suelo Urbano)
Compatibles	Industria de Transformación Apicultura Silvicultura Turismo alternativo (Ecoturismo) Agricultura de hortalizas
Condicionados	Extracción de materiales pétreos Avicultura Porcicultura Agricultura Tecnificada
Incompatibles	Ganadería Semi-extensiva

Políticas

- Conservación
- Protección
- Aprovechamiento
- Restauración

Criterios de Regulación Ecológica
Conservación

Tabla 36 Criterios de regulación ecológica de conservación aplicables a la UGA 1.2A

1	<i>Los proyectos de desarrollo deben considerar técnicas que disminuyan la pérdida de la cobertura vegetal y de la biodiversidad.</i>
Vinculación	Para el desarrollo del proyecto se aprovecharán las superficies que se encuentran cubiertas de vegetación secundaria denominada acahual. Se mantendrá la cobertura vegetal forestal que se encuentra en el predio.
3	<i>Controlar y/o restringir el uso de especies exóticas.</i>
Vinculación	No se introducirán especies exóticas a la vida silvestre del predio o de su zona de influencia
4	<i>En el desarrollo de proyectos, se deben mantener los ecosistemas excepcionales tales como selvas, ciénagas, esteros, dunas costeras entre otros, así como las poblaciones de flora y fauna endémicas, amenazadas o en peligro de extinción, que se localicen dentro del área de estos proyectos.</i>
Vinculación	El proyecto se ubica en la parte del predio que presenta una perturbación previa. Se respetará la vegetación de selva baja caducifolia que se encuentra en la parte este del terreno.
6	<i>Los proyectos turísticos deben de contar con estudios de capacidad de carga.</i>
Vinculación	No aplica. El proyecto no es de naturaleza turística.
7	<i>Se deberán establecer programas de manejo y disposición de residuos sólidos y líquidos en las áreas destinadas al ecoturismo.</i>
Vinculación	No aplica. El área del proyecto no será destinada al ecoturismo.
8	<i>No se permite la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre la vegetación nativa, zona federal marítima terrestre, zonas inundables y áreas marinas.</i>
Vinculación	No se realizará la disposición de materiales derivados de la preparación del sitio ni construcción sobre la vegetación nativa. El proyecto no se ubica cerca de la zona federal marítimo terrestre, no presenta zonas inundables ni áreas marinas.
9	<i>Las vías de comunicación deberán contar con drenajes suficientes que permitan el libre flujo de agua, evitando su represamiento.</i>
Vinculación	No aplica. El proyecto no consiste en el establecimiento de vías de comunicación.
10	<i>El sistema de drenaje de las vías de comunicación debe sujetarse a mantenimiento periódico para evitar su obstrucción y mal funcionamiento.</i>
Vinculación	No aplica. El proyecto no consiste en el establecimiento de vías de comunicación
12	<i>La exploración y explotación de recursos no renovables por parte de la industria deberá garantizar el control de la calidad del agua utilizada, la protección del suelo y de la flora y fauna silvestres.</i>
Vinculación	De acuerdo a las NOM-003-CNA-1996 "Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos" y la NOM-004-CNA-1996 "Requisitos para la protección de acuíferos durante el mantenimiento y rehabilitación de pozos para la extracción de agua y para el cierre de pozos en general". Para prevenir afectación al suelo por la disposición del recambio, se verificará que la descarga cumpla con las especificaciones de la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEMARNAT-1996.QUE ESTABLECE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES EN AGUAS Y BIENES NACIONALES. Se realizarán los

	análisis correspondientes y se presentarán mediante reportes semestrales para su verificación por parte de las autoridades.
13	<i>Los proyectos de desarrollo deben identificar y conservar los ecosistemas cuyos servicios ambientales son de relevancia para la región.</i>
Vinculación	No aplica. El proyecto no es de desarrollo.

Protección

Tabla 37 Criterios de regulación ecológica de protección aplicables a la UGA 1.2A

1	<i>Promover la reconversión y diversificación productiva bajo criterios ecológicos, de los usos del suelo y las actividades forestales, agrícolas, pecuarias y extractivas, que no se estén desarrollando conforme a los requerimientos de la protección del territorio.</i>
Vinculación	El desarrollo del proyecto contribuye a la diversificación productiva en el área del proyecto.
2	<i>Crear las condiciones que generen el desarrollo socioeconómico de las comunidades locales, que sea compatible con la protección.</i>
Vinculación	El proyecto generará empleos en las localidades cercanas al predio, así como el aumento de la demanda de productos y servicios en las mismas. Los empleados recibirán capacitación para lograr que el desarrollo de la actividad sea compatible con la protección del ecosistema del área.
4	<i>No se permiten los asentamientos humanos en ecosistemas altamente deteriorados con riesgo de afectación a la salud por acumulación de desechos salvo que hayan sido saneados.</i>
Vinculación	No aplica. El proyecto no consiste en el establecimiento de asentamientos humanos.
5	<i>No se permite el confinamiento de desechos industriales, tóxicos y biológico-infecciosos.</i>
Vinculación	No se realizará el confinamiento de desechos industriales, tóxicos ni biológico infecciosos en el área del proyecto. Este tipo de residuos será almacenado de forma temporal en el área prevista para ello y recolectado y dispuesto por una empresa especializada y autorizada.
6	<i>No se permite la construcción a menos de 20 mts., de cuerpos de agua salvo autorización de la autoridad competente.</i>
Vinculación	En el área de influencia del proyecto no existen cuerpos de agua superficiales.
9	<i>No se permite la quema de vegetación, de desechos sólidos ni la aplicación de herbicidas y defoliantes.</i>
Vinculación	No se realizará la quema de vegetación, de desechos sólidos ni la aplicación de herbicidas y defoliantes en ninguna etapa del proyecto.
10	<i>Los depósitos de combustible deberán someterse a supervisión y control, incluyendo la transportación marítima y terrestre de estas sustancias, de acuerdo a las normas vigentes.</i>
Vinculación	No se realizará el almacenamiento de combustibles en la zona del proyecto. La maquinaria y equipo de transporte serán cargados en estaciones de servicio cercanas.
12	<i>Los proyectos a desarrollar deberán garantizar la conectividad de la vegetación entre los predios colindantes que permitan la movilidad de la fauna silvestre.</i>
Vinculación	El diseño del proyecto garantiza la conectividad de la vegetación entre los predios

	colindantes para permitir la movilidad de la fauna silvestre.
13	<i>No se permiten las actividades que degraden la naturaleza en las zonas que forman parte de los corredores biológicos.</i>
Vinculación	El área del proyecto no forma parte de algún corredor biológico.
14	<i>Deben mantenerse y protegerse las áreas de vegetación que permitan la recarga de acuíferos.</i>
Vinculación	Se mantendrá en conservación una superficie de aproximadamente 10 hectáreas, en la zona de obras se tendrán bordillos y canaletas para el agua de lluvia, que se infiltrará en pozos de absorción, con lo que se mantendrá la recarga de los acuíferos.
16	No se permite el pastoreo en áreas de corte forestal que se encuentren en regeneración.
Vinculación	No aplica. El proyecto no consiste en actividad ganadera.

Aprovechamiento

Tabla 38 Criterios de Regulación Ecológica de aprovechamiento aplicables a la UGA 1.2A

1	<i>Se debe mantener las fertilidades de los suelos mediante técnicas de conservación y/o agroecológicas.</i>
Vinculación	El proyecto garantiza la fertilidad de los suelos al establecer áreas verdes y zonas de conservación.
2	<i>Se deben considerar prácticas y técnicas para la prevención de incendios.</i>
Vinculación	Se establecerán las siguientes medidas: <ul style="list-style-type: none"> • No se permitirá la quema de vegetación o residuos sólidos de ningún tipo en ninguna de las etapas del proyecto. • Se mantendrá una brecha guardarrayas en las colindancias sur y este del predio. • No se permitirá fumar en las áreas productivas. • No se permitirá la disposición de residuos sólidos en el terreno, especialmente botellas de vidrio que puedan provocar incendios. • Se dará capacitación y concientización a los trabajadores para la prevención y respuesta a los incendios. • Las instalaciones contarán con un Programa Interno de Protección Civil
3	<i>Reducir la utilización de agroquímicos en los sistemas de producción, favoreciendo técnicas ecológicas y de control biológico.</i>
Vinculación	No se usarán agroquímicos en áreas verdes.
4	<i>Impulsar el control integrado para el manejo de plagas y enfermedades.</i>
Vinculación	Se implementará el control integrado para el manejo de las plagas y enfermedades en la granja.
5	<i>Promover el uso de especies productivas nativas adecuadas a los suelos considerando su potencial.</i>
Vinculación	Se usarán especies productivas nativas para el cultivo de hortalizas, dando prioridad a aquellas que sean altamente demandantes de nitrógeno.
6	<i>Se deben regular las emisiones y fuentes de contaminación de las granjas porcícolas, acuícolas o avícolas, de acuerdo a lo estipulado por la autoridad competente.</i>

Vinculación	Se cumplirán los límites máximos permisibles de las normas oficiales mexicanas correspondientes a las emisiones atmosféricas de fuentes móviles (vehículos y maquinaria) y fijas (planta eléctrica), así como a la generación de aguas residuales.
9	<i>El desarrollo de infraestructura turística deberá considerar la capacidad de carga del sistema, incluyendo las posibilidades reales de abastecimiento de agua potable, tratamiento de aguas residuales, manejo de residuos sólidos y ahorro de energía.</i>
Vinculación	No aplica. El proyecto no consiste en el desarrollo de infraestructura turística.
11	Debe promoverse la creación de corredores de vegetación entre las zonas urbanas e industriales.
Vinculación	No aplica, por la naturaleza del proyecto.
12	<i>Se deben utilizar materiales naturales de la región en la construcción de instalaciones ecoturísticas.</i>
Vinculación	No aplica.
13	<i>En áreas agrícolas productivas debe promoverse la rotación de cultivos.</i>
Vinculación	No aplica.
14	<i>En áreas productivas para la agricultura deben de integrarse los sistemas agroforestales y/o agrosilvícolas, con diversificación de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas.</i>
Vinculación	Se mantendrá la vegetación forestal que se encuentra en la parte este del predio para conservación.
15	<i>No se permite la ganadería semi-extensiva y la existente debe transformarse a ganadería estabulada o intensiva.</i>
Vinculación	No aplica. El proyecto no consiste en el establecimiento de una unidad ganadera.
16	<i>Debe restringirse el crecimiento de la frontera agropecuaria en zonas de aptitud forestal o ANP's.</i>
Vinculación	El área en la cual se establecerá la granja (4 ha) y el área del terreno para el establecimiento de áreas verdes, no se encuentran cubiertas por vegetación forestal.

Restauración

Tabla 39 Criterios de Regulación Ecológica de Restauración aplicables a la UGA 1.2ª.

1	<i>Deben recuperarse las tierras no productivas y degradadas.</i>
Vinculación	No aplica. El proyecto no consiste en una actividad de restauración.
2	<i>Deben restaurarse las áreas de extracción de materiales pétreos.</i>
Vinculación	No aplica. El proyecto no consiste en la extracción de materiales pétreos.
5	Se debe recuperar la cobertura vegetal en zonas con proceso de erosión y perturbadas.
Vinculación	No aplica. El proyecto no consiste en una actividad de restauración.
6	<i>Se debe promover la recuperación de poblaciones silvestres.</i>
Vinculación	No aplica. El proyecto no consiste en una actividad de restauración.
8	<i>Se debe promover la restauración del área sujeta a aprovechamiento turístico.</i>
Vinculación	No aplica.
9	<i>Deben restablecerse y protegerse los flujos naturales de agua.</i>
Vinculación	El proyecto garantiza que se cumplirán las medidas necesarias para proteger el acuífero subterráneo.

Decretos, programas y/o acuerdos de vedas.

Decreto No. 117. Decreto que Establece el Área Natural Protegida Denominada Reserva Estatal Geohidrológica del Anillo de Cenotes. publicado en el Diario Oficial del Estado de Yucatán, el 28 de octubre de 2013.

De acuerdo con el Artículo 4 del decreto, la finalidad de la reserva es la siguiente:

Artículo 4. *La Reserva se establece con la finalidad de garantizar que los beneficios derivados de los servicios, particularmente hidrológicos, de los ecosistemas contenidos en su territorio se distribuyan de forma equitativa para mejorar la calidad de vida y los niveles de bienestar de la población, así como para la consecución de los objetivos siguientes:*

- I. Ejecutar acciones de saneamiento de la Reserva y de valoración económica de los servicios ambientales de los ecosistemas contenidos en ella;*
- II. Restaurar y conservar los ecosistemas de selva baja y cenotes en el área de recarga y aquellos sitios asociados a conductos preferenciales de agua subterránea del anillo interior;*
- III. Mejorar la calidad de las aguas subterráneas de la Reserva, a través del manejo integral de los residuos presentes en su territorio;*
- IV. Desarrollar estudios e investigaciones tendientes al manejo sustentable de la Reserva con la participación de centros de investigación, universidades y tecnológicos para prevenir la contaminación y desarrollar tecnología que eficiente el tratamiento de las aguas residuales y remediación de áreas contaminadas, y*
- V. Garantizar la permanencia de los servicios ecosistémicos básicos de la Reserva, como es la provisión del agua.*

De acuerdo a este decreto, el proyecto se ubica en la **Zona Sur**, que incluye principalmente los municipios de Tekit, Tecoh, Homún, Cuzamá, Huhí, Sanahcat y Xocchel, y se desarrolla sobre rocas del Eoceno, entre 27 y 18 metros sobre el nivel del mar, con suelos predominantes tipo litosol y vegetación de selva mediana caducifolia preponderantemente y vegetación secundaria en buena parte de la zona, con una precipitación media que varía de 900 a 1,000 mm al año.

El predio del proyecto se encuentra en la **Subzona de Recarga número 2**, que abarca los municipios de Tahmek, Hochtún, Xocchel, Hocabá, Sanahcat y Huhí.

Vinculación:

El aprovechamiento del acuífero de esta zona se realizará de manera que no se afecte la cantidad o calidad de agua existente.

Se tendrá un sistema de extracción debidamente autorizado por la CONAGUA, que garantice el abasto de agua en cantidad y calidad requeridos para el proyecto.

El agua que se utilice, no será descargada al suelo, sino que se aprovechará para riego de la superficie aledaña al proyecto, con el objeto de que los cultivos capturen y aprovechen los nutrientes nitrogenados y el agua. De esta manera se previene la contaminación del manto freático.

El Área Natural Protegida **Reserva Estatal Geohidrológica del Anillo de Cenotes** aún no cuenta con Programa de Manejo, por lo que no existen directrices con respecto al uso de los diversos espacios de la misma.

III.3 Uso actual de suelo en el sitio del proyecto

El uso del suelo actual en la porción del predio que será ocupada por el proyecto es pecuario y milpa en abandono.

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

Inventario ambiental

IV.1 Delimitación del área de estudio

Área de influencia directa

El área de estudio se delimitó dentro de los límites del predio en el que se establecerá el proyecto. Esta área corresponde al posible alcance de los impactos en la flora, la fauna y el acuífero subterráneo por la ocupación del proyecto y el acceso al mismo.

Área de influencia indirecta

El área de influencia indirecta del proyecto incluye la carretera Xocchel-Sahcabá y la localidad de Xocchel, que es la localidad más cercana al proyecto que pertenece al municipio y que tiene más posibilidades de proporcionar mano de obra para la operación del proyecto; así como una franja de 50 m de ancho a partir de los límites del predio, que es la distancia de alcance del estudio de fauna y de los posibles impactos a la misma y que además incluye el área de acceso al predio.

La siguiente figura (4) muestra el área de influencia del proyecto.



FIGURA 6 Delimitación del área de estudio

IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental.

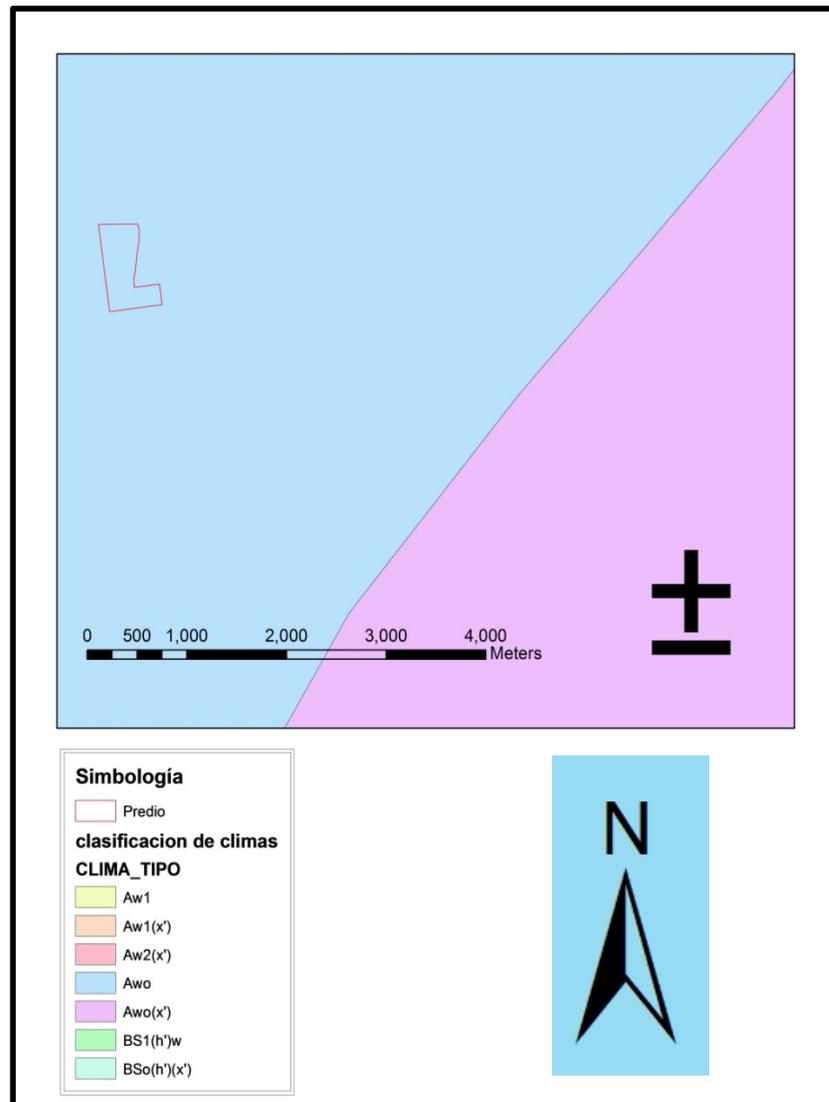
El sistema ambiental (SA) se considera una fracción de 671.1727642 Has del total de la UGA 1.2A Planicie de Hunucma-Tekit –Izamal, que es de 5,819.74 km². La superficie abarca un polígono irregular de aproximadamente 4.5 km de largo por 1.5 km de ancho, incorporando las poblaciones de Xoccel al norte y de Sacabah al sur, dado que las necesidades de mano de obra, materiales y algunos suministros serán proporcionados por estas poblaciones, que son las que se encuentran más cercanas al proyecto. A continuación se presenta la ubicación del SA.

En el sistema ambiental (SA) se observa una planicie de plataforma nivelada (5 - 20 m) plana con muy pocas ondulaciones (0-0.5 grados), karstificada, con karso desnudo (70-80 %) sobre calizas, con suelos del tipo Litosol y Rendzina, con selva baja caducifolia y vegetación secundaria, con plantaciones de henequén en abandono, pastizal para ganadería extensiva y asentamientos humanos.

IV.2.1 Aspectos abióticos

Tipo de clima:

La región está clasificada como cálida-subhúmeda, con lluvias en verano, que al interrumpirse forman las llamadas sequías de medio verano. Temperatura media anual de 25.5° C y precipitación pluvial media de 72.3 milímetros. Predominan los vientos procedentes del sureste. El clima de la región es de tipo Aw₀, que se describe como cálido subhúmedo con lluvias de verano y un porcentaje de lluvia invernal menor que 5%. La temperatura del mes más frío es mayor que 18°C y la temperatura media anual es mayor que 22°C. El cociente (pp mm-ma)/(t°C-ma) es menor que 43 (Figura 5).



A. Temperaturas promedios en el área de estudio.

Tabla 40 Temperatura mínima, media y máxima en la estación más cercana del área de estudio.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
Temperatura mínima (°C)	16.4	16.6	18.5	19.9	21.2	21.9	21.4	21.5	21.6	20.3	18.6	16.9	19.6
Temperatura media (°C)	20.7	21.7	23.5	25.1	27.1	27.5	27.1	26.9	26.4	25.4	23.8	22.1	24.8
Temperatura máxima (°C)	30.2	31.2	33.4	35.2	36.1	35.4	34.7	34.1	34	32.6	31.3	30.7	33.2

Con respecto a la temperatura, según las estaciones meteorológicas más cercanas al sitio de estudio, la temperatura media anual es entre 24.8 °C., teniéndose que la temperatura máxima anual en el área es de 33.2 °C y la temperatura mínima es de 17.4 a 19.6 °C.

B. Precipitación promedio en el área de estudio.

Tabla 41 Temperatura mínima, media y máxima en la estación más cercana del área de estudio.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
Precipitación mínima (mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	7.0	5.4	0.0	10.5	9.0	0.8	0.0	139.3
Precipitación media (mm)	34.0	25.5	23.4	35.6	97.8	170.5	146.6	151.9	167.9	99.0	35.8	32.0	1020.1
Precipitación máxima (mm)	135.5	123.1	122.5	350.0	354.7	474.5	358.4	361.1	700.0	213.4	113.2	129.3	1591.7

El promedio anual para el sitio en cuanto a precipitación pluvial es de 1020.1 mm. La precipitación promedio anual del año más lluvioso fue de 1591.7 mm, y la del año más seco fue de tan sólo 139.3 mm. Los meses en los que la ocurrencia de las lluvias es mayor son Junio, Julio, Agosto y Septiembre; mientras que los meses más secos son Febrero, Marzo y Diciembre.

C. Humedad relativa

A continuación se presenta una gráfica con el promedio de la humedad relativa.

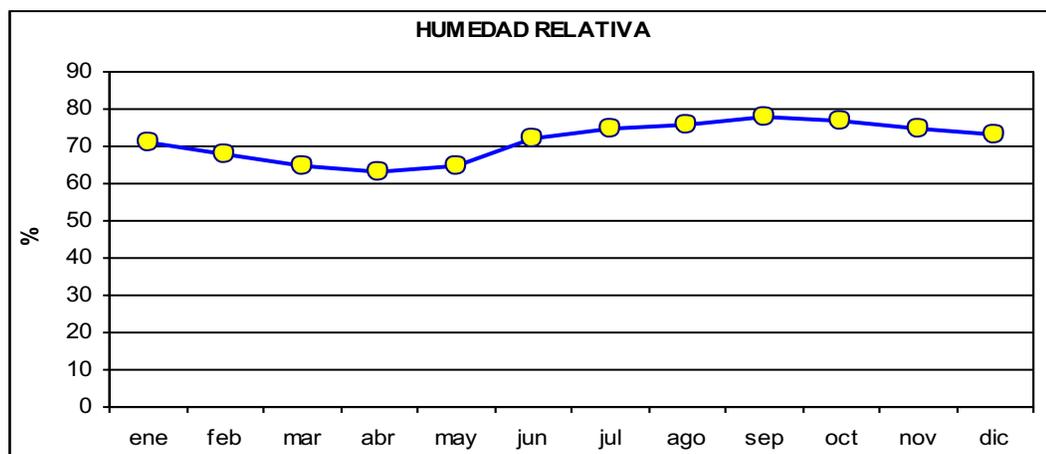


FIGURA 8 Comportamiento mensual promedio de la humedad relativa en el sitio del proyecto.

Según los registros de la CNA la humedad relativa promedio de los últimos 30 años en la zona de estudio ha sido de 71.5%. Registrándose septiembre como el mes más húmedo (78%) y abril como el menos húmedo (63%). Por lo tanto, el mes de septiembre es en el que se registra la mayor incidencia pluvial promedio, así como en el que se ha registrado la mayor humedad relativa promedio.

El contenido de humedad en los vientos depende principalmente de la superficie sobre la cual soplan, los vientos del sureste, cuya trayectoria es sobre la parte continental de la península se caracterizan por ser más secos, mientras que los provenientes del norte y que cruzan el Golfo de México presentan mayor humedad. Sin embargo la capacidad del aire para contener vapor de agua depende de la temperatura, de esta manera el aire caliente tiene una mayor capacidad de vapor de agua que el aire frío, por lo que la saturación del aire caliente origina una precipitación mucho más abundante. Cuanto mayor sea la cantidad de vapor de agua en la atmósfera, mayor será su capacidad de producir tormentas eléctricas.

Balance hídrico (evaporación y evapotranspiración)

Por su parte, la Carta de Evapotranspiración y Déficit del Agua del INEGI, muestra que en la zona existe un déficit medio anual de agua que va de 600 a 700 mm. En cuanto a los datos del balance hídrico, en la región hidrológica RH32 donde se ubica el sitio, éstos establecen que para el área estudiada existe una evapotranspiración media anual de 974.1 mm, una tasa de escurrimiento media anual de 4.1 mm (que es casi imperceptible debido al suelo cárstico) e infiltración media anual de 38.6 mm.

La evaporación por lo regular se presenta con mayor intensidad en el mes más seco del año, con valores medios mensuales que van de 250 a 300 mm. En la temporada de lluvias regulares y de nortes, la evaporación puede ser menor de 100 mm mensuales en promedio.

Del subsuelo Yucateco se extraen actualmente por medio de 5800 aprovechamientos alrededor de 547.01 millones de metros cúbicos al año ($Mm^3/año$) de agua, volumen que es destinado como sigue: 271.00 Mm^3 para uso agrícola principalmente para riego de 30 000 hectáreas ubicadas en el sur y oriente del estado, 240.01 Mm^3 son suministrados a los núcleos de población, 3 Mm^3 para satisfacer las necesidades de agua a la población rural, 29.00 Mm^3 son utilizados por las industrias y 4 Mm^3 para otros usos. La extracción apuntada representa poco más de 6.09% de la recarga del acuífero, el cual es del orden de 8,975 Mm^3 , que incluye tanto la infiltración de las lluvias como de los aportes subterráneos provenientes de los estados vecinos. No obstante todo lo anterior existe el riesgo de salinización, principalmente en la zona del litoral con asentamientos urbanos o establecimientos turísticos

Los datos oficiales que se presentan en el **ACUERDO POR EL QUE SE ACTUALIZA LA DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE AGUASUBTERRÁNEA DE LOS 653 ACUÍFEROS DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS, MISMOS QUE FORMAN PARTE DE LAS REGIONES HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVAS QUE SE INDICAN (DOF, 20 de diciembre de 2013)** establecen en su artículo Tercero, la actualización de los valores medios anuales de disponibilidad de los acuíferos que para el caso de Yucatán, son los siguientes:

DLX REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVA "PENÍNSULA DE YUCATÁN"

CLAVE	ACUÍFERO	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DÉFICIT
		CIFRAS EN MILLONES DE METROS CÚBICOS ANUALES					
ESTADO DE YUCATÁN							
3105	PENÍNSULA DE YUCATÁN	21,813.4	14,542.2	3,388.377272	1,209.2	3,882.822728	0.000000

R: recarga media anual;
DNCOM: descarga natural comprometida;
VCAS: volumen concesionado de agua subterránea;
VEXTET: volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos;
DAS: disponibilidad media anual de agua subterránea.

De acuerdo a esta información, la disponibilidad de agua para la **REGION HIDROLOGICO-ADMINISTRATIVA XII "PENINSULA DE YUCATAN"** es de **3,882.822728 millones de metros cúbicos anuales**.

Con base en los datos anteriores, se concluye que no se afectará de manera significativa la disponibilidad de agua subterránea por efectos del proyecto.

Fenómenos climatológicos:

Huracanes y tormentas tropicales: Uno de los fenómenos meteorológicos o eventos climáticos extremos más importantes en la región son los huracanes o ciclones y las tormentas tropicales. Las tormentas tropicales se pueden formar en el verano por inestabilidades de baja presión en los mares tropicales como el Caribe y el Golfo de México, y dependiendo de la energía acumulada pueden alcanzar la categoría de un huracán. La trayectoria de cada huracán depende, entre otras cosas, del lugar en que se originen, y pueden llegar a tocar tierra y ocasionar daños de diferente magnitud (UADY, 1999). En los últimos años los huracanes o ciclones han afectado de diferente manera la Península de Yucatán, entre los más recientes se pueden citar los siguientes: el huracán Isidoro, (2002), Emily y Wilma (2005).

Los meses de mayor incidencia de estos fenómenos, para el estado de Yucatán y el municipio en el cual se encuentra el sitio, son agosto septiembre y octubre. Sin embargo, el período de ocurrencia para toda la Península de Yucatán, se extiende desde junio hasta noviembre.

En el Municipio las tormentas tropicales se presentan entre los meses de agosto y octubre. Durante el año 2005 se presentaron 3 depresiones tropicales y 13 tormentas tropicales.

Frentes fríos: Los frentes fríos, comúnmente denominados "nortes", llegan a Yucatán a través del Golfo de México. Las masas de viento continental se forman en las latitudes altas de Norteamérica (Estados Unidos y Sur de Canadá) y son arrastradas por las fuertes corrientes de chorro que corren de oeste a este desde el Océano Pacífico.

Durante su desplazamiento, la masa de aire frío desplaza al aire más cálido, causa descensos rápidos en las temperaturas en las regiones por donde transcurre el fenómeno. Año con año en la península de Yucatán se presenta este tipo de fenómeno meteorológico durante la temporada invernal de octubre a marzo.

Los nortes o frentes fríos, son grandes masas de aire frío que descienden del polo, produciendo al chocar con las masas de aire húmedo tropical, frecuentes chubascos y tormentas eléctricas en la zona intertropical durante el invierno para el hemisferio norte, zona que con frecuencia se desplaza hacia el norte hasta llegar a quedar sobre la Península de Yucatán.

Los nortes ocasionan la lluvia invernal, que en algunos años ha llegado a ser tan elevada que abarca el 15% del total de precipitación anual. La duración del efecto de los nortes puede ser en promedio tres días, tiempo en el que cubre su trayectoria.

El Municipio se ubica en una zona tropical, de modo que se ve afectado por diversidad de fenómenos hidrometeorológicos casi todo el año, excepto abril y mayo, considerados meses de “temporada de secas”. El predio está sujeto a ser impactado por cualquiera de los intemperismos mencionados anteriormente.

El área del proyecto presenta riesgos de huracán. Los más recientes cuyas trayectorias incluyeron esta zona fueron Gilberto en 1988, Isidoro en 2002 y Emily en 2005.

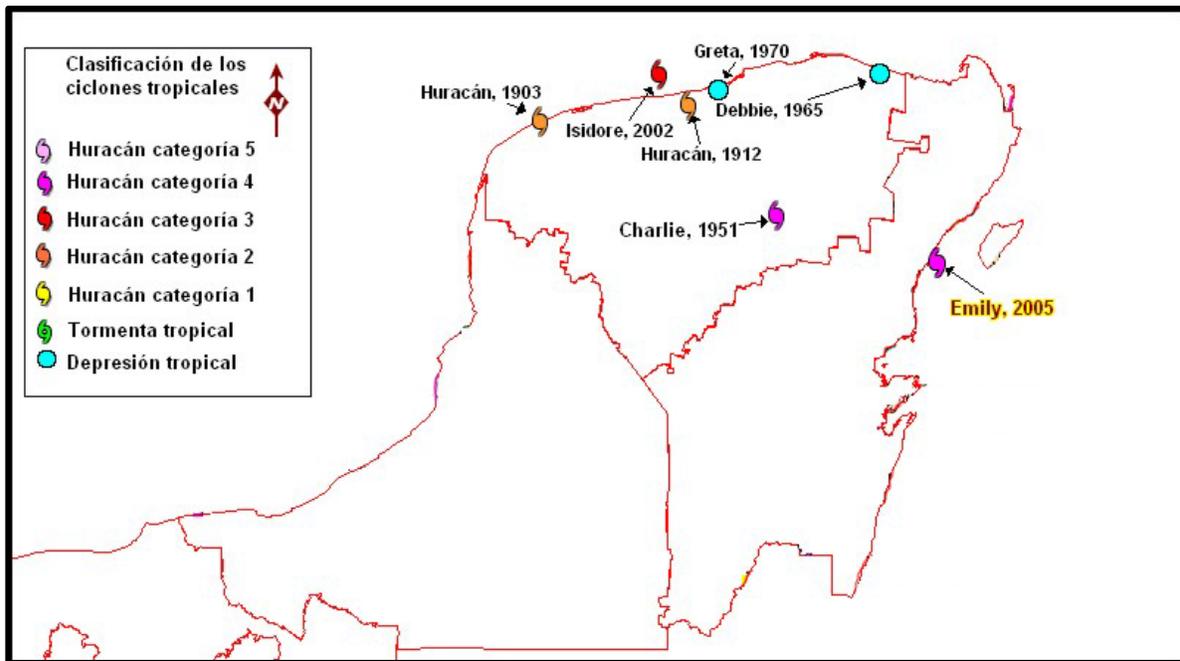


FIGURA 9 Algunos huracanes que han impactado el Estado de Yucatán.

Radiación solar: Otro factor climático de relevancia en la región, es la radiación solar, y está influenciada por condiciones de nubosidad. Los valores más altos de radiación solar total se presentan en los meses comprendidos de abril a julio, con 525 ly/día (ly = Langley = constante solar = 1.4 cal/gr/cm²/min). En cuanto a los valores mínimos absolutos de radiación solar total, se presentan en diciembre y enero con 375 ly/día, debido a la nubosidad provocada por los nortes que llegan al territorio. Lo anterior coincide con los meses de mayor calor y de mayor frío para la zona, como se describe en el apartado B, referente a las temperaturas. En el invierno la radiación solar promedio es de 400 ly/día, en verano 525 ly/día, en otoño 450 ly/día y en primavera 500 ly/día. Estos cambios están dados principalmente por dos factores: a) por la posición solar y b) nubosidad durante las estaciones ambientales.

Inundaciones: El municipio en el cual se encuentra inmerso el sitio no se clasifica como área inundable, este tipo de eventos ocurren en la porción norte del estado de Yucatán, en las áreas costeras y pantanosas, aunque se deben a las condiciones del medio físico y no causan catástrofes en la población que habita dichas zonas. A pesar de ello, estos municipios son propensos a inundaciones debidas a eventos climáticos extremos como los huracanes, descritos anteriormente.

En resumen y de acuerdo a la regionalización de riesgo de huracanes, desarrollada por SEDESOL en conjunto con el Instituto Nacional de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México, el área se localiza en una región del Estado catalogada con un riesgo de incidencia de medio a bajo con respecto al total de zonas con riesgo de ocurrencia de huracanes.

b) Geología y geomorfología

Características del relieve:

El proyecto se ubica en una planicie estructural baja denudativa. Es el carso de expresión superficial con puntos de absorción de formas exocársticas que incluye al microrelieve de lapiáz, de presiones someras, grietas y dolinas corrosivas. Domina la erosión superficial areal y la disolución. Se observa una ausencia casi total de lineamientos, salvo los asociados a la margen externa del cráter sepultado de Chicxulub (Bautista et al. 2005).

Fisiográficamente, el predio del proyecto se ubica en la Provincia fisiográfica XI Península de Yucatán, Subprovincia 62 Carso Yucateco (INEGI). Esta subprovincia se distingue por su condición de planicie calcárea a nivel, con muy ligeras ondulaciones y un ligerísimo, casi imperceptible, declive que desciende desde los cinco metros sobre el nivel del mar (altura media) hacia la costa del Golfo de México y el Mar Caribe. Hacia el norte coincide con la Región Hidrológica 32 y hacia el centro y sur forma parte de la Región Hidrológica 33.(Figura 8)

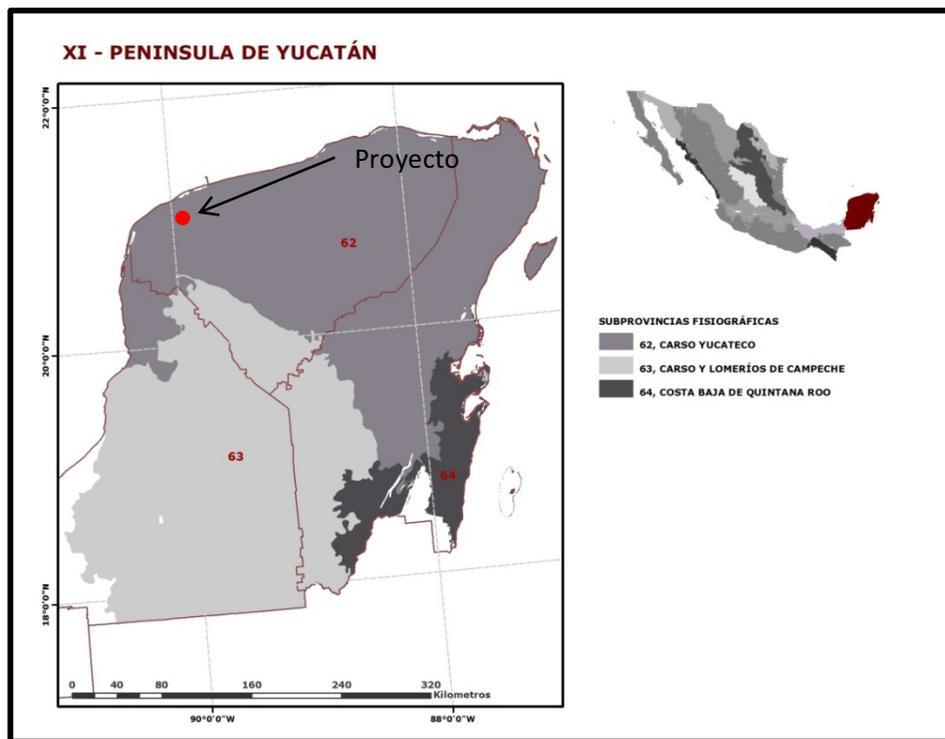


FIGURA 10 Provincia fisiográfica del área del proyecto. Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Yucatán. Mapa de Fisiografía

Características litológicas del área: Es posible describir de manera general la geología y la geomorfología de la región, al respecto, se establece que la constitución geológica de la superficie de la Península de Yucatán es en su totalidad de rocas sedimentarias marinas –calizas- y derivadas de éstas. En adición, la península se caracteriza por ser un basamento metamórfico de origen marino, de edad paleozoica, sobre el cual ha evolucionado una secuencia sedimentaria de más de 3,000 m de espesor.

En el área del proyecto los niveles superficiales están representados por calizas blancas duras y masivas; los intermedios por calizas arcillosas, duras de color amarillento a rojizo y los inferiores por coquinas constituidas por materiales fosilíferos blandos y de color blanco. Esta formación corresponde en edad a los periodos Mioceno Superior y Plioceno, todavía del Terciario (Duch, 1988).

Características geomorfológicas más importantes: El área de estudio se encuentra localizada en una amplia zona catalogada como planicie estructural marginal a la costa con capas calizas casi horizontales, con una altura ente 8 y 10 msnm y hondonadas incipientes, ya que se trata de la planicie más joven de la península (Lugo, 1999). La pendiente del terreno es inferior al 5% con una tendencia descendente hacia el norte de la península.

La roca predominante es denominada laja o coraza exterior. Presenta colores claros que van del blanco grisáceo al gris claro. En esta coraza calcárea se observa la presencia de sedimentos calcáreos disgregados, de origen marino, ricos en aragonita ($MgCO_3$) y calcita hipermagnesiana.

Asimismo, ello explica la ocurrencia de un proceso de destrucción de estos minerales y una recristalización bajo la forma de calcita ordinaria ($CaCO_3$), lo cual conduce a un efectivo relleno de los poros del material original. La continuidad de este proceso, repetido una y otra vez, lleva a la formación, finalmente, de la coraza calcárea y a su consolidación y endurecimiento progresivo (Duch, 1988).

El segundo tipo de roca importante es el Sascahab o caliza blanca subsuperficial, cuyo origen es sedimentario y de naturaleza calcárea, es un material friable y blanquecino, que resulta de la descomposición de las calizas que los subyacen.

Características de relieve. El territorio Peninsular se distingue por su configuración relativamente plana, su escasa elevación sobre el nivel del mar, la ligera inclinación general de sus pendientes y de sus leves contrastes topográficos. La superficie que abarca esta zona geomorfológica presenta una altura sobre el nivel del mar que varía entre los 4 y 20 m, por lo que no existen formaciones orográficas propiamente dichas.

La topografía se caracteriza por ser sensiblemente plana en su macrorelieve, con ligeras ondulaciones. En su micro relieve se manifiestan pendientes que fluctúan entre el 3 y el 5 %.

El relieve en la zona de estudio se caracteriza por una planada con ligeras ondulaciones y alturas topográficas entre los 8 y los 10 msnm.

Presencia de fallas y fracturamientos

Las rocas calizas se caracterizan por poseer altos valores de porosidad y permeabilidad primaria, es decir, la que se originó con la sedimentación o formación de la roca, mientras los estratos de caliza masiva presentan baja porosidad y permeabilidad primarias. A través del tiempo, estas características originales han sido notablemente modificadas por fracturamiento, disolución y abrasión, dando lugar a la porosidad y permeabilidad secundaria elevadas y cuya distribución es muy irregular, tanto en sentido horizontal como vertical a causa del errático curso y variado tamaño

de los conductos. La zona presenta un notable desarrollo kárstico, al que debe su gran permeabilidad secundaria.

Según el Atlas de Procesos Territoriales de Yucatán (1999), no existen fallas ni fracturamientos de relevancia para el sitio de estudio en el terreno estudiado.

La zona de estudio se localiza dentro de una estructura geológica denominada Semicírculo de Cenotes, la cual se encuentra en la porción noroeste del estado de Yucatán, se trata de una banda de cenotes que delimita una frontera entre calizas fracturadas fuera de la estructura y no fracturadas dentro de la misma.

La geología superficial indica que este fracturamiento es el factor principal para el origen de la banda de cenotes, relacionado con hundimientos diferenciales de rocas en el borde de su límite o colapsos por disolución dentro de los poros de los depósitos.

Considerando las características descritas sobre la conformación calcárea, se trata de un material soluble al agua y que se encuentra enriquecido con ácido carbónico, por lo que se favorece la formación de cavidades subterráneas que conllevan a los hundimientos del terreno y con ello a la configuración del paisaje, mismo que se constituye en una de planicie ondulada con promontorios y hondonadas (Duch, 1988).

Susceptibilidad a sismos, inundaciones, erupciones volcánicas, etc.

La zona no es susceptible a actividad sísmica, tampoco se presentan deslizamientos, derrumbes o actividades volcánicas, ya que el área se localiza dentro de una zona denominada asísmica donde los sismos son raros o desconocidos. Por su parte, las inundaciones no se consideran un riesgo debido a la alta permeabilidad del suelo.

c) Suelos

De acuerdo a la carta edafológica del INEGI (2010, Serie IV), el suelo en el predio del proyecto tiene la clave PHcrlep+CMcrlep+LPhurz/2 y presenta las siguientes características, con base en las referencias de la FAO (2007).

Grupo 1 Paeozem crómico léptico

Phaeozems (PH) Los Phaeozems acomodan suelos de pastizales relativamente húmedos y regiones forestales en clima moderadamente continental. Tienen horizonte superficial oscuro rico en humus. Los Phaeozems pueden o no tener carbonatos secundarios pero tienen alta saturación con bases en el metro superior del suelo.

Crómico (cr): que tiene dentro de 150 cm de la superficie del suelo una capa subsuperficial, de 30 cm o más de espesor, que tiene un hue Munsell más rojo que 7.5 YR o que tiene ambos, un hue de 7.5 YR y un croma, húmedo, de más de 4.

Léptico (le): que tiene *roca continua* que comienza dentro de 100 cm de la superficie del suelo.

Grupo 2. Cambisol crómico léptico

Cambisol (CM) Los Cambisoles combinan suelos con formación de por lo menos un horizonte subsuperficial incipiente. La transformación del material parental es evidente por la formación de estructura y decoloración principalmente parduzca, incremento en el porcentaje de arcilla, y/o remoción de carbonatos.

Grupo 3. Leptosol húmico rendzico

Leptosoles (LP) Son suelos muy someros sobre roca continua y suelos extremadamente gravillosos y/o pedregosos. Los Leptosoles son suelos azonales y particularmente comunes en regiones montañosas. Los Leptosoles incluyen los: *Litosoles* del Mapa de Suelos del Mundo (FAO–UNESCO, 1971–1981); subgrupos *Lítico* del orden *Entisol* (Estados Unidos de Norteamérica); *Leptic Rudosols* y *Tenosols* (Australia); y *Petrozems* y *Litozems* (Federación Rusa). En muchos sistemas nacionales, los Leptosoles sobre roca calcárea pertenecen a las *Rendzinas*, y aquellos sobre otras rocas, a los *Rankers*. La roca continua en la superficie se considera no suelo en muchos sistemas de clasificación de suelos.

Húmico (hu): que tiene el siguiente contenido de carbono orgánico en la fracción tierra fina como promedio ponderado: en *Ferralsoles* y *Nitisoles*, 1.4 por ciento o más hasta una profundidad de 100 cm desde la superficie del suelo mineral; en *Leptosoles* en los que aplica el calificador Hiperesquelético, 2 por ciento o más hasta una profundidad de 25 cm profundidad de 50 cm desde la superficie del suelo mineral.) desde la superficie del suelo mineral; en otros suelos, 1 por ciento o más hasta una profundidad de 50 cm desde la superficie del suelo mineral.

Réndzico (rz): que tiene un *horizonte mólico* que contiene o está inmediatamente por encima de material *calcárico* o roca calcárea que contiene 40 por ciento o más de carbonato de calcio equivalente.

Clase textural:

3. Media : Menos del 35% de arcilla y menos del 65% de arena.

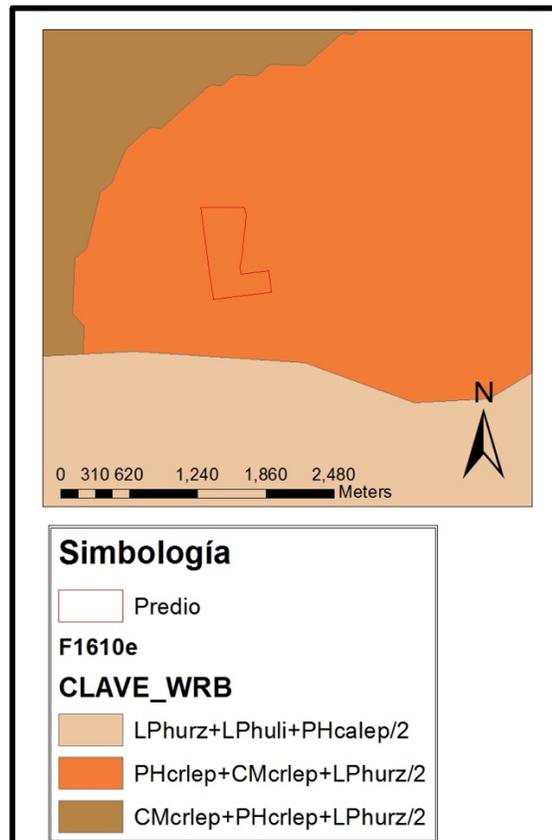


FIGURA 11 Tipo de suelo en el predio del proyecto

d) Hidrología superficial y subterránea

Hidrología Superficial

En el territorio municipal no existen corrientes superficiales de agua. El área del proyecto pertenece a la Región Hidrológica con Clave RH-32, denominada Yucatán Norte; Cuenca B (Yucatán); Subcuenca a (Mérida) (Tabla 34).

Tabla 42 Región hidrológica del predio del proyecto

Región Hidrológica		Cuenca		Subcuenca	
Clave	Nombre	Clave	Nombre	Clave	Nombre
RH-32	Yucatán Norte	B	Yucatán	a	Mérida

Hidrología Subterránea

El proyecto se ubica dentro de la región conocida como *anillo de cenotes*, donde hay corrientes subterráneas que forman depósitos comúnmente conocidos como cenotes. En algunos casos los techos de estos se desploman y forman las aguadas.

El área donde se ubica el proyecto comprende el acuífero con clave 3105, localizado en la porción sureste de los Estados Unidos Mexicanos y abarca una superficie de 124, 409 Km², comprendiendo totalmente al Estado de Yucatán y casi la totalidad de los estados de Campeche y Quintana Roo, con excepción de la porción sur centro de la Península, que corresponde a los acuíferos cerros y valles del Estado de Quintana Roo y Xpujil, del Estado de Campeche.

La elevada precipitación pluvial, la gran capacidad de filtración del terreno y la reducida pendiente topográfica favorecen la recarga del acuífero. La recarga es más abundante en la llanura (zona del proyecto), gracias a que la cobertura del suelo es muy delgada y al gran desarrollo kárstico superficial de las rocas calcáreas, factores que permiten la infiltración casi total del agua de lluvia. La descarga natural del acuífero está integrada por la transpiración de la vegetación, por la evaporación de agua freática que aflora en los cenotes y por el flujo subterráneo que escapa al mar. Tales condiciones de descarga han persistido casi inalteradas hasta la fecha, debido a que la explotación del acuífero no ha modificado significativamente la posición natural de los niveles de agua subterránea, a pesar de que el acuífero se explota a través de varios miles de alumbamientos.

El acuífero de la península de Yucatán, es considerado hidrológica y administrativamente como una unidad, la cual está conectada hidráulicamente, sin embargo, existen zonas que tienen distintos comportamientos dado su condiciones y características fisiográficas, geomórficas, geológicas, estructurales, hidrogeoquímicas y geohidrológicas. Una de estas zonas es la denominada círculo o anillo de cenotes, en la cual se ubica el proyecto. En la zona del proyecto, el agua es de composición cálcico-carbonatada, lo cual indica que tiene un alto contenido de carbonato de calcio. El nivel freático en el área del proyecto es de aproximadamente 10 m. Este acuífero está formado por calizas y depósitos de litoral. Se trata de un acuífero libre, cárstico y muy permeable.

IV.2.2 Aspectos bióticos

a) Vegetación

De acuerdo con el INEGI (2010), el tipo de vegetación de la zona del proyecto de selva baja caducifolia (figura 10). Sin embargo, de acuerdo con lo observado en campo, el área del proyecto presenta áreas sin vegetación y vegetación secundaria (acahual) de selva baja caducifolia espinosa de 4 años de desarrollo. El resto del predio presente vegetación forestal de selva baja caducifolia espinosa de hasta 40 años de desarrollo. Esta área no será ocupada por el proyecto y se mantendrá en conservación.

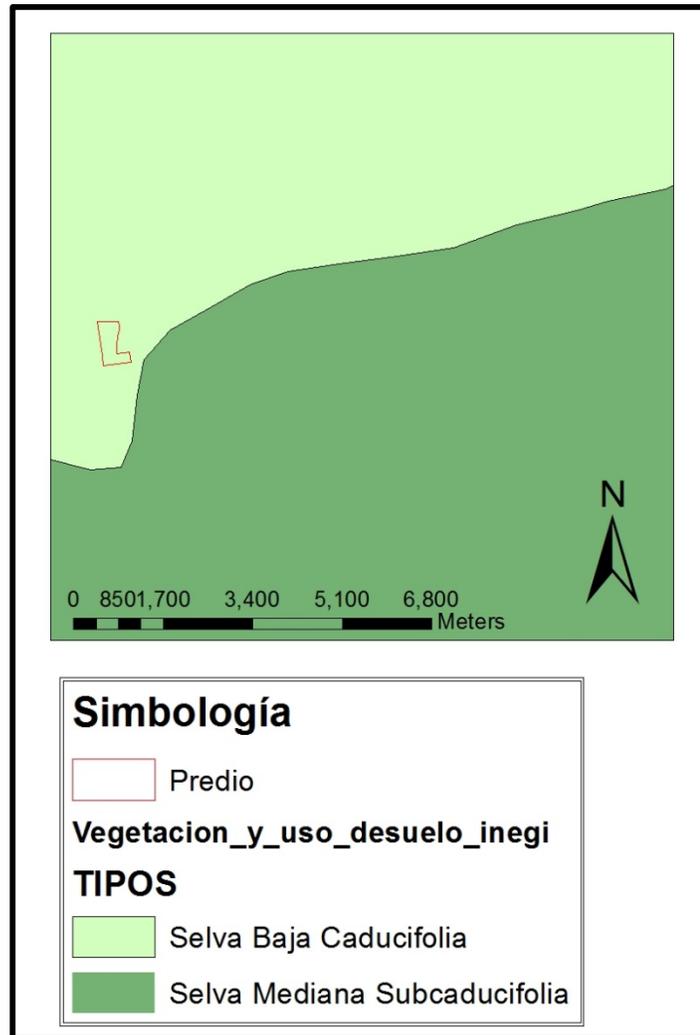


FIGURA 12 Vegetación y Uso del Suelo en el área del proyecto según el mapa del INEGI (2010)

Selva baja caducifolia

Esta vegetación se caracteriza porque en época de secas, más del 80% de sus elementos arbóreos dejan caer sus hojas.

Se desarrolla en suelos planos poco profundos de color oscuro o rojizo, calcáreos con gran afloración de roca; está constituida por árboles cuya altura oscila entre seis y 15 m y con DAP (diámetro a la altura del pecho) entre 10 y 30 cm. Esta comunidad vegetal tiene como una de sus características que casi todos los árboles dejan caer sus hojas durante la época más seca del año,

por lo que durante los meses de febrero a mayo y en especial en el mes de abril, la vegetación tiene un color pardo amarillento o café, típico en el paisaje de Yucatán pero que desaparece a partir del mes de junio.

Entre ellas se encuentran las especies dominantes: *Bursera simaruba* (Chakáh o chakaj), *Acacia pennatula* (chimay), *Acacia gaumeri* (box kaatsim), *Havardia albicans* (Chukum), *Jacaratia mexicana*, (bonete o k'uum che'), *Luehea speciosa* (kas kaat) y *Ceiba pentandra* (ceiba).

Otras especies arbóreas dominantes son: *Caesalpinia yucatanensis* (k'aan pok'ool k'uum), *Enterolobium cyclocarpum* (piich), *Phithecellobium dulce* (d'ziuche', suy che', sak chukum), *Phitecellobium magense* (ya'ax eek'), *Leucaena leucocephala* (waaxiim), *Senna obtusifolia* (xtuhabin), *Maclura tinctoria* (chak ox), *Gymnopodium floribundum* (ts'iits'il che') y *Karwinskia humboltiana* (lu'umche).

Para conocer las especies presentes en el sitio del proyecto, se llevó a cabo un inventario, anotando todas las especies que se observaron en el sitio.

A continuación se presenta el listado de especies:

Tabla 43 Inventario de especies vegetales encontradas en el predio del proyecto para cultivo de tilapias, Xoccel, Yucatán.

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FORMA
ACANTAEAE	<i>Blechum brownei</i>	Ts'akalbak	Hr
ACANTAEAE	<i>Decliptera assurgens</i>	poklampiix	Hr
ACANTAEAE	<i>Elytraria imbricada</i>	Kambal xa'an	Hr
AGAVACEAE	<i>Agava sisalana*</i>	Kih / henequen	Hr
AGAVACEAE	<i>Agava angustifolia</i>	Ch'elem	Hr
APOCYNACEAE	<i>Tabernaemontana alba</i>	Uts'umpek'	Arb
APOCYNACEAE	<i>Thevetia gaumeri</i>	Ak'its	Arb
BIGNONIACEAE	<i>Cydista diversifolia</i>	Soskil ak'	bej
BIGNONIACEAE	<i>Cydista potosina</i>	Ek' k'iix	bej
BIGNONIACEAE	<i>Arrabidae floribunda</i>	Xbilin kook	Bej
BIGNONIACEAE	<i>Arrabidae patellifera</i>	Anilkab	Bej
BIGNONIACEAE	<i>Parmentiera millspaughiana</i>	Xkat ku'uk	Arb
BORAGINACEAE	<i>Ehretia tinifolia</i>	Beek / roble	Ar
BORAGINACEAE	<i>Cordia gerascanthus</i>	Bakalche' / baka che'	Ar
BORAGINACEAE	<i>Tournefortia volubilis</i>	Ya'ax anal ak'	Bej
BROMELIACEAE	<i>Bromelia karatas</i>	Ch'am , ch'om / piñuelas	Hr
BURSERACEAE	<i>Bursera simaruba</i>	Chakaj	Ar
CACTACEAE	<i>Nopalea gaumeri</i>	Pak'am	Hr
CACTACEAE	<i>Acanthocereus pentagonus</i>	numtsutsuy	Hr
CAPPARIDACEAE	<i>Capparis incana</i>	Tayche'	Arb
COMPOSITAE	<i>Eupatorium odoratum</i>	Xtok' aban	Hr
COMPOSITAE	<i>Eupatorium leubicaule</i>	Sak tok' aban	Hr
COMPOSITAE	<i>Isocarpa oppositifolia</i>	Sak sahum	Hr
COMPOSITAE	<i>Wedelia hispida</i>	Sahum	Hr
COMPOSITAE	<i>Viquiera dentata</i>	Tah / tajonal	Hr
CONNARACEAE	<i>Rourea glabra</i>	Wayum ak'	Bej
CONVOLVULACEAE	<i>Bonamia brevipedicellata</i>	Solen ak'	Trep
CUCURTACEAE	<i>Doyerea emetocathartica</i>	Kis kan	Rast

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FORMA
EBENACEAE	<i>Diospyros anisandra</i>	K'ak'che'	Arb
EBENACEAE	<i>Diospyros albens</i>	Silil	Ar
EBENACEAE	<i>Diospyros cuneata</i>	Uchulche'	Ar
EUPHORBIACEAE	<i>Cnydoscolus acotinifolius</i>	Xtsah / chaya de monte	Hr
EUPHORBIACEAE	<i>Croton flavens</i>	Xikin ch'amak / eek' balam	Hr
EUPHORBIACEAE	<i>Croton chichenensis</i>	Xikin burro / xikin ch'amak	Hr
EUPHORBIACEAE	<i>Croton humilis</i>	Ik a'ban	Hr
EUPHORBIACEAE	<i>Croton malvaviscifolius</i>	Nich'iyuk / nich'ibtuk	Arb
EUPHORBIACEAE	<i>Croton reflexyfolius</i>	P'ees kuuts	Ar
EUPHORBIACEAE	<i>Dalechampia scandens</i>	Xmolkoh	Trep
EUPHORBIACEAE	<i>Euphorbia heterophylla</i>	Xobón k'aak'	Hr
EUPHORBIACEAE	<i>Tragia yucatanenses</i>	P'op'ox / ortiga	Trep
FLACOURTIACEAE	<i>Samida yucatanenses</i>	Mucuyche'	Arb
FLACOURTIACEAE	<i>Zualania guidonia</i>	tamay	Ar
GRAMINAE	<i>Cynodon dactylum</i>	Chimes su'uk	Pasto
GRAMINAE	<i>Digitaria bicornis</i>	Pakab keh / su'uk ti pak'lu'um	Pasto
GRAMINAE	<i>Gouinia virgata</i>	Chak lool su'uk	Pasto
GRAMINAE	<i>Lasciasis divaricata</i>	Siit	Bambú
GRAMINAE	<i>Olyra yucatanenses</i>	Tok' su'uk	pasto
HIPPOCRATAEAE	<i>Hippocratea excelsa</i>	Sak boob	Ar
LABIATAE	<i>Ocimum micranthum</i>	Kakaltun	Hr
LEGUMINOSAE	<i>Acacia angustissima</i>	Chak waxin / xa'ax	Arb
LEGUMINOSAE	<i>Acacia cornigera</i>	subin	Arb
LEGUMINOSAE	<i>Acacia gaumeri</i>	Box kaatsin	Ar
LEGUMINOSAE	<i>Acacia glomerosa</i>	Sak piich	Ar
LEGUMINOSAE	<i>Acacia pennatula</i>	Ch'imay	Ar
LEGUMINOSAE	<i>Acacia riparia</i>	Xlets' / Ya'ax kaatsin	Arb
LEGUMINOSAE	<i>Bauhinia divaricata</i>	Ts'ulubtok'	Arb
LEGUMINOSAE	<i>Bauhinia erythrocallis</i>	Mehen ts'ulubtok'	Arb
LEGUMINOSAE	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitamche'	Ar
LEGUMINOSAE	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	Xpakum	Ar
LEGUMINOSAE	<i>Diphyssa carthagenensis</i>	Ts'uts'uk	Ar
LEGUMINOSAE	<i>Galactica striata</i>	Xk'axab yuk	Hr
LEGUMINOSAE	<i>Leucaena leucocephala</i>	Waxim	Arb
LEGUMINOSAE	<i>Lisyloma latisiliquun</i>	Tsalam	Ar
LEGUMINOSAE	<i>Mimosa bahamensis</i>	Sak kaatsim	Ar
LEGUMINOSAE	<i>Piscidia piscipula</i>	Ha'abin	Ar
LEGUMINOSAE	<i>Pithecellobium albicans</i>	Chukum	Ar
LEGUMINOSAE	<i>Pithecellobium leucospermum</i>	Ya'ax ek'	Ar
LEGUMINOSAE	<i>Senna hirsuta</i>	Kambal Xtuha'abin	Arb
LEGUMINOSAE	<i>Senna otomaria</i>	Xtuha'abin	Ar
LEGUMINOSAE	<i>Senna racemosa</i>	K'anlool	Ar
LYTHRACEAE	<i>Ammannia latifolia</i>	Xk'uch'el	Arb
MALPIGHIACEAE	<i>Bunchosia glandulosa</i>	Siipche	Arb
MALPIGHICEAE	<i>Malpigia glabra</i>	Uste' / wayak' te'	Ar
MALVACEAE	<i>Hibiscus tubiflorus</i>	Chichimpol	Hr
MALVACEAE	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Tulipán de monte	Arb
MALVACEAE	<i>Sida acuta</i>	Chichibeh	Hr
MELIACEAE	<i>Trichilia havanensis</i>	Ch'obenche'	Ar

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FORMA
MENISPERMACEAE	<i>Cisampelos pareira</i>	Petekun	Trep
MORACEAE	<i>Machlura tictoria</i>	Chak oox / mora	Ar
MYRTACEAE	<i>Eugenia mayana</i>	Sak ok loob che'	Ar
MYRSINACEAE	<i>Parathesis cubana</i>	Chamalche'	Arb
NICTAGYNACEAE	<i>Neae psycchotrioides</i>	Xtahts'i	Ar
NIGTAGYNACEAE	<i>Pisonia aculeata</i>	Beeb	Bej
PASSIFLORACEAE	<i>Pasiflora ciliata</i>	Uvas so'ots' / poch' k'aak'	Trep
PASSIFLORACEAE	<i>Pasiflora coriacea</i>	Xiik' so'ots' / poch' k'aak'	Trep
PASSIFLORACEAE	<i>Pasiflora foetida</i>	Xpoch' / poch' ak'il	Trep
PASSIFLORACEAE	<i>Pasiflora gissifolia</i>	Xpoch'	Trep
POLYGONACEAE	<i>Coccoloba cozumelensis</i>	Ts'its'lche	Ar
POLYGONACEAE	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Ts'its'lche	Ar
POLYGONACEAE	<i>Neomillspaughia emarginata</i>	Sak itsab	Ar
RHAMNACEAE	<i>Goiania lupuloides</i>	Sakan ak'	Bej
RHAMNACEAE	<i>Karwinsckia humboldtiana</i>	Xlu'umche'	Ar
RHAMNACEAE	<i>Colubrina greigii</i>	Pimienta che'	Arb
RUBIACEAE	<i>Borreria verticillata</i>	Nih so'o'ts'	Hr
RUBIACEAE	<i>Guettarda elypticum</i>	Kibche'	Hr
RUBIACEAE	<i>Morinda yucatanenses</i>	Piña kan	Bej
RUBIACEAE	<i>Randia aculeata</i>	Pechkitam	Arb
RUBIACEAE	<i>Randia longiloba</i>	K'ax	
SAPINDACEAE	<i>Serjania adiantoides</i>	Xp'ak ak'	Bej
SAPINDACEAE	<i>Touinia paucidentata</i>	K'anchunub	Ar
SAPOTACEAE	<i>Sideroxylon celastrimum</i>	Box puuts' mukuy	Arb
SAPOTACEAE	<i>Sideroxylon salicifolium</i>	Ts'its'ilya'	Ar
SIMAROUBACEAE	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	Belsinik che'	Ar
SOLANACEAE	<i>Capsicum annum var. aviculare</i>	siklimuch	Arb
SOLANACEAE	<i>Solanum torvum</i>	siklimuch	Arb
STERCULIACEAE	<i>Walteria americana</i>	Sak xiw	Arb
STERCULIACEAE	<i>Helicteres barwensis</i>	Suput	Arb
VERBENACEAE	<i>Calycarpa acuminata</i>	Xpukim	Arb
VERBENACEAE	<i>Lantana cámara</i>	Ich ch'o' / pet k'in	Arb
VERBENACEAE	<i>Petrea volúbilis</i>	Op' tzimin	Bej
VERBENACEAE	<i>Rhedera trinervis</i>	Sak wisil che'	Ar
VERBENACEAE	<i>Vitex gaumeri</i>	Ya'axnik	Hr
VIOLACEAE	<i>Hybanthus yucatanensis</i>	Sak bakekan	Ar
VITACEAE	<i>Cissus gossypiifolia</i>	Taab kaanil	Trep

Simblogía: Ar = árbol; Arb = arbusto; Bambú = Carrizos; Bej = bejuco; Hr = hierbas; Palma = palmas; Pasto = Zacate; y Trep = trepadoras. * NOM-059-SEMARNAT-2010.

Estructura de la comunidad vegetal.

Para caracterizar la vegetación herbácea y arbustiva del predio del proyecto se muestreó en ocho transectos de 50 m mediante intersección en línea, según Camden.

Para determinar el tamaño de la muestra se consideró que cada variable medida tiene una media y una desviación estándar. Se grafican los valores de medias vs. el número de unidades muestrales, tomando el número de muestras representativo cuando se estabiliza la curva.

La representación gráfica de este comportamiento se presenta a continuación.

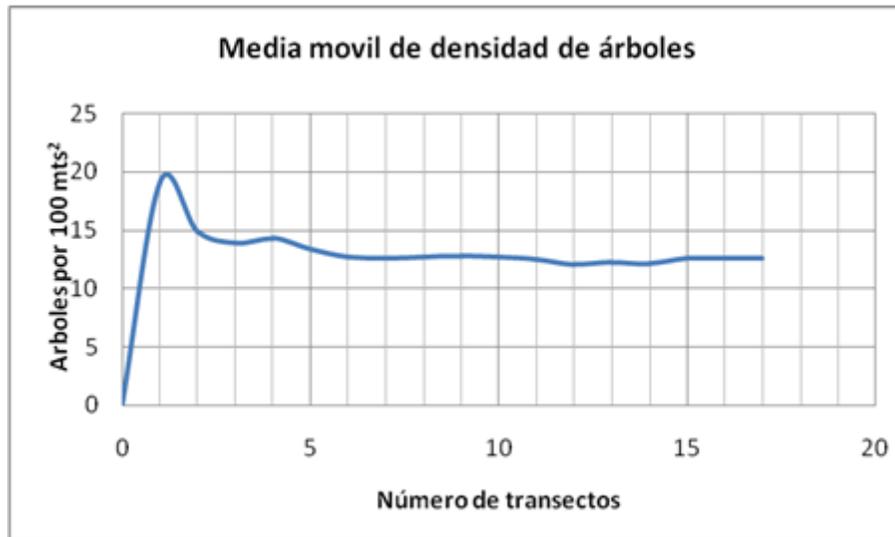


FIGURA 13. Media móvil de la densidad de árboles.

Área mínima de muestra

Para que la unidad muestral sea representativa de la comunidad se calcula el área mínima; esta se relaciona directamente con la homogeneidad florística y espacial. En este caso se considera el número de especies acumulado vs. superficie mostrada.

La representación gráfica de este comportamiento es la siguiente:

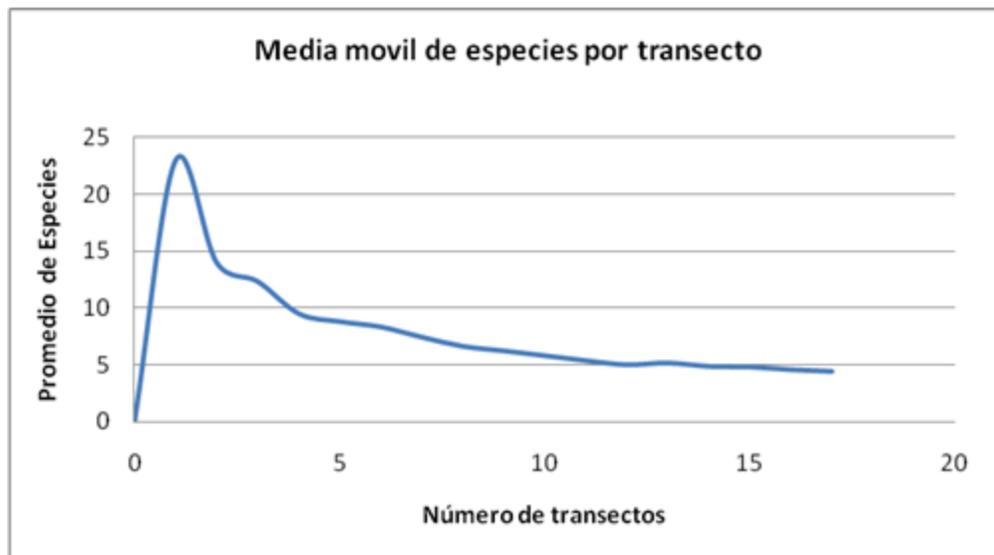


FIGURA 14 Media móvil de especies por transecto.

De acuerdo a esta gráfica, se observa que en los primeros transectos aparece la mayor variedad de especies, sin embargo esto es debido a que son los iniciales; conforme se avanza, aparecen menos especies, estabilizándose aproximadamente en 4.

Con base en lo anterior, y con base en la literatura (Matthew W. Fidelibus and Robert T.F. Mac Aller (1993). Methods for Plant Sampling. Biology Department San Diego State University San Diego, CA 92182. Prepared for the California Department of Transportation District 11, 2829 Juan

Street, San Diego, CA, 92138 as part of the Desert Revegetation Project) se considera que los transectos que se levantaron en campo son representativos de la diversidad del sitio del proyecto.

MUESTREO PARA LA VEGETACION ARBOREA

Para determinar la estructura del estrato arbóreo se tomaron cuatro transectos de 50 metros de puntos en cuadrante cada 10 metros, anotando la especie, diámetro normal, altura total, altura de fuste y distancia al punto del centro del cuadrante dentro del polígono donde se pretende alojar el proyecto.

A continuación se presentan las tablas con las coordenadas de los sitios de muestreo para caracterizar la vegetación herbácea y arbustiva existente en la microcuenca mediante transectos de intersección en línea

Tabla 44 TRANSECTO 1 INTERSECCIÓN EN LINEA PREDIO XOCHEL

Nombre Científico	No. Sp.	Nombre Común	Int. Inicio (cm)	Int. Final (cm)	Intersección
<i>Neomillspaughia emarginata</i>	65	Sak'it'tsab	0	90	90
<i>Acacia pennatula</i>	4	Chimay	90	180	90
<i>Mimosa bahamensis</i>	62	Sak katsim	60	250	190
<i>Colubrina greggii</i>	25	Pimienta che	200	240	40
<i>Neomillspaughia emarginata</i>	65	Sak'it'tsab	240	270	30
<i>Colubrina greggii</i>	25	Pimienta che	290	360	70
<i>Neomillspaughia emarginata</i>	65	Sak'it'tsab	360	430	70
<i>Neomillspaughia emarginata</i>	65	Sak'it'tsab	430	460	30
<i>Croton reflexyfolius</i>	31	Pe'eskuts	460	500	40
<i>Lasiacis divaricata</i>	56	Siit	490	520	30
<i>Croton flavens</i>	28	Xikin ch'amak	510	550	40
<i>Neomillspaughia emarginata</i>	65	Sak'it'tsab	510	551	41
<i>Serjania adiantoides</i>	80	Pak'ak	540	580	40
<i>Croton flavens</i>	28	Xikin ch'amak	550	610	60
<i>Viguiera dentata</i>	88	Tahonal	590	670	80
<i>Gymnopodium floribundum</i>	49	Ts'its'ilche	590	820	230
<i>Cuphea utriculosa</i>	32	Ku'chel	730	810	80
<i>Colubrina greggii</i>	25	Pimienta che	810	850	40
<i>Mimosa bahamensis</i>	62	Sak katsim	810	890	80
<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	58	Ya'ax xuul	900	920	20
<i>Neomillspaughia emarginata</i>	65	Sak'it'tsab	920	1010	90
<i>Colubrina greggii</i>	25	Pimienta che	960	1020	60
<i>Neomillspaughia emarginata</i>	65	Sak'it'tsab	1020	1060	40
<i>Diospyros cuneata</i>	39	Uchulche	1060	1100	40
<i>Neomillspaughia emarginata</i>	65	Sak'it'tsab	1050	1090	40
<i>Leucaena leucocephala</i>	57	Waxim	1140	1230	90
<i>Cuphea utriculosa</i>	32	Ku'chel	1180	1210	30
<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	58	Ya'ax xuul	1200	1240	40

Nombre Científico	No. Sp.	Nombre Común	Int. Inicio (cm)	Int. Final (cm)	Intersección
<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	58	Ya'ax xuul	1270	1360	90
<i>Samida yucatanensis</i>	78	Mukuyche	1340	1360	20
<i>Parathesis cubana</i>	68	Chamalche	1400	1430	30
<i>Diospyros cuneata</i>	39	Uchulche	1420	1460	40
<i>Croton flavens</i>	28	Xikin ch'amak	1500	1570	70
<i>Cissus gossypifolia</i>	23	Ta'ab kan'il	1560	1610	50
<i>Diospyros cuneata</i>	39	Uchulche	1580	1640	60
<i>Senna racemosa</i>	79	Kanol	1600	1790	190
<i>Eugenia mayana</i>	43	Sak'ok'lob	1670	1710	40
<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	58	Ya'ax xuul	1730	1760	30
<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	58	Ya'ax xuul	1770	1800	30
<i>Pithecellobium albicans</i>	73	Chukum	1800	1890	90
<i>Mimosa bahamensis</i>	62	Sak katsim	1820	1890	70
<i>Croton flavens</i>	28	Xikin ch'amak	1840	1900	60
<i>Guettarda elliptica</i>	48	Kibche	1890	1970	80
<i>Morinda yucatanensis</i>	63	Piña kan	1930	1990	60
<i>Croton flavens</i>	28	Xikin ch'amak	1960	1990	30
<i>Morinda yucatanensis</i>	63	Piña kan	2030	2050	20
<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	58	Ya'ax xuul	2050	2080	30
<i>Neomillspaughia emarginata</i>	65	Sak'it'tsab	2060	2140	80
<i>Galactia striata</i>	45	Kaxabyuk	2110	2130	20
<i>Neomillspaughia emarginata</i>	65	Sak'it'tsab	2150	2190	40
<i>Guettarda elliptica</i>	48	Kibche	2170	2260	90
<i>Neomillspaughia emarginata</i>	65	Sak'it'tsab	2140	2170	30
<i>Gymnopodium floribundum</i>	49	Ts'its'ilche	2330	2350	20
<i>Pithecellobium albicans</i>	73	Chukum	2300	2600	300
<i>Gymnopodium floribundum</i>	49	Ts'its'ilche	2200	2300	100
<i>Viguiera dentata</i>	88	Tahonal	2400	2500	100
<i>Neomillspaughia emarginata</i>	65	Sak'it'tsab	2500	2620	120
<i>Gymnopodium floribundum</i>	49	Ts'its'ilche	2620	2820	200
<i>Mimosa bahamensis</i>	62	Sak katsim	2780	2830	50
<i>Croton humilis</i>	29	Ikaban	2810	2840	30
<i>Neomillspaughia emarginata</i>	65	Sak'it'tsab	2860	2910	50
<i>Neomillspaughia emarginata</i>	65	Sak'it'tsab	2920	2970	50
<i>Mimosa bahamensis</i>	62	Sak katsim	2980	3010	30
<i>Neomillspaughia emarginata</i>	65	Sak'it'tsab	3000	3100	100
<i>Mimosa bahamensis</i>	62	Sak katsim	3100	3120	20
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	16	Kitamche	3120	3170	50
<i>Gymnopodium floribundum</i>	49	Ts'its'ilche	3120	3200	80
<i>Gymnopodium floribundum</i>	49	Ts'its'ilche	3180	3280	100

Nombre Científico	No. Sp.	Nombre Común	Int. Inicio (cm)	Int. Final (cm)	Intersección
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	16	Kitamche	3280	3360	80
<i>Gymnopodium floribundum</i>	49	Ts'its'ilche	3280	3365	85
<i>Acacia pennatula</i>	4	Chimay	3300	3400	100
<i>Gymnopodium floribundum</i>	49	Ts'its'ilche	3360	3380	20
<i>Neomillspaughia emarginata</i>	65	Sak'it'tsab	3360	3370	10
<i>Neomillspaughia emarginata</i>	65	Sak'it'tsab	3400	3450	50
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	16	Kitamche	3450	3630	180
<i>Cnidocolus aconitifolius</i>	24	Chaya de monte	3480	3580	100
<i>Croton flavens</i>	28	Xikin ch'amak	3640	3710	70
<i>Mimosa bahamensis</i>	62	Sak katsim	3720	3750	30
<i>Neomillspaughia emarginata</i>	65	Sak'it'tsab	3750	3820	70
<i>Hippocratea excelsa</i>	52	Sak boob	3810	3860	50
<i>Neomillspaughia emarginata</i>	65	Sak'it'tsab	3840	3890	50
<i>Serjania adiantoides</i>	80	Pak'ak	3843	3895	52
<i>Neomillspaughia emarginata</i>	65	Sak'it'tsab	3910	3960	50
<i>Neomillspaughia emarginata</i>	65	Sak'it'tsab	4010	4100	90
<i>Morinda yucatanensis</i>	63	Piña kan	4080	4100	20
<i>Neomillspaughia emarginata</i>	65	Sak'it'tsab	4100	4142	42
<i>Neomillspaughia emarginata</i>	65	Sak'it'tsab	4200	4360	160
<i>Morinda yucatanensis</i>	63	Piña kan	4320	4370	50
<i>Croton flavens</i>	28	Xikin ch'amak	4380	4400	20
<i>Mimosa bahamensis</i>	62	Sak katsim	4430	4460	30
<i>Neomillspaughia emarginata</i>	65	Sak'it'tsab	4460	4600	140
<i>Neomillspaughia emarginata</i>	65	Sak'it'tsab	4670	5000	330
<i>Croton reflexyfolius</i>	31	Pe'escuts	4860	4900	40
<i>Neomillspaughia emarginata</i>	65	Sak'it'tsab	4869	5000	131

Tabla 45 TRANSECTO 2 INTERSECCIÓN EN LINEA PREDIO XOCHEL

Nombre Científico	No. Sp.	Nombre Común	Int. Inicio (cm)	Int. Final (cm)	Intersección
<i>Neomillspaughia emarginata</i>	65	Sak'it'tsab	0	20	20
<i>Diphysa carthagenensis</i>	40	Ts'uts'tsuk	0	90	90
<i>Neomillspaughia emarginata</i>	65	Sak'it'tsab	90	120	30
<i>Croton reflexyfolius</i>	31	Pe'escuts	90	121	31
<i>Galactia striata</i>	45	Kaxabyuk	110	140	30
<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	58	Ya'ax xuul	150	180	30
<i>Cordia gerascanthus</i>	26	Bakalche	180	250	70
<i>Croton reflexyfolius</i>	31	Pe'escuts	220	260	40
<i>Neomillspaughia emarginata</i>	65	Sak'it'tsab	280	380	100

Nombre Científico	No. Sp.	Nombre Común	Int. Inicio (cm)	Int. Final (cm)	Intersección
<i>Gymnopodium floribundum</i>	49	Ts'its'ilche	280	385	105
<i>Morinda yucatanensis</i>	63	Piña kan	290	340	50
<i>Viguiera dentata</i>	88	Tahonal	380	410	30
<i>Mimosa bahamensis</i>	62	Sak katsim	410	490	80
<i>Neomillspaughia emarginata</i>	65	Sak'it'tsab	410	495	85
<i>Viguiera dentata</i>	88	Tahonal	510	550	40
<i>Cordia gerascanthus</i>	26	Bakalche	580	680	100
<i>Neomillspaughia emarginata</i>	65	Sak'it'tsab	650	690	40
<i>Cordia gerascanthus</i>	26	Bakalche	700	750	50
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	16	Kitamche	750	900	150
<i>Morinda yucatanensis</i>	63	Piña kan	770	800	30
<i>Capsicum anunnum var. aviculare</i>	20	Ma'ax ik	890	940	50
<i>Hybanthus yucatanensis</i>	53	Sak bakekan	910	970	60
<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	58	Ya'ax xuul	920	980	60
<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	58	Ya'ax xuul	1000	1050	50
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	16	Kitamche	1050	1170	120
<i>Morinda yucatanensis</i>	63	Piña kan	1100	1200	100
<i>Morinda yucatanensis</i>	63	Piña kan	1210	1260	50
<i>Rehdera trinervis</i>	76	Sakwisilche	1270	1330	60
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	16	Kitamche	1270	1340	70
<i>Sideroxylon retusa</i>	82	Putsmukuy	1300	1380	80
<i>Callicarpa acuminata</i>	18	Xpukin	1330	1420	90
<i>Galactia striata</i>	45	Kaxabyuk	1420	1460	40
<i>Bauhinia divaricata</i>	9	Ts'ulub'tok	1460	1480	20
<i>Neomillspaughia emarginata</i>	65	Sak'it'tsab	1480	1510	30
<i>Touinia paucidentata</i>	86	Kanchunub	1490	1570	80
<i>Piscidia piscipula</i>	71	Ja'abin	1400	1700	300
<i>Neomillspaughia emarginata</i>	65	Sak'it'tsab	1600	1630	30
<i>Bunchosia glabra</i>	14	Sipche	1570	1610	40
<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	17	Xpakum	1660	1770	110
<i>Hippocratea excelsa</i>	52	Sak boob	1710	1760	50
<i>Viguiera dentata</i>	88	Tahonal	1780	1820	40
<i>Hybanthus yucatanensis</i>	53	Sak bakekan	1780	1810	30
<i>Bunchosia glabra</i>	14	Sipche	1800	1850	50
<i>Piscidia piscipula</i>	71	Ja'abin	1850	2190	340
<i>Colubrina greggii</i>	25	Pimienta che	1930	1970	40
<i>Morinda yucatanensis</i>	63	Piña kan	2000	2100	100
<i>Mimosa bahamensis</i>	62	Sak katsim	2150	2250	100
<i>Colubrina greggii</i>	25	Pimienta che	2155	2250	95
<i>Morinda yucatanensis</i>	63	Piña kan	2100	2150	50
<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	17	Xpakum	2250	2400	150

Nombre Científico	No. Sp.	Nombre Común	Int. Inicio (cm)	Int. Final (cm)	Intersección
<i>Cordia gerascanthus</i>	26	Bakalche	2070	2270	200
<i>Gymnopodium floribundum</i>	49	Ts'its'ilche	2450	2530	80
<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	17	Xpakum	2560	2600	40
<i>Gymnopodium floribundum</i>	49	Ts'its'ilche	2600	2650	50
<i>Gymnopodium floribundum</i>	49	Ts'its'ilche	2650	2690	40
<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	17	Xpakum	2700	2800	100
<i>Mimosa bahamensis</i>	62	Sak katsim	2700	2850	150
<i>Viguiera dentata</i>	88	Tahonal	2700	3000	300
<i>Mimosa bahamensis</i>	62	Sak katsim	3060	3150	90
<i>Euphorium odoratum</i>	44	Tokaban	3100	3200	100
<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	17	Xpakum	3115	3200	85
<i>Acacia pennatula</i>	4	Chimay	3210	3250	40
<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	58	Ya'ax xuul	3300	3400	100
<i>Euphorium odoratum</i>	44	Tokaban	3400	3670	270
<i>Euphorium odoratum</i>	44	Tokaban	3500	3600	100
<i>Gymnopodium floribundum</i>	49	Ts'its'ilche	3500	3700	200
<i>Croton flavens</i>	28	Xikin ch'amak	3820	3900	80
<i>Gymnopodium floribundum</i>	49	Ts'its'ilche	3850	3990	140
<i>Acacia pennatula</i>	4	Chimay	3900	4050	150
<i>Abutilon permeole</i>	1	Sak mis	4120	4130	10
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	41	Pich	4140	4150	10
<i>Croton flavens</i>	28	Xikin ch'amak	4330	4410	80
<i>Pithecellobium albicans</i>	73	Chukum	4410	5000	590
<i>Gymnopodium floribundum</i>	49	Ts'its'ilche	4600	4800	200
<i>Croton flavens</i>	28	Xikin ch'amak	4850	5000	150
<i>Bonamia brevipedicellata</i>	12	Solen'ak	4900	5000	100

Tabla 46 TRANSECTO 3 INTERSECCIÓN EN LINEA PREDIO XOCHEL

Nombre Científico	No. Sp.	Nombre Común	Int. Inicio (cm)	Int. Final (cm)	Intersección
<i>Gymnopodium floribundum</i>	49	Ts'its'ilche	0	350	350
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	16	Kitamche	0	100	100
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	59	Tzalam	190	550	360
<i>Samida yucatanensis</i>	78	Mukuyche	450	470	20
<i>Bursera simaruba</i>	15	Chakah	451	475	24
<i>Gymnopodium floribundum</i>	49	Ts'its'ilche	450	700	250
<i>Cordia gerascanthus</i>	26	Bakalche	550	650	100
<i>Pithecellobium albicans</i>	73	Chukum	450	950	500
<i>Gliricidia sepium</i>	46	Sakyab	700	800	100
<i>Eugenia mayana</i>	43	Sak'ok'lob	940	1000	60

Nombre Científico	No. Sp.	Nombre Común	Int. Inicio (cm)	Int. Final (cm)	Intersección
<i>Acacia cornigera</i>	2	Subin	1000	1050	50
<i>Pithecellobium albicans</i>	73	Chukum	940	1390	450
<i>Hybanthus yucatanensis</i>	53	Sak bakekan	1040	1160	120
<i>Acacia cornigera</i>	2	Subin	1200	1300	100
<i>Hybanthus yucatanensis</i>	53	Sak bakekan	1250	1350	100
<i>Colubrina greggii</i>	25	Pimienta che	1390	1440	50
<i>Cydista potosina</i>	34	Ek kix	1420	1520	100
<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	81	Box putsmukuy	1560	1750	190
<i>Bromelia karatas</i>	13	Ch'am	1640	1750	110
<i>Hybanthus yucatanensis</i>	53	Sak bakekan	1750	1800	50
<i>Morinda yucatanensis</i>	63	Piña kan	1760	1810	50
<i>Pisonia aculeata</i>	72	Beeb	1720	1800	80
<i>Piscidia piscipula</i>	71	Ja'abin	1500	1800	300
<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	17	Xpakum	1800	1910	110
<i>Pithecellobium albicans</i>	73	Chukum	1500	1900	400
<i>Morinda yucatanensis</i>	63	Piña kan	1800	1850	50
<i>Hybanthus yucatanensis</i>	53	Sak bakekan	1900	2000	100
<i>Colubrina greggii</i>	25	Pimienta che	2000	2030	30
<i>Eugenia mayana</i>	43	Sak'ok'lob	2000	2100	100
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	16	Kitamche	2050	2100	50
<i>Hybanthus yucatanensis</i>	53	Sak bakekan	2190	2260	70
<i>Mimosa bahamensis</i>	62	Sak katsim	2193	2260	67
<i>Cordia gerascanthus</i>	26	Bakalche	2290	2310	20
<i>Acacia gaumeri</i>	3	Box katsim	2450	2600	150
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	16	Kitamche	2455	2600	145
<i>Acacia cornigera</i>	2	Subin	2620	2700	80
<i>Amphilophium paniculatum</i>	6	Sak'ak	2622	2700	78
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	16	Kitamche	2650	2700	50
<i>Olyra yucatanensis</i>	67	Tsapal su'uk	2660	2790	130
<i>Cydista potosina</i>	34	Ek kix	2820	3000	180
<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	58	Ya'ax xuul	2880	2920	40
<i>Hybanthus yucatanensis</i>	53	Sak bakekan	2960	3000	40
<i>Hybanthus yucatanensis</i>	53	Sak bakekan	3000	3100	100
<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	58	Ya'ax xuul	3100	3120	20
<i>Pisonia aculeata</i>	72	Beeb	3140	3160	20
<i>Mimosa bahamensis</i>	62	Sak katsim	3145	3160	15
<i>Croton reflexyfolius</i>	31	Pe'esnuts	3250	3310	60
<i>Hybanthus yucatanensis</i>	53	Sak bakekan	3255	3315	60
<i>Pisonia aculeata</i>	72	Beeb	3310	3370	60
<i>Diospyros cuneata</i>	39	Uchulche	3400	3450	50
<i>Bauhinia divaricata</i>	9	Ts'ulub'tok	3412	3455	43

Nombre Científico	No. Sp.	Nombre Común	Int. Inicio (cm)	Int. Final (cm)	Intersección
<i>Serjania adiantoides</i>	80	Pak'ak	3419	3450	31
<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	58	Ya'ax xuul	3500	3600	100
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	16	Kitamche	3200	3600	400
<i>Colubrina greggii</i>	25	Pimienta che	3500	3650	150
<i>Rourea glabra</i>	77	Wayan'ak	3720	3800	80
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	16	Kitamche	3800	4000	200
<i>Pithecellobium albicans</i>	73	Chukum	3700	4000	300
<i>Rourea glabra</i>	77	Wayan'ak	4000	4100	100
<i>Acacia cornigera</i>	2	Subin	4050	4100	50
<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	58	Ya'ax xuul	4100	4200	100
<i>Parmentiera millspaughiana</i>	69	Katkuk	4200	4350	150
<i>Hybanthus yucatanensis</i>	53	Sak bakekan	4220	4350	130
<i>Blechum brownei</i>	11	Ts'akal'bak	4390	4430	40
<i>Pisonia aculeata</i>	72	Beeb	4480	4580	100
<i>Pisonia aculeata</i>	72	Beeb	4650	4750	100
<i>Hybanthus yucatanensis</i>	53	Sak bakekan	4655	4750	95
<i>Gonolobus barbatus</i>	47	Kumche'ak	4900	5000	100

Tabla 47 TRANSECTO 4 INTERSECCIÓN EN LINEA PREDIO XOCHEL

Nombre Científico	No. Sp.	Nombre Común	Int. Inicio (cm)	Int. Final (cm)	Intersección
<i>Gymnopodium floribundum</i>	49	Ts'its'ilche	0	150	150
<i>Gymnopodium floribundum</i>	49	Ts'its'ilche	200	370	170
<i>Cordia gerascanthus</i>	26	Bakalche	210	370	160
<i>Piscidia piscipula</i>	71	Ja'abin	370	400	30
<i>Capparis incana</i>	19	Tayche	440	480	40
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	59	Tzalam	450	790	340
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	59	Tzalam	460	700	240
<i>Cordia gerascanthus</i>	26	Bakalche	660	720	60
<i>Randia aculeata</i>	74	Pechkitam	800	950	150
<i>Randia aculeata</i>	74	Pechkitam	920	940	20
<i>Tragia yucatanensis</i>	87	P'op'ox	940	960	20
<i>Tragia yucatanensis</i>	87	P'op'ox	1000	1020	20
<i>Cordia gerascanthus</i>	26	Bakalche	1100	1300	200
<i>Cordia gerascanthus</i>	26	Bakalche	1180	1230	50
<i>Acacia cornigera</i>	2	Subin	1250	1260	10
<i>Hybanthus yucatanensis</i>	53	Sak bakekan	1300	1400	100
<i>Senna racemosa</i>	79	Kanlol	1350	1400	50
<i>Neea psychotrioides</i>	64	Xtat'si	1400	1500	100
<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	58	Ya'ax xuul	1530	1650	120
<i>Diospyros anisandra</i>	38	Kakche	1535	1670	135

Nombre Científico	No. Sp.	Nombre Común	Int. Inicio (cm)	Int. Final (cm)	Intersección
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	16	Kitamche	1670	1850	180
<i>Diospyros anisandra</i>	38	Kakche	1700	1850	150
<i>Croton reflexyfolius</i>	31	Pe'eskuts	1800	1840	40
<i>Cydista potosina</i>	34	Ek kix	1900	1950	50
<i>Croton reflexyfolius</i>	31	Pe'eskuts	1950	2000	50
<i>Nopalea cochinillifera</i>	66	Kan tzakam	2050	2100	50
<i>Hybanthus yucatanensis</i>	53	Sak bakekan	2100	2250	150
<i>Pithecellobium albicans</i>	73	Chukum	2115	2255	140
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	16	Kitamche	2200	2460	260
<i>Bauhinia divaricata</i>	9	Ts'ulub'tok	2256	2465	209
<i>Bunchosia glabra</i>	14	Sipche	2420	2460	40
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	16	Kitamche	2480	2650	170
<i>Bunchosia glabra</i>	14	Sipche	2540	2590	50
<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	58	Ya'ax xuul	2620	2680	60
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	16	Kitamche	2700	3000	300
<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	58	Ya'ax xuul	2900	3000	100
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	16	Kitamche	3100	3200	100
<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	58	Ya'ax xuul	3100	3250	150
<i>Gymnopodium floribundum</i>	49	Ts'its'ilche	3240	3500	260
<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	17	Xpakum	3350	3600	250
<i>Cordia gerascanthus</i>	26	Bakalche	3352	3600	248
<i>Hybanthus yucatanensis</i>	53	Sak bakekan	3600	3650	50
<i>Bunchosia glabra</i>	14	Sipche	3600	3655	55
<i>Hybanthus yucatanensis</i>	53	Sak bakekan	3680	3730	50
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	16	Kitamche	3680	3735	55
<i>Bauhinia divaricata</i>	9	Ts'ulub'tok	3740	3790	50
<i>Croton reflexyfolius</i>	31	Pe'eskuts	3740	3798	58
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	59	Tzalam	3800	4000	200
<i>Bauhinia divaricata</i>	9	Ts'ulub'tok	4100	4200	100
<i>Acacia gaumeri</i>	3	Box katsim	4200	4400	200
<i>Gliricidia sepium</i>	46	Sakyab	4300	4500	200
<i>Hybanthus yucatanensis</i>	53	Sak bakekan	4550	4600	50
<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	58	Ya'ax xuul	4555	4610	55
<i>Hybanthus yucatanensis</i>	53	Sak bakekan	4700	4900	200
<i>Bauhinia divaricata</i>	9	Ts'ulub'tok	4700	4995	295
<i>Acacia gaumeri</i>	3	Box katsim	4700	5000	300
<i>Hybanthus yucatanensis</i>	53	Sak bakekan	4800	4900	100
<i>Bunchosia glabra</i>	14	Sipche	4950	5000	50

Tabla 48 TRANSECTO 5 INTERSECCIÓN EN LINEA PREDIO XOCHEL

Nombre Científico	No. Sp.	Nombre Común	Int. Inicio (cm)	Int. Final (cm)	Intersección
<i>Pithecellobium albicans</i>	73	Chukum	0	450	450
<i>Gymnopodium floribundum</i>	49	Ts'its'ilche	90	160	70
<i>Gymnopodium floribundum</i>	49	Ts'its'ilche	150	220	70
<i>Dicliptera assurgens</i>	36	Pok'lam'pix	270	580	310
<i>Pithecellobium albicans</i>	73	Chukum	270	380	110
<i>Cordia gerascanthus</i>	26	Bakalche	410	480	70
<i>Hybanthus yucatanensis</i>	53	Sak bakekan	470	550	80
<i>Croton malvavisciifolius</i>	30	Nichiyuk	560	630	70
<i>Dicliptera assurgens</i>	36	Pok'lam'pix	600	630	30
<i>Cordia gerascanthus</i>	26	Bakalche	720	820	100
<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	17	Xpakum	820	890	70
<i>Croton flavens</i>	28	Xikin ch'amak	900	970	70
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	55	Lu'umche	970	1000	30
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	55	Lu'umche	1000	1300	300
<i>Pithecellobium albicans</i>	73	Chukum	1000	1100	100
<i>Cordia gerascanthus</i>	26	Bakalche	1340	1420	80
<i>Piscidia piscipula</i>	71	Ja'abin	1345	1425	80
<i>Cordia gerascanthus</i>	26	Bakalche	1400	1550	150
<i>Croton flavens</i>	28	Xikin ch'amak	1660	1720	60
<i>Acacia gaumeri</i>	3	Box katsim	1830	1920	90
<i>acacia riparia</i>	5	Xleets	1800	2100	300
<i>Hybanthus yucatanensis</i>	53	Sak bakekan	2060	2210	150
<i>Croton humilis</i>	29	Ikaban	2120	2180	60
<i>Blechnum brownei</i>	11	Ts'akal'bak	2240	2290	50
<i>Pisonia aculeata</i>	72	Beeb	2340	2620	280
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	16	Kitamche	2590	2850	260
<i>Pisonia aculeata</i>	72	Beeb	2750	2970	220
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	16	Kitamche	2860	2940	80
<i>Pisonia aculeata</i>	72	Beeb	2940	3000	60
<i>Pisonia aculeata</i>	72	Beeb	3000	3300	300
<i>Merremia aegyptia</i>	61	Kup'ak	3000	3350	350
<i>Tabernaemontana alba</i>	85	Uts'umpek	3000	3200	200
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	16	Kitamche	3330	3450	120
<i>Cordia gerascanthus</i>	26	Bakalche	3450	3490	40
<i>Diospyros anisandra</i>	38	Kakche	3450	3460	10
<i>Cordia gerascanthus</i>	26	Bakalche	3500	3550	50
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	16	Kitamche	3550	3620	70
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	16	Kitamche	3650	3800	150
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	16	Kitamche	3800	4000	200
<i>Morinda yucatanensis</i>	63	Piña kan	3800	4010	210

Nombre Científico	No. Sp.	Nombre Común	Int. Inicio (cm)	Int. Final (cm)	Intersección
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	16	Kitamche	4000	4100	100
<i>Dicliptera assurgens</i>	36	Pok'lam'pix	4000	4150	150
<i>Croton flavens</i>	28	Xikin ch'amak	4120	4160	40
<i>Morinda yucatanensis</i>	63	Piña kan	4230	4250	20
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	16	Kitamche	4230	4255	25
<i>Morinda yucatanensis</i>	63	Piña kan	4200	4410	210
<i>Gliricidia sepium</i>	46	Sakyab	4200	4415	215
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	16	Kitamche	4550	4740	190
<i>Gymnopodium floribundum</i>	49	Ts'its'ilche	4660	4840	180
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	16	Kitamche	4880	5000	120
<i>Morinda yucatanensis</i>	63	Piña kan	4860	4920	60
<i>Lasiacis divaricata</i>	56	Siit	4920	5000	80

Tabla 49 TRANSECTO 6 INTERSECCIÓN EN LINEA PREDIO XOCHEL

Nombre Científico	No. Sp.	Nombre Común	Int. Inicio (cm)	Int. Final (cm)	Intersección
<i>Cordia gerascanthus</i>	26	Bakalche	0	160	160
<i>Blechnum brownei</i>	11	Ts'akal'bak	0	120	120
<i>Croton humilis</i>	29	Ikaban	380	410	30
<i>Solanum umbellatum</i>	84	Ukuch	520	660	140
<i>Dicliptera assurgens</i>	36	Pok'lam'pix	540	810	270
<i>Blechnum brownei</i>	11	Ts'akal'bak	530	570	40
<i>Solanum umbellatum</i>	84	Ukuch	810	930	120
<i>Dalechampia scandens</i>	35	Molkoh	970	1000	30
<i>Dicliptera assurgens</i>	36	Pok'lam'pix	990	1030	40
<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	17	Xpakum	1050	1210	160
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	16	Kitamche	1050	1350	300
<i>Senna racemosa</i>	79	Kanolol	1310	1460	150
<i>Pithecellobium albicans</i>	73	Chukum	1350	1870	520
<i>Bonamia brevipedicellata</i>	12	Solen'ak	1355	1877	522
<i>Croton chichenensis</i>	27	Xikin burro	1660	1700	40
<i>Croton flavens</i>	28	Xikin ch'amak	1860	1910	50
<i>Pithecellobium albicans</i>	73	Chukum	1850	2360	510
<i>Acacia gaumeri</i>	3	Box katsim	2100	2270	170
<i>Hibiscus tubiflorus</i>	51	Chin chin pol	2100	2290	190
<i>Cissampelos pareira</i>	22	Petektun	2110	2290	180
<i>Solanum bicolor</i>	83	Siklimuch	2340	2660	320
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	16	Kitamche	2345	2665	320
<i>Diospyros cuneata</i>	39	Uchulche	2344	2663	319
<i>Mimosa bahamensis</i>	62	Sak katsim	2348	2670	322

Nombre Científico	No. Sp.	Nombre Común	Int. Inicio (cm)	Int. Final (cm)	Intersección
<i>Solanum bicolor</i>	83	Siklimuch	2660	3270	610
<i>Pithecellobium albicans</i>	73	Chukum	2665	3270	605
<i>Bromelia karatas</i>	13	Ch'am	2660	3200	540
<i>Hippocratea excelsa</i>	52	Sak boob	2700	3100	400
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	16	Kitamche	2800	3240	440
<i>Cissus gossypifolia</i>	23	Ta'ab kan'il	2840	2860	20
<i>Neea psychotrioides</i>	64	Xtat'si	2890	3160	270
<i>Diospyros cuneata</i>	39	Uchulche	2900	3000	100
<i>Bunchosia glabra</i>	14	Sipche	3000	3100	100
<i>Croton flavens</i>	28	Xikin ch'amak	3200	3400	200
<i>Acacia cornigera</i>	2	Subin	3215	3420	205
<i>Croton flavens</i>	28	Xikin ch'amak	3480	3670	190
<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	17	Xpakum	3482	3670	188
<i>Acacia cornigera</i>	2	Subin	3650	4000	350
<i>Mimosa bahamensis</i>	62	Sak katsim	3665	4000	335
<i>Solanum bicolor</i>	83	Siklimuch	3670	3900	230
<i>Croton flavens</i>	28	Xikin ch'amak	3700	3850	150
<i>Croton humilis</i>	29	Ikaban	3750	3890	140
<i>Pithecellobium albicans</i>	73	Chukum	4000	4500	500
<i>Croton flavens</i>	28	Xikin ch'amak	4000	4100	100
<i>Gymnopodium floribundum</i>	49	Ts'its'ilche	4000	4200	200
<i>Mimosa bahamensis</i>	62	Sak katsim	4050	4300	250
<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	17	Xpakum	4020	4400	380
<i>Mimosa bahamensis</i>	62	Sak katsim	4060	4350	290
<i>Croton flavens</i>	28	Xikin ch'amak	4100	4500	400
<i>Mimosa bahamensis</i>	62	Sak katsim	4500	4600	100
<i>Cordia gerascanthus</i>	26	Bakalche	4550	4665	115
<i>Gymnopodium floribundum</i>	49	Ts'its'ilche	4590	4598	8
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	16	Kitamche	4600	4700	100
<i>Viguiera dentata</i>	88	Tahonal	4600	4720	120
<i>Croton flavens</i>	28	Xikin ch'amak	4615	4750	135
<i>Tragia yucatanensis</i>	87	P'op'ox	4620	4755	135
<i>Gymnopodium floribundum</i>	49	Ts'its'ilche	4660	4850	190
<i>Gymnopodium floribundum</i>	49	Ts'its'ilche	4850	5000	150
<i>Viguiera dentata</i>	88	Tahonal	4855	5000	145
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	16	Kitamche	4856	5000	144

Tabla 50 TRANSECTO 7 INTERSECCIÓN EN LINEA PREDIO XOCHEL

Nombre Científico	No. Sp.	Nombre Común	Int. Inicio (cm)	Int. Final (cm)	Intersección
<i>Gymnopodium floribundum</i>	49	Ts'its'ilche	0	50	50
<i>Hybanthus yucatanensis</i>	53	Sak bakekan	0	55	55
<i>Croton reflexyfolius</i>	31	Pe'eskuts	90	170	80
<i>Croton reflexyfolius</i>	31	Pe'eskuts	170	400	230
<i>Bonamia brevipedicellata</i>	12	Solen'ak	165	400	235
<i>Cnidoscolus aconitifolius</i>	24	Chaya de monte	180	420	240
<i>Morinda yucatanensis</i>	63	Piña kan	175	400	225
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	59	Tzalam	370	400	30
<i>Bauhinia divaricata</i>	9	Ts'ulub'tok	450	550	100
<i>Acacia cornigera</i>	2	Subin	450	560	110
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	16	Kitamche	570	670	100
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	59	Tzalam	670	700	30
<i>Cnidoscolus aconitifolius</i>	24	Chaya de monte	700	850	150
<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	17	Xpakum	705	850	145
<i>Bonamia brevipedicellata</i>	12	Solen'ak	730	855	125
<i>Gymnopodium floribundum</i>	49	Ts'its'ilche	800	950	150
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	59	Tzalam	910	950	40
<i>Guettarda elliptica</i>	48	Kibche	970	1050	80
<i>Cydista potosina</i>	34	Ek kix	980	1000	20
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	59	Tzalam	1010	1040	30
<i>Cydista potosina</i>	34	Ek kix	1040	1080	40
<i>Acacia pennatula</i>	4	Chimay	1045	1080	35
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	59	Tzalam	1060	1080	20
<i>Solanum umbellatum</i>	84	Ukuch	1090	1230	140
<i>Senna racemosa</i>	79	kanlol	1100	1235	135
<i>Bromelia karatas</i>	13	Ch'am	1160	1430	270
<i>Callicarpa acuminata</i>	18	Xpukin	1165	1420	255
<i>Morinda yucatanensis</i>	63	Piña kan	1230	1350	120
<i>Cydista potosina</i>	34	Ek kix	1260	1390	130
<i>Pithecellobium albicans</i>	73	Chukum	1440	1800	360
<i>Abutilon permeole</i>	1	Sak mis	1460	1550	90
<i>Hibiscus tubiflorus</i>	51	Chin chin pol	1520	1560	40
<i>Blechum brownei</i>	11	Ts'akal'bak	1540	1640	100
<i>Capsicum annum var. aviculare</i>	20	Ma'ax ik	1600	1700	100
<i>Gymnopodium floribundum</i>	49	Ts'its'ilche	1600	1750	150
<i>Acacia pennatula</i>	4	Subin	1700	1890	190
<i>Pithecellobium albicans</i>	73	Chukum	1850	2560	710

Nombre Científico	No. Sp.	Nombre Común	Int. Inicio (cm)	Int. Final (cm)	Intersección
<i>Acacia pennatula</i>	4	Subin	1910	1950	40
<i>Hybanthus yucatanensis</i>	53	Sak bakekan	1990	2050	60
<i>Lasiacis divaricata</i>	56	Siit	2020	2080	60
<i>Hybanthus yucatanensis</i>	53	Sak bakekan	2070	2140	70
<i>Lasiacis divaricata</i>	56	Siit	2270	2360	90
<i>Capsicum annum var. aviculare</i>	20	Ma'ax ik	2270	2365	95
<i>Blechum brownei</i>	11	Ts'akal'bak	2420	2580	160
<i>Neea psychotrioides</i>	64	Xtat'si	2590	2620	30
<i>Piscidia piscipula</i>	71	Ja'abin	2620	2680	60
<i>Gymnopodium floribundum</i>	49	Ts'its'ilche	2700	2820	120
<i>Blechum brownei</i>	11	Ts'akal'bak	2750	2830	80
<i>Gymnopodium floribundum</i>	49	Ts'its'ilche	2850	2910	60
<i>Gymnopodium floribundum</i>	49	Ts'its'ilche	2970	3130	160
<i>Viguiera dentata</i>	88	Tahonal	2975	3135	160
<i>Gymnopodium floribundum</i>	49	Ts'its'ilche	3190	3440	250
<i>Passiflora coriacea</i>	70	Xik'sots	3300	3340	40
<i>Gymnopodium floribundum</i>	49	Ts'its'ilche	3490	3530	40
<i>Pithecellobium albicans</i>	73	Chukum	3570	3610	40
<i>Gymnopodium floribundum</i>	49	Ts'its'ilche	3610	3710	100
<i>Viguiera dentata</i>	88	Tahonal	3620	3715	95
<i>Gymnopodium floribundum</i>	49	Ts'its'ilche	3710	3830	120
<i>Morinda yucatanensis</i>	63	Piña kan	3720	3830	110
<i>Mimosa bahamensis</i>	62	Sak katsim	3725	3840	115
<i>Viguiera dentata</i>	88	Tahonal	3840	4050	210
<i>Gymnopodium floribundum</i>	49	Ts'its'ilche	3820	4015	195
<i>Passiflora coriacea</i>	70	Xik'sots	3800	4000	200
<i>Senna racemosa</i>	79	kanlol	3840	4055	215
<i>Viguiera dentata</i>	88	Tahonal	4030	4080	50
<i>Gymnopodium floribundum</i>	49	Ts'its'ilche	4100	4110	10
<i>Morinda yucatanensis</i>	63	Piña kan	4140	4180	40
<i>Dalechampia scandens</i>	35	Molkoh	4145	4185	40
<i>Acacia pennatula</i>	4	Chimay	4100	4330	230
<i>Pithecellobium albicans</i>	73	Chukum	4180	4270	90
<i>Gymnopodium floribundum</i>	49	Ts'its'ilche	4260	4330	70
<i>Piscidia piscipula</i>	71	Ja'abin	4310	4370	60
<i>Bauhinia erythrocallis</i>	10	Mejen ts'ulub'tok	4350	4390	40
<i>Mimosa bahamensis</i>	62	Sak katsim	4370	4420	50
<i>Randia longiloba</i>	75	Kax	4380	4480	100
<i>Bunchosia glabra</i>	14	Sipche	4400	4500	100
<i>Bauhinia divaricata</i>	9	Ts'ulub'tok	4500	4600	100

Nombre Científico	No. Sp.	Nombre Común	Int. Inicio (cm)	Int. Final (cm)	Intersección
<i>Galactia striata</i>	45	Kaxabyuk	4550	4660	110
<i>Mimosa bahamensis</i>	62	Sak katsim	4510	4600	90
<i>Acacia pennatula</i>	4	Chimay	4400	4600	200
<i>Solanum umbellatum</i>	84	Ukuch	4600	4800	200
<i>Senna racemosa</i>	79	kanlol	4605	4800	195
<i>Mimosa bahamensis</i>	62	Sak katsim	4600	4850	250
<i>Pisonia aculeata</i>	72	Beeb	4570	4630	60
<i>Heteropterys laurifolia</i>	50	Pepen'ak	4500	4600	100
<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	58	Ya'ax xuul	4555	4601	46
<i>Cydista potosina</i>	34	Ek kix	4620	4680	60
<i>Croton flavens</i>	28	Xikin ch'amak	4680	4780	100
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	42	Sak hok'ob	4700	4950	250
<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	81	Box putsmukuy	4800	4860	60
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	16	Kitamche	4825	4860	35
<i>Celtis iguanaea</i>	21	Ichak mis	4820	4950	130
<i>Lasiacis divaricata</i>	56	Siit	4920	4980	60
<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	81	Box putsmukuy	4921	4982	61
<i>Acacia riparia</i>	5	Xleets	4950	5000	50
<i>Lasiacis divaricata</i>	56	Siit	4981	5000	19
<i>Piscidia piscipula</i>	71	Ja'abin	4985	5000	15

Tabla 51 TRANSECTO 8 INTERSECCIÓN EN LINEA PREDIO XOCHEL

Nombre Científico	No. Sp.	Nombre Común	Int. Inicio (cm)	Int. Final (cm)	Intersección
<i>Piscidia piscipula</i>	71	Ja'abin	0	50	50
<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	58	Ya'ax xuul	0	60	60
<i>Hippocratea excelsa</i>	52	Sak boob	0	70	70
<i>Diospyros anisandra</i>	38	Kakche	80	170	90
<i>Morinda yucatanensis</i>	63	Piña kan	83	160	77
<i>Zuelania guidonia</i>	89	Tamay	84	170	86
<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	58	Ya'ax xuul	220	300	80
<i>Bauhinia divaricata</i>	9	Ts'ulub'tok	225	300	75
<i>Colubrina greggii</i>	25	Pimienta che	300	400	100
<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	58	Ya'ax xuul	400	500	100
<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	58	Ya'ax xuul	500	600	100
<i>Lasiacis divaricata</i>	56	Siit	505	600	95
<i>Neea psychotrioides</i>	64	Xtat'si	515	600	85
<i>Bauhinia divaricata</i>	9	Ts'ulub'tok	600	700	100
<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	58	Ya'ax xuul	650	701	51
<i>Diospyros albens</i>	37	Silil	655	715	60

Nombre Científico	No. Sp.	Nombre Común	Int. Inicio (cm)	Int. Final (cm)	Intersección
<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	58	Ya'ax xuul	700	800	100
<i>Diospyros albens</i>	37	Silil	715	800	85
<i>Hippocratea excelsa</i>	52	Sak boob	720	730	10
<i>Bursera simaruba</i>	15	Chakah	800	900	100
<i>Diospyros anisandra</i>	38	Kakche	805	920	115
<i>Bauhinia divaricata</i>	9	Ts'ulub'tok	850	950	100
<i>Bunchosia glabra</i>	14	Sipche	900	1000	100
<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	58	Ya'ax xuul	915	1010	95
<i>Bauhinia divaricata</i>	9	Ts'ulub'tok	1020	1030	10
<i>Croton reflexyfolius</i>	31	Pe'escuts	1050	1060	10
<i>Bauhinia divaricata</i>	9	Ts'ulub'tok	1000	1100	100
<i>Diospyros anisandra</i>	38	Kakche	1050	1115	65
<i>Hippocratea excelsa</i>	52	Sak boob	1060	1100	40
<i>Colubrina greggii</i>	25	Pimienta che	1100	1200	100
<i>Manihot aesculifolia</i>	60	Akche	1120	1220	100
<i>Amphilophium paniculatum</i>	6	Sak'ak	1150	1280	130
<i>Arrabidaea patellifera</i>	8	Anilkab	1170	1190	20
<i>Touinia paucidentata</i>	86	Kanchunub	1200	1300	100
<i>Cydista diversifolia</i>	33	Soskil'ak	1250	1310	60
<i>Gymnopodium floribundum</i>	49	Ts'its'ilche	1300	1400	100
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	59	Tzalam	1100	1500	400
<i>Mimosa bahamensis</i>	62	Sak katsim	1400	1450	50
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	59	Tzalam	1460	1470	10
<i>Colubrina greggii</i>	25	Pimienta che	1490	1500	10
<i>Guettarda elliptica</i>	48	Kibche	1500	1550	50
<i>Randia aculeata</i>	74	Pechkitam	1550	1600	50
<i>Morinda yucatanensis</i>	63	Piña kan	1600	1650	50
<i>Randia aculeata</i>	74	Pechkitam	1660	1670	10
<i>Diospyros anisandra</i>	38	Kakche	1669	1700	31
<i>Amphilophium paniculatum</i>	6	Sak'ak	1690	1700	10
<i>Piscidia piscipula</i>	71	Ja'abin	1800	1850	50
<i>Mimosa bahamensis</i>	62	Sak katsim	1860	1880	20
<i>Gymnopodium floribundum</i>	49	Ts'its'ilche	1890	1895	5
<i>Gymnopodium floribundum</i>	49	Ts'its'ilche	1898	1900	2
<i>Galactia striata</i>	45	Kaxabyuk	1900	1950	50
<i>Samida yucatanensis</i>	78	Mukuyche	1960	2000	40
<i>Galactia striata</i>	45	Kaxabyuk	2000	2050	50
<i>Gymnopodium floribundum</i>	49	Ts'its'ilche	2070	2080	10
<i>Morinda yucatanensis</i>	63	Piña kan	2090	2100	10
<i>Gymnopodium floribundum</i>	49	Ts'its'ilche	2100	2115	15
<i>Mimosa bahamensis</i>	62	Sak katsim	2150	2180	30

Nombre Científico	No. Sp.	Nombre Común	Int. Inicio (cm)	Int. Final (cm)	Intersección
<i>Bonamia brevipedicellata</i>	12	Solen'ak	2190	2200	10
<i>Gymnopodium floribundum</i>	49	Ts'its'ilche	2200	2230	30
<i>Pithecellobium albicans</i>	73	Chukum	2290	2300	10
<i>Gymnopodium floribundum</i>	49	Ts'its'ilche	2300	2350	50
<i>Colubrina greggii</i>	25	Pimienta che	2390	2400	10
<i>Bauhinia divaricata</i>	9	Ts'ulub'tok	2400	2460	60
<i>Gymnopodium floribundum</i>	49	Ts'its'ilche	2470	2480	10
<i>Cissus gossypifolia</i>	23	Ta'ab kan'il	2490	2495	5
<i>Pithecellobium albicans</i>	73	Chukum	2498	2500	2
<i>Morinda yucatanensis</i>	63	Piña kan	2500	2550	50
<i>Gymnopodium floribundum</i>	49	Ts'its'ilche	2570	2580	10
<i>Amphilophium paniculatum</i>	6	Sak'ak	2590	2600	10
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	16	Kitamche	2600	2650	50
<i>Gymnopodium floribundum</i>	49	Ts'its'ilche	2660	2680	20
<i>Morinda yucatanensis</i>	63	Piña kan	2690	2700	10
<i>Morinda yucatanensis</i>	63	Piña kan	2700	2710	10
<i>Cuphea utriculosa</i>	32	Kuchel	2720	2750	30
<i>Cissus gossypifolia</i>	23	Ta'ab kan'il	2790	2800	10
<i>Gymnopodium floribundum</i>	49	Ts'its'ilche	2800	2830	30
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	16	Kitamche	2890	2900	10
<i>Arrabidaea patellifera</i>	8	Anilkab	2900	2935	35
<i>Gymnopodium floribundum</i>	49	Ts'its'ilche	2940	2950	10
<i>Morinda yucatanensis</i>	63	Piña kan	2990	3000	10
<i>Colubrina greggii</i>	25	Pimienta che	3000	3060	60
<i>Morinda yucatanensis</i>	63	Piña kan	3080	3090	10
<i>Arrabidaea patellifera</i>	8	Anilkab	3095	3100	5
<i>Amphilophium paniculatum</i>	6	Sak'ak	3100	3115	15
<i>Gymnopodium floribundum</i>	49	Ts'its'ilche	3120	3150	30
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	16	Kitamche	3190	3200	10
<i>Morinda yucatanensis</i>	63	Piña kan	3200	3240	40
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	16	Kitamche	3260	3270	10
<i>Morinda yucatanensis</i>	63	Piña kan	3280	3300	20
<i>Arrabidaea floribunda</i>	7	Bilimkok	3300	3380	80
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	16	Kitamche	3390	3400	10
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	55	Lu'umche	3400	3440	40
<i>Lasiacis divaricata</i>	56	Siit	3450	3460	10
<i>Arrabidaea patellifera</i>	8	Anilkab	3490	3500	10
<i>Morinda yucatanensis</i>	63	Piña kan	3500	3600	100
<i>Morinda yucatanensis</i>	63	Piña kan	3670	3750	80
<i>Gymnopodium floribundum</i>	49	Ts'its'ilche	3780	3800	20
<i>Cissus gossypifolia</i>	23	Ta'ab kan'il	3800	3860	60

Nombre Científico	No. Sp.	Nombre Común	Int. Inicio (cm)	Int. Final (cm)	Intersección
<i>Bromelia karatas</i>	13	Ch'am	3890	3900	10
<i>Acacia cornigera</i>	2	Subin	4000	4200	200
<i>Bursera simaruba</i>	15	Chakah	4260	4350	90
<i>Lasiacis divaricata</i>	56	Siit	4360	4400	40
<i>Lasiacis divaricata</i>	56	Siit	4400	4500	100
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	16	Kitamche	4590	4600	10
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	16	Kitamche	4650	4700	50
<i>Isocarpha oppositifolia</i>	54	Sak sahum	4700	4800	100
<i>Gymnopodium floribundum</i>	49	Ts'its'ilche	4800	4950	150
<i>Lasiacis divaricata</i>	56	Siit	4950	5000	50

Los datos obtenidos se analizaron para establecer las especies dominantes, su densidad (100%) la frecuencia relativa de estas (100%), su cobertura (100%) y en promedio, su importancia ecológica relativa, haciendo un total de 300% posible.

A continuación se presentan los resultados:

Tabla 52. Estructura de la comunidad herbácea y arbustiva del predio del proyecto para la construcción de una granja acuícola en Xoccel, Yucatán.

NOMBRE CIENTIFICO	Encuentros	Índice de Densidad lineal	Dens. Relativa	Intercepción (cms)	Índice de Cob. Lineal	Cob. Relativa	Intervalos ocurrencia	Frecuencia	Frec. Relativa	Valor de Importancia
<i>Gymnopodium floribundum</i>	55	0.1375	8.97%	5665	0.1416	8.52%	22	0.550	5.49%	22.98%
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	42	0.1050	6.85%	5564	0.1391	8.37%	20	0.500	4.99%	20.21%
<i>Pithecellobium albicans</i>	21	0.0525	3.43%	6777	0.1694	10.19%	16	0.400	3.99%	17.61%
<i>Mimosa bahamensis</i>	26	0.0650	4.24%	2904	0.0726	4.37%	17	0.425	4.24%	12.85%
<i>Morinda yucatanensis</i>	32	0.0800	5.22%	2092	0.0523	3.15%	17	0.425	4.24%	12.61%
<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	27	0.0675	4.40%	1857	0.0464	2.79%	15	0.375	3.74%	10.94%
<i>Hybanthus yucatanensis</i>	24	0.0600	3.92%	2070	0.0518	3.11%	15	0.375	3.74%	10.77%
<i>Neomillspaughia emarginata</i>	33	0.0825	5.38%	2359	0.0590	3.55%	7	0.175	1.75%	10.68%
<i>Croton flavens</i>	21	0.0525	3.43%	2155	0.0539	3.24%	13	0.325	3.24%	9.91%
<i>Cordia gerascanthus</i>	19	0.0475	3.10%	2023	0.0506	3.04%	12	0.300	2.99%	9.14%
<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	12	0.0300	1.96%	1788	0.0447	2.69%	10	0.250	2.49%	7.14%
<i>Bauhinia divaricata</i>	14	0.0350	2.28%	1362	0.0341	2.05%	10	0.250	2.49%	6.83%
<i>Viguiera dentata</i>	12	0.0300	1.96%	1370	0.0343	2.06%	9	0.225	2.24%	6.26%
<i>Colubrina greggii</i>	14	0.0350	2.28%	855	0.0214	1.29%	10	0.250	2.49%	6.06%
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	11	0.0275	1.79%	1700	0.0425	2.56%	6	0.150	1.50%	5.85%
<i>Piscidia piscipula</i>	10	0.0250	1.63%	1285	0.0321	1.93%	8	0.200	2.00%	5.56%
<i>Pisonia aculeata</i>	10	0.0250	1.63%	1280	0.0320	1.93%	6	0.150	1.50%	5.05%
<i>Acacia cornigera</i>	9	0.0225	1.47%	1155	0.0289	1.74%	7	0.175	1.75%	4.95%
<i>Croton reflexyfolius</i>	11	0.0275	1.79%	679	0.0170	1.02%	8	0.200	2.00%	4.81%
<i>Lasiacis divaricata</i>	11	0.0275	1.79%	634	0.0159	0.95%	7	0.175	1.75%	4.49%
<i>Acacia pennatula</i>	9	0.0225	1.47%	1075	0.0269	1.62%	5	0.125	1.25%	4.33%
<i>Bunchosia glabra</i>	9	0.0225	1.47%	585	0.0146	0.88%	7	0.175	1.75%	4.09%
<i>Senna racemosa</i>	6	0.0150	0.98%	935	0.0234	1.41%	6	0.150	1.50%	3.88%
<i>Cydista potosina</i>	7	0.0175	1.14%	580	0.0145	0.87%	6	0.150	1.50%	3.51%
<i>Bonamia brevipedicellata</i>	5	0.0125	0.82%	992	0.0248	1.49%	4	0.100	1.00%	3.31%
<i>Blechum brownei</i>	7	0.0175	1.14%	590	0.0148	0.89%	5	0.125	1.25%	3.28%
<i>Acacia gaumeri</i>	5	0.0125	0.82%	910	0.0228	1.37%	4	0.100	1.00%	3.18%
<i>Hippocratea excelsa</i>	6	0.0150	0.98%	620	0.0155	0.93%	5	0.125	1.25%	3.16%
<i>Bromelia karatas</i>	4	0.0100	0.65%	930	0.0233	1.40%	4	0.100	1.00%	3.05%
<i>Diospyros anisandra</i>	7	0.0175	1.14%	596	0.0149	0.90%	4	0.100	1.00%	3.04%
<i>Galactia striata</i>	6	0.0150	0.98%	300	0.0075	0.45%	6	0.150	1.50%	2.93%
<i>Dicliptera assurgens</i>	5	0.0125	0.82%	800	0.0200	1.20%	3	0.075	0.75%	2.77%
<i>Solanum bicolor</i>	3	0.0075	0.49%	1160	0.0290	1.74%	2	0.050	0.50%	2.73%
<i>Diospyros cuneata</i>	6	0.0150	0.98%	609	0.0152	0.92%	3	0.075	0.75%	2.64%
<i>Neea psychotrioides</i>	4	0.0100	0.65%	485	0.0121	0.73%	4	0.100	1.00%	2.38%
<i>Solanum umbellatum</i>	4	0.0100	0.65%	600	0.0150	0.90%	3	0.075	0.75%	2.30%

NOMBRE CIENTIFICO	Encuentros	Indice de Densidad lineal	Dens. Relativa	Intercepción (cms)	Indice de Cob. Lineal	Cob. Relativa	Intervalos ocurrencia	Frecuencia	Frec. Relativa	Valor de Importancia
<i>Amphilophium paniculatum</i>	5	0.0125	0.82%	243	0.0061	0.37%	4	0.100	1.00%	2.18%
<i>Guettarda elliptica</i>	4	0.0100	0.65%	300	0.0075	0.45%	4	0.100	1.00%	2.10%
<i>Croton humilis</i>	4	0.0100	0.65%	260	0.0065	0.39%	4	0.100	1.00%	2.04%
<i>Cissus gossypifolia</i>	5	0.0125	0.82%	145	0.0036	0.22%	4	0.100	1.00%	2.03%
<i>Gliricidia sepium</i>	3	0.0075	0.49%	515	0.0129	0.77%	3	0.075	0.75%	2.01%
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	3	0.0075	0.49%	370	0.0093	0.56%	3	0.075	0.75%	1.79%
<i>Cnidoscolus aconitifolius</i>	3	0.0075	0.49%	490	0.0123	0.74%	2	0.050	0.50%	1.73%
<i>Capsicum annum var. aviculare</i>	3	0.0075	0.49%	245	0.0061	0.37%	3	0.075	0.75%	1.61%
<i>Bursera simaruba</i>	3	0.0075	0.49%	214	0.0054	0.32%	3	0.075	0.75%	1.56%
<i>Eugenia mayana</i>	3	0.0075	0.49%	200	0.0050	0.30%	3	0.075	0.75%	1.54%
<i>Arrabidaea patellifera</i>	4	0.0100	0.65%	70	0.0018	0.11%	3	0.075	0.75%	1.51%
<i>Randia aculeata</i>	4	0.0100	0.65%	230	0.0058	0.35%	2	0.050	0.50%	1.50%
<i>Tragia yucatanensis</i>	3	0.0075	0.49%	175	0.0044	0.26%	3	0.075	0.75%	1.50%
<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	3	0.0075	0.49%	311	0.0078	0.47%	2	0.050	0.50%	1.46%
<i>Cuphea utriculosa</i>	3	0.0075	0.49%	140	0.0035	0.21%	3	0.075	0.75%	1.45%
<i>Eupatorium odoratum</i>	3	0.0075	0.49%	470	0.0118	0.71%	1	0.025	0.25%	1.45%
<i>Serjania adiantoides</i>	3	0.0075	0.49%	123	0.0031	0.19%	3	0.075	0.75%	1.42%
<i>Samida yucatanensis</i>	3	0.0075	0.49%	80	0.0020	0.12%	3	0.075	0.75%	1.36%
<i>Acacia riparia</i>	2	0.0050	0.33%	350	0.0088	0.53%	2	0.050	0.50%	1.35%
<i>Callicarpa acuminata</i>	2	0.0050	0.33%	345	0.0086	0.52%	2	0.050	0.50%	1.34%
<i>Hibiscus tubiflorus</i>	2	0.0050	0.33%	230	0.0058	0.35%	2	0.050	0.50%	1.17%
<i>Rourea glabra</i>	2	0.0050	0.33%	180	0.0045	0.27%	2	0.050	0.50%	1.10%
<i>Touinia paucidentata</i>	2	0.0050	0.33%	180	0.0045	0.27%	2	0.050	0.50%	1.10%
<i>Abutilon permeole</i>	2	0.0050	0.33%	100	0.0025	0.15%	2	0.050	0.50%	0.98%
<i>Merremia aegyptia</i>	1	0.0025	0.16%	350	0.0088	0.53%	1	0.025	0.25%	0.94%
<i>Passiflora coriacea</i>	2	0.0050	0.33%	240	0.0060	0.36%	1	0.025	0.25%	0.94%
<i>Dalechampia scandens</i>	2	0.0050	0.33%	70	0.0018	0.11%	2	0.050	0.50%	0.93%
<i>Diospyros albens</i>	2	0.0050	0.33%	145	0.0036	0.22%	1	0.025	0.25%	0.79%
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	1	0.0025	0.16%	250	0.0063	0.38%	1	0.025	0.25%	0.79%
<i>Tabernaemontana alba</i>	1	0.0025	0.16%	200	0.0050	0.30%	1	0.025	0.25%	0.71%
<i>Cissampelos pareira</i>	1	0.0025	0.16%	180	0.0045	0.27%	1	0.025	0.25%	0.68%
<i>Parmentiera millspaughiana</i>	1	0.0025	0.16%	150	0.0038	0.23%	1	0.025	0.25%	0.64%
<i>Celtis iguanaea</i>	1	0.0025	0.16%	130	0.0033	0.20%	1	0.025	0.25%	0.61%
<i>Olyra yucatanensis</i>	1	0.0025	0.16%	130	0.0033	0.20%	1	0.025	0.25%	0.61%
<i>Gonolobus barbatus</i>	1	0.0025	0.16%	100	0.0025	0.15%	1	0.025	0.25%	0.56%
<i>Heteropterys laurifolia</i>	1	0.0025	0.16%	100	0.0025	0.15%	1	0.025	0.25%	0.56%
<i>Isocarpha oppositifolia</i>	1	0.0025	0.16%	100	0.0025	0.15%	1	0.025	0.25%	0.56%
<i>Manihot aesculifolia</i>	1	0.0025	0.16%	100	0.0025	0.15%	1	0.025	0.25%	0.56%
<i>Randia longiloba</i>	1	0.0025	0.16%	100	0.0025	0.15%	1	0.025	0.25%	0.56%
<i>Diphysa carthagenensis</i>	1	0.0025	0.16%	90	0.0023	0.14%	1	0.025	0.25%	0.55%

NOMBRE CIENTIFICO	Encuentros	Indice de Densidad lineal	Dens. Relativa	Intercepción (cms)	Indice de Cob. Lineal	Cob. Relativa	Intervalos ocurrencia	Frecuencia	Frec. Relativa	Valor de Importancia
<i>Leucaena leucocephala</i>	1	0.0025	0.16%	90	0.0023	0.14%	1	0.025	0.25%	0.55%
<i>Zuelania guidonia</i>	1	0.0025	0.16%	86	0.0022	0.13%	1	0.025	0.25%	0.54%
<i>Arrabidaea floribunda</i>	1	0.0025	0.16%	80	0.0020	0.12%	1	0.025	0.25%	0.53%
<i>Sideroxylon retusa</i>	1	0.0025	0.16%	80	0.0020	0.12%	1	0.025	0.25%	0.53%
<i>Croton malvavisciifolius</i>	1	0.0025	0.16%	70	0.0018	0.11%	1	0.025	0.25%	0.52%
<i>Cydista diversifolia</i>	1	0.0025	0.16%	60	0.0015	0.09%	1	0.025	0.25%	0.50%
<i>Rehdera trinervis</i>	1	0.0025	0.16%	60	0.0015	0.09%	1	0.025	0.25%	0.50%
<i>Nopalea cochinillifera</i>	1	0.0025	0.16%	50	0.0013	0.08%	1	0.025	0.25%	0.49%
<i>Bauhinia erythrocallys</i>	1	0.0025	0.16%	40	0.0010	0.06%	1	0.025	0.25%	0.47%
<i>Capparis incana</i>	1	0.0025	0.16%	40	0.0010	0.06%	1	0.025	0.25%	0.47%
<i>Croton chichenensis</i>	1	0.0025	0.16%	40	0.0010	0.06%	1	0.025	0.25%	0.47%
<i>Parathesis cubana</i>	1	0.0025	0.16%	30	0.0008	0.05%	1	0.025	0.25%	0.46%
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	1	0.0025	0.16%	10	0.0003	0.02%	1	0.025	0.25%	0.43%
Total		1.5325	100%		1.6620	100%		10.025	100%	300%

De acuerdo al análisis estadístico, entre las siguientes 8 especies *Gymnopodium floribundum* (22.98%), *Caesalpinia gaumeri* (20.21%), *Pithecellobium albicans* (17.61%), *Mimosa bahamensis* (12.85%), *Morinda yucatanensis* (12.61%) *Lonchocarpus yucatanensis* (10.94%), *Hybanthus yucatanensis* (10.77%) y *Neomillspaughia emarginata* (10.68%) se tiene un 118% de importancia ecológica relativa, mientras que las 81 especies restantes representan el 182%, lo que representa una comunidad con algunas especies como dominantes con una gran cantidad de especies accesorias.

También se determinaron los índices de diversidad de Shannon –Wiener y el de similitud de Simpson.

Tabla 53 índices de diversidad de Shannon –Wiener y el de similitud de Simpson de la comunidad herbácea y arbustiva del predio del proyecto Construcción y Operación de una Granja de Producción Acuícola de Tilapia en el Municipio de Xocchel, Yucatán.

NOMBRE CIENTIFICO	Encuentros	Pi	Ln Pi	Pi*LnPi	Pi^2
<i>Gymnopodium floribundum</i>	55	0.0897	-2.4110	-0.2163	0.008050
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	42	0.0685	-2.6807	-0.1837	0.004694
<i>Neomillspaughia emarginata</i>	33	0.0538	-2.9219	-0.1573	0.002898
<i>Morinda yucatanensis</i>	32	0.0522	-2.9526	-0.1541	0.002725
<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	27	0.0440	-3.1225	-0.1375	0.001940
<i>Mimosa bahamensis</i>	26	0.0424	-3.1603	-0.1340	0.001799
<i>Hybanthus yucatanensis</i>	24	0.0392	-3.2403	-0.1269	0.001533
<i>Croton flavens</i>	21	0.0343	-3.3738	-0.1156	0.001174
<i>Pithecellobium albicans</i>	21	0.0343	-3.3738	-0.1156	0.001174
<i>Cordia gerascanthus</i>	19	0.0310	-3.4739	-0.1077	0.000961
<i>Bauhinia divaricata</i>	14	0.0228	-3.7793	-0.0863	0.000522
<i>Colubrina greggii</i>	14	0.0228	-3.7793	-0.0863	0.000522
<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	12	0.0196	-3.9335	-0.0770	0.000383
<i>Viguiera dentata</i>	12	0.0196	-3.9335	-0.0770	0.000383
<i>Croton reflexyfolius</i>	11	0.0179	-4.0205	-0.0721	0.000322
<i>Lasiacis divaricata</i>	11	0.0179	-4.0205	-0.0721	0.000322
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	11	0.0179	-4.0205	-0.0721	0.000322
<i>Piscidia piscipula</i>	10	0.0163	-4.1158	-0.0671	0.000266
<i>Pisonia aculeata</i>	10	0.0163	-4.1158	-0.0671	0.000266
<i>Acacia cornigera</i>	9	0.0147	-4.2211	-0.0620	0.000216
<i>Acacia pennatula</i>	9	0.0147	-4.2211	-0.0620	0.000216
<i>Bunchosia glabra</i>	9	0.0147	-4.2211	-0.0620	0.000216
<i>Blechnum brownei</i>	7	0.0114	-4.4725	-0.0511	0.000130
<i>Cydista potosina</i>	7	0.0114	-4.4725	-0.0511	0.000130
<i>Diospyros anisandra</i>	7	0.0114	-4.4725	-0.0511	0.000130
<i>Diospyros cuneata</i>	6	0.0098	-4.6266	-0.0453	0.000096
<i>Galactia striata</i>	6	0.0098	-4.6266	-0.0453	0.000096
<i>Hippocratea excelsa</i>	6	0.0098	-4.6266	-0.0453	0.000096
<i>Senna racemosa</i>	6	0.0098	-4.6266	-0.0453	0.000096
<i>Acacia gaumeri</i>	5	0.0082	-4.8089	-0.0392	0.000067
<i>Amphilophium paniculatum</i>	5	0.0082	-4.8089	-0.0392	0.000067
<i>Bonamia brevipedicellata</i>	5	0.0082	-4.8089	-0.0392	0.000067
<i>Cissus gossypifolia</i>	5	0.0082	-4.8089	-0.0392	0.000067
<i>Dicliptera assurgens</i>	5	0.0082	-4.8089	-0.0392	0.000067
<i>Arrabidaea patellifera</i>	4	0.0065	-5.0321	-0.0328	0.000043
<i>Bromelia karatas</i>	4	0.0065	-5.0321	-0.0328	0.000043
<i>Croton humilis</i>	4	0.0065	-5.0321	-0.0328	0.000043

NOMBRE CIENTIFICO	Encuentros	Pi	Ln Pi	Pi*LnPi	Pi^2
<i>Guettarda elliptica</i>	4	0.0065	-5.0321	-0.0328	0.000043
<i>Neea psychotrioides</i>	4	0.0065	-5.0321	-0.0328	0.000043
<i>Randia aculeata</i>	4	0.0065	-5.0321	-0.0328	0.000043
<i>Solanum umbellatum</i>	4	0.0065	-5.0321	-0.0328	0.000043
<i>Bursera simaruba</i>	3	0.0049	-5.3198	-0.0260	0.000024
<i>Capsicum annum var. aviculare</i>	3	0.0049	-5.3198	-0.0260	0.000024
<i>Cnidoscolus aconitifolius</i>	3	0.0049	-5.3198	-0.0260	0.000024
<i>Cuphea utriculosa</i>	3	0.0049	-5.3198	-0.0260	0.000024
<i>Eugenia mayana</i>	3	0.0049	-5.3198	-0.0260	0.000024
<i>Eupatorium odoratum</i>	3	0.0049	-5.3198	-0.0260	0.000024
<i>Gliricidia sepium</i>	3	0.0049	-5.3198	-0.0260	0.000024
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	3	0.0049	-5.3198	-0.0260	0.000024
<i>Samida yucatanensis</i>	3	0.0049	-5.3198	-0.0260	0.000024
<i>Serjania adiantoides</i>	3	0.0049	-5.3198	-0.0260	0.000024
<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	3	0.0049	-5.3198	-0.0260	0.000024
<i>Solanum bicolor</i>	3	0.0049	-5.3198	-0.0260	0.000024
<i>Tragia yucatanensis</i>	3	0.0049	-5.3198	-0.0260	0.000024
<i>Abutilon permeole</i>	2	0.0033	-5.7252	-0.0187	0.000011
<i>Acacia riparia</i>	2	0.0033	-5.7252	-0.0187	0.000011
<i>Callicarpa acuminata</i>	2	0.0033	-5.7252	-0.0187	0.000011
<i>Dalechampia scandens</i>	2	0.0033	-5.7252	-0.0187	0.000011
<i>Diospyros albens</i>	2	0.0033	-5.7252	-0.0187	0.000011
<i>Hibiscus tubiflorus</i>	2	0.0033	-5.7252	-0.0187	0.000011
<i>Passiflora coriacea</i>	2	0.0033	-5.7252	-0.0187	0.000011
<i>Rourea glabra</i>	2	0.0033	-5.7252	-0.0187	0.000011
<i>Touinia paucidentata</i>	2	0.0033	-5.7252	-0.0187	0.000011
<i>Arrabidaea floribunda</i>	1	0.0016	-6.4184	-0.0105	0.000003
<i>Bauhinia erythrocallys</i>	1	0.0016	-6.4184	-0.0105	0.000003
<i>Capparis incana</i>	1	0.0016	-6.4184	-0.0105	0.000003
<i>Celtis iguanaea</i>	1	0.0016	-6.4184	-0.0105	0.000003
<i>Cissampelos pareira</i>	1	0.0016	-6.4184	-0.0105	0.000003
<i>Croton chichenensis</i>	1	0.0016	-6.4184	-0.0105	0.000003
<i>Croton malvavisciifolius</i>	1	0.0016	-6.4184	-0.0105	0.000003
<i>Cydista diversifolia</i>	1	0.0016	-6.4184	-0.0105	0.000003
<i>Diphysa carthagenensis</i>	1	0.0016	-6.4184	-0.0105	0.000003
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	1	0.0016	-6.4184	-0.0105	0.000003
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	1	0.0016	-6.4184	-0.0105	0.000003
<i>Gonolobus barbatus</i>	1	0.0016	-6.4184	-0.0105	0.000003
<i>Heteropterys laurifolia</i>	1	0.0016	-6.4184	-0.0105	0.000003
<i>Isocarpha oppositifolia</i>	1	0.0016	-6.4184	-0.0105	0.000003
<i>Leucaena leucocephala</i>	1	0.0016	-6.4184	-0.0105	0.000003

NOMBRE CIENTIFICO	Encuentros	Pi	Ln Pi	Pi*LnPi	Pi^2
<i>Manihot aesculifolia</i>	1	0.0016	-6.4184	-0.0105	0.000003
<i>Merremia aegyptia</i>	1	0.0016	-6.4184	-0.0105	0.000003
<i>Nopalea cochinillifera</i>	1	0.0016	-6.4184	-0.0105	0.000003
<i>Olyra yucatanensis</i>	1	0.0016	-6.4184	-0.0105	0.000003
<i>Parathesis cubana</i>	1	0.0016	-6.4184	-0.0105	0.000003
<i>Parmentiera millspaughiana</i>	1	0.0016	-6.4184	-0.0105	0.000003
<i>Randia longiloba</i>	1	0.0016	-6.4184	-0.0105	0.000003
<i>Rehdera trinervis</i>	1	0.0016	-6.4184	-0.0105	0.000003
<i>Sideroxylon retusa</i>	1	0.0016	-6.4184	-0.0105	0.000003
<i>Tabernaemontana alba</i>	1	0.0016	-6.4184	-0.0105	0.000003
<i>Zuelania guidonia</i>	1	0.0016	-6.4184	-0.0105	0.000003
Total	613			-3.8511	0.0328

El índice de diversidad encontrado $H'=3.851$ es característico de una comunidad con una gran variedad de especies, entre las que destacan las especies herbáceas anuales, consistente con las características de la vegetación encontrada en el predio en la parte que ha sido sujeta a explotación agrícola y/o pecuaria.

El índice de similitud (Simson) $\lambda=0.033$ habla de una baja dominancia, es decir no hay una especie claramente dominante, sino que se presentan muchas especies.

Asimismo, se determinó la estructura de la comunidad arbórea mediante puntos en cuadrante en transectos de 50 metros cada uno. A continuación se presentan los resultados:

Tabla 54 TRANSECTO 1 de la comunidad arbórea del predio del proyecto Construcción y Operación de una Granja de Producción Acuícola de Tilapia en el Municipio de Xocchel, Yucatán

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	DN	FUSTE	ALTURA	COBERTURA	DISTANCIA AL ARBOL PROXIMO (m)	
<i>Pithecellobium albicans</i>	Chukum	18	1.3	7	8	1.2	
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalam	17	3	7	6	6	
<i>Pithecellobium albicans</i>	Chukum	10	2.4	7	5	5.5	
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalam	14	3	7	5	8	10 metros
<i>Piscidia piscipula</i>	Ja'abin	11	6	8	5	1.5	
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalam	10	4.5	6	1	5	
<i>Pithecellobium albicans</i>	Chukum	11	5	7.5	6	7	
<i>Pithecellobium albicans</i>	Chukum	11	1.3	7	6	6	20 metros
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitamche	10	2	3	3	4.7	

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	DN	FUSTE	ALTURA	COBERTURA	DISTANCIA AL ARBOL PROXIMO (m)	
<i>Piscidia piscipula</i>	Ja'abin	16	2.8	7	8	1	
<i>Pithecellobium albicans</i>	Chukum	15	4.5	8	8	4.6	
<i>Piscidia piscipula</i>	Ja'abin	10	5	6	2	3.8	30 metros
<i>Piscidia piscipula</i>	Ja'abin	12	2	7	6	2.3	
<i>Pithecellobium albicans</i>	Chukum	12	2.4	7	7	2.3	
<i>Pithecellobium albicans</i>	Chukum	11	3.5	7	3	2.3	
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitamche	16	3	6	12	4.3	40 metros
<i>Acacia glomerosa</i>	Sak pich	10	4	6	3	2.5	
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitamche	12	3	6	8	6.5	
<i>Machlura tinctoria</i>	Mora	22	1.3	6	8	6	
<i>Pithecellobium albicans</i>	Chukum	12	4.5	7	8	7.5	50 metros

Tabla 55 TRANSECTO 2 de la comunidad arbórea del predio del proyecto Construcción y Operación de una Granja de Producción Acuícola de Tilapia en el Municipio de Xocchel, Yucatán

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	DN	FUSTE	ALTURA	COBERTURA	DISTANCIA AL ARBOL PROXIMO (m)	
<i>Acacia gaumeri</i>	Box katsim	10	1.3	7	8	3	
<i>Acacia gaumeri</i>	Box katsim	10	1.3	3.5	8	3	
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalam	12	3.5	7	5	3	
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitamche	12	4	8	5	4	10 metros
<i>Trichilia havanensis</i>	Chobenche	10	2	5	2	2	
<i>Trichilia havanensis</i>	Chobenche	10	3	5	2	2.1	
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalam	10	1.6	5	2	9	
<i>Acacia gaumeri</i>	Box katsim	10	4	6	2	6	20 metros
<i>Cordia gerascanthus</i>	Bakalche	10	1.5	6	2	1.3	
<i>Pithecellobium albicans</i>	Chukum	11	1.6	7	3	2.6	
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalam	13	2	7	5	5	
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitamche	10	3	6	1	6	30 metros
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalam	14	2	7	5	1.7	
<i>Piscidia piscipula</i>	Ja'abin	12	5	7	2	5.5	
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalam	12	4	7	8	10	
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalam	11	5	7	8	9	40

							metros
<i>Pithecellobium albicans</i>	Chukum	13	1.3	6	8	2.5	
<i>Acacia gaumeri</i>	Box katsim	10	3	5	2	3	
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitamche	11	1.8	5	2	3.5	
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalam	14	3	6	8	6	50 metros

Tabla 56.- TRANSECTO 3 de la comunidad arbórea del predio del proyecto Construcción y Operación de una Granja de Producción Acuícola de Tilapia en el Municipio de Xocchel, Yucatán.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	DN	FUS TE	ALTURA	COBERTU RA	DISTANCIA AL ARBOL PROXIMO (m)	
<i>Pithecellobium albicans</i>	Chukum	14	1.3	7	8	4.5	
<i>Pithecellobium albicans</i>	Chukum	10	1.6	5	2	4.6	
<i>Pithecellobium albicans</i>	Chukum	14	1.3	7	2	5	
<i>Pithecellobium albicans</i>	Chukum	11	5	7	2	5.2	10 metros
<i>Pithecellobium albicans</i>	Chukum	10	7	9	2	4.5	
<i>Pithecellobium albicans</i>	Chukum	14	1.4	8	8	3.6	
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitamche	10	4	6	1	2.8	
<i>Pithecellobium albicans</i>	Chukum	16	1.3	8	8	3.5	20 metros
<i>Pithecellobium albicans</i>	Chukum	16	1.8	8	8	4	
<i>Senna racemosa</i>	Kanlol	10	4.5	5	5	6	
<i>Pithecellobium albicans</i>	Chukum	13	6	8	8	5	
<i>Pithecellobium albicans</i>	Chukum	16	1.4	8	8	5.5	30 metros
<i>Pithecellobium albicans</i>	Chukum	12	1.8	8	10	10	
<i>Pithecellobium albicans</i>	Chukum	12	3	6	10	12	
	NO REGISTRO ARBOL SE	0	0	0	0	0	
	NO REGISTRO ARBOL SE	0	0	0	0	0	40 metros
<i>Pithecellobium albicans</i>	Chukum	12	1.3	5	8	7	
<i>Pithecellobium albicans</i>	Chukum	10	1.6	5	2	9.5	
<i>Pithecellobium albicans</i>	Chukum	13	1.3	6	2	6	
<i>Pithecellobium albicans</i>	Chukum	10	1.6	5	2	7.5	50 metros

Tabla 57 TRANSECTO 4 de la comunidad arbórea del predio del proyecto Construcción y Operación de una Granja de Producción Acuícola de Tilapia en el Municipio de Xocchel, Yucatán

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	DN	FUSTE	ALTURA	COBERTURA	DISTANCIA AL ARBOL PROXIMO (m)	
<i>Bursera simaruba</i>	Chakah	10	3	5	1	2.6	
<i>Touinia paucidentata</i>	kanchunub	10	5	6	2	5	
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalam	12	4	5	8	6	
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalam	16	1.3	6	8	3	10 metros
<i>Bursera simaruba</i>	Chakah	10	4	6	1	5	
<i>Pithecellobium albicans</i>	Chukum	10	4.5	7	5	4	
<i>Bursera simaruba</i>	Chakah	12	4.5	5	3	4.5	
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitamche	10	1.3	6	5	5	20 metros
<i>Pithecellobium albicans</i>	Chukum	11	3	6	2	0.8	
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitamche	12	3.5	6	8	4.5	
<i>Pithecellobium albicans</i>	Chukum	14	4	7	12	4.5	
<i>Acacia gaumeri</i>	Box katsim	10	3	7	5	9	30 metros
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitamche	12	1.4	7	2	5	
<i>Pithecellobium albicans</i>	Chukum	12	2.1	8	8	4.9	
<i>Piscidia piscipula</i>	Ja'abin	10	5	8	1	6.5	
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitamche	18	3	7	12	1.5	40 metros
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitamche	12	1.4	5	5	1.3	
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitamche	10	1.3	4	8	1	
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitamche	10	1.4	4.5	5	5.5	
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitamche	11	2	5	8	10	50 metros

Tabla 58 Estructura de la comunidad arbórea del predio del proyecto para la construcción de una granja acuícola en Xocchel, Yucatán.

Nombre Científico	No de individuos	Dens.Relativa	Densidad Ind/100 m ²	Area basal Cms ²	Dominancia Promedio	Dominancia de especie	Dom. Relativa	Puntos de Ocurrencia	Frecuencia	Frec. Relativa	Valor de Importancia
<i>Pithecellobium albicans</i>	30	38.5%	1.691	3768.34	125.61	212.40	40.7%	15	0.75	29.4%	108.6%
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	15	19.2%	0.845	1682.32	112.15	94.82	18.2%	11	0.55	21.6%	59.0%
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	12	15.4%	0.676	1613.99	134.50	90.97	17.4%	8	0.4	15.7%	48.5%
<i>Piscidia piscipula</i>	6	7.7%	0.338	679.37	113.23	38.29	7.3%	5	0.25	9.8%	24.8%
<i>Acacia gaumeri</i>	5	6.4%	0.282	392.70	78.54	22.13	4.2%	4	0.2	7.8%	18.5%
											259.40%
<i>Bursera simaruba</i>	3	3.8%	0.169	270.18	90.06	15.23	2.9%	2	0.1	3.9%	10.7%
<i>Machlura tinctoria</i>	1	1.3%	0.056	380.13	380.13	21.43	4.1%	1	0.05	2.0%	7.3%
<i>Trichilia havanensis</i>	2	2.6%	0.113	157.08	78.54	8.85	1.7%	1	0.05	2.0%	6.2%
<i>Acacia glomerosa</i>	1	1.3%	0.056	78.54	78.54	4.43	0.8%	1	0.05	2.0%	4.1%
<i>Cordia gerascanthus</i>	1	1.3%	0.056	78.54	78.54	4.43	0.8%	1	0.05	2.0%	4.1%
<i>Senna racemosa</i>	1	1.3%	0.056	78.54	78.54	4.43	0.8%	1	0.05	2.0%	4.1%
<i>Touinia paucidentata</i>	1	1.3%	0.056	78.54	78.54	4.43	0.8%	1	0.05	2.0%	4.1%
	78	100%	4.40			521.84	100%		2.55	100%	300%

La Densidad total en la zona arbolada del terreno fue de 4.40 árboles /100m². Puntos muestreados S=20.

Resalta la dominancia de *Pithecellobium albicans*, que representó el 108.6% de importancia ecológica. Entre *Pithecellobium albicans*, *Caesalpinia gaumeri*, *Lysiloma latisiliquum*, *Piscidia piscipula* y *Acacia gaumeri* representan el 259.40% del total de 300% posible.

Esta estructura es característica de una comunidad vegetal madura, con ejemplares de hasta 30-40 años característica de vegetación de selva baja caducifolia.

Asimismo, se determinaron los índices de diversidad de Shannon –Wiener y el de similitud de Simpson de la comunidad arbórea del predio, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 59.- Índices de diversidad de Shannon –Wiener y el de similitud de Simpson de la comunidad herbácea y arbustiva del predio del proyecto Construcción y Operación de una Granja de Producción Acuícola de Tilapia en el Municipio de Xocchel, Yucatán

NOMBRE CIENTIFICO	Individuos	Pi	Ln Pi	Pi*LnPi	Pi^2
<i>Pithecellobium albicans</i>	30	0.3846	-0.9555	-0.3675	0.147929
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	15	0.1923	-1.6487	-0.3170	0.036982
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	12	0.1538	-1.8718	-0.2880	0.023669
<i>Piscidia piscipula</i>	6	0.0769	-2.5649	-0.1973	0.005917
<i>Acacia gaumeri</i>	5	0.0641	-2.7473	-0.1761	0.004109
<i>Bursera simaruba</i>	3	0.0385	-3.2581	-0.1253	0.001479
<i>Trichilia havanensis</i>	2	0.0256	-3.6636	-0.0939	0.000657
<i>Acacia glomerosa</i>	1	0.0128	-4.3567	-0.0559	0.000164
<i>Cordia gerascanthus</i>	1	0.0128	-4.3567	-0.0559	0.000164
<i>Machlura tinctoria</i>	1	0.0128	-4.3567	-0.0559	0.000164
<i>Senna racemosa</i>	1	0.0128	-4.3567	-0.0559	0.000164
<i>Touinia paucidentata</i>	1	0.0128	-4.3567	-0.0559	0.000164
	78			-1.8445	0.2216

El índice de diversidad encontrado $H'=1.8445$ es característico de una comunidad con pocas especies, entre las que destacan las especies arbóreas perennes, consistente con las características de la vegetación encontrada en el predio en la parte que no ha sido sujeta a explotación agrícola y/o pecuaria. El índice de similitud (Simson) $\lambda=0.2216$ habla de una gran dominancia, es decir hay una especie claramente dominante, como es el caso de *Pithecellobium albicans*.

La vegetación secundaria del área de construcción es derivado del uso para las actividades agrícolas como el cultivo de henequén, maizales, aunque recientemente se observaron en el lugar actividades de ganadería vacuno por lo que le llamamos vegetación secundaria en su etapa sucesional de 2 hasta 4 años de abandono por lo que abundan las siguientes especies: *Viquiera dentata* (tajonales), *Bonamia brevicellata* (solen ak'), *Acacia pennatula* (ch'imay) y *Mimosa bahamensis* (sak kaatsim). La Vegetación arbolada es un área con su etapa final de recuperación que se llama "kelenche" o también "monte joven", es una sucesión final de aproximadamente 30 a 35 años de haberse usado por lo que ya está listo para la extracción de leña y maderas de construcción. Las asociaciones vegetales y sus dominancias que se observó son las siguientes, aunque se presenta muchos vestigios de ramoneo por animales vacunos por lo que se dificultó la determinación de especies arbustivos y herbáceos. En lo arbolado se observó estas dominancias:

1.- *Pithecellobium albicans* (Chukum), *Acacia gaumeri* (Box kaatsin), *Gymnopodium floribundum* (ts'its'ilche') y *Caesalpinia gaumeri* (kitamche').

2.- *Lisyloma latisiliquun* (Tsalam), *Pithecellobium albicans* (Chukum), *Acacia gaumeri* (Box kaatsin) y *Gymnopodium floribundum* (Ts'its'lche').

3.- *Gymnopodium floribundum* (Ts'its'lche'), *Piscidia piscipula* (Ha'abin) , *Lisyloma latisiliquun* (Tsalam) y *Caesalpinia gaumeri* (kitamche').

b) Fauna

Los anfibios y reptiles (herpetofauna) ha sido relativamente bien estudiados en la península de Yucatán. Lee (1996), reportó la ocurrencia de 182 especies de anfibios y reptiles para la península de Yucatán. Al mismo tiempo, reporta los registros conocidos por él para cada una de las localidades donde se obtuvieron, lo que le permitió generar mapas de distribución de especies a lo largo y ancho de la península. Del total de especies con registro para la península de Yucatán, Lee reporta alrededor de 65 especies de la herpetofauna (35% del total para la península) dentro del área de distribución, lo que las presenta como especies con ocurrencia probable para los alrededores del área de estudio. Se menciona que algunas de estas especies han proliferado gracias a la expansión de las actividades humanas. Otras tantas se presentan en tan bajas densidades, que se ha requerido de años de trabajo de campo para la construcción de los mapas de distribución. Entre estas especies se cuentan a un número considerable de las serpientes. Lee (1996), reporta la ocurrencia de al menos 51 especies de reptiles en un amplia área de esta porción de la península, de las que al menos 3 son geckónidos, 2 tortugas terrestres, 8 lacértidos y 28 serpientes.

Para las aves, se tiene que en la península de Yucatán se ha considerado la ocurrencia de alrededor de 550 especies según los reportes (Wood y Berlanga, 1996; MacKinnon, 1993). Tan solo para el estado de Yucatán un listado más reciente consigna el registro de 442 especies de aves (MacKinnon, 2006).

Así, para las aves se cuenta con mayor información sobre la riqueza de especies, la biodiversidad y la distribución para la península de Yucatán. De las alrededor de 550 especies de aves que se han reportado para la península de Yucatán, en la porción del área de estudio, que corresponde a las áreas con hábitat terrestre para las aves, se considera la ocurrencia posible de hasta entre 100 a 120 especies, dependiendo de las condiciones del hábitat y el tamaño del área a considerar. Las demás especies son en su mayoría aves acuáticas y también, en mucho menor número, las especies más dependientes de las selvas mejor conservadas en áreas más húmedas del sur y oriente. De las especies de aves reportadas por este trabajo, se tiene que la mayoría de ellas son aves comunes en las áreas con vegetación mixta y/o acahualera de la región, en tanto que algunas son consideradas como más típicas de áreas más abiertas, con vegetación arbustiva y herbácea. Algunas de ellas son también consideradas como asociadas a ecosistemas selváticos, mientras que la mayoría se les puede encontrar como comunes o abundantes en los hábitats perturbados de la mayor parte de la península.

Para los mamíferos se cuenta con escasa información de la ocurrencia de especies en grupos como son los de los murciélagos y roedores. Para el área del estudio, entre las especies de mamíferos silvestres terrestres con registro más comunes, se cuentan a los tlacuaches o zorros, zorra gris o chomak; varias especies de roedores, conejos, ardillas y venados (Alcerreca, et. al., 2009).

Metodologías de campo

Para la realización de este apartado se efectuó una revisión de información mediante fuentes bibliográficas; y se realizó trabajo de campo para el levantamiento de datos de la fauna silvestre presente en el predio. Para esto, se define a la fauna silvestre local como la representación de los cuatro grupos de vertebrados terrestres: anfibios, reptiles, aves y mamíferos.

El trabajo de campo fue realizado mediante recorridos diurnos y crepusculares por las áreas de los predios. Las técnicas de campo consistieron en recorridos a pie a lo largo de senderos y caminos que se encuentran distribuidos por toda el área de los sitios de los proyectos, realizando líneas de conteo de aproximadamente 200 m de longitud.

Para los anfibios y reptiles se buscó debajo de troncos y rocas; resquicios de cortezas y entre las grietas de las rocas. Debido a que los recorridos se realizaron durante la temporada de sequía, la actividad de estos grupos se encontraba afectada por la misma. Sin embargo, las búsquedas se efectuaron con mayor énfasis durante las tardes y horarios crepusculares. Mientras que por las mañanas la atención se dedicó de manera principal a las aves.

En cuanto al trabajo de campo relacionado con las aves de la zona, se menciona que, además de los recorridos para la obtención de datos de densidades, para la riqueza específica se realizaron registros con el uso de puntos fijos desde el suelo utilizando un señuelo acústico, luego de los recorridos antes mencionados. El uso de señuelos acústicos permite captar la atención de la mayoría de las aves que se encuentran en áreas circundantes (hasta unos 150 a 200m), siendo así que su registro se ve facilitado.

Para la obtención de estimaciones de densidades se realizaron recorridos entre las 6:15 horas y las 9:00 horas, caminando muy lentamente realizado paradas breves de manera ocasional. Se buscó realizar las observaciones recorriendo franjas de conteo de 200 metros de longitud, buscando registrar y estimar el número de todas las aves que se encontraban presentes en el sitio. Para esto, se estimó una distancia de 25 metros a cada lado de la franja de conteo, dando un total de 50 metros, lo que permitió una cobertura de 10,000 m² (1 hectárea). Se realizaron cinco recorridos en distintos momentos y/o días lo que permitió una cobertura de 5 hectáreas en campo.

Se buscó que los registros en cada franja de conteo fueran independientes entre sí, buscando anotar solo aquellas especies e individuos que se tuviera certeza que no fueron contados previamente. Cuando se escuchaba alguna especie atrás del punto del recorrido, esta solo era anotada si se trataba de una especie que no había sido registrada previamente en la misma franja. Cuando se escuchaba el sonido de una especie de ave, se tomaba como un individuo registrado, a menos que se pudiera tener certeza que se trataba de dos o más organismos llamando o cantando al mismo tiempo. Para el cálculo de densidades por especie se utilizaron los datos de manera directa con la fórmula $Densidad = \frac{\text{total de individuos}}{\text{superficie muestreada}}$. Para el cálculo de densidad de aves de una especie y/o de todas las especies se obtuvo el cociente del resultado de la densidad obtenida en la superficie total muestreada (5 Ha). Para los cálculos de densidades se excluyeron aquellas especies que son registradas comúnmente al vuelo, como fueron los casos de las especies de zopilotes, de golondrinas y vencejos.

Para el grupo de los mamíferos se colocaron en total seis trampas tipo *Tomahawk*. Así mismo, se realizaron recorridos diurnos y nocturnos para la observación de animales activos. Aunado a lo anterior, se realizó la búsqueda de rastros como huellas y excretas; así como madrigueras y marcas de actividad en cortezas de árboles. También se tuvo conservaciones breves y circunstanciales con algunas de las personas del poblado aledaño al sitio del predio.

Resultados obtenidos para la fauna silvestre en el área de estudio

La lista de especies anexa presenta todas las especies obtenidas para este estudio, siendo consignadas su presencia o inclusión en la Norma Oficial Mexicana de especies con problemas de conservación en México, NOM-059-SEMARNAT.2010. Se presenta también en el listado y la estacionalidad de las mismas (residentes o migratorias), siendo esto último para el caso de las aves. Los resultados obtenidos se consideran representativos de la fauna silvestre del área de estudio. En particular para las aves, que al tratarse de especies en su mayoría diurnas, conspicuas y que responden a estímulos de señuelos acústicos, permiten tener una idea razonable de la ocurrencia de especies a partir de la presencia – ausencia de especies (riqueza específica), y una estimación de las abundancias con la realización de un trabajo de campo adecuado para un

estudio de Impacto Ambiental. Los resultados obtenidos así, dan cuenta de las especies presentes en el sitio de manera puntual, como si se tratara de una instantánea.

Por otra parte, un estudio académico de largo plazo, o de al menos de un ciclo anual completo, permitiría la elaboración de un listado de la fauna silvestre adecuado a un inventario científico. Sin embargo, se considera que los resultados obtenidos no variarían de forma considerable, en el sentido de que las especies más comunes o abundantes seguirían siendo las encontradas en este estudio, mientras que las adicionales en el estudio de largo plazo.

Los resultados generales obtenidos fueron de 67 especies distribuidas en los cuatro grupos o taxa de la fauna silvestre aquí considerada.

Tabla 60 Registro de la fauna silvestre en el sitio del predio del proyecto Construcción y Operación de una Granja de Producción Acuícola de Tilapia en el Municipio de Xocchel, Yucatán

<i>Anfibios</i>	1
<i>Reptiles</i>	3
<i>Aves</i>	56
<i>Mamíferos</i>	7
TOTAL	67

Riqueza específica.

En el predio se obtuvo un registro total de 67 especies de la fauna silvestre. De estos, la gran mayoría se trató de aves con 56 (83.6%) especies. Una fue un anfibio (1.5%), tres (4.5%) reptiles y siete (10.5%) fueron mamíferos.

Anfibios y reptiles (herpetofauna). De los anfibios se tuvo el registro únicamente de una especie de la familia Hylidae, que se encontraba en el envés enrollado de una hoja en un árbol. Se menciona que esta especie es común en la mayor parte de hábitats terrestres y húmedos de la península de Yucatán. Sin embargo, Lee (1996) reporta la ocurrencia probable de al menos 11 especies de anfibios dentro de esta área geográfica de la península de Yucatán. De los tres reptiles todos son especies del tipo de lagartijas (Suborden Squamata), distribuidas en tres familias de organismos de tamaño relativamente pequeño, con excepción de la iguana rayada (*Ctenosaura similis*) que se trata de la especie de mayor tamaño del grupo. Todas estas especies también son consideradas como relativamente comunes a la porción norte de la península de Yucatán (Lee, 1996); siendo que únicamente la iguana rayada se encuentra dentro de la Norma Oficial que comprende las especies con problemas de conservación en México (NOM-059-SEMARNAT-2010).

Aves. De las 56 especies de aves con registro en el Predio, 9 (13.4%) son especies migratorias residentes de invierno y/o transeúntes que ocurren en el como aves migratorias siendo que habitan la región sur de México hasta norte de Sudamérica. Tratándose de especies que se reproducen en el norte continental: norte de México, Estados Unidos de Norteamérica y Canadá. Por otra parte las especies de aves residentes son todas especies comunes o relativamente comunes en el área, así como en la mayor parte de las áreas perturbadas o relativamente perturbadas de la porción centro norte de la península de Yucatán. Dentro del área de muestreo se tuvo registros de nidos de aves no ocupados, siendo en su mayoría de especies representantes de la familia Troglodytidae.

Mamíferos. Se tuvo que las siete especies de mamíferos con registro en el área, éstas se encuentran distribuidas en siete familias, cada una de ellas con una especie representada en el sitio. Todas estas especies son consideradas como comunes a la mayor parte de la península de Yucatán y ninguna de ellas se encuentra en la Norma Oficial de especies con problemas de conservación. Se menciona que únicamente se tuvo captura de un zorro o tlacuache durante los tres días consecutivos en que estuvieron colocadas las trampas.

De los rastros observados, se encontraron excretas de conejo silvestre y de venado cola blanca; se tuvieron observaciones de una zorra gris y de una ardilla y se observaron huecos de madrigueras de armadillo y de tuza.

Densidades de especies.

Los resultados obtenidos para este estudio permiten determinar un cálculo de densidades de individuos por especies y de especies para la comunidad faunística de las aves. Los datos para los anfibios, reptiles y mamíferos fueron aislados y esporádicos. Siendo que para algunas especies de mamíferos, únicamente se pudieron registrar datos indirectos, siendo estas el venado cola blanca y el conejo de monte.

Para el caso de las aves, se considera que las metodologías de campo empleadas resultaron apropiadas para el objetivo de obtener información relativa y confiable para la densidad de los organismos. El cuadro siguiente presenta un resumen de los resultados obtenidos de la densidad de especies en el predio 1:

Tabla 61.- Resumen densidades de especies de aves en el predio del proyecto Construcción y Operación de una Granja de Producción Acuícola de Tilapia en el Municipio de Xocchel, Yucatán

TOTAL ESPECIES	TOTAL INDIVIDUOS CONTADOS	DENSIDAD SP/(Ha)
57	160	32

Como se mencionó en la sección de metodología, para el cálculo de densidad se utilizaron únicamente las especies que pueden ser asociadas al hábitat terrestre, quedando excluidas aquellas que comúnmente se registran al vuelo. Puede verse así que en los datos obtenidos para 5Ha con recorridos de campo, se obtuvo un total de 57 especies de aves, con un registro de 160 individuos, calculando al menos 32 aves (de 50 especies) por unidad de superficie.

A continuación se presenta el listado de las aves y sus densidades obtenidas para cada una de las especies con registro en el presente estudio:

**Tabla 62 Densidad de organismos y de especies en el sitio del predio del proyecto
Construcción y Operación de una Granja de Producción Acuícola de Tilapia en el Municipio
de Xocchel, Yucatán**

ESPECIE	TOTAL individuos	DENSIDAD (Ha)
<i>Buteo magnirostris</i>	1	0.20
<i>Nyctidromus albicollis</i>	1	0.20
<i>Cyanocompsa parellina</i>	3	0.60
<i>Passerina caerulea</i>	2	0.40
<i>Passerina cyanea</i>	10	2.00
<i>Saltator coerulescens</i>	3	0.60
<i>Columbina talpacoti</i>	3	0.60
<i>Leptotila verreauxi</i>	4	0.80
<i>Zenaida asiatica</i>	4	0.80
<i>Cyanocorax yncas</i>	3	0.60
<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	8	1.60
<i>Ortalis vetula</i>	5	1.00
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	7	1.40
<i>Geococcyx velox</i>	1	0.20
<i>Arremonops rufivirgatus</i>	5	1.00
<i>Volatinia jacarina</i>	1	0.20
<i>Euphonia affinis</i>	2	0.40
<i>Dives dives</i>	4	0.80
<i>Icterus cucullatus</i>	1	0.20
<i>Icterus gularis</i>	3	0.60
<i>Icterus spurius</i>	2	0.40
<i>Molothrus aeneus</i>	4	0.80
<i>Quiscalus mexicanus</i>	6	1.20
<i>Mimus gilvus</i>	3	0.60
<i>Eumomota superciliosa</i>	1	0.20
<i>Colinus nigrogularis</i>	1	0.20
<i>Dendroica coronata</i>	3	0.60
<i>Parula americana</i>	2	0.40
<i>Seiurus aurocapilla</i>	1	0.20
<i>Meleagris ocellata</i>	1	0.20
<i>Melanerpes aurifrons</i>	4	0.80
<i>Aratinga nana</i>	7	1.40
<i>Glaucidium brasilianum</i>	2	0.40
<i>Polioptila caerulea</i>	2	0.40
<i>Thamnophilus doliatus</i>	2	0.40
<i>Piranga rubra</i>	1	0.20

ESPECIE	TOTAL individuos	DENSIDAD (Ha)
<i>Amazilia yucatanensis</i>	2	0.40
<i>Chlorostilbon canivetii</i>	1	0.20
<i>Thryothorus maculipectus</i>	3	0.60
<i>Thryothorus ludovicianus</i>	5	1.00
<i>Uropsila leucogastra</i>	3	0.60
<i>Turdus grayi</i>	3	0.60
<i>Empidonax minimus</i>	3	0.60
<i>Megarynchus pitangua</i>	4	0.80
<i>Myiarchus tuberculifer</i>	1	0.20
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	2	0.40
<i>Myiozetetes similis</i>	5	1.00
<i>Pitangus sulphuratus</i>	2	0.40
<i>Tyrannus melancholicus</i>	1	0.20
<i>Vireo pallens</i>	6	1.20
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	4	0.80
<i>Vireo griseus</i>	2	0.40
TOTALES	160	32.00

NORMA OFICIAL MEXICANA 059-SEMARNAT-2010.

Se encontró el registro de cuatro especies de la fauna silvestre que se hayan incluidas en la NORMA OFICIAL MEXICANA-059-SEMARNAT-2010. De estas una es un reptil y tres son aves. De éstas especies incluidas en la NOM, dos se encuentran en la categoría de especies amenazadas y dos en la categoría de especies en Protección especial. Las especies amenazadas son la iguana rayada y el pavo de monte y las otras dos especies son el vireo manglero y el perico pecho sucio o Kx'ili. Tanto el perico pechisucio como el vireo manglero son especies comunes en la región.

Tabla 63 Especies que se encuentran insertas en la NOM-O59-SEMARNAT-2010 con registro en el predio del proyecto Construcción y Operación de una Granja de Producción Acuícola de Tilapia en el Municipio de Xocchel, Yucatán

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN CASTELLANO	NOM
Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana rayada	A
Phasianidae	<i>Meleagris ocellata</i>	kutz, pavo ocelado	A
Psittacidae	<i>Aratinga nana</i>	xkili, perco pechisucio	Pr
Vireonidae	<i>Vireo pallens</i>	vireo manglero	Pr

ESTAC= especies residentes (R) y migratorias transeúntes (T). A= amenazada; Pr= protección especial (NOM-059-SEMARNAT-2010).

A continuación se presenta la lista de especies de fauna encontradas en el predio y su área de influencia

Tabla 64 Lista de especies encontradas en el predio del proyecto Construcción y Operación de una Granja de Producción Acuícola de Tilapia en el Municipio de Xocchel, Yucatán

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN CASTELLANO	NOM	ESTAC
ANFIBIOS				
Hylidae	<i>Phrynohyas venulosa</i>	Rana arbórea		
REPTILES				
Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i>	quiija, tiracolas		
Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	iguana rayada	A	
Policrotidae	<i>Anolis sp</i>	Lagartija chipojó, Xtulub		
AVES				
Accipitridae	<i>Buteo magnirostris</i>	aguillilla, ch'uy		R
Apodidae	<i>Chaetura vauxi</i>	kusam, vencejo		R
Caprimulgidae	<i>Nyctidromus albicollis</i>	pu'juy, tapacaminos		R
Cardinalidae	<i>Cyanocompsa parellina</i>	semillero azul		R
Cardinalidae	<i>Passerina caerulea</i>	picogordo azul		M
Cardinalidae	<i>Passerina cyanea</i>	colorín azul		M
Cardinalidae	<i>Saltator coerulescens</i>	saltador gris, tzapim		R
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	zopilote aura		R
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	bo'ox pol ch'oom, zopilote negro		R
Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i>	mucuy tórtola		R
Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	tzutzuy, paloma suelera		R
Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	saac pacal, paloma alas blancas		R
Corvidae	<i>Cyanocorax yncas</i>	ses ib, urraca verde		R
Corvidae	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	che'el, urraca yucateca		R
Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	baach, chachalaca		R
Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	ch'ick bul, garrapatero		R
Cuculidae	<i>Geococcyx velox</i>	xtuntun kinil		R
Emberizidae	<i>Arremonops rufivirgatus</i>	xpokim, gorrión dorso verde		R
Emberizidae	<i>Volatinia jacarina</i>	dziu, wixo		R
Fringillidae	<i>Euphonia affinis</i>	chin chin bacal		R
Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	kusam, golondrina		R
Icteridae	<i>Dives dives</i>	piich, tordo cantor		R
Icteridae	<i>Icterus cucullatus</i>	yuya, yuyum		R
Icteridae	<i>Icterus gularis</i>	yuyum, calandria de altamira		R
Icteridae	<i>Icterus spurius</i>	yuya, calandria café		M
Icteridae	<i>Molothrus aeneus</i>	ts'i iw, tordo ojos rojos		R
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	k'awxs, zanate		R
Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	chico, cenzontle		R
Momotidae	<i>Eumomota superciliosa</i>	tooj, pájaro péndulo		R
Odontophoridae	<i>Colinus nigrogularis</i>	be ech, codorniz		R
Parulidae	<i>Dendroica coronata</i>	chipe coronado		M
Parulidae	<i>Parula americana</i>	chipe amarillo		M
Parulidae	<i>Seiurus aurocapilla</i>	chipe suelero, huchuy		M
Phasianidae	<i>Meleagris ocellata</i>	pavo ocelado, kuts	A	R
Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	che jum, carpintero		R
Psittacidae	<i>Aratinga nana</i>	xkili, perco pechisucio	Pr	R
Strigidae	<i>Glaucidium brasilianum</i>	xnuc, lechucita		R

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN CASTELLANO	NOM	ESTAC
Sylviidae	<i>Poliophtila caerulea</i>	perlita gris		R
Thamnophilidae	<i>Thamnophilus doliatus</i>	balam chi'ich, pájaro hormiguero		R
Thraupidae	<i>Piranga rubra</i>	tangara roja		M
Trochilidae	<i>Amazilia yucatanensis</i>	ts'unu'um, chupaflor		R
Trochilidae	<i>Chlorostilbon canivetii</i>	x ts'unu'um, chupaflor		R
Troglodytidae	<i>Thryothorus maculipectus</i>	albarradero, x ya'an kotil		R
Troglodytidae	<i>Thryothorus ludovicianus</i>	albarradero, x ya'an kotil		R
Troglodytidae	<i>Uropsila leucogastra</i>	albarradero, x ya'an kotil		R
Turdidae	<i>Turdus grayi</i>	x ko'ok, primavera		R
Tyrannidae	<i>Empidonax minimus</i>	ya'ah		M
Tyrannidae	<i>Megarynchus pitangua</i>	xtacay, mosquero		R
Tyrannidae	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	ya'ah		R
Tyrannidae	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	ya'ah, mosquero		R
Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	x tacay, Luis gragario		R
Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	xtacay, Luis bienteveo		R
Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	x tacay, mosquero real		R
Vireonidae	<i>Vireo pallens</i>	vireo manglero	Pr	R
Vireonidae	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	alegrin		R
Vireonidae	<i>Vireo griseus</i>	vireo ojiblanco		M
MAMÍFEROS				
Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris		
Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca		
Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache, zorro		
Geomyidae	<i>Orthogeomys hispidus</i>	Tuza		
Leporidae	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Conejo de bosque tropical		
Myrmecophagidae	<i>Dasybus novemcinctus</i>	Armadillo, Huech		
Sciuridae	<i>Sciurus yucatanensis</i>	Ardilla yucateca		
Claves: END = especies endémicas; NOM = especies enlistadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059SEMARNAT2010.				

Comentarios y recomendaciones

Como resultado del trabajo de campo se considera, que el hábitat es característico para la presencia de especies relativamente comunes a abundantes en la mayor parte de la península de Yucatán. El sitio se localiza en los alrededores de un área con asentamientos humanos y vías de comunicación, lo que ocasiona que la fauna emigre a otros sitios o se acerque adaptándose a la convivencia con el ser humano, como es el caso de la iguana.

IV.2.3 Paisaje

El paisaje existente en el SA del proyecto forma parte del paisaje típico de las planicies Yucatecas, con una cobertura geocompleja secundaria, alterado por actividades agrícolas y obras de infraestructura (vías de comunicación) como la carretera que corre en sentido norte – sur y que comunica a las poblaciones de Xoccel y al sur con Sacabah.

El paisaje es el territorio tal como lo percibimos, percepción que no es sólo visual y que incluye diversos elementos ambientales: geomorfología, vegetación, clima, agua, olores, colores, por lo que se puede considerar un componente global del medio ambiente.

El paisaje se ve modificado por las carreteras, con las que tiene una doble relación: por una parte se convierte en un componente fundamental del mismo cuando se contempla desde fuera; las

diversas actividades residenciales, comerciales, industriales, incluso rurales, se articulan en torno a un sistema de carreteras de diverso tipo que caracteriza su paisaje.

Por otra, la carretera es el lugar desde el que la mayoría de la población percibe el territorio y su paisaje. Al ser nuestras sociedades cada vez en mayor medida sociedades motorizadas, un alto porcentaje de los viajes, sean en relación con el trabajo, de ocio o vacaciones, se realizan en automóvil. El conocimiento del territorio y su disfrute (o padecimiento), es decir la contemplación del paisaje, se lleva a cabo cada vez más desde el automóvil, es decir, desde la carretera.

No presenta formas relevantes ni características distintivas que se puedan poner en riesgo por las actividades del proyecto.

IV.2.4 Medio socioeconómico

a) Demografía

Se considera a la localidad y municipio de Xocchel como área de influencia socioeconómica del proyecto, ya que la cabecera municipal se localiza a 2 kilómetros del predio del proyecto.

Los datos demográficos más relevantes de la localidad de Xocchel, se presentan en la siguiente tabla (INEGI, 2010).

Tabla 65 Datos demográficos de la localidad de Xocchel.

Localidad	Población total	Población Masculina	Población Femenina	PEA	PEA_MASC	PEA_FEM	P. OCUPADA	POCUPADA_M	POCUPADA_F	PDESOCUPADA	PDESOCUP_M	PDESOCUP_F	Derechohabientes	Viviendas particulares Habitadas (VPH)	VPH con servicios
Xocchel	3229	1656	1573	1165	901	264	1078	824	254	87	77	10	1312	771	283

Tabla 66 Indicadores de marginación de la localidad de Xocchel.

Xocchel	2005	2010
Población total	2,905	3,229
% Población de 15 años o más analfabeta	23.08	15.30
% Población de 15 años o más sin primaria completa	43.90	40.47
% Viviendas particulares habitadas sin excusado	54.22	28.02
% Viviendas particulares habitadas sin energía eléctrica	2.97	1.84
% Viviendas particulares habitadas sin agua entubada	3.91	0.65
% Ocupantes por cuarto en viviendas particulares habitadas	55.63	1.88
% Viviendas particulares habitadas con piso de tierra	3.29	1.32
% Viviendas particulares habitadas que no disponen de refrigerador	54.38	42.80

Índice de marginación	-0.34478	-0.33987
Grado de marginación	Alto	Alto
Lugar que ocupa en el contexto nacional		59,570

Tabla 67 Indicadores de Rezago Social de la localidad de Xocchel.

Xocchel	2005	2010
Población total	2,905	3,229
% de población de 15 años o más analfabeta	23.08	15.3
% de población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela	3.96	5.27
% de población de 15 años y más con educación básica incompleta	69.93	65.97
% de población sin derecho-habienencia a servicios de salud	68.88	40.63
% de viviendas particulares habitadas con piso de tierra	3.28	1.3
% de viviendas particulares habitadas que no disponen de excusado o sanitario	54.91	28.02
% de viviendas particulares habitadas que no disponen de agua entubada de la red pública	3.9	0.65
% de viviendas particulares habitadas que no disponen de drenaje	61.15	58.88
% de viviendas particulares habitadas que no disponen de energía eléctrica	3.12	1.82
% de viviendas particulares habitadas que no disponen de lavadora	58.35	50.32
% de viviendas particulares habitadas que no disponen de refrigerador	54.45	42.8
Índice de rezago social	-0.32737	-0.38055
Grado de rezago social	3 medio	Bajo
Lugar que ocupa en el contexto nacional	0	0

b) Factores socioculturales

La localidad de Xocchel tiene una población de origen maya altamente tradicional. En los alrededores del área del proyecto y la localidad se encuentran vestigios arqueológicos, los cuales no serán afectados por el mismo y serán liberados por el INAH.

IV.2.5 Diagnóstico ambiental

Sistema ambiental

Vegetación

El área de estudio se categoriza como diverso (Índice de Shannon-Weaver > 3) y presenta una dominancia bastante baja, lo que significa que la abundancia de las especies es equitativa (Índice de Simpson = .033). Sin embargo, el terreno no presenta condiciones homogéneas en términos de desarrollo de la comunidad vegetal en toda su superficie, ya que de las 30 Ha que tiene el terreno, 10-37-35.00 Ha han sido perturbadas praviamente a su adquisición, y presentan un desarrollo de aproximadamente 4 años de edad. Dado que es en este espacio donde se pretende establecer el proyecto, dejando las restantes 25-63-88.601 Ha como espacio de conservación.

Fauna

En el predio se obtuvo un registro total de 67 especies de la fauna silvestre. De estos, la gran mayoría se trató de aves con 56 (83.6%) especies. Una fue un anfibio (1.5%), tres (4.5%) reptiles y siete (10.5%) fueron mamíferos. El sitio se localiza en los alrededores de un área con asentamientos humanos. Se considera, como resultado del trabajo de campo, que el hábitat es característico para la presencia de especies relativamente comunes a abundantes en la mayor parte de la península de Yucatán. Los resultados muestran que el sitio no es un sitio especialmente diverso en especies y grupos taxonómicos de fauna. Sin embargo, Se encontró el registro de cuatro especies de la fauna silvestre que se hayan incluidas en la NORMA OFICIAL MEXICANA-059-SEMARNAT-2010, cuyos ejemplares se rescatarán y reubicarán en el área del predio destinada a la conservación durante la construcción del mismo, y cuyas poblaciones se monitorearán constantemente para conocer el estado de conservación de las mismas.

Aspectos abióticos

El área de estudio presenta condiciones climáticas favorables para el desarrollo del proyecto. Asimismo, la topografía presenta ventajas para llevar a cabo el proyecto sin necesidad de gastos energéticos significativos (bombeo). La disponibilidad del agua en la zona es suficiente y de la calidad necesaria y se contemplan en el proyecto las medidas necesarias para garantizar su buena calidad.

Aspectos socioeconómicos

La comunidad de Xocchel presenta buenas oportunidades para conseguir mano de obra local, ya que cuenta con 87 personas desocupadas. La actividad económica predominante corresponde al sector primario (35.67%), principalmente a la agricultura y ganadería, actividad altamente compatible con la producción acuícola por su naturaleza.

Marco Normativo

El proyecto cumplirá con las políticas y criterios de regulación ecológica del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán, en los aspectos aplicables. Así como con las Normas Oficiales Mexicanas, Leyes y Reglamentos relacionados con el mismo. Por esta razón, la actividad acuícola es altamente compatible con los ordenamientos jurídicos en la ubicación pretendida, lo que hace que el proyecto sea legalmente viable en materia ambiental.

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

V.I Metodología para evaluar los impactos ambientales

V.I.1 Indicadores de impacto

Para la identificación y evaluación de impactos, se hace necesario estudiar previamente las particularidades del medio ambiente donde se desarrollará el proyecto y de cada uno de sus componentes; así como identificar las acciones derivadas del proyecto, capaces de producir impactos en dichos componentes del medio para estimar la magnitud de los efectos. Para esto, se utilizan los llamados indicadores de impacto.

Una definición genéricamente utilizada del concepto indicador establece que éste es «un elemento del medio ambiente afectado, o potencialmente afectado, por un agente de cambio» (Ramos, 1987).

La principal aplicación que tienen los indicadores de impacto se registra al comparar alternativas, ya que permiten determinar para cada elemento del ecosistema la magnitud de la alteración que recibe, sin embargo, estos indicadores también pueden ser útiles para estimar los impactos de un determinado proyecto, puesto que, dentro de lo que cabe, permiten cuantificar y obtener una idea del orden de magnitud de las alteraciones. En este sentido, los indicadores de impacto están vinculados a la valoración del inventario debido a que la magnitud de los impactos depende en gran medida del valor asignado a las diferentes variables inventariadas.

Basado en la información recopilada durante la visita al sitio del proyecto, así como en la información proporcionada por el promotor y su equipo técnico y a la información proveniente de otras fuentes privadas y públicas, a continuación se detalla la lista de chequeo sobre la base de la cual se elaborará la matriz de impacto ambiental, la misma que considera las actividades generadoras de potenciales impactos ambientales y de los factores ambientales afectados directamente en relación con la empresa.

V.I.2 Relación general de algunos indicadores de impacto

Tabla 68 Indicadores ambientales

Componente ambiental	Indicador
Geología y morfología	Topografía (niveles y pendientes)
Hidrología superficial y subterránea	Superficie afectada en zona de recarga del acuífero
	Calidad del agua
	Uso de agua del acuífero
Suelo	Superficie de suelo
	Características físicas del suelo
Vegetación	Superficie de vegetación a afectar por tipo
	Tipos de vegetación a afectar
Fauna	Superficie de hábitat afectado
Paisaje	Calidad perceptual del paisaje
Demografía	Población en edad laboral de la comunidad
	Población económicamente activa
Factores socio-culturales	Agricultores
Sector primario	Pescadores
	Competencia con actividad pesquera
	Área destinada a la ganadería y agricultura
Sector secundario	Empleos generados en cada etapa del proyecto.

V.2 Criterios y metodologías de evaluación

V.2.1 Criterios

Como método de evaluación se desarrollo la **VALORACIÓN CUALITATIVA DE LOS IMPACTOS POTENCIALES, de acuerdo a** Fernandez-Vitora (1993), el cual consiste en una calificación de los diferentes criterios para la evaluación de los impactos ambientales de la obra o actividad proyectada. Los criterios utilizados en el presente estudio son los siguientes:

Tabla 69 Criterios para la calificación de los impactos ambientales del proyecto.

NA: NATURALEZA		IN: INTENSIDAD	
(+) Benéfico	+1	(B) Baja	1
(-) Perjudicial	-1	(M) Media	2
		(A) Alta	4
		(MA) Muy Alta	8
		(T) Total	12
EX: EXTENSIÓN		MO: MOMENTO	
(Pu) Puntual	1	(L) Largo plazo	1
(Pa) Parcial	2	(M) Mediano plazo	2
(E) Extenso	4	(I) Inmediato	4
(T) Total	8	(C) Crítico	+4
(C) Crítico	+4		
PE: PERSISTENCIA		RV: REVERSIBILIDAD	
(F) Fugaz	1	(C) Corto plazo	1
(T) Temporal	2	(M) Mediano plazo	2
(P) Permanente	4	(I) Irreversible	4
SI: SINERGISMO		AC: ACUMULACIÓN	
(SS) Sin sinergismo	1	(S) Simple	1
(S) Sinérgico	2	(A) Acumulativo)	4
(MS) Muy sinérgico	4		
EF: RELACIÓN CAUSA-EFECTO		PR: PERIODICIDAD	
(I) Indirecto (secundario)	1	(I) Irregular o aperiódico y discontinuo	1
(D) Directo (primario)	4	(P) Periódico	2
		(C) Continuo	4
MC: RECUPERABILIDAD		I: IMPORTANCIA	
(In) De manera inmediata	1	Irrelevante	
(Mp) A mediano plazo	2	Moderado	
(M) Mitigable	4	Severo	
(I) Irrecuperable	8	Crítico	
$I_{ij} = NA_{ij}(3IN_{ij} + 2EX_{ij} + MO_{ij} + PE_{ij} + RV_{ij} + SI_{ij} + AC_{ij} + EF_{ij} + PR_{ij} + MC_{ij})$			
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Irrelevante o Compatible:</i> $0 \leq I < 25$ • <i>Moderado :</i> $25 \leq \tilde{I} \leq 50$ • <i>Severo :</i> $50 \leq I \leq 75$ • <i>Crítico :</i> $75 \leq I$ 			

V.2.2 Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada

Para evaluar los impactos de la actividad, se aplicó el método propuesto por Fernandez-Vitora (1993), el cual consiste en una valoración cualitativa de los impactos potenciales. Este método se realiza en las siguientes fases:

1. Identificación de acciones que pueden causar impactos.
2. Identificación de los factores ambientales susceptibles de recibir impactos
3. Construcción de la matriz de impactos
4. Construcción de la matriz de importancia
5. Seguimiento de criterios, categorización y simbolización de impactos
6. Depuración de la matriz de impactos
7. Ponderación de la importancia relativa de los factores ambientales
8. Valoración relativa
9. Valoración absoluta
10. Análisis de impactos

Este método permite calificar los impactos de manera subjetiva pero con criterios definidos y consistentes.

Las tablas siguientes consisten en las matrices resultantes de la evaluación:

Tabla 70 Identificación de Impactos

ETAPA DEL PROYECTO			Preparación del sitio		Construcción de obra civil			Construcción de estanques y obra hidráulica			Operación y Mantenimiento		
			Desmante y despalme	Trazo y Nivelación	Excavación y cimentación	Relleno y compactación	Edificación	Construcción de terraplenes	Armado de estanques	Colado de concreto	Instalaciones y equipamiento	Operación	Mantenimiento
ACTIVIDADES DEL PROYECTO			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
FACTORES AMBIENTALES			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Factores bióticos	Flora	A											
	Fauna	B											
Factores abióticos	Atmósfera	C											
	Ruido	D											
	Hidrología subterránea	E											
	Suelo	F											
	Geología y Geomorfología	G											
Factores Socioeconómicos	Paisaje	H											
	Empleos	I											
	Calidad de vida	J											

Tabla 71 Matriz de Importancia

IMPACTO	NATURALEZA	INTENSIDAD	EXTENSIÓN	MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD	SINERGISMO	ACUMULACIÓN	RELACIÓN CAUSA - EFECTO	PERIODICIDAD	RECUPERABILIDAD	IMPORTANCIA
A1	-1	1	1	4	4	2	1	1	4	1	2	-24
B1	-1	1	1	4	2	2	1	1	4	1	2	-22
B3	-1	1	1	4	1	2	1	1	4	1	2	-21
B4	-1	1	1	4	1	2	1	1	4	1	2	-21
B6	-1	2	1	4	4	2	1	1	4	1	2	-27
C1	-1	2	1	4	4	2	1	1	4	1	2	-27
C2	-1	2	1	4	4	2	1	1	4	1	2	-27
C3	-1	2	1	4	4	2	1	1	4	1	2	-27
C6	-1	2	1	4	4	2	1	1	4	1	2	-27
C7	-1	2	1	4	4	2	1	1	4	1	2	-27
C10	-1	1	1	4	4	2	1	1	4	1	2	-24
D1	-1	2	1	4	1	2	1	1	4	1	2	-24
D2	-1	2	1	4	1	2	1	1	4	1	2	-24
D3	-1	2	1	4	1	2	1	1	4	1	2	-24
D4	-1	2	1	4	1	2	1	1	4	1	2	-24
D6	-1	2	1	4	1	2	1	1	4	1	2	-24
D8	-1	2	1	4	1	2	1	1	4	1	2	-24
E1	-1	2	1	4	4	2	1	1	4	1	2	-27
E2	-1	2	1	4	4	2	1	1	4	1	2	-27
E4	-1	2	1	4	4	2	1	1	4	1	2	-27
E6	-1	2	1	4	4	2	1	1	4	1	2	-27
E10	-1	1	1	4	4	2	1	1	4	1	2	-24
E11	-1	2	1	4	4	2	1	4	4	4	2	-33
F1	-1	2	1	4	4	2	1	1	1	1	2	-24
F2	-1	2	1	4	4	2	1	1	4	1	2	-27
F3	-1	2	1	4	4	2	1	1	4	1	2	-27
F4	-1	2	1	4	4	2	1	1	4	1	2	-27
F6	-1	2	1	4	4	2	1	1	4	1	2	-27
G2	-1	2	1	4	4	4	1	1	4	1	2	-29

G3	-1	2	1	4	4	4	1	1	4	1	2	-29
G4	-1	2	1	4	4	4	1	1	4	1	2	-29
G6	-1	2	1	4	4	4	1	1	4	1	2	-29
H1	-1	2	1	4	4	2	1	1	4	1	2	-27
H5	-1	2	1	4	4	2	1	1	4	1	2	-27
H6	-1	2	1	4	4	2	1	1	4	1	2	-27
H7	-1	2	1	4	4	2	1	1	4	1	2	-27
H8	-1	2	1	4	4	2	1	1	4	1	2	-27
I1	1	2	1	4	2	2	1	1	4	1	2	25
I2	1	2	1	4	2	2	1	1	4	1	2	25
I3	1	2	1	4	2	2	1	1	4	1	2	25
I4	1	2	1	4	2	2	1	1	4	1	2	25
I5	1	2	1	4	2	2	1	1	4	1	2	25
I6	1	2	1	4	2	2	1	1	4	1	2	25
I7	1	2	1	4	2	2	1	1	4	1	2	25
I8	1	2	1	4	2	2	1	1	4	1	2	25
I9	1	2	1	4	2	2	1	1	4	1	2	25
I10	1	2	1	4	4	2	1	1	4	1	2	27
I11	1	2	1	4	4	2	1	1	4	1	2	27
J1	1	2	1	4	2	2	1	1	1	1	2	22
J2	1	2	1	4	2	2	1	1	1	1	2	22
J3	1	2	1	4	2	2	1	1	1	1	2	22
J4	1	2	1	4	2	2	1	1	1	1	2	22
J5	1	2	1	4	2	2	1	1	1	1	2	22
J6	1	2	1	4	2	2	1	1	1	1	2	22
J7	1	2	1	4	2	2	1	1	1	1	2	22
J8	1	2	1	4	2	2	1	1	1	1	2	22
J9	1	2	1	4	2	2	1	1	1	1	2	22
J10	1	2	1	4	4	2	1	1	1	1	2	24
J11	1	2	1	4	4	2	1	1	1	1	2	24

Tabla 72 Evaluación de impactos

ETAPA DEL PROYECTO			Preparación del sitio		Construcción de obra civil			Construcción de estanques y obra hidráulica				Operación y Mantenimiento	
ACTIVIDADES DEL PROYECTO			Desmonte y despalme	Trazo y Nivelación	Excavación y cimentación	Relleno y compactación	Edificación	Construcción de terraplenes	Armado de estanques	Colado de concreto	Instalaciones y equipamiento	Operación	Mantenimiento
FACTORES AMBIENTALES			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Factores bióticos	Flora	A	-24										
	Fauna	B	-22		-21	-21		-27					
Factores abióticos	Atmósfera	C	-27	-27	-27			-27				-24	
	Ruido	D	-24	-24	-24	-24		-24		-24			
	Hidrología subterránea	E	-27	-27		-27		-27				-24	-33
	Suelo	F	-24	-27	-27	-27		-27					
	Geología y Geomorfología	G		-29	-29	-29		-29					
Factores Socioeconómicos	Paisaje	H	-27				-27	-27	-27	-27			
	Empleos	I	25	25	25	25	25	25	25	25	25	27	27
	Calidad de vida	J	22	22	22	22	22	22	22	22	22	24	24

Análisis de resultados:

De los valores asignados a los impactos, se encontró que todos los impactos serán moderados, ya que todos tienen valores entre 25 y 50, con excepción de los impactos en la calidad de vida provocados por los empleos temporales. Estos últimos impactos son irrelevantes ($I < 25$).

Se identificó un total de 67 impactos potenciales, de los cuales, las cantidades que pertenecen a cada una de las características antes mencionadas, se presentan en las siguientes tablas:

Tabla 73 Características de los impactos ambientales del proyecto:

NATURALEZA			INTENSIDAD			EXTENSIÓN		
NEGATIVOS	37	63%	(B) BAJA	6	10.17%	(PU) PUNTUAL	59	100%
POSITIVOS	22	37%	(M) MEDIA	53	89.83%	(PA) PARCIAL	0	0%
TOTAL	59	100%	(A) ALTA	0	0%	(E) EXTENSO	0	0%
			(MA) MUY ALTA	0	0%	(T) TOTAL	0	0%
			(T) TOTAL	0	0%	(C) CRÍTICO	0	0%
			TOTAL	59	100%	TOTAL	59	100%
MOMENTO			PERSISTENCIA			REVERSIBILIDAD		
(L) LARGO PLAZO	0	0%	(F) FUGAZ	8	14%	(C) CORTO PLAZO	0	0%
(M) MEDIANO PLAZO	0	0%	(T) TEMPORAL	19	32%	(M) MEDIANO PLAZO	55	93%
(I) INMEDIATO	59	100%	(P) PERMANENTE	32	54%	(I) IRREVERSIBLE	4	7%
(C) CRÍTICO	0	0%	TOTAL	59	100%	TOTAL	59	100%
TOTAL	59	100%	RELACIÓN CAUSA-EFECTO					
			(I) INDIRECTO (SECUNDARIO)	12	20%			
			(D) DIRECTO (PRIMARIO)	47	80%			
			TOTAL	59	100%			
			IMPORTANCIA			RECUPERABILIDAD		
ACUMULACIÓN			IRRELEVANTE	1	1%	(IN) DE MANERA INMEDIATA	59	100%
(S) SIMPLE	58	98.31%	MODERADO	66	99%	(MP) A MEDIANO PLAZO	0	0%
(A) ACUMULATIVO)	1	1.69%	SEVERO	0	0%	(M) MITIGABLE	0	0%
TOTAL	59	100.00%	CRÍTICO	0	0%	(I) IRRECUPERABLE	0	0%
			TOTAL	67	100%	TOTAL	59	100%

Descripción de los Impactos

Tabla 74 Descripción de los impactos ambientales identificados

Actividad	Componente ambiental	Descripción del impacto
Desmante y despalme	Flora	Pérdida de cobertura vegetal
	Fauna	Desplazamiento y pérdida de hábitat de la fauna presente en el área de desmante.
	Atmósfera	La maquinaria utilizada para el desmante y despalme genera emisiones a la atmósfera.
	Ruido	La maquinaria utilizada para el desmante y despalme genera ruido.
	Hidrología subterránea	El retiro de la vegetación altera el equilibrio del ciclo hidrológico, disminuyendo la evapo-transpiración.
	Suelo	El despalme implica el retiro de la capa superior del suelo y el retiro de vegetación deja al suelo susceptible de erosión.
	Paisaje	Se modifica la percepción social del paisaje y sus características estéticas.
	Empleos	La actividad de desmante y despalme generará empleos.
	Calidad de vida	Los empleos aumentarán la calidad de vida de los empleados.
Trazo y nivelación	Atmósfera	La maquinaria utilizada para la nivelación del terreno producirá emisiones atmosféricas. Asimismo, se generarán polvos del material usado para la nivelación.
	Ruido	La maquinaria utilizada para la nivelación del terreno producirá ruido.
	Hidrología subterránea	La nivelación del terreno provocará cambios en la permeabilidad del mismo, reduciendo la capacidad de recarga.
	Suelo	Se alterará la permeabilidad del suelo.
	Geología y Geomorfología	Se modificarán las características del relieve de la zona.
	Paisaje	Se modificará la percepción social del paisaje, por la alteración del relieve.
	Empleos	Para esta actividad se generarán empleos.
	Calidad de vida	Los empleos aumentarán la calidad de vida de los empleados.
Excavación y cimentación	Fauna	La excavación implica el riesgo de caída de ejemplares de fauna en las zanjas de cimentación.
	Atmósfera	La maquinaria usada para la excavación generará emisiones atmosféricas. Además se generarán polvos del material extraído.
	Ruido	La maquinaria usada para la excavación generará ruido.
	Suelo	La excavación implica la extracción de suelo y roca.
	Geología y geomorfología	La excavación y cimentación implica la modificación de las características del relieve y composición de la capa de roca presente en el sitio.
	Paisaje	Se modificará la percepción social del paisaje.
	Empleos	Esta actividad generará empleos.
	Calidad de vida	Los empleos aumentarán la calidad de vida de los empleados.
Edificación	Paisaje	La edificación modificará la percepción social del paisaje y su calidad estética.
	Empleos	La edificación generará empleos.
	Calidad de vida	Los empleos generados aumentarán la calidad de vida de los empleados.
Construcción de terraplenes	Fauna	La excavación para los terraplenes de los estanques puede provocar la huida de ejemplares de fauna.
	Atmósfera	La maquinaria usada para excavación generará emisiones atmosféricas.
	Ruido	La maquinaria usada para excavación generará ruido.

Actividad	Componente ambiental	Descripción del impacto
	Suelo	La excavación y construcción de los terraplenes implica la remoción del material del suelo y la composición del mismo.
	Geología y Geomorfología	La excavación, relleno y compactación de los terraplenes modificará el relieve y la composición rocosa del sitio.
	Hidrología subterránea	Se reducirá la permeabilidad del suelo evitando, de esta forma la recarga del acuífero.
	Paisaje	La construcción de los terraplenes, modificará las características estéticas del paisaje, y por lo tanto su percepción social.
	Empleos	La construcción de los terraplenes generará empleos.
	Calidad de vida	Los empleos aumentarán la calidad de vida de los empleados.
Armado de los estanques	Paisaje	El armado de los estanques modificará las características estéticas y por lo tanto la fisonomía del paisaje.
	Empleos	El armado de los estanques generará empleos.
	Calidad de vida	Los empleos generados aumentarán la calidad de vida de los empleados.
Instalaciones y equipamiento	Empleos	Las instalaciones y equipamiento de los estanques y edificios generarán empleos.
	Calidad de vida	Los empleos generados en esta actividad aumentarán la calidad de vida de la población.
	Calidad de vida	Los empleos aumentarán la calidad de vida de los empleados.
Operación	Atmósfera	La planta de generación de energía eléctrica generará emisiones atmosféricas.
	Hidrología subterránea	Se generarán aguas residuales ricas en nitrógeno y fósforo, que representan un riesgo de contaminación del acuífero subterráneo.
	Empleos	Esta actividad generará empleos directos y permanentes.
	Calidad de vida	Se aumentará la calidad de vida de los empleados.
Mantenimiento	Hidrología subterránea	El lavado de estanques y limpieza de instalaciones puede contaminar el agua del acuífero.
	Empleos	El mantenimiento de las instalaciones generará empleos directos y permanentes.
	Calidad de vida	Los empleos generados aumentarán la calidad de vida de los empleados.

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación por componente Ambiental

Tabla 75 Medidas de prevención y mitigación de impactos

Componente ambiental	Medidas preventivas y de mitigación
Flora	Únicamente se realizará el desmonte de las áreas destinadas a la producción de tilapia y cultivos hortícolas. Se mantendrá una superficie en conservación permanente de aproximadamente 25-63-88.659 Ha, la cual no será desmontada. El área de desmonte, con base en el muestreo, se concluye que el tipo de vegetación a afectar es conocido como acahual, por lo que no requiere de cambio de uso de suelo de terrenos forestales.
Fauna	Se realizará el rescate y reubicación de los ejemplares de fauna que se encuentren en las áreas de las obras y las excavaciones, así como su monitoreo periódico, para observar el grado de afectación en cada etapa del proyecto.
Atmósfera	Se verificará la maquinaria y equipo utilizados para que cumplan con los límites máximos permisibles de las normas oficiales mexicanas de fuentes móviles y fijas. Para evitar la dispersión de polvos en las obras, se regarán las áreas de nivelación y excavación. Los camiones de transporte de materiales serán cubiertos con lonas.
Ruido	Se verificarán la maquinaria y equipos que generan ruido para asegurar que cumplan con las normas oficiales mexicanas en la materia
Hidrología subterránea	Se realizarán mediciones periódicas para controlar los niveles de contaminantes de las aguas residuales. Se instalarán biofiltros para reducir el nitrógeno amoniacal y de nitritos en el agua de los estanques. Se implementarán cultivos hortícolas de alta demanda de nitrógeno para reducir el nitrógeno del agua residual de los estanques. Las aguas residuales de los baños de las oficinas y áreas de empleados serán tratadas por medio de biodigestores y campos de absorción.
Suelo	El suelo de las excavaciones será aprovechado. La productividad del suelo será aumentada por la ferti-irrigación.

VI.2 Impactos residuales

Se entiende por «impacto residual» al efecto que permanece en el ambiente después de aplicar las medidas de mitigación.

En este caso, el efecto que permanece en el ambiente es el del desmonte y la modificación definitiva que ocasiona la construcción, es decir la superficie de cimentaciones de la obra y las bases de los estanques .

Se busca que la obra permanezca en el sitio, para lo cual se dará el mantenimiento necesario y mantenerlo en condiciones óptimas para su operación.

No se considera la etapa de abandono, ya que la obra debe mantenerse en buen estado si se le proporciona el mantenimiento necesario.

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VII.1 Pronóstico del escenario

La ejecución del proyecto implica la remoción total de la vegetación secundaria presente en el área del mismo y su sustitución por especies hortícolas. Se mantendrá en conservación la porción forestal presente en el predio.

La actividad acuícola representa un riesgo de contaminación del acuífero subterráneo, el cual es altamente vulnerable dada su naturaleza kárstica y permeable. Sin embargo, las medidas de mitigación que se proponen para implantar, tales como los biofiltros en los estanques y el establecimiento de cultivos agrícolas, mitigarán de forma suficiente este impacto potencial, es decir, se cumplirá con la NOM-001-SEMARNAT-1996, para vertidos al suelo.

Los cultivos agrícolas que planean implantarse, también aumentarán la productividad del suelo mediante su enriquecimiento con el material de las excavaciones y su ferti-irrigación. Los impactos a la atmósfera, por otra parte, son también controlables y mitigables.

Se considera un escenario ambientalmente favorable para el sistema ambiental descrito, ya que el área a afectar está actualmente degradada por usos agrícola y pecuario previamente, y no presenta una diversidad y prioridad ecosistémica tan alta como el área destinada a la conservación.

VII.2 Programa de Vigilancia Ambiental

La vigilancia ambiental consistirá en las siguientes actividades:

Tabla 76 Actividades de vigilancia ambiental

Actividades	Etapa del proyecto	Periodicidad
Supervisión ambiental de obra	Preparación del sitio	Diario durante la preparación del sitio
	Construcción	Dos veces por semana durante la construcción
Monitoreo y rescate de fauna	Preparación del sitio	Diario durante la preparación del sitio
	Construcción	Tres veces por semana durante la construcción
	Operación	Una vez cada 3 meses
Monitoreo de calidad del agua	Operación	Diario durante la operación de los estanques.

El Programa de trabajo que se presenta, considera la verificación en campo de haber efectuado los estudios y acciones necesarios para dar cumplimiento a los puntos establecidos en la resolución ambiental de la SEMARNAT en la que autorice el proyecto. Se consideran los siguientes conceptos:

1.-Programa de manejo de residuos peligrosos y no peligrosos.

Acciones a ejecutar

- Elaborar un procedimiento integral para el manejo de los residuos sólidos no peligrosos.

- **Residuos peligrosos**

Llevar una bitácora para el control de la generación de los residuos peligrosos, en coordinación con las áreas generadoras.

Acción a ejecutar.

Implantar una bitácora para el control de la generación de los residuos peligrosos, indicando fecha de generación tipo y volumen y fuente generadora, en coordinación con las áreas generadoras.

Elaborar e implementar un procedimiento integral para el manejo de residuos peligrosos, desde su generación, almacenamiento temporal, transporte y disposición final.

Acción a ejecutar.

- Se elaborara e implementara un procedimiento integral que incluirá lo siguiente:
 - Tipo de contenedor a utilizar.
 - Etiquetado de cada envase, clasificación y separación de acuerdo a su incompatibilidad química.
 - Medidas de seguridad para su envasado y transporte interno y externo.
 - Cumplimiento de las normas para el manejo de los aceites gastados.
 - Procedimiento de acción en caso de derrames o fugas.
 - Cumplimiento de las normas para el almacenamiento temporal de los residuos peligrosos.
 - Manejo de bitácora para registrar movimientos de residuos, elaboración, tramitación y documentos de control de residuos peligrosos.
 - Identificar y cuantificar el tipo de residuos peligrosos generados.
 - En caso de no cumplir con la norma anterior, proponer las acciones u obras necesarias para su cumplimiento.

- **Residuos no peligrosos**

Llevar una bitácora para el control de la generación de los residuos no peligrosos, en coordinación con las áreas generadoras.

Acción a ejecutar.

Implantar una bitácora para el control de la generación de los residuos no peligrosos, indicando fecha de generación tipo y volumen y fuente generadora, en coordinación con las áreas generadoras.

Elaborar e implementar un procedimiento integral para el manejo de residuos no peligrosos, desde su generación, almacenamiento temporal, transporte y disposición final.

Acción a ejecutar.

- Se elaborara e implementara un procedimiento integral que incluirá lo siguiente:
 - Tipo de contenedor a utilizar.
 - Cumplimiento de las normas para el almacenamiento temporal de los residuos.
 - Manejo de bitácora para registrar movimientos de residuos, elaboración, tramitación y documentos de control de residuos.
 - Identificar y cuantificar el tipo de residuos generados.

2.- Programa de control de emisión de gases de motores de combustión interna

Acciones a ejecutar:

- Revisión de los programas de mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria y equipo que se utilizará en la obra.
- Elaboración de bitácora en donde se asienten los trabajos de mantenimiento que se hayan realizado a la maquinaria durante las labores de la obra.
- Mantenimiento al motor de la planta eléctrica de emergencia, silenciador, carburación, pruebas semanales de arranque.
- Elaboración de bitácora con las actividades de mantenimiento efectuadas a la maquinaria.
- Reportes mensuales con la información de bitácora, observaciones y copias de las facturas de los servicios realizados.

3.- Programa para evitar la contaminación de aguas subterráneas.

Acciones a ejecutar:

- Recopilar información y determinar el origen y volumen de las aguas residuales que se generen en la construcción de la obra.
- Caracterización del manejo que se da a los residuos sanitarios de la obra.
- Elaborar manual de procedimientos para prevenir la contaminación del acuífero.
- Cuidados en el manejo de los biodigestores y campo de absorción.
- Pruebas de control a los sedimentadores de acuerdo al programa.
- Seguimiento de actividades y elaboración de reporte a bitácora.

4.- Programa de capacitación.

El programa de capacitación incluirá lo siguiente:

- Inventario del equipo e instrumentación con características técnicas.
- Diagrama de flujo del agua y descripción de los procesos.
- Procedimiento de operación de los equipos.
- Frecuencia de revisión y mantenimiento de equipo.
- Llevar bitácora donde se registren las condiciones de operación del sistema, cantidades, fecha y hora de dosificación de productos químicos y cualquier actividad o anomalía que se considere de importancia en la operación del sistema.

5.- Programa de supervisión y control.

Todas las actividades mencionadas anteriormente serán integradas dentro de un programa general de supervisión y control, que estará dado por la presencia en el campo, en cada uno de los frentes de trabajo, de un supervisor con experiencia en este tipo de trabajos, recopilando la información que se genere en cada lugar e integrando estos datos tanto a las bitácoras como a los reportes.

El programa de vigilancia ambiental considera las siguientes actividades:

Actividad	Inicio	Final
Supervisión de la reubicación y rescate de flora y fauna (en su caso)	Inicio de obras	Final de obras
Supervisión del respeto a los límites del área destinada al proyecto	Inicio de obras	Final de obras
Monitoreo de la calidad del agua a. Concentración de sólidos en suspensión (SST) b. pH c. Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) d. Demanda Química de Oxígeno (DQO) e. Nitrógeno Total (NT) f. Fósforo Total (PT) g. Dureza h. Sólidos Sedimentables i. Amonio (NH ₄) j. Nitritos (NO ₂) k. Nitratos (NO ₃)	Inicio de operaciones	Durante la vida útil del proyecto.

Adicionalmente, se aplicará periódicamente el **FORMATO DE VERIFICACION INTERNA DE LAS BUENAS PRACTICAS DE PRODUCCION ACUICOLA DE TILAPIA (BPPATi)**, elaborado por la SAGARPA.

VII.3 Conclusiones

De acuerdo a la caracterización del sistema ambiental, las características del proyecto y dadas las medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales propuestas; el proyecto se considera ambientalmente viable.

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

VIII.1 Formatos de presentación

Se presenta un ejemplar de la MIA con su respectivo resumen ejecutivo impreso con todos sus anexos y dos CD con todo el contenido digital del estudio.

VIII.1.1 Planos de localización

Anexo 1. Figuras de ubicación
Anexo 2. Planos

VIII.1.2 Fotografías

Anexo 3

VIII.1.3 Videos

Se presentan en el CD

VIII.2 Otros anexos

Anexo 4. Documentos

VIII.3 Glosario de términos

Alevines. Estadio del ciclo de vida de los peces en el que éste tiene un peso de 0.5 g, y en el que será alimentado para su crecimiento hasta alcanzar la talla comercial.

Impacto ambiental: Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

Impacto ambiental acumulativo: El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente. entorno debido al funcionamiento de procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.

Medidas de prevención: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el Promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

Medidas de mitigación: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el Promovente para atenuar el impacto ambiental 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.

Sistema ambiental: 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.

Componentes ambientales críticos: Serán definidos de acuerdo con los siguientes criterios: fragilidad, vulnerabilidad, importancia en la estructura y función del sistema, presencia de especies de flora, fauna y otros recursos naturales considerados en alguna categoría de protección, así como aquellos elementos de importancia desde el punto de vista cultural, religioso y social.

Componentes ambientales relevantes: Se determinarán sobre la base de la importancia que tienen en el equilibrio y mantenimiento del sistema, así como por las interacciones proyecto-ambiente previstas.

Especies de difícil regeneración: Las especies vulnerables a la extinción biológica por la especificidad de sus requerimientos de hábitat y de las condiciones para su reproducción.

Daño ambiental: Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso.

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.

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.

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

VIII.4 Bibliografía

- DOF (04/09/2013) Acuerdo por el que se dan a conocer los estudios técnicos de aguas nacionales subterráneas del acuífero Península de Yucatán, clave 3105, estados de Yucatán, Campeche y Quintana Roo.
- FAO (2007) Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Un marco conceptual para clasificación, correlación y comunicación internacional.
- Fernandez-Vitora, V. (1993) Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Segunda Edición. Ed. Mundi-Prensa, Madrid-España.
- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. México, D.F
- Gobierno del Estado de Veracruz, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Alimentación y Pesca, Alianza para el Campo y Fundación Produce Veracruz (s.f.) Manual de Producción de Tilapia con Especificaciones de Calidad e Inocuidad.
- INEGI (2010) Censo Nacional de Población y Vivienda 2010
- INEGI (2010). Mapa edafológico 1:250000, Serie IV
- INEGI (2010) Mapa Uso del suelo y vegetación, Serie IV
- INEGI (2010) Mapa de Regiones Hidrológicas, Serie IV.
- INEGI (2010) Mapa fisiográfico, Serie IV.
- Nicotiva (s.f.) Manual de crianza de tilapia
- Ramos, A. (1987). Diccionario de la Naturaleza: Hombre, Ecología y Paisaje. Espasa-Calpe. España