



MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

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

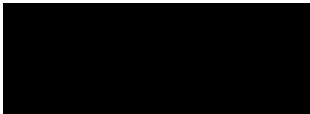
DIRECCION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

CAPÍTULO 1: DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

“PRESA PUERTA DEL SOL”

Agosto 2025



ÍNDICE

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 2

 I.1. Datos Generales del Proyecto 2

 I.1.1 Nombre del Proyecto..... 2

 I.1.2 Ubicación del Proyecto..... 2

 I.1.3 Duración del Proyecto 7

 I.2. Datos generales del Promovente..... 7

 I.2.1 Nombre o razón social 7

 I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del proyecto 7

 I.2.3 Nombre y cargo del representante legal 7

 I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones 7

 I.3 Datos generales del responsable de la elaboración del estudio 7

 I.3.1 Nombre o razón social 7

 I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes..... 7

 I.3.3 Nombre del responsable de la elaboración del estudio..... 8

 I.3.4 Dirección de la empresa..... 8

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

I.1. Datos Generales del Proyecto

I.1.1 Nombre del Proyecto

Proyecto PRESA PUERTA DEL SOL

1.1.2 Ubicación del Proyecto

El proyecto PRESA PUERTA DEL SOL, en adelante referido como **“El Proyecto”**, se localiza sobre la carretera Federal 14 Moctezuma-Hermosillo, entre las coordenadas UTM WGS84 Zona 12N X:571227.99, Y:3259830.36 y X:585283.03, Y:3267313.91, el trazo del Vaso de la presa (embalse) inicia a aproximadamente a 100 metros de la salida de la localidad de Mazocahui, municipio de Bavicora, y concluye en la Cortina de la presa, a aproximadamente 3 kilómetros de distancia desde la entrada a la localidad Puerta del Sol y aproximadamente a 13 km de la localidad Heroica Ciudad de Ures, en el municipio de Ures, Sonora.

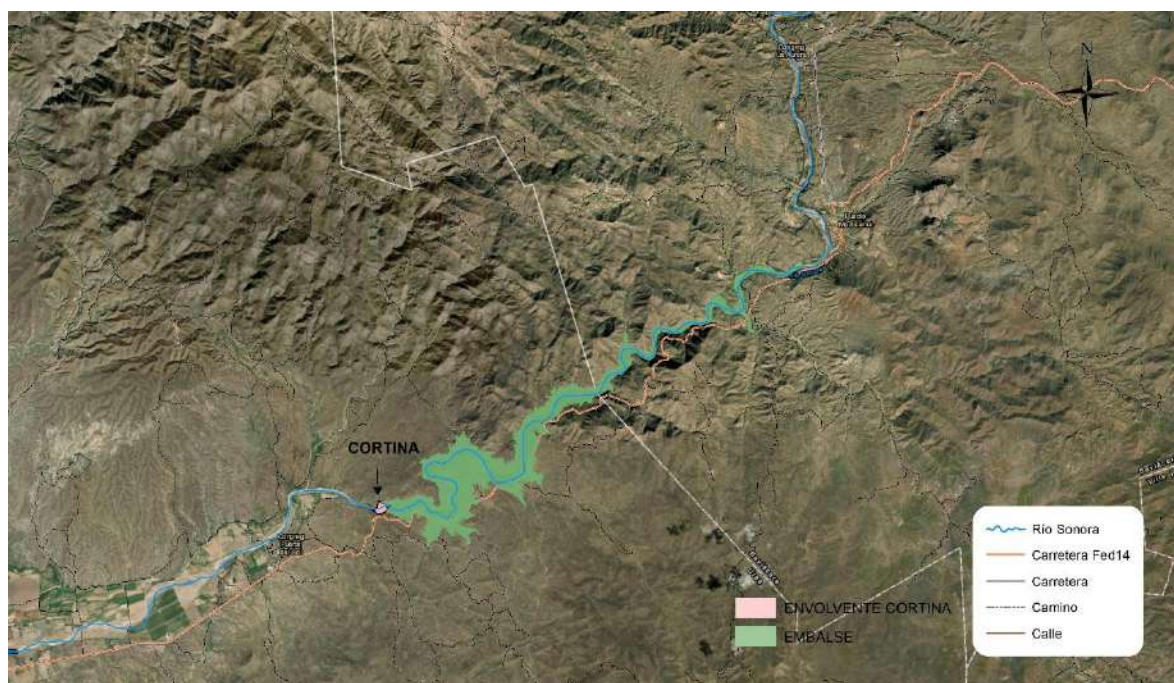
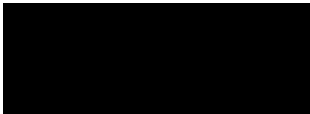


Figura 1. Ubicación del Proyecto Presa Puerta del Sol



La cota del vaso (embalse) del Proyecto se localiza en las coordenadas UTM WGS 1984, Zona 12 N, siguientes:

COORDENADAS COTA EMBALSE		
VERTICE	COORDENADAS	
	Y	X
1	3,261,483.75	577,180.55
2	3,261,395.14	577,433.84
3	3,261,257.15	577,503.57
4	3,261,228.48	577,413.55
5	3,261,020.71	577,414.16
6	3,261,192.37	577,264.48
7	3,261,120.20	576,927.96
8	3,261,167.48	576,773.53
9	3,261,045.00	576,984.69
10	3,261,033.40	576,877.09
11	3,260,910.40	576,978.41
12	3,260,943.82	576,861.88
13	3,260,525.07	577,028.19
14	3,260,562.75	576,919.45
15	3,260,762.75	576,795.90
16	3,261,190.15	576,064.91
17	3,261,148.42	575,952.26
18	3,260,975.69	576,056.60
19	3,260,957.29	575,970.06
20	3,261,014.86	575,924.56
21	3,260,966.90	575,806.59
22	3,261,036.78	575,830.00
23	3,261,148.28	575,631.08
24	3,261,063.43	575,651.52
25	3,261,095.11	575,561.50
26	3,260,919.79	575,642.67
27	3,260,857.89	575,558.11
28	3,260,825.42	575,716.18
29	3,260,707.94	575,756.76
30	3,260,714.84	575,633.95
31	3,260,586.16	575,740.63
32	3,260,529.19	575,668.95
33	3,260,565.00	575,510.55
34	3,260,418.88	575,475.08
35	3,260,272.91	575,617.79
36	3,260,141.66	575,444.13
37	3,260,184.14	575,335.94

COORDENADAS COTA EMBALSE		
VERTICE	COORDENADAS	
	Y	X
38	3,260,101.34	575,204.00
39	3,259,926.71	575,420.78
40	3,259,905.94	575,673.66
41	3,259,740.28	575,779.44
42	3,259,842.68	575,623.68
43	3,259,797.40	575,498.54
44	3,259,724.71	575,433.52
45	3,259,535.77	575,527.77
46	3,259,458.77	575,395.80
47	3,259,598.83	575,429.52
48	3,259,844.31	575,145.02
49	3,259,699.76	574,998.81
50	3,259,989.92	574,739.33
51	3,259,871.36	574,760.01
52	3,259,868.87	574,682.78
53	3,259,625.06	574,634.11
54	3,259,562.32	574,474.60
55	3,259,437.79	574,456.57
56	3,259,415.78	574,513.51
57	3,259,402.20	574,272.63
58	3,259,529.94	574,379.27
59	3,259,664.75	574,353.56
60	3,259,762.04	574,175.37
61	3,259,916.90	574,211.57
62	3,259,853.04	574,300.49
63	3,259,953.02	574,246.47
64	3,260,154.66	574,362.60
65	3,260,224.64	574,307.32
66	3,260,296.04	574,184.94
67	3,260,232.03	574,225.77
68	3,260,182.58	574,106.71
69	3,260,356.90	573,961.59
70	3,260,055.51	573,858.65
71	3,260,379.03	573,314.85
72	3,260,316.81	573,288.34
73	3,260,385.75	573,234.08
74	3,260,520.44	573,383.48

COORDENADAS COTA EMBALSE		
VERTICE	COORDENADAS	
	Y	X
75	3,260,538.47	573,374.83
76	3,260,492.70	573,257.72
77	3,260,576.76	573,228.14
78	3,260,626.83	573,109.81
79	3,260,636.18	573,137.50
80	3,260,671.67	573,364.25
81	3,260,762.29	573,555.53
82	3,260,667.98	573,665.85
83	3,260,706.90	573,877.22
84	3,260,805.87	573,966.64
85	3,260,793.77	574,433.30
86	3,260,696.94	574,546.62
87	3,260,577.97	574,525.19
88	3,260,509.95	574,640.14
89	3,260,588.02	574,710.47
90	3,260,824.52	574,630.38
91	3,260,995.60	574,667.66
92	3,261,147.31	574,578.04
93	3,261,290.82	574,212.32
94	3,261,794.80	574,193.17
95	3,261,817.50	574,308.15
96	3,261,749.37	574,338.60
97	3,261,966.04	574,674.45
98	3,261,899.57	574,788.66
99	3,261,966.42	574,867.58
100	3,261,884.74	574,905.08
101	3,261,973.87	574,965.65
102	3,262,211.85	574,924.36
103	3,262,084.40	575,022.13
104	3,262,149.78	575,114.47
105	3,262,400.85	575,073.37
106	3,262,351.04	575,203.97
107	3,262,531.77	575,347.50
108	3,262,196.50	575,512.24
109	3,262,121.76	575,699.47
110	3,262,015.68	575,725.77
111	3,261,961.78	576,187.50
112	3,261,808.25	576,065.96
113	3,261,830.18	576,381.37
114	3,261,646.71	576,413.75
115	3,261,769.15	576,608.49

COORDENADAS COTA EMBALSE		
VERTICE	COORDENADAS	
	Y	X
116	3,261,724.94	576,660.05
117	3,261,959.94	576,717.28
118	3,262,160.81	576,662.42
119	3,262,182.88	576,768.11
120	3,262,308.40	576,597.16
121	3,262,339.23	576,672.73
122	3,262,478.81	576,631.98
123	3,262,570.88	576,837.92
124	3,262,940.55	577,012.43
125	3,263,029.89	577,187.76
126	3,263,195.65	577,185.11
127	3,263,103.85	577,331.55
128	3,263,230.05	577,374.57
129	3,263,147.32	577,478.50
130	3,263,383.82	577,640.01
131	3,263,466.70	577,476.36
132	3,263,449.53	577,702.28
133	3,263,592.84	577,630.99
134	3,263,637.76	577,735.71
135	3,263,713.25	577,716.15
136	3,263,696.93	577,811.55
137	3,263,560.61	577,809.22
138	3,263,700.86	577,841.20
139	3,263,711.29	578,133.03
140	3,263,823.37	578,223.54
141	3,263,650.18	578,583.48
142	3,263,716.14	578,735.36
143	3,263,678.55	578,913.11
144	3,263,787.86	578,889.07
145	3,263,746.39	578,970.40
146	3,264,146.77	579,145.09
147	3,264,236.88	579,480.95
148	3,264,714.26	579,517.95
149	3,264,897.30	579,645.01
150	3,265,431.05	579,640.66
151	3,264,805.03	579,804.30
152	3,264,620.62	580,330.12
153	3,265,286.91	580,435.23
154	3,265,341.90	580,594.66
155	3,265,252.62	580,971.19
156	3,265,533.66	581,513.25

COORDENADAS COTA EMBALSE		
VERTICE	COORDENADAS	
	Y	X
157	3,265,470.10	581,565.44
158	3,265,477.77	581,781.57
159	3,265,630.90	581,862.54
160	3,265,874.89	581,826.42
161	3,266,148.09	582,092.92
162	3,266,185.76	582,182.56
163	3,266,094.80	582,323.48
164	3,265,790.63	582,526.32
165	3,265,823.00	582,659.86
166	3,266,113.13	582,712.68
167	3,266,384.78	582,543.55
168	3,266,633.19	582,581.92
169	3,266,687.64	582,656.52
170	3,266,835.81	582,561.48
171	3,266,690.89	582,712.98
172	3,266,805.98	582,703.50
173	3,266,718.80	582,761.54
174	3,266,856.68	582,914.52
175	3,266,811.83	582,979.52
176	3,266,888.86	583,086.84
177	3,267,012.81	583,102.40
178	3,266,922.65	583,138.67
179	3,266,983.97	583,476.29
180	3,266,788.58	583,702.27
181	3,266,764.35	583,904.95
182	3,266,976.66	584,253.65
183	3,266,917.77	584,603.18
184	3,267,248.79	585,068.44
185	3,266,902.37	584,713.51
186	3,266,860.97	584,316.86
187	3,266,650.83	583,960.56
188	3,266,770.38	583,258.53
189	3,266,578.42	582,833.41
190	3,266,296.37	582,790.07
191	3,266,281.91	582,903.52
192	3,266,254.34	582,825.17
193	3,266,109.01	582,857.30
194	3,266,100.02	582,924.69
195	3,266,088.30	582,861.00
196	3,265,942.06	582,879.42
197	3,266,012.97	582,949.43

COORDENADAS COTA EMBALSE		
VERTICE	COORDENADAS	
	Y	X
198	3,265,937.74	582,977.80
199	3,265,855.91	582,879.15
200	3,265,740.85	582,931.82
201	3,265,795.28	582,863.54
202	3,265,528.68	583,043.86
203	3,265,290.90	583,035.58
204	3,265,169.54	583,174.65
205	3,265,182.83	583,270.62
206	3,265,121.31	583,209.28
207	3,265,196.80	582,993.48
208	3,265,463.90	582,980.55
209	3,265,644.74	582,807.98
210	3,265,647.47	582,540.11
211	3,265,550.68	582,453.52
212	3,265,633.53	582,495.62
213	3,265,859.84	582,076.47
214	3,265,596.07	581,987.42
215	3,265,429.67	582,112.41
216	3,265,362.11	581,463.93
217	3,265,110.63	581,045.15
218	3,265,176.70	580,612.07
219	3,265,058.94	580,515.41
220	3,264,580.86	580,506.86
221	3,264,407.56	580,341.51
222	3,264,612.07	579,968.37
223	3,264,589.93	579,807.48
224	3,264,356.38	579,944.11
225	3,264,397.30	579,848.63
226	3,264,297.43	579,846.34
227	3,264,071.65	579,619.41
228	3,263,866.74	579,258.43
229	3,263,548.74	579,349.50
230	3,263,637.21	579,205.58
231	3,263,386.26	578,763.96
232	3,263,261.83	578,798.52
233	3,263,314.09	578,589.51
234	3,263,135.56	578,430.64
235	3,263,284.31	578,416.53
236	3,263,215.52	578,350.65
237	3,263,258.90	578,124.64
238	3,263,178.77	578,144.82

COORDENADAS COTA EMBALSE		
VERTICE	COORDENADAS	
	Y	X
239	3,263,139.74	577,985.29
240	3,263,096.84	578,041.87
241	3,263,049.78	577,927.16
242	3,262,853.21	577,851.65
243	3,262,923.26	577,807.02
244	3,262,812.08	577,751.87
245	3,262,749.82	577,391.50
246	3,262,436.76	577,765.43
247	3,262,422.67	577,575.24
248	3,262,485.95	577,527.87

COORDENADAS COTA EMBALSE		
VERTICE	COORDENADAS	
	Y	X
249	3,262,428.77	577,433.31
250	3,262,534.74	577,215.34
251	3,262,344.34	577,328.04
252	3,262,273.12	577,293.44
253	3,262,258.05	577,401.71
254	3,261,878.92	577,182.36
255	3,261,725.90	577,300.70
256	3,261,756.89	577,194.78
257	3,261,653.25	577,275.89

La cota de la envolvente de la cortina se localiza en las coordenadas UTM WGS 1984 Zona 12N siguientes:

COORDENADAS COTA ENVOLVENTE DE LA CORTINA		
VÉRTICE	COORDENADAS	
	Y	X
1	3,260,474.10	572,787.98
2	3,260,427.19	572,922.86
3	3,260,471.89	572,984.51
4	3,260,658.42	573,035.16
5	3,260,576.76	573,228.14
6	3,260,492.70	573,257.72
7	3,260,538.47	573,374.83
8	3,260,520.44	573,383.48
9	3,260,342.82	573,186.46
10	3,260,317.38	573,097.94
11	3,260,308.42	573,032.65
12	3,260,327.62	572,966.89
13	3,260,408.72	572,915.80
14	3,260,455.67	572,782.39

I.1.3 Duración del Proyecto

El calendario de actividades para este proyecto consta de la etapa preparación del sitio, la cual requerirá de 3 meses; la etapa de construcción, la cual requerirá de 24 meses. Se realizarán actividades simultaneas entre estas dos etapas, por lo que su duración total será de 24 meses. Para la etapa operación y mantenimiento tiene una duración de 50 años, pudiéndose extenderse por un mayor periodo de tiempo, dependiendo del mantenimiento que se realice, en donde se pudieran realizar actividades de remodelación, por lo cual no se contempla una etapa de abandono del sitio.

I.2. Datos generales del Promovente

I.2.1 Nombre o razón social

[REDACTED]

I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del proyecto

[REDACTED]

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal

[REDACTED]

[REDACTED]

I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

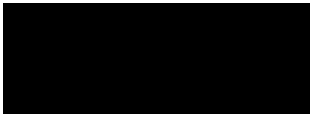
I.3 Datos generales del responsable de la elaboración del estudio

I.3.1 Nombre o razón social

[REDACTED]

I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes

[REDACTED]



I.3.3 Nombre del responsable de la elaboración del estudio

[Redacted]

[Redacted]

I.3.4 Dirección de la empresa

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO

“PRESA PUERTA DEL SOL”

Agosto 2025

ÍNDICE

II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y. EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO	4
II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO	4
II.1.1 Naturaleza del proyecto.....	4
II.1.2 Justificación.....	5
II.1.3 Ubicación física y dimensiones del proyecto	7
II.1.4 Modelo Digital de Elevación (MDE) en la cuenca de la presa proyecto Puerta del Sol.....	16
II.1.5 Inversión requerida.....	37
II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO	38
II.2.1 Programa de trabajo.....	39
II.2.3 Preparación del sitio y construcción	41
II.2.4 Operación y mantenimiento.....	101
II.2.5 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones	104
II.2.6 Residuos	105
II.2.7 Generación de gases de efecto invernadero	106
REFERENCIAS	108

FIGURAS

Figura 1. Ubicación física del Proyecto Presa Puerta del Sol.....	8
Figura 2. 02 Plano Planta General Polígono Envolvente de la Cortina	15
Figura 3. Curvas de nivel a cada metro utilizadas en el estudio.....	17
Figura 4. MDT de la cuenca en estudio.....	17
Figura 5. Curvas de nivel dentro del embalse del tramo en estudio.....	18
Figura 6. MDT de la cuenca Puerta del Sol, utilizada para el modelo hidráulico... 18	
Figura 7. MDE en 3D de la cuenca proyecto Puerta del Sol.	19
Figura 8. Trazo de carretera afectada.	39
Figura 9. propietarios predios involucrados.....	52
Figura 10. Uso de Suelo y Vegetación en el envolvente de la Cortina.....	54
Figura 11. 01 Plano planta general Puerta del Sol.	55
Figura 12. Caminos cercanos a la cortina del proyecto.....	60
Figura 13. Plano 09 Secciones de cortina puerta del Sol.	62
Figura 14. Plano 11, Secciones en tajo de desvío.....	62
Figura 15. Estación 0+090.00, Plano 15 Secciones en ataguía aguas arriba	65

Figura 16. Plano 15, secciones en ataguías aguas arriba.....	66
Figura 17. Sección A-A' Conductos de desvió (01 Plano general)	67
Figura 18. Secciones conductos de desvió (04 Plano secciones Generales).	67
Figura 19. Obra de desvió, plano 02 planta general polígono envolvente cortina. 68	
Figura 20. 01 Plano planta general Puerta del Sol.	69
Figura 21. Plano 03 Perfil General Puerta del Sol.....	71
Figura 22. 04 PLANO SECCIONES GENERALES.	74
Figura 23. Plano 01 OM tubería de presión arreglo General Obra de Toma.....	88
Figura 24. PLANO 03 OM OT C-1 Y C-2 COMPUERTA DESLIZANTE.....	90
Figura 25. PLANO 04 OM OT C-1 Y C-2 INSTALACION VASTAGO.	90
Figura 26. Plano 02 OM tubería de presión Arreglo General Desagüe de Fondo. 94	
Figura 27. PLANO 17 PANTALLA IMPERMEABLE.	98
Figura 28. PLANO 18 TAPETE DE CONSOLIDACION.	99
Figura 29. PLANO 19 PANTALLA DE DRENAJE.	99

TABLAS

Tabla 1. Coordenadas UTM WGS84 Zona 12N de la cota del embalse del proyecto.	8
Tabla 2. Coordenadas UTM del envolvente de la cortina del proyecto.	15
Tabla 3. Elevación, área y almacenamiento de la presa Puerta del Sol.....	20
Tabla 4. Resultados de diferentes demandas de agua potable y agrícola simuladas en el vaso.	28
Tabla 5. Resultados para las diferentes demandas de agua potable y agrícola simuladas en el vaso, iniciando con el 50% del NAMO.	31
Tabla 6. Resultados para las diferentes demandas de agua potable y agrícola simuladas en el vaso, iniciando con el 25% del NAMO.	34
Tabla 7. Costos de inversión del proyecto.....	37
Tabla 8. Requerimiento de personal para la construcción.....	38
Tabla 9. Programa General de Trabajo.	40
Tabla 10. Desglose de superficies y usos del proyecto (Cortina).....	52
Tabla 11. Desglose de superficies y usos del proyecto (Embalse).	53
Tabla 12. Características del proyecto presa Puerta del Sol.....	68
Tabla 13. Cuadro de construcción eje de la cortina.	69
Tabla 14. Especificaciones y cantidades de la obra mecánica, Obra de toma.	83
Tabla 15. Obra de toma tipo torre galería.....	88
Tabla 16. Obra mecánica: tubería y válvulas para el desagüe de fondo.....	91
Tabla 17. Proyecto eléctrico, obra de toma y desagüe de fondo.....	94
Tabla 18. Coordenadas UTM WGS Zona 12N del polígono propuesto para obras adicionales.....	100
Tabla 19. Clasificación de técnica de aforo.	103

Tabla 20. Generación y Manejo de Residuos durante la preparación y construcción del sitio.....	105
Tabla 21. Cálculo de emisiones de CO ₂ durante la etapa de preparación del sitio y construcción.....	106

GRAFICAS

Gráfica 1. Curva elevaciones áreas capacidades de la presa Puerta del Sol.	20
Gráfica 2. Comportamiento de las entradas al vaso de la Presa Puerta del Sol. ..	22
Gráfica 3. Distribución mensual de las entradas al vaso de la Presa Puerta del Sol	22
Gráfica 4. Precipitaciones mensuales para el funcionamiento de vasos de Puerta del Sol.....	23
Gráfica 5. Distribución mensual de las precipitaciones en el vaso de Puerta del Sol.	24
Gráfica 6. Evaporación mensual para el funcionamiento de vasos de Puerta del Sol	24
Gráfica 7. Gráfica 1. Distribución mensual de las evaporaciones en el vaso de Puerta del Sol. 25	
Gráfica 8. Régimen de demanda del uso agrícola en Presa Puerta del Sol.....	26
Gráfica 9. Régimen de demandas de agua potable en Presa Puerta del Sol.....	27
Gráfica 10. Demanda total para ambos usos.	27
Gráfica 11. Comportamiento de los niveles del agua partiendo del nivel inicial del NAMO.	29
Gráfica 12. Comportamiento de las demandas de agua potable y agrícola simuladas en el vaso.	30
Gráfica 13. Comportamiento de los niveles de agua, partiendo del nivel inicial del 50% del NAMO.	32
Gráfica 14. Comportamiento de las demandas de agua potable y agrícola simulados en el vaso, iniciando con el 50 % del NAMO.	33
Gráfica 15. Comportamiento de los niveles de agua, partiendo del nivel inicial del 25% del NAMO.	34
Gráfica 16. Comportamiento de las demandas de agua potable y agrícola simulados en el vaso, iniciando con el 25 % del NAMO.	36
Gráfica 17. Resultados de los tres conjuntos de simulaciones.....	36
Gráfica 18. Gráfica granulométrica para los agregados del CCR propuesto.....	72

II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y. EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO

II.1 Información General del Proyecto

El estudio que a continuación se describe corresponde a la construcción de una presa de almacenamiento denominada “Presa Puerta del Sol”, esta se ubicará entre los municipios de Ures y Baviácora, estado de Sonora.

Ante la escasez del agua en la región, el proyecto “Presa Puerta del Sol” el cual forma parte del “Sistema de Presas para Hermosillo, Sonora” tiene como principal objetivo dar protección a las áreas productivas de los Valles agrícolas de Banamichi, Baviácora, Ures y Distrito de Riego 051 Costa de Hermosillo; así como a centros de población rural asentados en las márgenes de los Ríos y a un núcleo amplio de habitantes de la ciudad de Hermosillo. Bajo este fundamento, la construcción de la Presa Puerta del Sol, tendrá la característica de almacenamiento y control de avenidas para uso de agua potable y agrícola.

II.1.1 Naturaleza del proyecto

El proyecto, está contemplado en el Plan Nacional Hídrico 2024-2030, presentado el 21 de noviembre de 2024 por la Presidenta Claudia Sheinbaum Pardo, en el cual se conmina a los Gobiernos estatales y municipales desarrollar proyectos de infraestructura en el marco del Plan Nacional Hídrico y, dentro del cual se considera como Proyecto Estratégico 2024-2030 el “Sistema de Presas para Hermosillo, Sonora”, del cual forma parte El Proyecto.

Se pretende que una vez en funcionamiento la presa, ésta logre un grado de sustentabilidad tal, que permita el libre flujo del cauce y el almacenamiento del vital líquido.

En el presente proyecto se pretende un impacto positivo sobre el abastecimiento de agua potable principalmente a los habitantes de Baviácora, Ures y Hermosillo, a

través de la dotación de agua de la Presa Puerta del Sol, la cual una vez establecida y en funcionamiento permitirá el libre flujo del cauce y el almacenamiento de alrededor de 127.80 hm³ (N.A.M.O) del vital líquido, controlando las avenidas extraordinarias que se pudieran presentar y de esta manera prevenir inundaciones a las localidades que se sitúan aguas debajo de la cuenca hidrológica, disminuyendo la probabilidad de escasez en temporada seca.

La ejecución del proyecto generará cambios en la utilización del suelo en terrenos forestales y en el entorno natural, por tal motivo se requiere autorización previa de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en materia de impacto ambiental, como se estipula en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), en su Artículo 28 y en su Reglamento en el Artículo 5, inciso A numeral I.; así como en aspectos de cambio de uso de suelo en terrenos forestales Artículo 93 al 100 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

El impacto directo del proyecto será comprendido por la remoción parcial o total de la vegetación y del despalde durante las actividades de preparación del sitio y construcción de la obra en la superficie que conformará la cortina.

II.1.2 Justificación

El Gobierno del Estado de Sonora 2021-2027, ha señalado como prioridad de su administración invertir en infraestructura hidráulica que impacte en el bienestar de las mayorías, por ello, uno de los proyectos que se plantea ejecutar es la “Presa Puerta del Sol” en el municipio de Ures, Estado de Sonora.

La columna vertebral de la implementación de este Plan hídrico es la coordinación entre gobierno y usuarios del agua, donde se reconocen tres ejes estratégicos; Primero, el agua potable y saneamiento como derecho humano para los sonorenses, tanto en zonas urbanas como rurales; Segundo, el agua productiva para impulsar el crecimiento económico de los distintos sectores, como el agropecuario, minero e industrial; Tercero, el agua para uso ecológico y

restauración del medio ambiente, con un enfoque de mitigación y adaptación ante el cambio climático. La viabilidad de estos tres ejes estratégicos de la nueva gobernanza del agua en Sonora estará basada en la sostenibilidad de cada uno de los proyectos que se realicen.

Estas obras hidráulicas, son esenciales para prevenir inundaciones y minimizar los riesgos asociados con eventos climáticos extremos, especialmente durante la temporada de lluvias. De manera fundamental, también aportan capacidad de respuesta ante la creciente necesidad, en el uso del agua en comunidades y ciudades del estado, fortaleciendo el almacenamiento, control y conducción para su mejor aprovechamiento.

De acuerdo con el “Plan Hídrico Sonora 2023-2053” Se plantean proyectos de presas, que en su realización en los próximos años, le permitirán a Sonora una ruta de garantía de este recurso fundamental. Permite, además, generar certidumbre de que estos proyectos son los necesarios, para garantizar el agua en los próximos 30 años en Sonora.

El sitio donde se pretende construir el mencionado proyecto reúne las características fisiográficas necesarias para el control de las avenidas y embalse de las aguas del Río Sonora, propiciando con ello el almacenamiento de agua para su aprovechamiento.

La superficie total contemplada del proyecto la conforman el envolvente de la cortina con 8.7609 ha y el embalse (vaso) con 817.627 ha, con una superficie total estimada de 826.39 ha.

De acuerdo al muestreo de la vegetación sobre la superficie del Sistema Ambiental Regional (SAR), de la cortina y el embalse del proyecto, se determinó que las especies de vegetación registradas en los puntos dentro de los polígonos de la cortina y el embalse, que si bien las especies *Olneya tesota* y *Guayacum coulteri* y

Mammillaria standleyi se encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, estas especies se encuentran en mayor volumen dentro del SAR por lo que el riesgo de pérdida de especies es menor. Se realizarán trabajos de extracción y reubicación de las especies vegetales, con especial atención a las que se encuentran dentro de algún programa de protección, por lo cual no se ponen en riesgo estas especies.

Por lo anterior expuesto se comprende la inevitable generación de impactos ambientales a diferentes componentes de variada magnitud, para lo cual se han planteado estrategias que coadyuven a la mitigación, compensación, y en algunos casos prevención de dichos impactos. Así mismo en estricto apego a la normatividad aplicable, se dará seguimiento el presente manifiesto durante la ejecución del proyecto, una vez emitida la resolución en materia de impacto ambiental.

II.1.3 Ubicación física y dimensiones del proyecto

El Proyecto se localiza sobre la carretera Federal 14 Moctezuma-Hermosillo, entre las coordenadas UTM WGS84 Zona 12N X:571227.99, Y:3259830.36 y X:585283.03, Y:3267313.91. aguas arriba, el trazo del Vaso o embalse de la presa inicia a aproximadamente 100 metros de la salida de la localidad de Mazocahui, municipio de Baviácora, hasta la Cortina de la presa, que esta aproximadamente a 3 km de distancia desde la entrada a la localidad Puerta del Sol y aproximadamente a 13 km de la localidad Heroica Ciudad de Ures, en el municipio de Ures, Sonora.

Figura 1

La superficie que comprende el embalse está distribuida en diferente proporción dentro de los polígonos de los municipios de Ures y Baviácora, Sonora. El embalse del proyecto se sitúa a los 480 msnm, con una superficie de 817.63 ha, de estos en las coordenadas UTM WGS Zona 12N X:574973.17 y Y:3261416.41 se encuentra una elevación que alcanza los 520 msnm, por lo que, 13.365 ha superficiales alrededor de ese punto no será inundada, por tanto, la superficie inundada constará

de 804.265 ha, para alcanzar un almacenamiento esperado de 173.89 hm³ (N.A.M.E) y 127.80 hm³ (N.A.M.O).



Figura 1. Ubicación física del Proyecto Presa Puerta del Sol.

A continuación se presentan las coordenadas UTM WGS 1984 zona 12 Norte, de la cota del embalse del Proyecto, ver **Tabla 1**.

Tabla 1. Coordenadas UTM WGS84 Zona 12N de la cota del embalse del proyecto.

CUADRO DE CONSTRUCCIÓN COTA EMBALSE						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
				1	3,261,483.75	577,180.55
1	2	S 70°43'03.04" E	268.34	2	3,261,395.14	577,433.84
2	3	S 26°48'31.41" E	154.61	3	3,261,257.15	577,503.57
3	4	S 72°20'14.67" W	94.48	4	3,261,228.48	577,413.55
4	5	S 00°10'05.57" E	207.77	5	3,261,020.71	577,414.16
5	6	N 41°05'14.04" W	227.75	6	3,261,192.37	577,264.48
6	7	S 77°53'46.20" W	344.17	7	3,261,120.20	576,927.96
7	8	N 72°58'38.87" W	161.51	8	3,261,167.48	576,773.53
8	9	S 59°53'03.84" E	244.12	9	3,261,045.00	576,984.69
9	10	S 83°50'55.44" W	108.23	10	3,261,033.40	576,877.09

CUADRO DE CONSTRUCCIÓN COTA EMBALSE						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
10	11	S 39°28'48.14" E	159.36	11	3,260,910.40	576,978.41
11	12	N 73°59'56.16" W	121.23	12	3,260,943.82	576,861.88
12	13	S 21°39'41.04" E	450.56	13	3,260,525.07	577,028.19
13	14	N 70°53'15.63" W	115.08	14	3,260,562.75	576,919.45
14	15	N 31°42'20.66" W	235.08	15	3,260,762.75	576,795.90
15	16	N 59°41'08.43" W	846.77	16	3,261,190.15	576,064.91
16	17	S 69°40'20.55" W	120.13	17	3,261,148.42	575,952.26
17	18	S 31°08'04.02" E	201.8	18	3,260,975.69	576,056.60
18	19	S 78°00'01.71" W	88.47	19	3,260,957.29	575,970.06
19	20	N 38°19'39.02" W	73.38	20	3,261,014.86	575,924.56
20	21	S 67°52'26.13" W	127.34	21	3,260,966.90	575,806.59
21	22	N 18°31'03.01" E	73.7	22	3,261,036.78	575,830.00
22	23	N 60°43'40.18" W	228.04	23	3,261,148.28	575,631.08
23	24	S 13°32'32.50" E	87.28	24	3,261,063.43	575,651.52
24	25	N 70°36'33.16" W	95.43	25	3,261,095.11	575,561.50
25	26	S 24°50'29.39" E	193.2	26	3,260,919.79	575,642.67
26	27	S 53°47'29.74" W	104.8	27	3,260,857.89	575,558.11
27	28	S 78°23'29.72" E	161.37	28	3,260,825.42	575,716.18
28	29	S 19°03'20.72" E	124.28	29	3,260,707.94	575,756.76
29	30	N 86°47'08.39" W	123	30	3,260,714.84	575,633.95
30	31	S 39°39'31.38" E	167.15	31	3,260,586.16	575,740.63
31	32	S 51°31'08.15" W	91.56	32	3,260,529.19	575,668.95
32	33	N 77°15'40.89" W	162.4	33	3,260,565.00	575,510.55
33	34	S 13°38'35.70" W	150.36	34	3,260,418.88	575,475.08
34	35	S 44°21'13.67" E	204.14	35	3,260,272.91	575,617.79
35	36	S 52°55'07.97" W	217.69	36	3,260,141.66	575,444.13
36	37	N 68°33'34.68" W	116.23	37	3,260,184.14	575,335.94
37	38	S 57°53'16.81" W	155.78	38	3,260,101.34	575,204.00
38	39	S 51°08'50.71" E	278.36	39	3,259,926.71	575,420.78
39	40	S 85°18'12.80" E	253.74	40	3,259,905.94	575,673.66
40	41	S 32°33'34.41" E	196.55	41	3,259,740.28	575,779.44
41	42	N 56°40'48.07" W	186.41	42	3,259,842.68	575,623.68
42	43	S 70°06'28.81" W	133.08	43	3,259,797.40	575,498.54
43	44	S 41°48'46.48" W	97.53	44	3,259,724.71	575,433.52
44	45	S 26°30'46.93" E	211.14	45	3,259,535.77	575,527.77
45	46	S 59°44'09.72" W	152.79	46	3,259,458.77	575,395.80
46	47	N 13°32'02.69" E	144.06	47	3,259,598.83	575,429.52
47	48	N 49°12'34.48" W	375.77	48	3,259,844.31	575,145.02
48	49	S 45°19'44.88" W	205.6	49	3,259,699.76	574,998.81
49	50	N 41°48'16.67" W	389.25	50	3,259,989.92	574,739.33
50	51	S 09°53'40.98" E	120.35	51	3,259,871.36	574,760.01

CUADRO DE CONSTRUCCIÓN COTA EMBALSE						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
51	52	S 88°09'08.86" W	77.27	52	3,259,868.87	574,682.78
52	53	S 11°17'20.28" W	248.62	53	3,259,625.06	574,634.11
53	54	S 68°31'39.91" W	171.41	54	3,259,562.32	574,474.60
54	55	S 08°14'24.17" W	125.83	55	3,259,437.79	574,456.57
55	56	S 68°51'40.43" E	61.05	56	3,259,415.78	574,513.51
56	57	S 86°46'27.18" W	241.26	57	3,259,402.20	574,272.63
57	58	N 39°51'22.01" E	166.41	58	3,259,529.94	574,379.27
58	59	N 10°47'49.73" W	137.24	59	3,259,664.75	574,353.56
59	60	N 61°21'54.25" W	203.02	60	3,259,762.04	574,175.37
60	61	N 13°09'26.79" E	159.03	61	3,259,916.90	574,211.57
61	62	S 54°19'05.19" E	109.47	62	3,259,853.04	574,300.49
62	63	N 28°23'14.82" W	113.64	63	3,259,953.02	574,246.47
63	64	N 29°56'13.33" E	232.7	64	3,260,154.66	574,362.60
64	65	N 38°18'17.27" W	89.17	65	3,260,224.64	574,307.32
65	66	N 59°44'30.63" W	141.69	66	3,260,296.04	574,184.94
66	67	S 32°31'58.17" E	75.92	67	3,260,232.03	574,225.77
67	68	S 67°26'31.33" W	128.92	68	3,260,182.58	574,106.71
68	69	N 39°46'38.72" W	226.82	69	3,260,356.90	573,961.59
69	70	S 18°51'28.23" W	318.48	70	3,260,055.51	573,858.65
70	71	N 59°15'03.38" W	632.75	71	3,260,379.03	573,314.85
71	72	S 23°04'41.17" W	67.63	72	3,260,316.81	573,288.34
72	73	N 38°12'31.13" W	87.73	73	3,260,385.75	573,234.08
73	74	N 47°57'48.46" E	201.15	74	3,260,520.44	573,383.48
74	75	N 25°36'47.13" W	20	75	3,260,538.47	573,374.83
75	76	S 68°39'08.54" W	125.73	76	3,260,492.70	573,257.72
76	77	N 19°23'27.89" W	89.11	77	3,260,576.76	573,228.14
77	78	N 67°03'48.94" W	128.48	78	3,260,626.83	573,109.81
78	79	N 71°19'59.93" E	29.22	79	3,260,636.18	573,137.50
79	80	N 81°06'20.10" E	229.52	80	3,260,671.67	573,364.25
80	81	N 64°38'55.55" E	211.66	81	3,260,762.29	573,555.53
81	82	S 49°28'25.22" E	145.14	82	3,260,667.98	573,665.85
82	83	N 79°34'08.87" E	214.92	83	3,260,706.90	573,877.22
83	84	N 42°05'57.38" E	133.39	84	3,260,805.87	573,966.64
84	85	S 88°30'53.10" E	466.81	85	3,260,793.77	574,433.30
85	86	S 49°29'24.03" E	149.06	86	3,260,696.94	574,546.62
86	87	S 10°12'38.18" W	120.89	87	3,260,577.97	574,525.19
87	88	S 59°23'10.15" E	133.57	88	3,260,509.95	574,640.14
88	89	N 42°00'35.03" E	105.07	89	3,260,588.02	574,710.47
89	90	N 18°42'31.69" W	249.69	90	3,260,824.52	574,630.38
90	91	N 12°17'34.59" E	175.1	91	3,260,995.60	574,667.66
91	92	N 30°34'15.73" W	176.19	92	3,261,147.31	574,578.04

CUADRO DE CONSTRUCCIÓN COTA EMBALSE						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
92	93	N 68°34'28.14" W	392.88	93	3,261,290.82	574,212.32
93	94	N 02°10'33.81" W	504.34	94	3,261,794.80	574,193.17
94	95	N 78°49'50.00" E	117.2	95	3,261,817.50	574,308.15
95	96	S 24°05'06.93" E	74.63	96	3,261,749.37	574,338.60
96	97	N 57°10'23.67" E	399.68	97	3,261,966.04	574,674.45
97	98	S 59°47'58.87" E	132.14	98	3,261,899.57	574,788.66
98	99	N 49°44'04.87" E	103.43	99	3,261,966.42	574,867.58
99	100	S 24°39'37.43" E	89.88	100	3,261,884.74	574,905.08
100	101	N 34°11'43.05" E	107.76	101	3,261,973.87	574,965.65
101	102	N 09°50'34.09" W	241.54	102	3,262,211.85	574,924.36
102	103	S 37°29'40.11" E	160.63	103	3,262,084.40	575,022.13
103	104	N 54°41'59.94" E	113.14	104	3,262,149.78	575,114.47
104	105	N 09°17'47.04" W	254.41	105	3,262,400.85	575,073.37
105	106	S 69°07'34.51" E	139.78	106	3,262,351.04	575,203.97
106	107	N 38°27'20.78" E	230.79	107	3,262,531.77	575,347.50
107	108	S 26°10'00.87" E	373.55	108	3,262,196.50	575,512.24
108	109	S 68°14'15.45" E	201.6	109	3,262,121.76	575,699.47
109	110	S 13°55'37.73" E	109.29	110	3,262,015.68	575,725.77
110	111	S 83°20'27.85" E	464.87	111	3,261,961.78	576,187.50
111	112	S 38°22'11.01" W	195.81	112	3,261,808.25	576,065.96
112	113	N 86°01'25.08" E	316.17	113	3,261,830.18	576,381.37
113	114	S 10°00'35.22" E	186.31	114	3,261,646.71	576,413.75
114	115	N 57°50'24.90" E	230.04	115	3,261,769.15	576,608.49
115	116	S 49°23'07.15" E	67.92	116	3,261,724.94	576,660.05
116	117	N 13°41'15.41" E	241.87	117	3,261,959.94	576,717.28
117	118	N 15°16'35.63" W	208.23	118	3,262,160.81	576,662.42
118	119	N 78°12'30.17" E	107.96	119	3,262,182.88	576,768.11
119	120	N 53°42'31.82" W	212.08	120	3,262,308.40	576,597.16
120	121	N 67°48'30.38" E	81.61	121	3,262,339.23	576,672.73
121	122	N 16°16'22.80" W	145.41	122	3,262,478.81	576,631.98
122	123	N 65°54'46.97" E	225.58	123	3,262,570.88	576,837.92
123	124	N 25°16'14.66" E	408.79	124	3,262,940.55	577,012.43
124	125	N 62°59'56.97" E	196.78	125	3,263,029.89	577,187.76
125	126	N 00°55'02.58" W	165.78	126	3,263,195.65	577,185.11
126	127	S 57°55'01.87" E	172.83	127	3,263,103.85	577,331.55
127	128	N 18°49'23.36" E	133.33	128	3,263,230.05	577,374.57
128	129	S 51°28'45.42" E	132.84	129	3,263,147.32	577,478.50
129	130	N 34°19'46.61" E	286.39	130	3,263,383.82	577,640.01
130	131	N 63°08'21.19" W	183.44	131	3,263,466.70	577,476.36
131	132	S 85°39'12.78" E	226.56	132	3,263,449.53	577,702.28
132	133	N 26°26'56.93" W	160.06	133	3,263,592.84	577,630.99

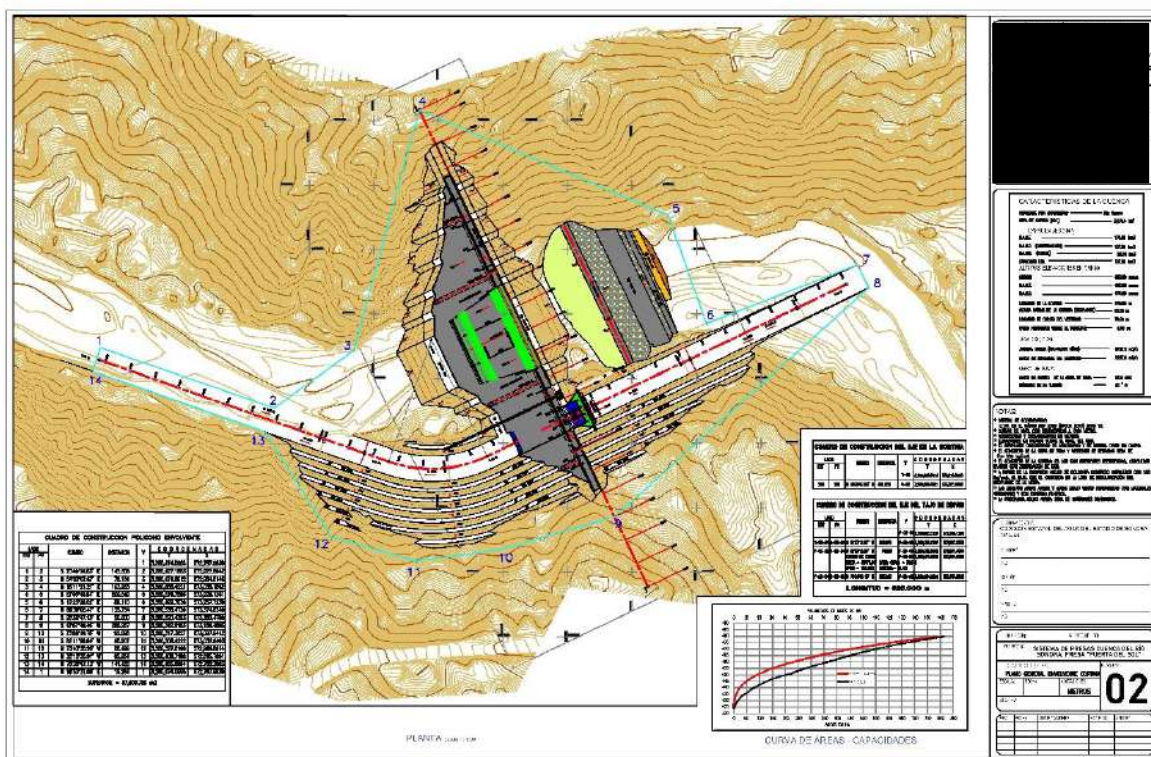
CUADRO DE CONSTRUCCIÓN COTA EMBALSE						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
133	134	N 66°46'56.58" E	113.95	134	3,263,637.76	577,735.71
134	135	N 14°31'42.96" W	77.98	135	3,263,713.25	577,716.15
135	136	S 80°17'37.21" E	96.79	136	3,263,696.93	577,811.55
136	137	S 00°58'40.42" W	136.34	137	3,263,560.61	577,809.22
137	138	N 12°50'33.54" E	143.85	138	3,263,700.86	577,841.20
138	139	N 87°57'11.63" E	292.02	139	3,263,711.29	578,133.03
139	140	N 38°55'21.89" E	144.05	140	3,263,823.37	578,223.54
140	141	S 64°18'20.47" E	399.44	141	3,263,650.18	578,583.48
141	142	N 66°31'31.19" E	165.58	142	3,263,716.14	578,735.36
142	143	S 78°03'31.88" E	181.68	143	3,263,678.55	578,913.11
143	144	N 12°24'00.59" W	111.93	144	3,263,787.86	578,889.07
144	145	S 62°58'48.43" E	91.29	145	3,263,746.39	578,970.40
145	146	N 23°34'22.00" E	436.83	146	3,264,146.77	579,145.09
146	147	N 74°58'50.39" E	347.74	147	3,264,236.88	579,480.95
147	148	N 04°25'56.67" E	478.81	148	3,264,714.26	579,517.95
148	149	N 34°45'57.91" E	222.82	149	3,264,897.30	579,645.01
149	150	N 00°27'58.61" W	533.76	150	3,265,431.05	579,640.66
150	151	S 14°38'57.43" E	647.05	151	3,264,805.03	579,804.30
151	152	S 70°40'22.78" E	557.22	152	3,264,620.62	580,330.12
152	153	N 08°57'52.65" E	674.53	153	3,265,286.91	580,435.23
153	154	N 70°58'18.13" E	168.65	154	3,265,341.90	580,594.66
154	155	S 76°39'43.01" E	386.96	155	3,265,252.62	580,971.19
155	156	N 62°35'42.89" E	610.58	156	3,265,533.66	581,513.25
156	157	S 39°23'32.00" E	82.24	157	3,265,470.10	581,565.44
157	158	N 87°58'05.50" E	216.26	158	3,265,477.77	581,781.57
158	159	N 27°52'06.28" E	173.22	159	3,265,630.90	581,862.54
159	160	N 08°25'16.98" W	246.65	160	3,265,874.89	581,826.42
160	161	N 44°17'21.74" E	381.66	161	3,266,148.09	582,092.92
161	162	N 67°12'17.05" E	97.23	162	3,266,185.76	582,182.56
162	163	S 57°09'27.84" E	167.73	163	3,266,094.80	582,323.48
163	164	S 33°41'55.46" E	365.6	164	3,265,790.63	582,526.32
164	165	N 76°22'33.12" E	137.41	165	3,265,823.00	582,659.86
165	166	N 10°19'02.62" E	294.9	166	3,266,113.13	582,712.68
166	167	N 31°54'20.01" W	320	167	3,266,384.78	582,543.55
167	168	N 08°46'49.57" E	251.35	168	3,266,633.19	582,581.92
168	169	N 53°52'24.09" E	92.36	169	3,266,687.64	582,656.52
169	170	N 32°40'49.11" W	176.03	170	3,266,835.81	582,561.48
170	171	S 46°16'22.91" E	209.66	171	3,266,690.89	582,712.98
171	172	N 04°42'28.18" W	115.48	172	3,266,805.98	582,703.50
172	173	S 33°39'02.99" E	104.74	173	3,266,718.80	582,761.54
173	174	N 47°58'15.71" E	205.95	174	3,266,856.68	582,914.52

CUADRO DE CONSTRUCCIÓN COTA EMBALSE						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
174	175	S 55°23'17.74" E	78.97	175	3,266,811.83	582,979.52
175	176	N 54°19'59.12" E	132.11	176	3,266,888.86	583,086.84
176	177	N 07°09'06.62" E	124.92	177	3,267,012.81	583,102.40
177	178	S 21°55'11.90" E	97.18	178	3,266,922.65	583,138.67
178	179	N 79°42'26.75" E	343.14	179	3,266,983.97	583,476.29
179	180	S 49°09'09.82" E	298.73	180	3,266,788.58	583,702.27
180	181	S 83°10'51.07" E	204.13	181	3,266,764.35	583,904.95
181	182	N 58°39'51.48" E	408.25	182	3,266,976.66	584,253.65
182	183	S 80°26'09.96" E	354.45	183	3,266,917.77	584,603.18
183	184	N 54°34'08.14" E	571.01	184	3,267,248.79	585,068.44
184	185	S 45°41'41.60" W	495.97	185	3,266,902.37	584,713.51
185	186	S 84°02'28.42" W	398.81	186	3,266,860.97	584,316.86
186	187	S 59°28'05.96" W	413.66	187	3,266,650.83	583,960.56
187	188	N 80°20'07.60" W	712.13	188	3,266,770.38	583,258.53
188	189	S 65°41'59.01" W	466.45	189	3,266,578.42	582,833.41
189	190	S 08°44'10.00" W	285.36	190	3,266,296.37	582,790.07
190	191	S 82°44'08.08" E	114.37	191	3,266,281.91	582,903.52
191	192	S 70°37'06.11" W	83.06	192	3,266,254.34	582,825.17
192	193	S 12°28'01.18" E	148.85	193	3,266,109.01	582,857.30
193	194	S 82°24'15.98" E	67.99	194	3,266,100.02	582,924.69
194	195	S 79°34'36.19" W	64.76	195	3,266,088.30	582,861.00
195	196	S 07°10'54.52" E	147.4	196	3,265,942.06	582,879.42
196	197	N 44°37'58.12" E	99.65	197	3,266,012.97	582,949.43
197	198	S 20°39'56.45" E	80.4	198	3,265,937.74	582,977.80
198	199	S 50°19'20.49" W	128.18	199	3,265,855.91	582,879.15
199	200	S 24°35'41.96" E	126.54	200	3,265,740.85	582,931.82
200	201	N 51°26'19.88" W	87.32	201	3,265,795.28	582,863.54
201	202	S 34°04'21.27" E	321.85	202	3,265,528.68	583,043.86
202	203	S 01°59'39.81" W	237.93	203	3,265,290.90	583,035.58
203	204	S 48°53'33.49" E	184.57	204	3,265,169.54	583,174.65
204	205	N 82°07'08.03" E	96.89	205	3,265,182.83	583,270.62
205	206	S 44°55'10.72" W	86.87	206	3,265,121.31	583,209.28
206	207	N 70°43'16.04" W	228.61	207	3,265,196.80	582,993.48
207	208	N 02°46'22.91" W	267.42	208	3,265,463.90	582,980.55
208	209	N 43°39'33.76" W	249.97	209	3,265,644.74	582,807.98
209	210	N 89°25'02.04" W	267.88	210	3,265,647.47	582,540.11
210	211	S 41°49'07.76" W	129.87	211	3,265,550.68	582,453.52
211	212	N 26°56'16.22" E	92.94	212	3,265,633.53	582,495.62
212	213	N 61°38'05.01" W	476.35	213	3,265,859.84	582,076.47
213	214	S 18°39'15.56" W	278.39	214	3,265,596.07	581,987.42
214	215	S 36°54'40.20" E	208.11	215	3,265,429.67	582,112.41

CUADRO DE CONSTRUCCIÓN COTA EMBALSE						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
215	216	S 84°03'07.00" W	651.99	216	3,265,362.11	581,463.93
216	217	S 59°00'52.20" W	488.49	217	3,265,110.63	581,045.15
217	218	N 81°19'34.23" W	438.09	218	3,265,176.70	580,612.07
218	219	S 39°22'58.05" W	152.35	219	3,265,058.94	580,515.41
219	220	S 01°01'27.31" W	478.16	220	3,264,580.86	580,506.86
220	221	S 43°39'15.90" W	239.52	221	3,264,407.56	580,341.51
221	222	N 61°16'26.23" W	425.51	222	3,264,612.07	579,968.37
222	223	S 82°09'57.72" W	162.41	223	3,264,589.93	579,807.48
223	224	S 30°19'40.94" E	270.59	224	3,264,356.38	579,944.11
224	225	N 66°48'06.01" W	103.88	225	3,264,397.30	579,848.63
225	226	S 01°18'56.42" W	99.89	226	3,264,297.43	579,846.34
226	227	S 45°08'40.33" W	320.11	227	3,264,071.65	579,619.41
227	228	S 60°25'09.54" W	415.09	228	3,263,866.74	579,258.43
228	229	S 15°58'51.05" E	330.79	229	3,263,548.74	579,349.50
229	230	N 58°25'09.32" W	168.94	230	3,263,637.21	579,205.58
230	231	S 60°23'32.07" W	507.94	231	3,263,386.26	578,763.96
231	232	S 15°31'22.01" E	129.14	232	3,263,261.83	578,798.52
232	233	N 75°57'44.53" W	215.45	233	3,263,314.09	578,589.51
233	234	S 41°39'55.66" W	238.98	234	3,263,135.56	578,430.64
234	235	N 05°25'03.32" W	149.41	235	3,263,284.31	578,416.53
235	236	S 43°45'55.41" W	95.25	236	3,263,215.52	578,350.65
236	237	N 79°08'03.05" W	230.13	237	3,263,258.90	578,124.64
237	238	S 14°08'06.63" E	82.63	238	3,263,178.77	578,144.82
238	239	S 76°15'11.52" W	164.24	239	3,263,139.74	577,985.29
239	240	S 52°49'51.21" E	71.01	240	3,263,096.84	578,041.87
240	241	S 67°41'49.46" W	123.98	241	3,263,049.78	577,927.16
241	242	S 21°00'53.46" W	210.58	242	3,262,853.21	577,851.65
242	243	N 32°29'43.81" W	83.06	243	3,262,923.26	577,807.02
243	244	S 26°22'59.67" W	124.11	244	3,262,812.08	577,751.87
244	245	S 80°11'53.83" W	365.71	245	3,262,749.82	577,391.50
245	246	S 50°03'44.74" E	487.68	246	3,262,436.76	577,765.43
246	247	S 85°45'53.10" W	190.71	247	3,262,422.67	577,575.24
247	248	N 36°49'17.27" W	79.05	248	3,262,485.95	577,527.87
248	249	S 58°50'14.60" W	110.5	249	3,262,428.77	577,433.31
249	250	N 64°04'22.43" W	242.36	250	3,262,534.74	577,215.34
250	251	S 30°37'15.06" E	221.25	251	3,262,344.34	577,328.04
251	252	S 25°54'37.46" W	79.18	252	3,262,273.12	577,293.44
252	253	S 82°04'39.19" E	109.31	253	3,262,258.05	577,401.71
253	254	S 30°03'06.71" W	438.02	254	3,261,878.92	577,182.36
254	255	S 37°43'07.08" E	193.44	255	3,261,725.90	577,300.70
255	256	N 73°41'36.60" W	110.36	256	3,261,756.89	577,194.78

CUADRO DE CONSTRUCCIÓN COTA EMBALSE						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
256	257	S 38°02'53.31" E	131.6	257	3,261,653.25	577,275.89
257	1	S 29°21'21.96" W	194.47	1	3,261,483.75	577,180.55

La superficie que ocupará el envolvente CUSTF de la cortina será de 8.76 ha, más adelante se describen las características de esta. Las coordenadas UTM WGS 1984, se encuentran en la **Tabla 2**.



CUADRO ENVOLVENTE CORTINA						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
6	7	N 68°39'08.47" E	125.734	7	3,260,538.47	573,374.83
7	8	S 25°36'47.13" E	20	8	3,260,520.44	573,383.48
8	9	S 47°57'48.46" W	265.267	9	3,260,342.82	573,186.46
9	10	S 73°58'10.75" W	92.098	10	3,260,317.38	573,097.94
10	11	S 82°11'09.84" W	65.907	11	3,260,308.42	573,032.65
11	12	N 73°43'36.96" W	68.499	12	3,260,327.62	572,966.89
12	13	N 32°12'35.91" W	95.854	13	3,260,408.72	572,915.80
13	14	N 70°36'47.13" W	141.432	14	3,260,455.67	572,782.39
14	1	N 16°53'31.09" E	19.264	1	3,260,474.10	572,787.98

II.1.4 Modelo Digital de Elevación (MDE) en la cuenca de la presa proyecto Puerta del Sol

Para la creación del Modelo Digital de Terreno (MDT) de la cuenca de la zona de estudio, se utilizó la cartografía básica disponible en formato de Alta Resolución LIDAR, con resolución de 5 metros de terreno del INEGI, a escala 1:10 000 y proyección Universal Transversa de Mercator, cuadrícula UTM a cada 1000 metros, Datum: ITRF92, Elipsoide: GRS80, con fecha de elaboración del Relieve Continental del año 2019.

Las cartas topográficas que se utilizaron fueron las siguientes:

- ❖ H12D23
- ❖ H12D33

En la siguiente figura se presenta una imagen de las curvas de nivel creadas del DTM en ArcMap.



Figura 3. Curvas de nivel a cada metro utilizadas en el estudio.

Para generar el MDT, se utilizó el software ArcMap, el modelo resultante se presenta en la siguiente figura.

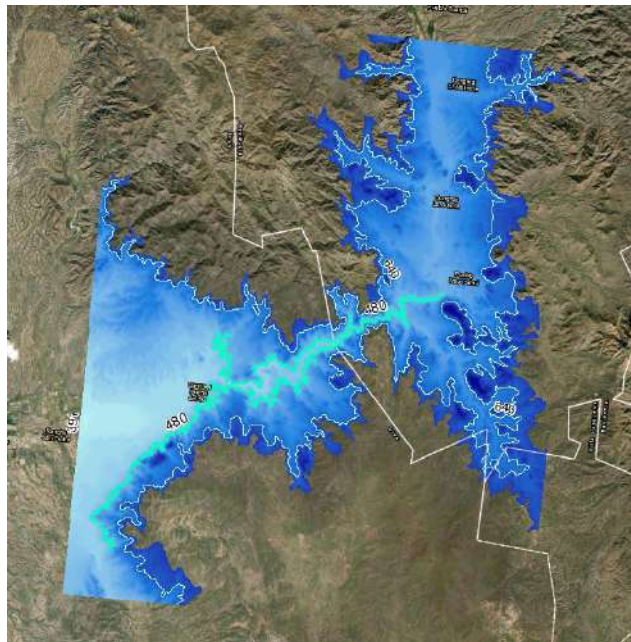


Figura 4. MDT de la cuenca en estudio.

En la siguiente figura, se muestran las curvas de nivel utilizadas para el MDT del tramo en estudio.

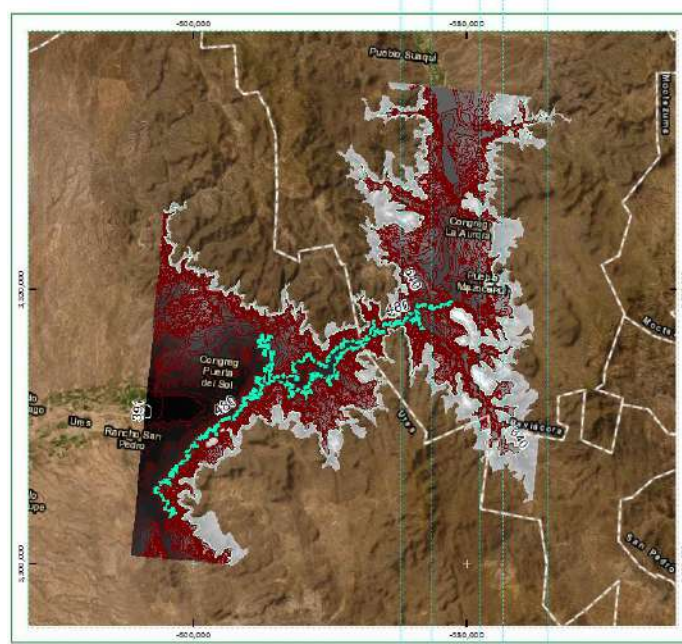


Figura 5. Curvas de nivel dentro del embalse del tramo en estudio.

En la siguiente figura se presenta una imagen del MDT obtenidos con las curvas de nivel, antes mencionada.

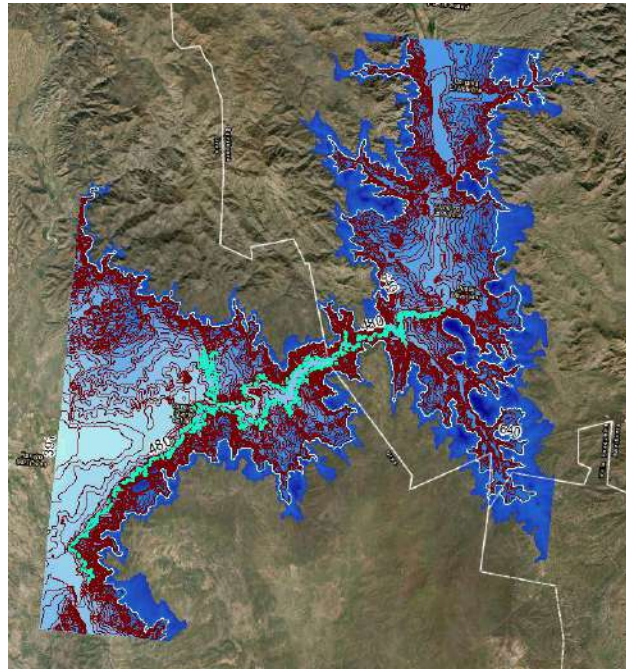


Figura 6. MDT de la cuenca Puerta del Sol, utilizada para el modelo hidráulico.

En la siguiente figura se observa el MDE tras el procesamiento de la información anterior.

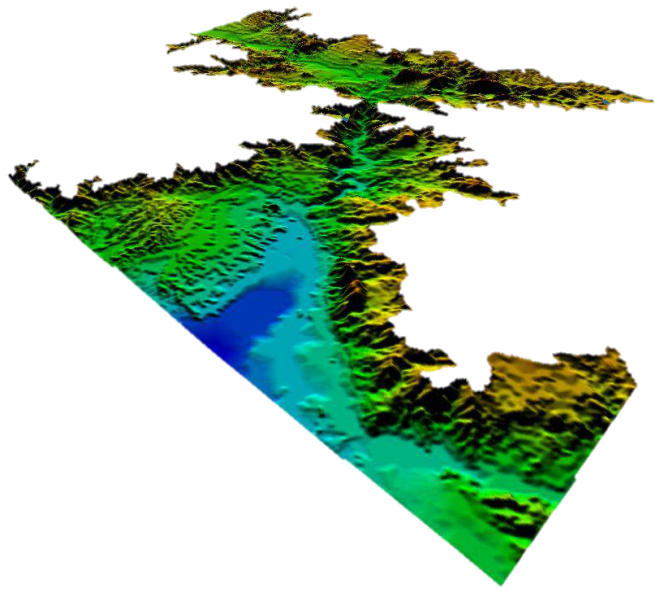
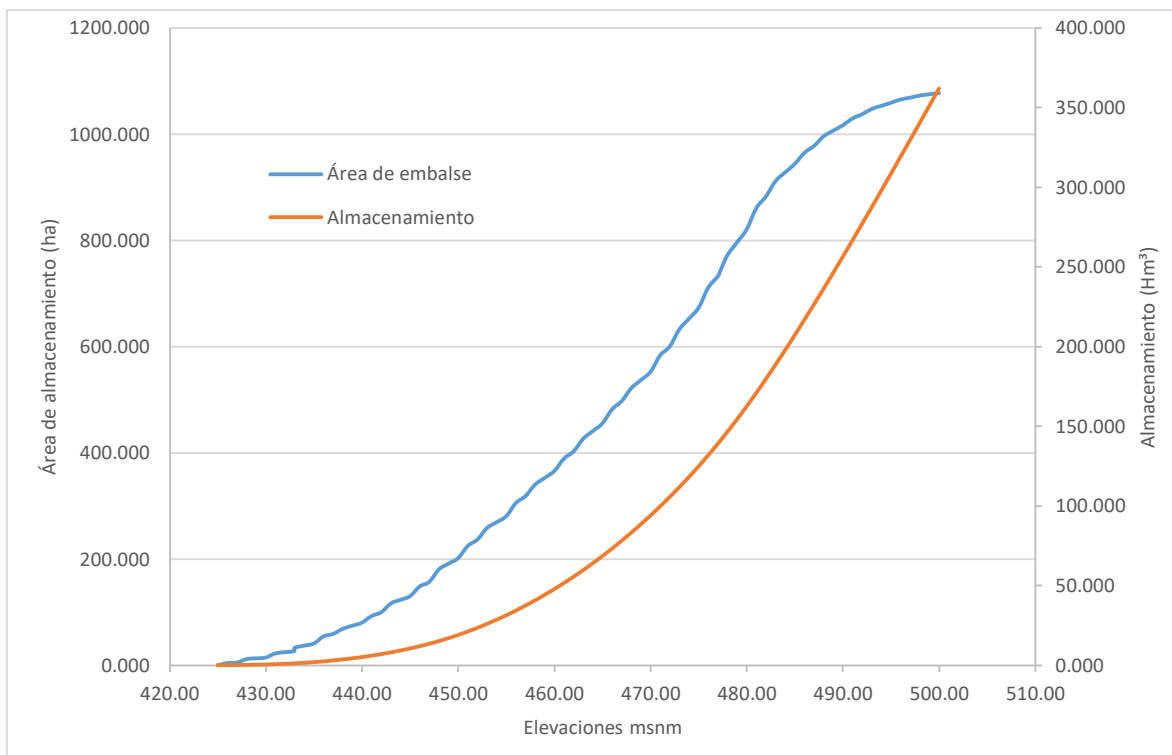


Figura 7. MDE en 3D de la cuenca proyecto Puerta del Sol.

Curva elevaciones áreas capacidades de la presa Puerta del Sol

Se proporcionó información de las curvas elevaciones áreas almacenamientos de la presa, está se incorporó a los funcionamientos de vasos pues es una información básica que permite estimar las elevaciones del espejo del agua y la superficie del embalse, para cada uno de los almacenamientos que se presenten durante el período de simulación. La información corresponde a datos de área de embalse y capacidad de almacenamiento para cada centímetro. Esta precisión contribuyó con los resultados pues permitió calcular datos exactos para las superficies y elevaciones.

Como se aprecia en la **Gráfica 1**, la cota 500 representa la zona en la que se desbordaría la presa y es por eso que se ha proyectado como nivel de seguridad la cota 480, que es con la que se determinó el área de inundación del vaso y se diseñaron los mecanismos de seguridad de esta obra hidráulica.



Gráfica 1. Curva elevaciones áreas capacidades de la presa Puerta del Sol.

Tabla 3. Elevación, área y almacenamiento de la presa Puerta del Sol.

Elevación (msnm)	Área (ha)	Almacenamiento (Hm³)	Elevación (msnm)	Área (ha)	Almacenamiento (Hm³)
425.00	0.000	0.000	441.00	92.561	5.978
426.00	3.943	0.035	442.00	99.657	6.939
427.00	4.845	0.079	443.00	116.273	8.019
428.00	11.417	0.159	444.00	123.074	9.215
429.00	12.878	0.281	445.00	129.939	10.480
430.00	14.393	0.417	446.00	148.187	11.918
431.00	22.201	0.628	447.00	156.932	13.444
432.00	24.418	0.861	448.00	180.417	15.128
432.94	26.500	1.080	449.00	191.144	16.986
433.00	32.867	1.146	450.00	201.668	18.950
434.00	36.778	1.494	451.00	224.578	21.137
435.00	40.791	1.882	452.00	236.452	23.442
436.00	54.171	2.400	453.00	258.297	25.917
437.00	58.910	2.966	454.00	269.319	28.555
438.00	68.487	3.602	455.00	280.458	31.304
439.00	74.250	4.315	456.00	305.327	34.292
440.00	80.098	5.087	457.00	318.286	37.410

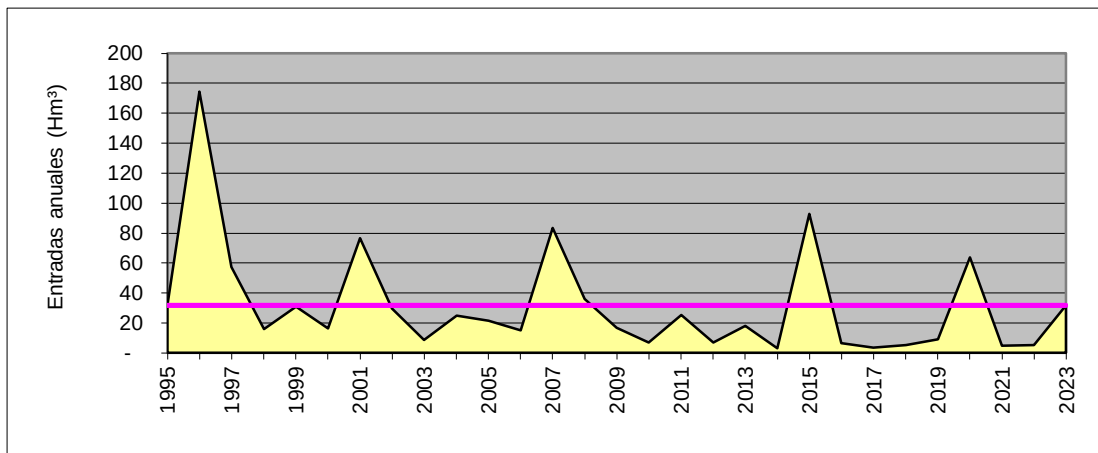
Elevación (msnm)	Área (ha)	Almacenamiento (Hm³)
458.00	340.071	40.702
459.00	352.730	44.166
460.00	365.619	47.758
461.00	388.874	51.579
462.00	402.605	55.536
463.00	426.306	59.680
464.00	440.777	64.015
465.00	455.362	68.495
466.00	481.694	73.235
467.00	497.220	78.129
468.00	521.574	83.224
469.00	536.861	88.516
470.00	552.385	93.962
471.00	583.380	99.714
472.00	599.962	105.631
473.00	632.366	111.788
474.00	652.429	118.212
475.00	672.946	124.838
476.00	710.829	131.841
477.00	732.107	139.056
477.28	743.302	141.161
478.00	772.090	146.574

Elevación (msnm)	Área (ha)	Almacenamiento (Hm³)
479.00	796.238	154.415
480.00	820.637	162.497
481.00	860.617	170.993
482.00	882.477	179.709
483.00	911.372	188.682
484.00	927.906	197.880
485.00	943.792	207.236
486.00	964.666	216.883
487.00	977.647	226.530
488.00	995.766	236.399
489.00	1006.391	246.410
490.00	1016.662	256.523
491.00	1029.356	266.775
492.00	1037.337	277.109
493.00	1047.306	287.534
494.00	1053.215	298.037
495.00	1058.937	308.595
496.00	1065.113	319.229
497.00	1068.629	329.898
498.00	1072.566	340.605
499.00	1075.017	351.343
500.00	1077.358	362.104

Registro de estradas

El registro de entradas, escurrimientos provenientes del río Sonora hasta el sitio de este almacenamiento, fue obtenido del estudio hidrológico.

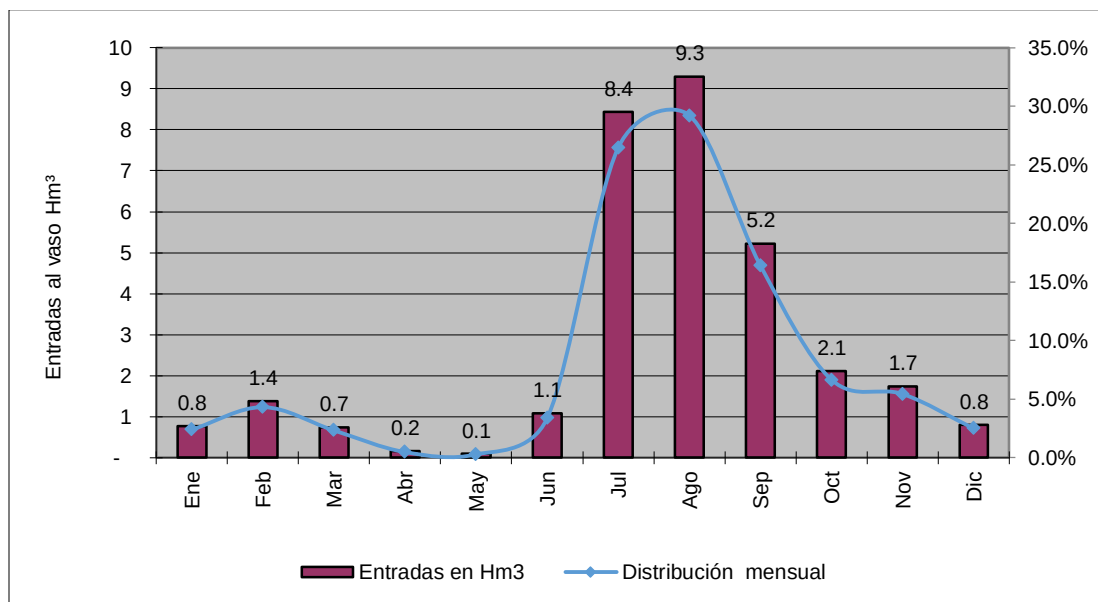
El escurrimiento medio anual que ingresa al vaso es de 31.8 hm³, mientras que los volúmenes máximo y mínimo en el período corresponden a 174.439 hm³ y 3.322 hm³, ocurridos en los años de 1996 y 2014, respectivamente.



Gráfica 2. Comportamiento de las entradas al vaso de la Presa Puerta del Sol.

La distribución media mensual del escurrimiento o entradas al vaso (figura siguiente), indica que los meses que destacan por ser los de mayor aportación son julio, agosto y septiembre. En estos tres meses se presenta un volumen de 8.43, 9.30 y 5.22 hm³, respectivamente, que concentra el 72.1 % del total anual.

Los meses de menor aportación son los del período enero – junio y octubre - diciembre, con apenas un escurrimiento superior a 1 hm³.

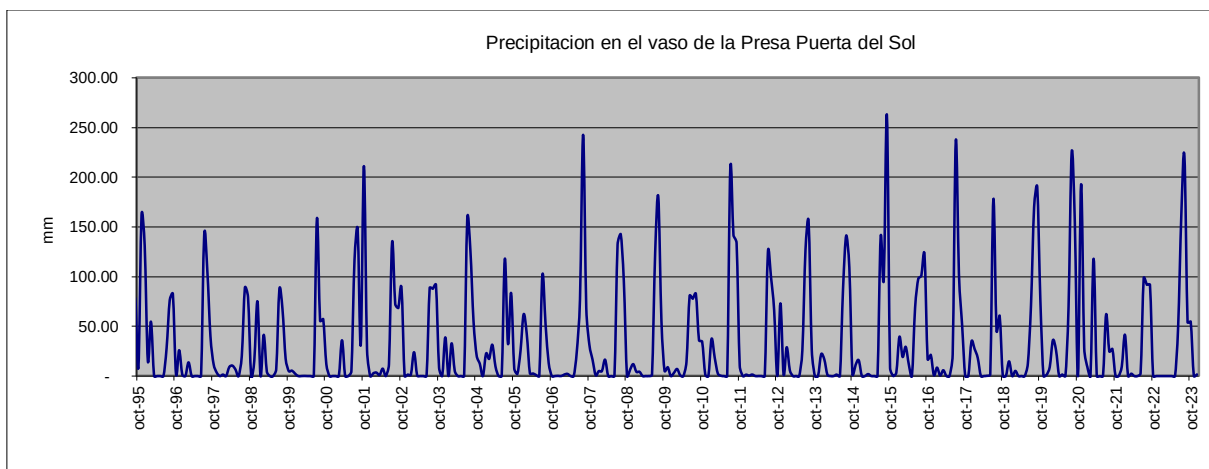


Gráfica 3. Distribución mensual de las entradas al vaso de la Presa Puerta del Sol

Registros de precipitaciones y evaporaciones para la simulación

Precipitaciones en Presa Puerta de Sol

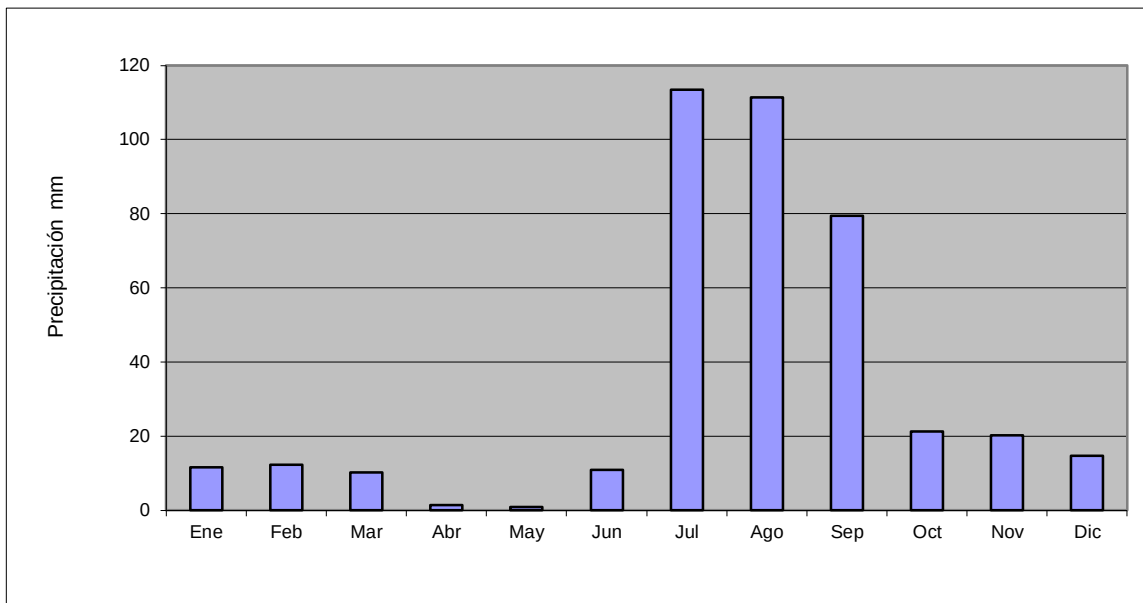
El registro de precipitaciones en la estación climatológica el Orégano permitió establecer la información que fue incluida en el funcionamiento de vasos de esta presa. El período fue 1994 a 2023 y fue seleccionado para realizar el modelo de simulación en los vasos de almacenamiento.



Gráfica 4. Precipitaciones mensuales para el funcionamiento de vasos de Puerta del Sol.

Fuente: Elaborado con información de la red climatológica de CONAGUA. Estación El Orégano

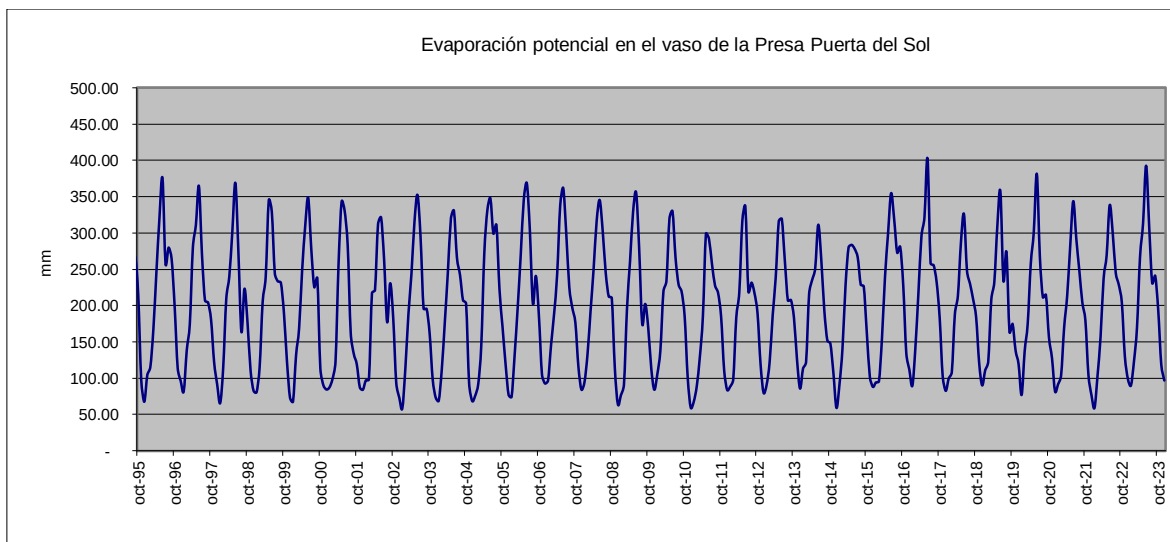
Las precipitaciones se concentran en los meses de julio a septiembre. La gráfica a continuación muestra la distribución de las precipitaciones medias mensuales a lo largo de los 12 meses del año.



Gráfica 5. Distribución mensual de las precipitaciones en el vaso de Puerta del Sol.
Fuente: Elaborado con información de la red climatológica de CONAGUA. Estación El Orégano

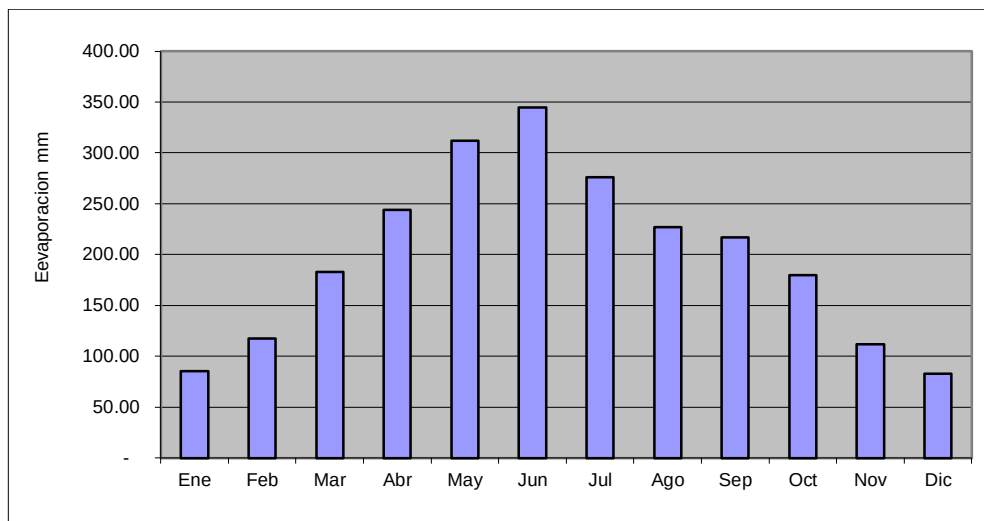
Evaporación en Presa Puerta del Sol

En cuanto a las evaporaciones, se recopiló información de la evaporación medida en la estación El Orégano para la presa Puerta del Sol.



Gráfica 6. Evaporación mensual para el funcionamiento de vasos de Puerta del Sol
Fuente: Elaborado con información de la red climatológica de CONAGUA. Estación El Orégano

El comportamiento de las evaporaciones está muy asociado a las temperaturas mensuales y a la humedad presente en el ambiente. Por ello, los meses de mayor evaporación potencial son de mayo a junio y los de menor enero y diciembre.



Gráfica 7. Gráfica 1. Distribución mensual de las evaporaciones en el vaso de Puerta del Sol.

Fuente: Elaborado con información de la red climatológica de CONAGUA. Estación El Orégano

Modelo de simulación de funcionamiento de vasos de la presa Puerta del Sol

Se construyó el modelo de simulación del funcionamiento de vasos para la presa Puerta del Sol con la finalidad de llevar a cabo simulaciones de distintos escenarios. Los escenarios contemplaron distintas demandas y regímenes de extracción para evaluar la respuesta del vaso ante diferentes alternativas.

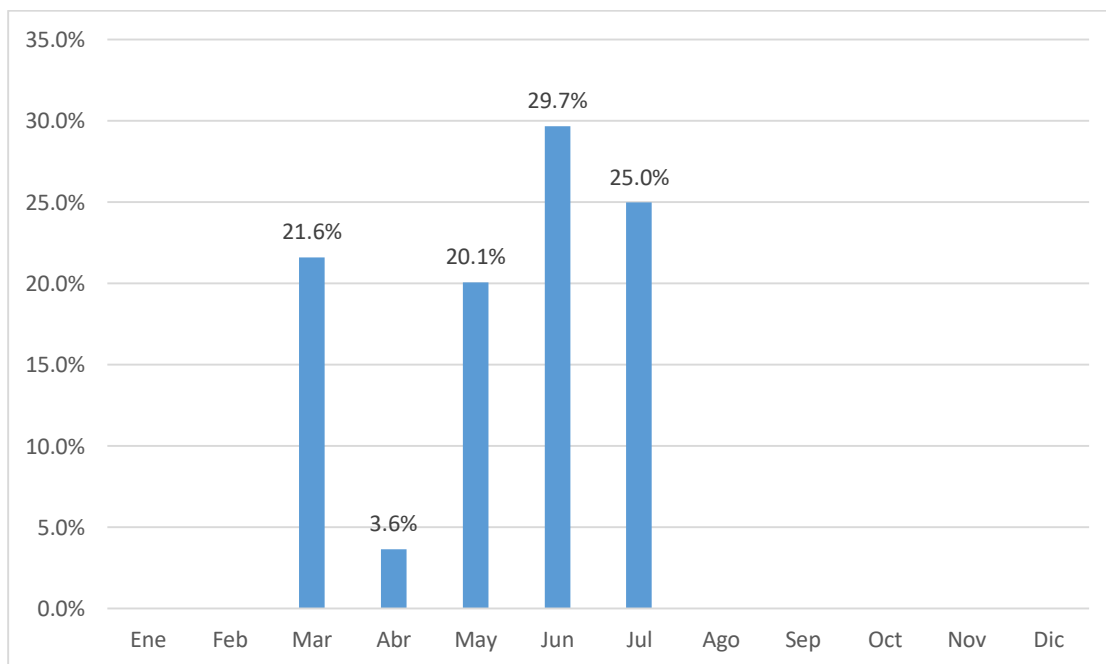
El modelo de simulación se construyó para el período de enero de 1994 a septiembre de 2023.

El régimen de demandas para el uso agrícola se propuso inicialmente similar al de un ciclo de riegos primavera verano.

Como se puede ver en las gráficas subsecuentes, en el mes de marzo se inicia con el riego de presembrado y se prolonga hasta los primeros días de abril generalmente. Se reinicia en el mes de mayo y se prolonga hasta finales de julio. Los meses de

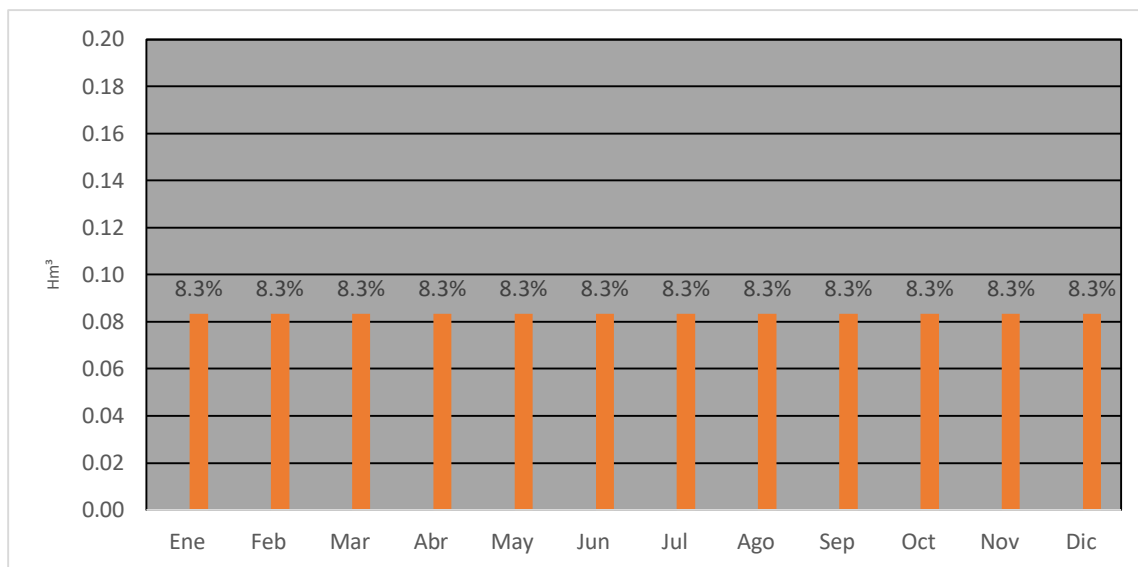
junio y julio son los de mayor demanda de agua para riego en el vaso de almacenamiento.

Para este sitio se propuso una demanda de 6.31 hm³/año, distribuida con el régimen descrito. Se contempló que este volumen corresponde al que actualmente se aprovecha de manera directa desde el río Sonora por los diferentes usuarios ubicados en las márgenes.



Gráfica 8. Régimen de demanda del uso agrícola en Presa Puerta del Sol.

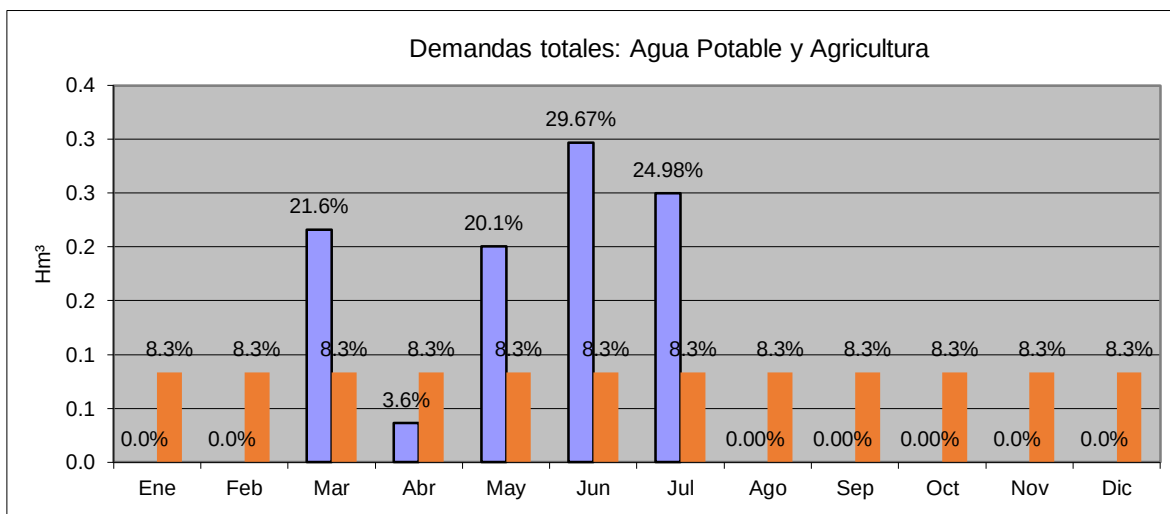
Para las demandas de agua potable que se destinarán a la ciudad de Hermosillo se propusieron de manera constante a lo largo de los doce meses del año. Se incrementaron paulatinamente para probar distintos escenarios y conocer para cada una de esas alternativas su porcentaje de deficiencias.



Gráfica 9. Régimen de demandas de agua potable en Presa Puerta del Sol.

Para esta presa se probaron las demandas de 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900 y 1000 lps.

La demanda conjunta para ambos usos se puede apreciar en la gráfica siguiente.



Gráfica 10. Demanda total para ambos usos.

Resultados de las simulaciones del funcionamiento de vasos de la presa Puerta del Sol

Considerando el almacenamiento inicial como el NAMO

Los resultados de los funcionamientos de vasos, considerando como nivel inicial de almacenamiento el NAMO, son los siguientes.

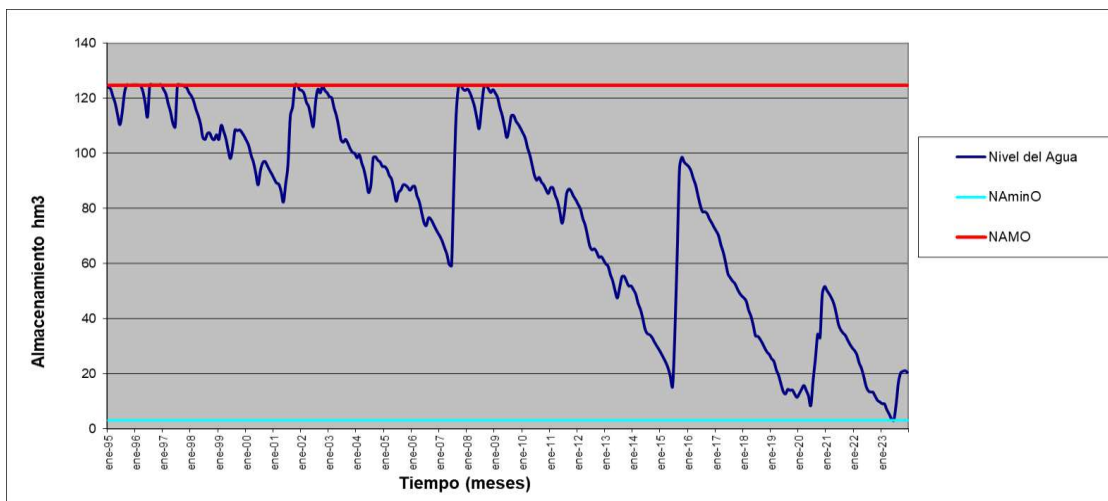
La **Tabla 4** muestra los resultados para las diferentes demandas de agua potable y agrícolas simuladas en el vaso. En este caso se simularon demandas de agua potable de 100, 200, 300, 400, 500 y 600 lps, mientras que para la agricultura se simuló una demanda de 200 lps distribuida en un ciclo primavera verano.

Tabla 4. Resultados de diferentes demandas de agua potable y agrícola simuladas en el vaso.

Demanda de Agua Potable (lps)	100.00	200.00	300.00	400.00	500.00	600.00
Demanda Agrícola (lps)	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00
Demanda Total (lps)	300.00	400.00	500.00	600.00	700.00	800.00
Demanda total (hm3)	9.4608	12.6144	15.768	18.9216	22.0752	25.2288
NAMO (hm3)	124.84	124.84	124.84	124.84	124.84	124.84
NAMinO (hm3)	2.97	2.97	2.97	2.97	2.97	2.97
Escurrencimiento medio anual cuenca (hm3)	31.84	31.84	31.84	31.84	31.84	31.84
Porcentaje de aprovechamiento	27.19%	35.70%	43.87%	51.63%	58.92%	64.09%
Porcentaje de filtración	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Porcentaje de derrames	40.35%	33.64%	27.40%	22.16%	18.12%	15.48%
Porcentaje de evaporación	32.46%	30.66%	28.72%	26.21%	22.96%	20.44%
Deficiencia media anual Agua potable	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	4.11%
Deficiencia máxima anual agua potable	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	34.0%
Años totales con déficit Agua Potable	0	0	0	0	0	5
Años consecutivos con déficit Agua Potable	0	0	0	0	0	1
Deficiencia media anual Agrícola	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.40%	10.07%
Deficiencia máxima anual agrícola	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	40.6%	91.7%
Años totales con déficit Agrícola	0	0	0	0	1	5
Años consecutivos con déficit Agrícola	0	0	0	0	1	1

En estas condiciones se podría obtener un caudal firme de 500 lps para agua potable y una demanda de 200 lps para Agricultura. Con esto se aprovecha el 58.92%, se evapora un 22.96% y se derrama el 18.12%. El vaso pierde en promedio 9.8 Hm³/año por evaporación.

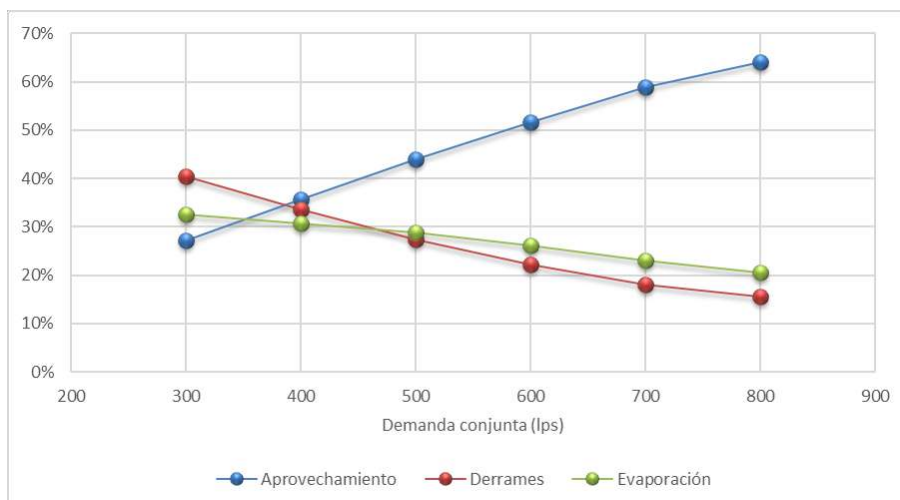
El comportamiento de los niveles del agua en el vaso de la presa Puerta del Sol, partiendo del nivel inicial y dadas las entradas y salidas se puede observar en la gráfica siguiente para la demanda conjunta de 700 lps (demanda máxima sin déficits en el uso de agua potable).

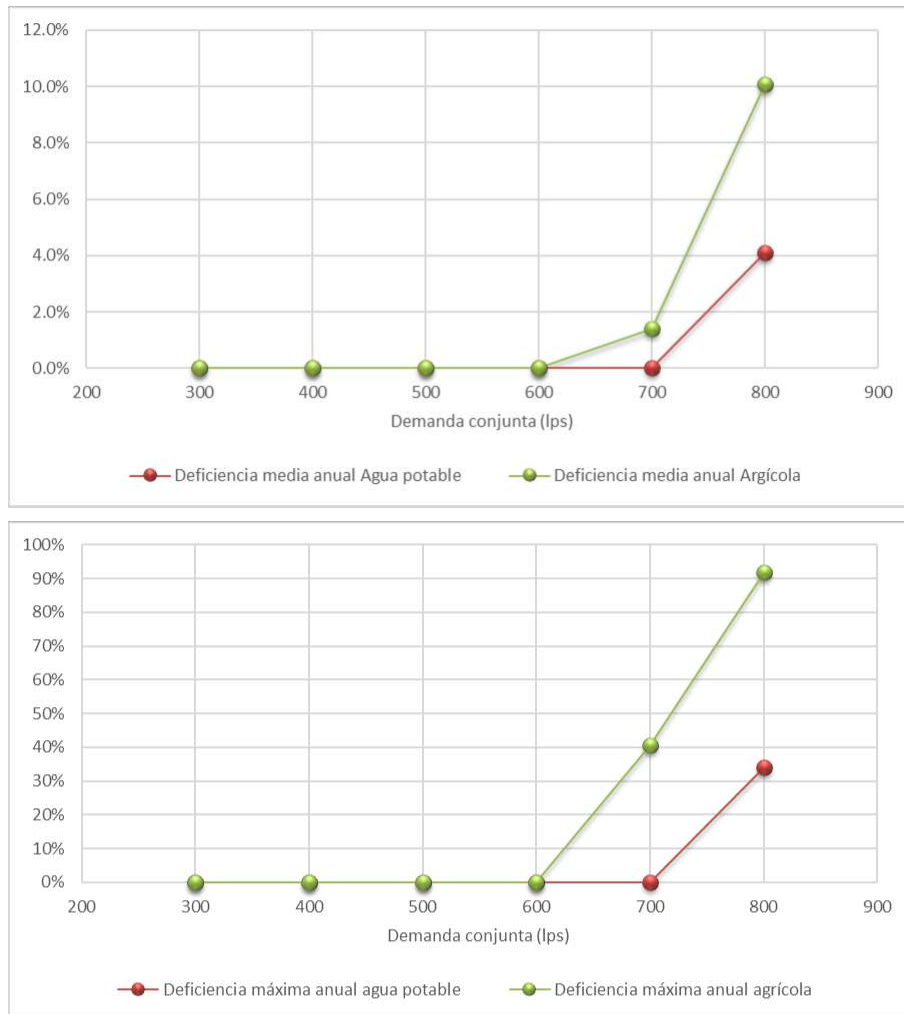


Gráfica 11. Comportamiento de los niveles del agua partiendo del nivel inicial del NAMO.

La primera de las gráficas que se presenta a continuación muestra el comportamiento de los porcentajes de aprovechamiento, derrame y evaporación para cada una de las demandas simuladas.

La segunda gráfica muestra el comportamiento de los déficits anuales promedio para cada uno de los usos y magnitudes simuladas; y, por último, la tercera de las gráficas muestra el comportamiento de la deficiencia máxima también para cada uso y magnitud de la demanda.





Gráfica 12. Comportamiento de las demandas de agua potable y agrícola simuladas en el vaso.

Considerando el almacenamiento inicial como el 50% NAMO

Los resultados de los funcionamientos de vasos, considerando como nivel inicial de almacenamiento el 50% NAMO, son los siguientes.

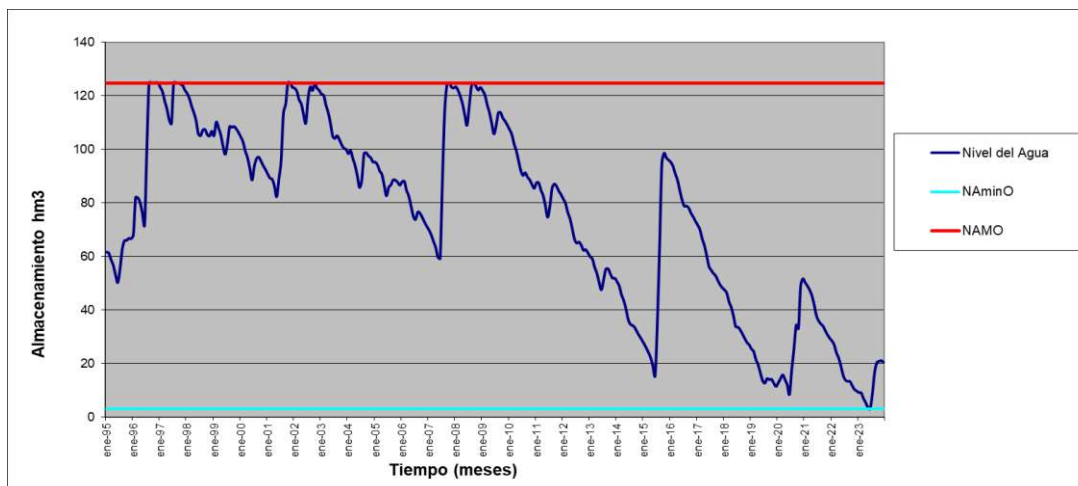
Tabla 5. Resultados para las diferentes demandas de agua potable y agrícola simuladas en el vaso, iniciando con el 50% del NAMO.

Demanda de Agua Potable (lps)	100.00	200.00	300.00	400.00	500.00	600.00
Demanda Agrícola (lps)	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00
Demanda Total (lps)	300.00	400.00	500.00	600.00	700.00	800.00
Demanda total (hm3)	9.4608	12.6144	15.768	18.9216	22.0752	25.2288
NAMO (hm3)	124.84	124.84	124.84	124.84	124.84	124.84
NAMinO (hm3)	2.97	2.97	2.97	2.97	2.97	2.97
Escorrentamiento medio anual cuenca (hm3)	31.84	31.84	31.84	31.84	31.84	31.84
Porcentaje de aprovechamiento	29.02%	38.06%	46.73%	54.92%	62.62%	68.12%
Porcentaje de filtración	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Porcentaje de derrames	36.93%	29.84%	23.30%	17.82%	13.63%	10.82%
Porcentaje de evaporación	34.05%	32.10%	29.96%	27.26%	23.75%	21.06%
Deficiencia media anual Agua potable	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	4.11%
Deficiencia máxima anual agua potable	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	34.0%
Años totales con déficit Agua Potable	0	0	0	0	0	5
Años consecutivos con déficit Agua Potable	0	0	0	0	0	1
Deficiencia media anual Agrícola	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.39%	10.07%
Deficiencia máxima anual agrícola	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	40.4%	91.7%
Años totales con déficit Agrícola	0	0	0	0	1	5
Años consecutivos con déficit Agrícola	0	0	0	0	1	1

La tabla mostrada anteriormente, indica los resultados para las diferentes demandas de agua potable y agrícolas simuladas en el vaso. Las demandas de agua potable y agricultura son similares a las del caso anterior.

En estas condiciones se podría obtener un caudal firme de 500 lps para agua potable y una demanda de 200 lps para Agricultura. Con esto se aprovecha el 62.62%, se evapora un 23.75% y se derrama el 13.63%.

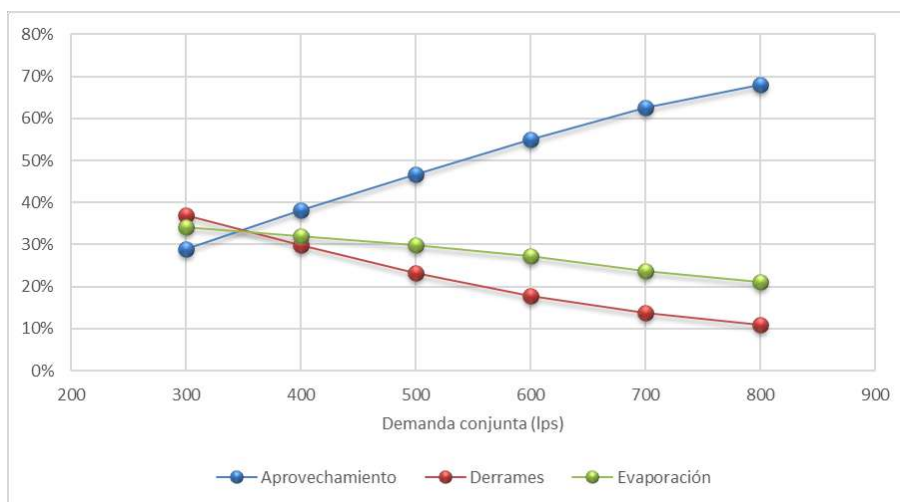
El comportamiento de los niveles del agua en el vaso de la presa Puerta del Sol, partiendo del nivel inicial del 50% del NAMO y dadas las entradas y salidas se puede observar en la gráfica siguiente para la demanda conjunta de 700 lps (demanda máxima sin déficits en el uso de agua potable).

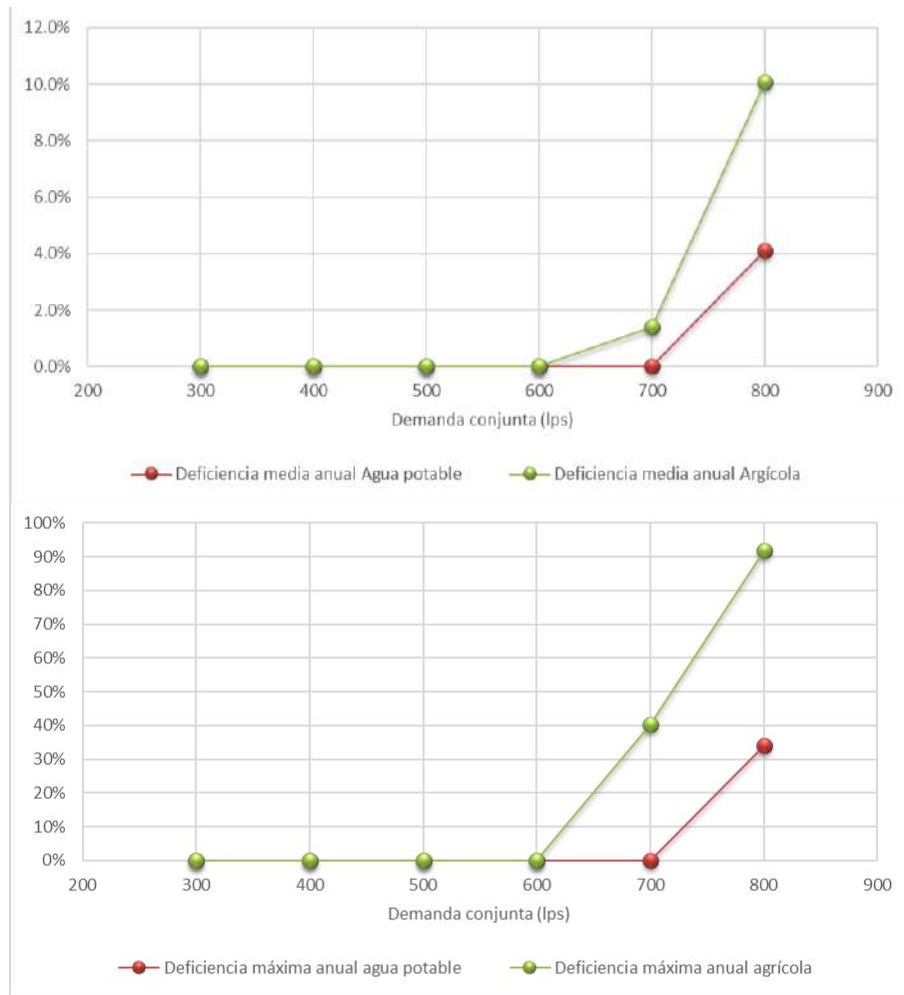


Gráfica 13. Comportamiento de los niveles de agua, partiendo del nivel inicial del 50% del NAMO.

Para esta condición de nivel inicial del 50% del NAMO, la primera de las gráficas que se presenta a continuación muestra el comportamiento de los porcentajes de aprovechamiento, derrame y evaporación para cada una de las demandas simuladas.

La segunda gráfica muestra el comportamiento de los déficits anuales promedio para cada uno de los usos y magnitudes simuladas; y, por último, la tercera de las gráficas muestra el comportamiento de la deficiencia máxima también para cada uso y magnitud de la demanda.





Gráfica 14. Comportamiento de las demandas de agua potable y agrícola simulados en el vaso, iniciando con el 50 % del NAMO.

Considerando el almacenamiento inicial como el 25% NAMO

Los resultados de los funcionamientos de vasos, considerando como nivel inicial de almacenamiento el 25%NAMO, son los siguientes.

La tabla a continuación muestra los resultados para las diferentes demandas de agua potable y agrícolas simuladas en el vaso.

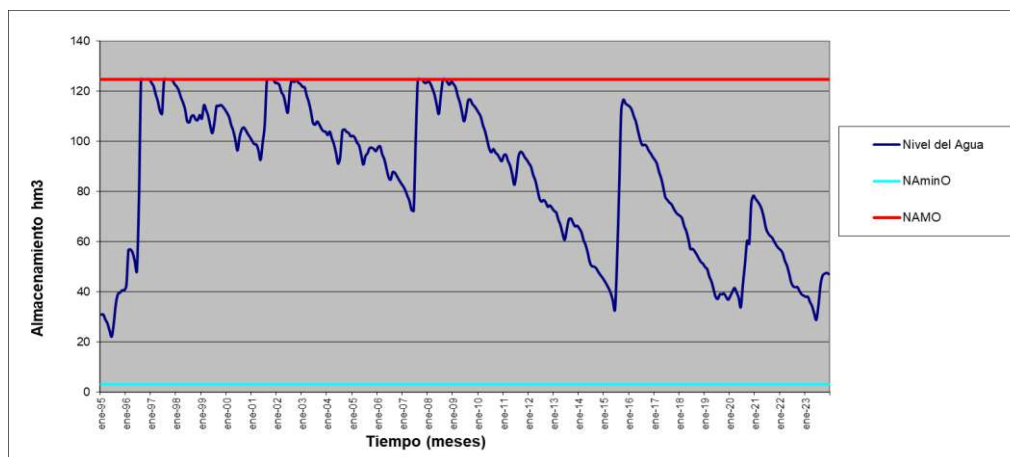
Las demandas de agua potable y agricultura son diferentes a las del caso anterior.

Tabla 6. Resultados para las diferentes demandas de agua potable y agrícola simuladas en el vaso, iniciando con el 25% del NAMO.

Demanda de Agua Potable (lps)	100.00	200.00	300.00	400.00	500.00	600.00
Demanda Agrícola (lps)	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00
Demanda Total (lps)	300.00	400.00	500.00	600.00	700.00	800.00
Demanda total (hm3)	9.4608	12.6144	15.768	18.9216	22.0752	25.2288
NAMO (hm3)	124.84	124.84	124.84	124.84	124.84	124.84
NAMinO (hm3)	2.97	2.97	2.97	2.97	2.97	2.97
Escorrentamiento medio anual cuenca (hm3)	31.84	31.84	31.84	31.84	31.84	31.84
Porcentaje de aprovechamiento	30.04%	39.37%	48.31%	56.74%	64.36%	70.34%
Porcentaje de filtración	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Porcentaje de derrames	35.17%	27.88%	21.16%	15.54%	11.77%	8.37%
Porcentaje de evaporación	34.80%	32.75%	30.53%	27.72%	23.86%	21.29%
Deficiencia media anual Agua potable	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.11%	4.11%
Deficiencia máxima anual agua potable	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	10.1%	34.0%
Años totales con déficit Agua Potable	0	0	0	0	4	5
Años consecutivos con déficit Agua Potable	0	0	0	0	1	1
Deficiencia media anual Agrícola	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	7.55%	10.07%
Deficiencia máxima anual agrícola	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	66.4%	91.7%
Años totales con déficit Agrícola	0	0	0	0	5	5
Años consecutivos con déficit Agrícola	0	0	0	0	1	1

En estas condiciones se podría obtener un caudal firme de 400 lps para agua potable y una demanda de 200 lps para agricultura. Con esto se aprovecha el 56.74%, se evapora un 27.72% y se derrama el 15.54%.

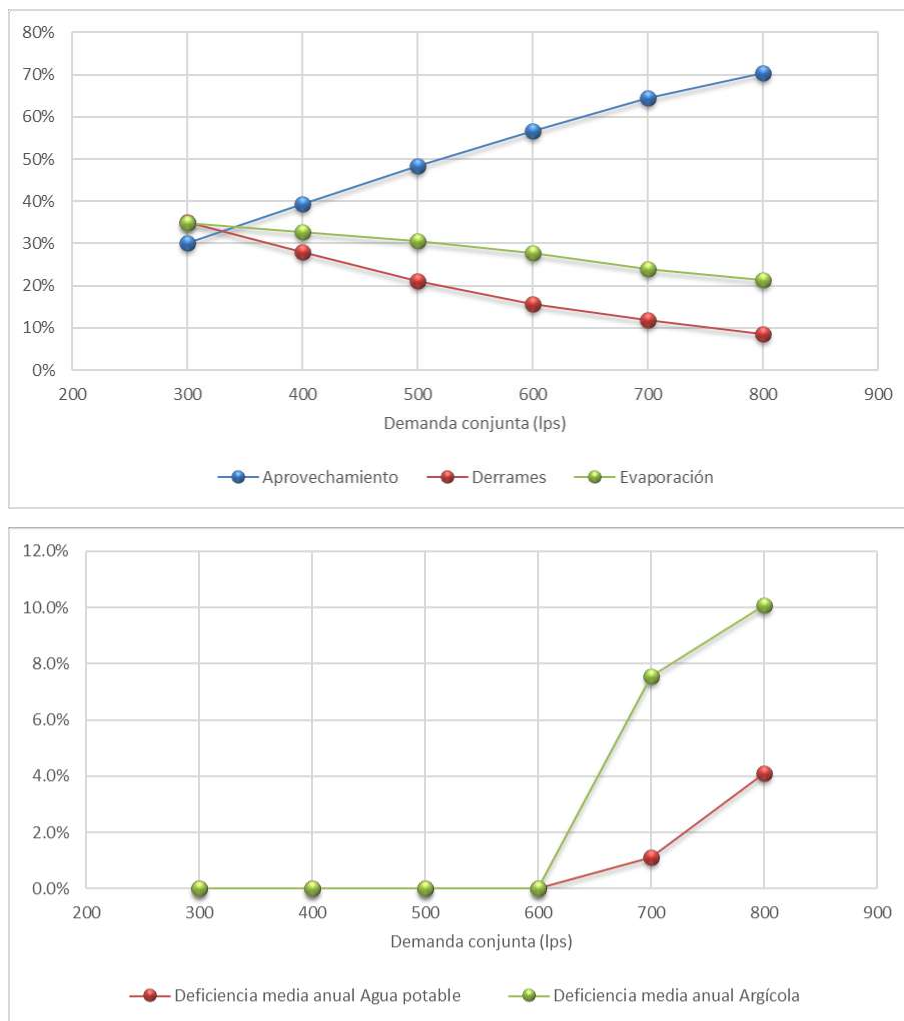
El comportamiento de los niveles del agua en el vaso de la presa Puerta del Sol, partiendo del nivel inicial del 25% del NAMO y dadas las entradas y salidas se puede observar en la gráfica siguiente para la demanda conjunta de 600 lps.



Gráfica 15. Comportamiento de los niveles de agua, partiendo del nivel inicial del 25% del NAMO.

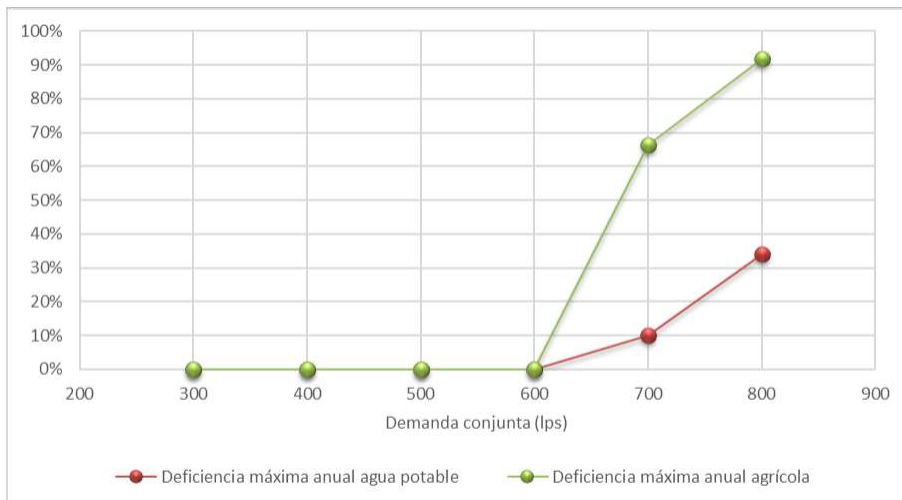
Para esta condición de nivel inicial del 25% del NAMO, la primera de las gráficas que se presenta a continuación muestra el comportamiento de los porcentajes de aprovechamiento, derrame y evaporación para cada una de las demandas simuladas.

La segunda gráfica muestra el comportamiento de los déficits anuales promedio para cada uno de los usos y magnitudes simuladas; y, por último, la tercera de las gráficas muestra el comportamiento de la deficiencia máxima también para cada uso y magnitud de la demanda.



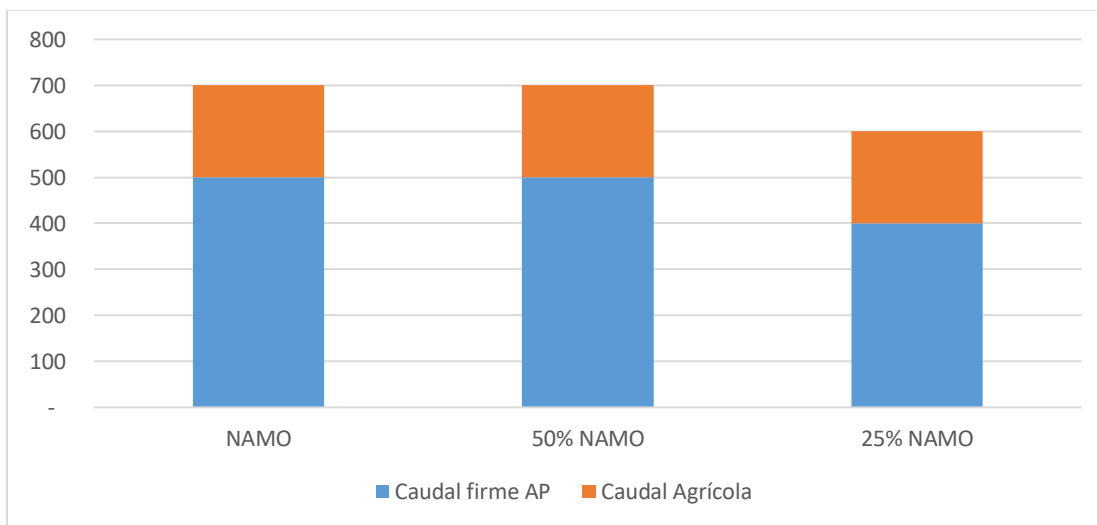
Historial del trémulo:

No	Fecha	Situación del estado del trémulo
1	08/04/2025	DESCARGA DEL TUBO DE VENTANILLA
2	12/04/2025	TUBO DE VENTANILLA A 100 CM
3	12/04/2025	DESCARGA DEL TUBO DE VENTANILLA
4	14/04/2025	DESCARGA DEL TUBO DE VENTANILLA



Gráfica 16. Comportamiento de las demandas de agua potable y agrícola simuladas en el vaso, iniciando con el 25 % del NAMO.

En resumen, los resultados de los tres conjuntos de simulaciones practicados para la Presa Puerta del Sol: al nivel inicial de la simulación partiendo del NAMO, al 50% del NAMO y al 25% del NAMO, se tiene el potencial de aprovechamiento como se muestra en la **Gráfica 17**.



Gráfica 17. Resultados de los tres conjuntos de simulaciones.

Como se observa en la gráfica anterior, iniciar el funcionamiento al 50% y al 25% del NAMO no reduce las expectativas de aprovechamiento respecto de iniciar al nivel del NAMO, lo cual implica que las demandas simuladas cumplan con 0% de deficiencia media anual para el uso de agua potable.

El proyecto entonces ofrecería un caudal firme de 500 a 400 lps para agua potable dependiendo del escenario de inicio de operaciones (en caso de comenzar con el NAMO o niveles inferiores).

II.1.5 Inversión requerida

De acuerdo con el catálogo de conceptos presentada en la inversión económica aproximada para la construcción de la presa de almacenamiento Denominada Presa Puerta del Sol será de [REDACTED], considerando gastos de operación. Con respecto a las medidas, planes y programas de cumplimiento ambiental integral, la inversión se calcula en [REDACTED] con IVA. Obteniendo una inversión total de [REDACTED] MXN ([REDACTED] [REDACTED]).

Tabla 7. Costos de inversión del proyecto.

COSTOS DE INVERSIÓN	
1) Construcción de la presa Puertas del Sol	[REDACTED]
2) Medidas, Planes y Programas Cumplimiento Ambiental Integral	[REDACTED]
Total:	[REDACTED]

El personal requerido para las obras de preparación de sitio y construcción se calculan en 500 personas que cubrirán las áreas necesarias para la correcta ejecución del proyecto. La maquinaria que se estima para las actividades a realizar en el proyecto se resume en la siguiente tabla.

Tabla 8. Requerimiento de personal para la construcción.

Descripción	Cantidad
Personal*	500
Maquinaria	
Cargador frontal	10
Bulldócer	15
Motoconformadoras	20
Motoescrapas	10
Excavadoras	20
Rodillos	5
Perforadoras	10
Camión volteo	15

*Se incluyen superintendente general, residentes, administradores, secretarías, choferes, vigilantes, veladores, chocadores (de personal, material y maquinaria), brigada topográfica, mecánicos y ayudantes, operadores de maquinaria y cuadrillas de albañilería.

II.2 Características Particulares del Proyecto

El Proyecto se encuentra próximo a la carretera federal 14 Hermosillo-Moctezuma y como se ha mencionado, el embalse de la presa Puerta del Sol está contemplada a 480 msnm, con una superficie de 818.73 ha. Derivado de la cercanía de la carretera Federal con el Proyecto, 5.9 km del trazo de la carretera resultaran afectadas por el embalse, el tramo afectado inicia en las coordenadas geográficas Y=3,259,986.0025 y X=573,826.8965, y finaliza en las coordenadas Y=3,262,754.4314 y X=577,559.8335. Se estima que el cambio del trazo de la carretera federal 14 tendrá una longitud de 8.2 km, ver ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..

Sin embargo, en el presente estudio no se incluye la descripción de las obras asociadas a la modificación del tramo carretero, por lo que es de carácter informativo y no se incluye en el programa de trabajo. En el sentido de que los estudio y la solicitud de los permisos para la construcción en materia de impacto ambiental de dicho tramo, se realizará mediante una MIA específica a ese proyecto.

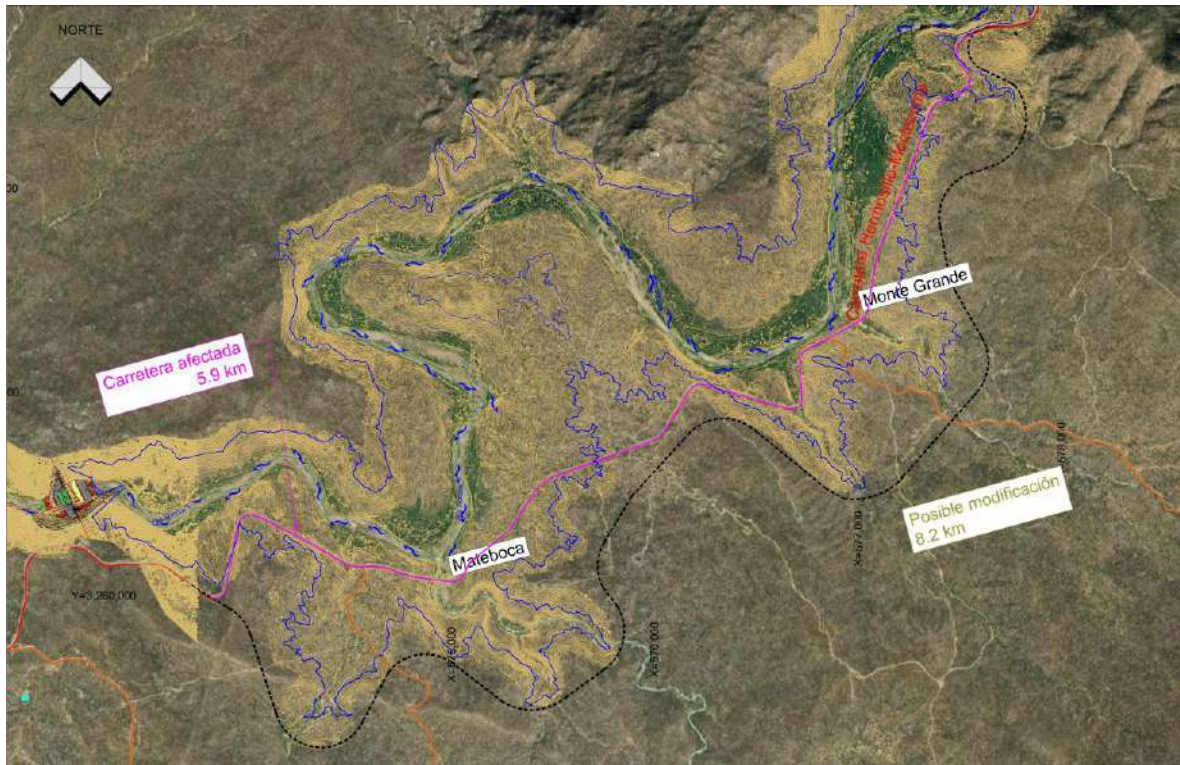


Figura 8. Trazo de carretera afectada.

II.2.1 Programa de trabajo

El Programa General de Trabajo tiene por objeto precisar las actividades a realizar y los periodos de tiempo en que se llevarán a cabo cada una de estas, con lo cual se pretende optimizar recursos, mejorando rendimientos que permitan medir el avance y valorar actividades, previendo de esta manera, necesidades extras de materiales, equipos y recursos económicos entre otros.

Para la construcción del Proyecto se contempla un periodo 24 meses, tiempo estimado para realizar las actividades pertinentes en las etapas de Preparación del Sitio y Construcción de la presa, mientras que se espera tenga una vida útil de 50 años para la etapa de operación y mantenimiento, tal como se observa en la **Tabla 9**. No se considera etapa de abandono del sitio ya que se trata de un proyecto para satisfacer necesidades básicas de la población como lo es el acceso al agua.

Tabla 9. Programa General de Trabajo.

Etapa	Preparación del sitio			Construcción																								Operación y mantenimiento		
Actividades a realizar	AÑO 1												AÑO 2												AÑO 3	...	AÑO 52			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	...	...	...			
Rescate de flora y fauna																														
Reconocimiento del sitio y trazo																														
Desmonte y despalme																														
Construcción e instalación de obras provisionales																														
Instalación de señalización y dispositivos de seguridad																														
Excavaciones																														
Obra de desvío																														
Construcción de la cortina																														
Construcción de obra mecánica																														
Obra eléctrica																														
Tratamiento de la cimentación																														
Instrumentación de la cortina																														
Retiro de obras provisionales																														
Inicia el envase del vaso																														
Mantenimiento de instalaciones																														
Seguimiento del caudal y aforo de volúmenes																														
Programa de seguridad y vigilancia																														

II.2.3 Preparación del sitio y construcción

II.2.3.1 Preparación del sitio

II.2.3.1.1 Rescate de flora y fauna

a) Rescate de la flora del sitio del proyecto

Para el presente trabajo, dado el período de actividades se sugiere realizara la extracción de individuos completos o por esquejes de las especies que se encuentran en la superficie de afectación directa (cortina y embalse). Poniendo especial atención a aquellas que se encuentren dentro de la NOM-059 SEMARNAT-2010.

Previo al inicio de actividades, se realizará un recorrido dentro del área del proyecto para identificar aquellos individuos que serán susceptibles a rescate. Este recorrido tiene la finalidad de determinar el personal y equipo necesario para la conformación de la brigada que llevará a cabo las acciones de rescate y reubicación de flora silvestre, la cual estará integrada por un especialista con experiencia previa en este ramo y un grupo de técnicos.

Antes de iniciar actividades de desmonte y despalde, se iniciará un recorrido de inspección a fin de identificar aquellos individuos susceptibles de rescate, los cuales serán marcados con cinta plástica de color amarillo o algún otro color fluorescente para que la cuadrilla encargada de la extracción los identifique con facilidad. Así mismo, se podrán marcar los individuos que presenten estructuras reproductivas con semillas para la eventual colecta y propagación.

A continuación, se describe la metodología según el grupo de las especies.

Técnica de extracción

La técnica de rescate de los ejemplares dependerá de su talla, su forma biológica, estado fitosanitario que presenten en campo, pues aquellos individuos con un

tamaño manejable (menores a 2 metros) y con ausencia de plagas o enfermedades podrán estar sujetos a la extracción completa del ejemplar con cepellón. Sin embargo, si se observan ejemplares con tallas mayores y que por su naturaleza se puedan reproducir de manera asexual, se realizarán las labores necesarias para garantizar una alta supervivencia.

El método de rescate será definido por el especialista encargado de la ejecución del Programa, pues dependerá del ejemplar, las particularidades propias de la especie, las condiciones de campo, así como la viabilidad económica para su cumplimiento.

Extracción de individuos por esquejes (reproducción asexual o vegetativa)

Algunas especies pueden reproducirse por propagación asexual, que es un mecanismo en el que las células somáticas tienen la capacidad de producir otros individuos idénticos a la planta madre (clones). Para este tipo de reproducción, se emplean partes vegetativas de la planta (tallos, bulbos, esquejes, estacas y hojas), que son capaces de enraizar y formar otro Individuo de forma individual.

Es importante mencionar que, antes de extraer el material vegetal, es necesario verificar que la planta madre esté libre de plagas y enfermedades y, finalmente, que se encuentre en el estado fisiológico adecuado, para asegurar que las estacas tengan una mayor probabilidad de enraizar. El corte para obtener las estacas debe ser basal, justo por debajo de un nudo. Además, debe ser obtenido de las partes jóvenes y preferentemente deben medir de 10 a 20 cm de largo, quitando las hojas de la mitad inferior. Después de recolectar el material de la planta madre, su manejo debe ser rápido para evitar daños que puedan afectar su enraizamiento.

Pasos básicos para hacer esquejes:

1. Selecciona el esqueje:

Elige una parte de la planta madre, como un tallo o una rama flexible, que sea sana y tenga buen aspecto.

2. Realiza el corte:

Corta el fragmento de la planta madre con tijeras de podar limpias, preferiblemente en un corte diagonal.

3. Prepara el esqueje:

Retira las hojas inferiores del fragmento para evitar que se pudran en el sustrato.

4. Prepara el medio de enraizamiento:

Prepara una bandeja o maceta con un sustrato húmedo. Puedes hacer un orificio en el sustrato para colocar el esqueje.

5. Siembra el esqueje:

Introduce la base del esqueje en el sustrato.

6. Crea un ambiente adecuado:

Cubre la bandeja con una bolsa plástica para mantener una humedad y temperatura constantes. La temperatura ideal suele estar entre 20 y 23 °C.

7. Cuida el esqueje:

Asegúrate de que el sustrato se mantenga húmedo y la planta reciba luz indirecta.

8. Trasplanta el esqueje:

Una vez que el esqueje haya desarrollado un sistema radicular fuerte y se sienta una suave resistencia al tirar de él, será el momento de trasplantarlo a su lugar definitivo.

Beneficios de la reproducción por esquejes:

- **Genera clones idénticos:** La planta resultante será un clon exacto de la planta madre, manteniendo sus características.
- **Reproducción rápida:** Es un método eficaz y rápido para obtener nuevos ejemplares.

Por otra parte, para las cactáceas con tallas grandes, que impidan el rescate del individuo completo, se puede recurrir a métodos vegetativos a través de la

extracción de esquejes, mediante el corte de los brazos en la parte de inserción con el tallo, y así obtener plantas nuevas, El corte de los esquejes se realiza con una tijera de podar bien afilada y limpia, desinfectando con alcohol de 90°, en cada corte se aplica hipoclorito de sodio al 5% (lejía) para desinfectar los esquejes. El corte de cada uno de los esquejes debe ser de 15 cm.

Estas estructuras serán curadas mediante la aplicación de azufre en polvo en el área de corte y se dejarán ventilar hasta que la herida cicatrice, los esquejes cortados y desinfectados, se dejan al aire libre por 7 días, en un lugar sombreado y aireado para que legre cicatrizar los extremos de los cortes, y de esta manera no entre en contacto directo con el sustrato al momento de la siembra, lo que generaría pudrición; para la siembra se realiza una selección de aquellos esquejes con buenas condiciones, eliminando aquellos que presentaron deshidratación.

Equipo de Protección Personal y Seguridad

- **Guantes:** Para proteger las manos al manipular la planta y el suelo.
- **Casco y gafas de seguridad:** Para proteger la cabeza y los ojos de posibles impactos.
- **Botas blindadas o de hule:** Para proteger los pies y asegurar el agarre en terrenos irregulares.
- **Equipo de primeros auxilios:** Un kit básico para atender heridas.

Herramientas de Excavación y Trasplante

- **Pala:** Para cavar alrededor del ejemplar y extraer la raíz.
- **Pala coa agrícola:** Para cavar al rededor o extraer ejemplares de menor tamaño.
- **Machete o podadoras de jardín:** Para cortar ramas secas, enredaderas o limpiar el área circundante sin dañar la planta.
- **Machete o navaja:** Para el corte de las ramas y desmonte de vegetación.
- **Barrenos:** Herramientas para extraer muestras de tejido o madera, con fines de estudio o análisis.

- **Cuchillos y formones:** Para cortes limpios en la corteza.

Contenedores y Materiales de Acondicionamiento

- **Bolsas de plástico o sacos de yute:** Para transportar el ejemplar al nuevo sitio, manteniendo la humedad del sustrato.
- **Cajas de cartón:** Para plantas con bulbos, rizomas o tubérculos, previniendo el exceso de movimiento durante el transporte.
- **Etiquetas y marcadores:** Para identificar cada ejemplar y registrar información relevante.
- **Agua:** Para mantener la planta hidratada y ayudar a que las raíces se mantengan húmedas durante el transporte.
- **hipoclorito de sodio al 5% (lejía):** para desinfectar los esquejes.
- **Azufre en polvo de uso agrícola:** para tratar enfermedades como el oídio, que afecta a muchas plantas. También funciona como insecticida y acaricida para controlar plagas.

Los individuos rescatados podrán ser trasplantados dentro del área de influencia directa o indirecta, en sitios con condiciones similares a los lugares de extracción.

b) Programa de ahuyentamiento, rescate, conservación y protección de especies de fauna silvestre

La fauna silvestre tiene una importancia fundamental en el mantenimiento y la estabilidad de los ecosistemas, siendo un componente significativo de la biodiversidad, por lo tanto, es necesario disponer de estrategias que garanticen su conservación.

A continuación, se describirán las medidas de manejo, protección y conservación de los posibles especímenes de fauna dentro del área de estudio, con base al listado de especies de la “Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010”.

Objetivos:

General:

Elaborar y ejecutar un programa de rescate, conservación y protección de fauna silvestre, en la zona de influencia directa del sitio de estudio.

Específicos:

- Proteger, durante el desarrollo del proyecto, aquellas especies de fauna silvestre presentes en la zona de estudio.
- Contribuir en la conservación de la biodiversidad faunística en la zona de estudio.
- Capturar a las especies susceptibles de rescate (especies de lento desplazamiento) como anfibios, reptiles y mamíferos pequeños en la zona de estudio.
- Identificar los sitios idóneos para la reubicación de las diferentes especies en la zona de estudio.
- Ahuyentar en la zona de estudio a especies de aves, mamíferos voladores y mamíferos medianos y grandes, mediante técnicas de amedrentamiento, con el fin de lograr su desplazamiento a áreas aledañas con vegetación similar.

Aplicación del programa

Con base a la información bibliográfica anteriormente consultada, a la base de datos del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) y a los ordenamientos ecológicos de la zona, se pretende la protección de las especies de fauna que se encuentren en la zona donde se realizarán las actividades del proyecto. El programa entrará en vigor previo al inicio de desmonte y despalde y se podría extender hasta el inicio de la construcción de la cortina, contemplando la adaptación de las especies a la presencia humana. Sin embargo, estas actividades podrán ser realizadas esporádicamente cada que sea necesario durante todas las etapas del proyecto.

Técnicas de manejo para la fauna silvestre

Las técnicas o bien estrategias de manejo de fauna silvestre son útiles para revertir la disminución de poblaciones de vertebrados y mantenerlas estables a través del tiempo. El manejo se entiende como el conjunto de actividades dirigidas a la conservación y manipulación del hábitat, así como de las especies en particular, orientado a producir y mantener poblaciones saludables de especies silvestres, de forma ecológicamente sustentable.

Entre estas estrategias de manejo se incluye: la manipulación del hábitat para proveer alimento, agua y cobertura, control de depredadores, control y/o erradicación de especies exóticas invasivas, y la translocación de individuos, de áreas en donde se distribuyen de manera natural a otras donde han sido reubicadas, para propiciar su recuperación y conservación.

Mamíferos

Se sabe que los mamíferos silvestres tienden a alejarse de aquellos lugares en donde hay perturbación por actividades humanas, debido a los niveles de ruido que se pueden presentar, con base a esto, las acciones que se tomarán se pueden englobar en dos tipos: acciones preventivas y acciones operativas, las cuales se describirán a continuación:

Acciones preventivas

Este tipo de acciones se basan en disminuir la posibilidad por daño accidental a ejemplares de fauna silvestre en las etapas de preparación del proyecto, en este sentido, lo que se pretende hacer es:

1. Identificar en los recorridos de topografía y prospección ecológica, aquellos grupos de especies que presenten rutas de desplazamiento específicas, para poder definir las zonas críticas de cuidado en la realización de las actividades.
2. Una vez que se hayan definido las zonas críticas, como medida de prevención se mantendrán niveles elevados de ruido los cuales servirán como método de ahuyento para la fauna silvestre.

Acciones operativas

Se llevarán a cabo durante el desarrollo de las actividades del proyecto:

1. Se capacitará al personal para que vigilen las zonas críticas de cuidado cuando haya actividad en ellas, con la finalidad de tomar las medidas captura o ahuyento en presencia de mamíferos silvestres.
2. La circulación de los vehículos motorizados deberá realizarse a una velocidad menor a 15 km/h.

Aves

Para este grupo la principal medida de protección se basa en evitar al máximo el disturbio de los sitios de anidación, los cuales serán ubicados en los recorridos en campo. Además, se realizarán recorridos para el ahuyento de las especies, en las etapas de preparación y desarrollo de las actividades del proyecto.

Anfibios

En general los anfibios son un grupo que presentan locomoción lenta, por lo tanto, en caso de haber presencia de algún individuo se procederá a reubicar en zonas adecuadas, el método de extracción será de forma manual o con ayuda de una red para anfibios.

La reubicación de estos se hará de inmediato, en áreas aledañas a la zona de actividad.

Reptiles

Para el manejo de los reptiles se deberá identificar el tipo de especie encontrada, para conocer el comportamiento de este.

Uso de pinzas herpetológicas: el uso de pinzas permite un manejo con mayor seguridad de los ejemplares, lo cual disminuye las posibilidades de algún incidente en el rescate. Una vez que los ejemplares sean capturados se resguardaran dentro de sacos herpetológicos para su posterior reubicación.

Técnicas de transporte

Los ejemplares capturados, sin importar el grupo al que correspondan y método de resguardo (sacos, jaulas, recipientes, entre otros) serán colocados en jaulas adecuadas para el transporte en vehículo motorizado (camioneta), cuidando que los ejemplares tengan afinidad de convivencia para evitar ataques entre ellos.

Posterior a la captura de los ejemplares, se procederá a hacer la reubicación en los sitios establecidos para evitar periodos largos de espera.

Sitios propuestos para la liberación

Se realizará una evaluación para los diferentes sitios de reubicación, que cumplan con las características adecuadas para la supervivencia de los ejemplares capturados dependiendo del grupo biológico, considerando elementos como: vegetación, disponibilidad de agua, altitud, grado de conservación, seguridad para el ejemplar y el personal. Tales elementos tendrán que cumplir con condiciones similares a las del sitio de origen, y considerando siempre la salud y la capacidad de carga del ecosistema (equilibrio entre la disponibilidad de hábitat y la cantidad de especies que este puede soportar).

Como consideración final, los sitios de reubicación deberán estar a una distancia cercana al sitio de captura, con el propósito de evitar largos periodos de aislamiento y evitar en medida de lo posible el estrés en el ejemplar colectado. Con tal fin se pretende usar las zonas conservadas cercanas al río Sonora.

Calendarización para la aplicación del programa

El desarrollo de las actividades que corresponden al Programa de rescate, conservación y protección de especies de fauna silvestre (NOM-059-SEMARNAT-2010), se llevarán a cabo durante los periodos de trabajo, con especial atención en las etapas de construcción. Por su parte, en la etapa de operación dada la naturaleza del proyecto, se prevé que los riesgos en la integridad a la fauna sean menores, en donde se podrán beneficiar en cuanto mayor accesibilidad del agua.

Personal requerido

Para la ejecución del programa se solicitará la participación de un equipo ambiental, el cual coordine el cumplimiento de los términos y condiciones ambientales establecidos anteriormente.

Insumos (personal, material y equipo)

Los insumos necesarios se enlistan a continuación:

- Curso de capacitación ambiental para los grupos biológicos.
- Materiales y manejo de equipo.
- GPS.
- Ganchos herpetológicos.
- Cámara fotográfica.
- Guías de fauna.
- Señalética.
- Banderines.
- Personal.
- Biólogo.
- Auxiliares de campo (se recomienda tres personas).
- Seguimiento.
- Bitácora.
- Informe final que estable el éxito del programa.

Responsabilidad técnica de la ejecución del programa

Las actividades enfocadas a la protección de la fauna silvestre en las diferentes etapas del proyecto se llevarán a cabo por un técnico responsable.

II.2.3.1.2 Reconocimiento del sitio y trazo

Previo inicio de los trabajos de desmonte, desenraice y deshierbe, se deberá realizar el replanteo del sitio del proyecto y las áreas destinadas para el establecimiento del proyecto, con el fin de contar con la ubicación correcta del sitio donde se llevará a cabo la construcción de la obra hidráulica.

El recorrido también servirá para verificar que las especies de fauna se hayan desplazado del trazo de las obras.

II.2.3.1.3 Desmonte

Esta actividad consiste en realizar el derribo de la vegetación, la cual deberá presentar la marca de martillo o pintura de color visible. Se recomienda que el derribo sea direccional y se realice de los extremos de los límites hacia el centro, para evitar dañar la vegetación que se encuentre fuera del área autorizada. Para realizar esta actividad se utilizarán motosierras y herramientas de apoyo como hachas, machetes, cuñas, etc.

Posteriormente se desenraizará, esto comprende arrancar los troncos o tocones desde su raíz, una vez finalizada esta actividad, se procederá al desyerbe que consiste en quitar las malezas, hierbas y zacate. Por último, se procederá a realizar una limpia, la cual consiste en retirar el producto del desmonte.

El proyecto queda dentro de una propiedad privada, del [REDACTED] y el Ejido Mazocahui, en un polígono irregular de acuerdo al siguiente mapa:

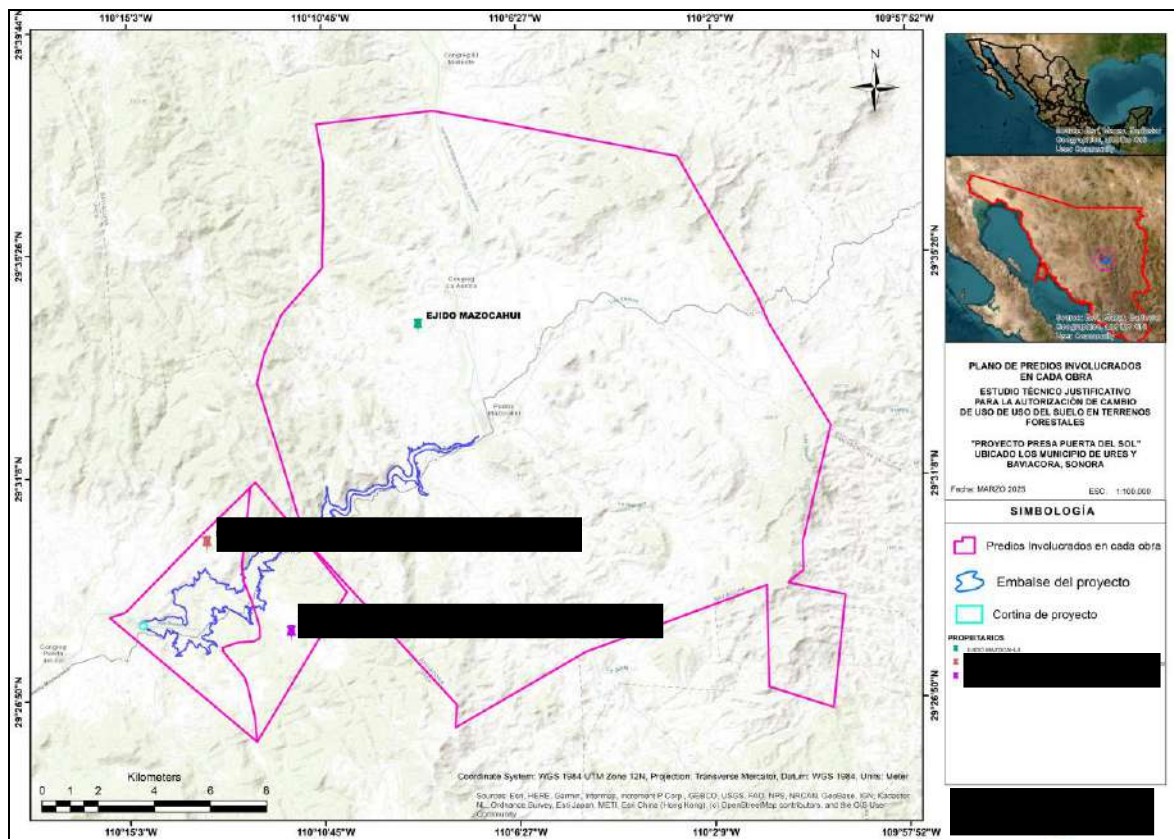


Figura 9. propietarios predios involucrados.

De acuerdo al CUSTF, el envolvente de la cortina tiene una ocupación total de 8.7609 ha, configurado en dos (2) polígonos, la primera con 4.6476 ha de ecosistema árido y la segunda con 4.1133 ha dentro del ecosistema Tropical.

Por su parte, el embalse tendrá una ocupación de 817.6276 ha, configurado en cuatro (4) polígonos, la primera con 541.2437 ha de ecosistema árido, la segunda con 272.5702 ha de ecosistema tropical, la tercera con 3.4371 de uso agrícola, y la cuarta de 0.3766 ha de ecosistema semiárido.

Tabla 10. Desglose de superficies y usos del proyecto (Cortina).

Municipio estado	Cuenca	Subcuenca	superficie (ha)	Polígono	Ecosistema	Tipo de vegetación	Superficie CUSTF (ha)
Envolvente cortina							
Ures Sonora	Cuenca del Río Sonora	Subcuenca b Río Sonora-Banámichi	8.7609	1	Árido	Bosque de mezquite o mezquital (MK)	4.6476

Presa Puerta del Sol
Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

				2	Tropical	Matorral subtropical (MST)	4.1133
Total							8.7609

Tabla 11. Desglose de superficies y usos del proyecto (Embalse).

Municipio estado	Cuenca	Subcuenca	Superficie (ha)	Polígono	Ecosistema	tipo de vegetación	Superficie CUSTF (ha)
Embalse							
Ures-Baviácora Sonora	Cuenca del Rio Sonora	Subcuenca b Rio Sonora-Banámichi	817.6276	1	Árido	Bosque de mezquite o mezquital (MK)	541.2437
Ures-Baviácora Sonora				2	Tropical	Matorral subtropical (MST)	272.5702
Baviácora Sonora				3	N/A	agricultura de riego anual (RA)	3.4371
				4	Semiárido	Vegetación secundaria arbustiva de matorral subtropical (VSa/MST)	0.3766
Total							817.6276

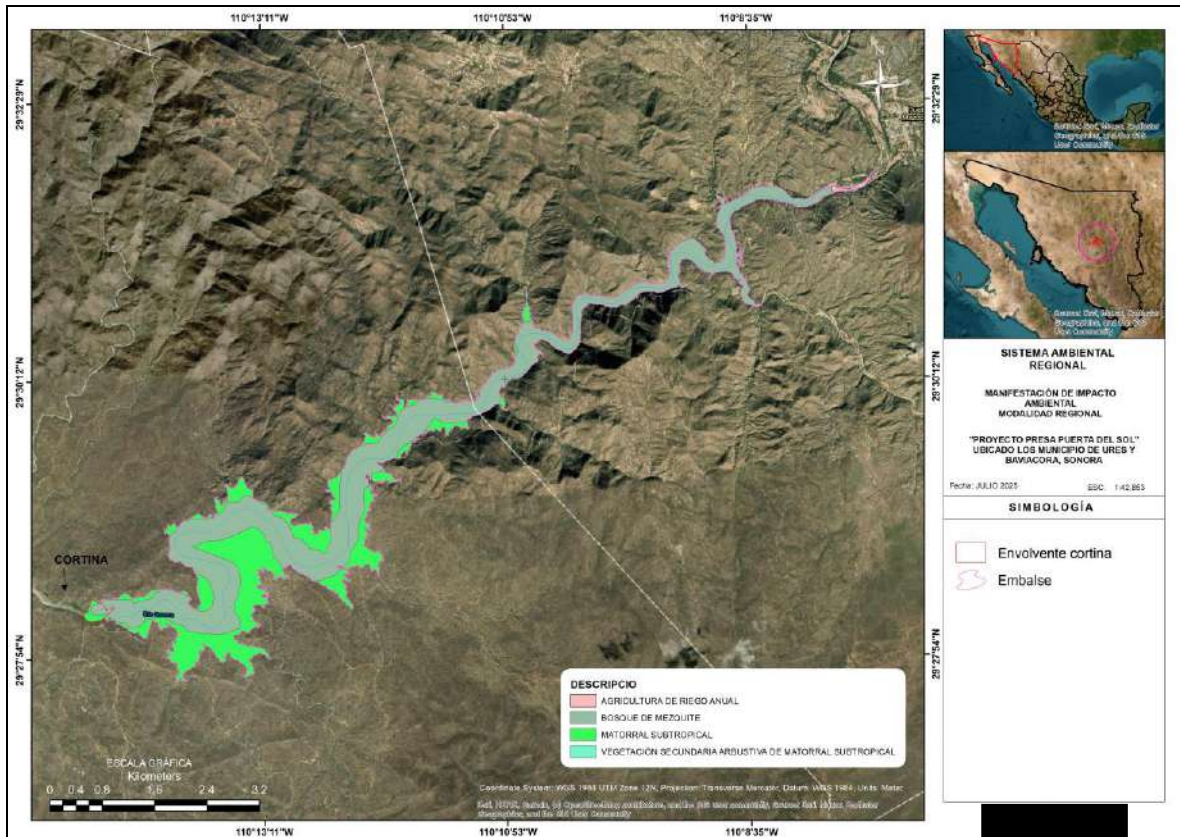


Figura 10. Uso de Suelo y Vegetación en el envoltorio de la Cortina

El Proyecto Presa Puerta del Sol requerirá 826.3885 ha para la ejecución de cambio de uso de suelo, que involucra dos (2) actividades, la primera denominada cortina donde se requiere su desmonte (8.7609 ha), y la segunda denominada embalse donde se requerirá su inundación, y que por tanto implica una pérdida de cubierta vegetal.

II.2.3.1.4 Despalme

En esta actividad se eliminan las capas superficiales de terreno natural, que por sus características no sean adecuadas para realizar las actividades de cimentación o desplantar la cortina, o en su caso, que dicho material de esa capa no sea el adecuado para utilizarse.

Estos trabajos comprenden las siguientes operaciones:

1. Extracción

2. Remoción o Carga
3. Acarreo

El despalme se realizará sobre la superficie que contempla el CUSTF, de acuerdo a los planos de construcción (Plano 01 PLANTA GENERAL PUERTA DEL SOL), el volumen estimado del despalme de material no apto para la cimentación, se calcula en 21,528.90 m³, de los cuales, se regresaran 5,382.23 m³ una vez terminada la obra de cimentación.

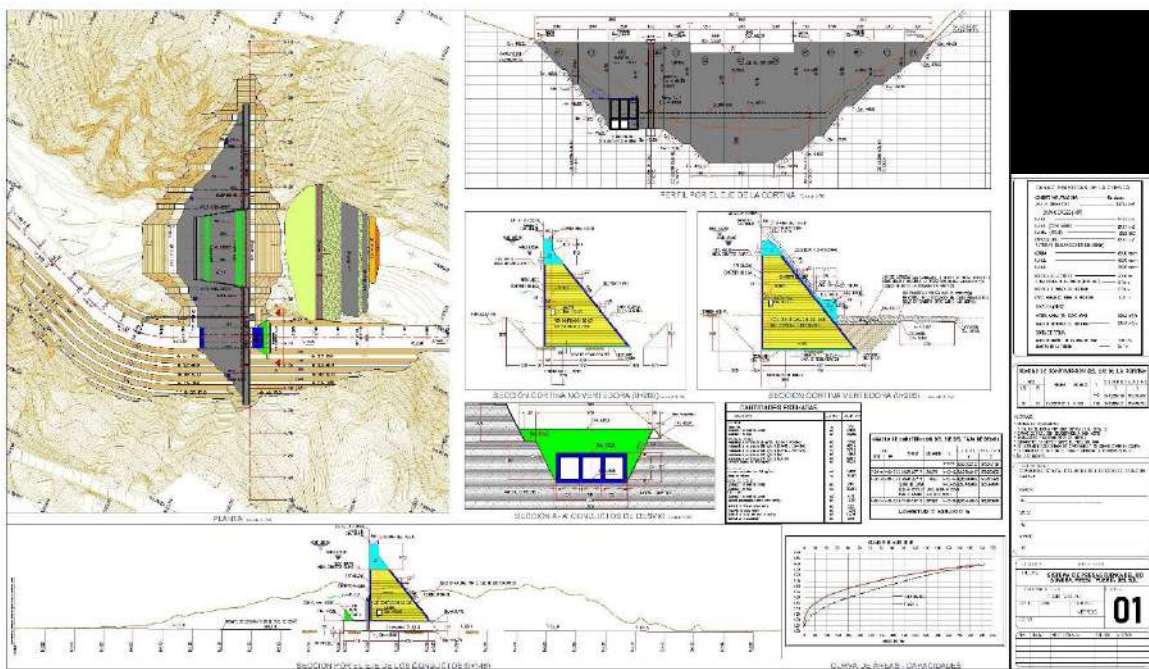


Figura 11. 01 Plano planta general Puerta del Sol.

II.2.3.2 Construcción

Instalación de obras provisionales

Para la construcción de la Presa Puerta del Sol, se requerirá de la instalación de obras provisionales, éstas se definen como las construcciones que no forman parte de la obra, pero son necesarias para el proceso constructivo que presentan utilidad exclusivamente durante el periodo de la construcción y se retiran una vez finalizada la obra.

Las obras provisionales que se consideran durante el desarrollo de la construcción son: casetas de vigilancia, bodegas, almacenes y sanitarios portátiles. De ser posible, se propone la renta de viviendas que cuenten con los servicios básicos o la utilización de campers para evitar la construcción de campamentos y oficinas. De igual manera se deberá tratar en la medida de lo posible el aprovechar la cercanía de las diferentes zonas urbanas y localidades al proyecto para ubicar las oficinas y bodegas temporales.

Para la construcción de estas se pueden usar materiales recuperables en todo o en parte ya que estas construcciones e instalaciones deben ser desmanteladas al final de la obra dejando el lugar en igual o mejores condiciones que en las que se encontró.

A continuación, se desglosan las obras provisionales:

Instalaciones Sanitarias: Es recomendable la instalación de servicios sanitarios en los frentes de trabajo, en cantidad suficiente, para cubrir la demanda del personal que labore en la obra (1 sanitario por cada 12 trabajadores). Estas instalaciones podrán ser portátiles o semi-portátiles, y la recolección, operación y mantenimiento quedará a cargo de la empresa que preste el servicio durante el tiempo que dure el proyecto, la cual, deberá contar con las autorizaciones necesarias de la Secretaría de Salud.

Construcción de casetas de vigilancia y vallas perimetrales: Las casetas de vigilancia podrán construirse con material de madera, para que al finalizar su retiro sea más sencillo, la función de una caseta de vigilancia, será para vigilar que personal no autorizado pueda ingresar a la zona de trabajo, con ello evitar cualquier tipo de incidentes. Así también, funcionara como filtro para los colaboradores, en el sentido de vigilar el ingreso de sustancias, o material que pueda resultar perjudiciales para el entorno de trabajo. Las vallas podrán colocarse en las zonas vulnerables del proyecto, servirá como sitios restrictivos, tanto para el personal,

personas ajenas al proyecto, y para la fauna local. Las vallas y la caseta de vigilancia deberán ser retiradas al finalizar el proyecto, y dejar el sitio a su estado original.

Adicional a estas obras provisionales, se habilitan sitios para estacionar la maquinaria al término de la jornada de trabajo diaria. En este sitio se tendrá especial precaución para evitar derrames de aceite o combustible. Se propone recubrir con material impermeable, por ejemplo, membrana plástica.

Así también, el mantenimiento de la maquinaria deberá realizarse en un taller especializado, de existir un impedimento para trasladar la maquinaria, como una larga distancia entre el taller y el proyecto, se deberá ubicar una capa de concreto de aproximadamente 10 cm de espesor, misma que deberá de tener una pendiente hacia un depósito, donde se deberá de recolectar todo el aceite usado para posteriormente disponerse como residuo peligroso y entregarse a la empresa encargada de recolectar este tipo de residuos. Al finalizar el proyecto esta capa de concreto deberá ser removida.

Almacenes de materiales: En este sitio se depositarán temporalmente los materiales a utilizar en la obra que pueden sufrir deterioros por su exposición a la intemperie. La capacidad del depósito la determinará el flujo de materiales. Este almacén puede ser aprovechado para contener temporalmente los residuos de la construcción, que de acuerdo al Art. 19, Fracción VII, Capítulo Único, Título Tercero de la LGPGIR se deben considerar como residuos de manejo especial, un ejemplo de estos son varillas, alambre, escombros, etc. Las áreas deberán estar debidamente señaladas, delimitadas e identificadas y no deberán tener contacto con suelo natural.

Por la naturaleza de los materiales que serán almacenados en este lugar, será necesario realizar la clasificación del riesgo de incendio, tal y como se encuentra fundamentado en el numeral 5.1, A1 y A2 de la NOM-002-STPS-2010, o en su caso la norma que la sustituya.

Almacén de residuos peligrosos: Este tendrá la función de almacenar temporalmente (no mayor a 6 meses) los residuos peligrosos que se generen en la obra, hasta que se entreguen a la empresa recolectora, que deberá estar autorizada por la SEMARNAT para su recolección, transporte y disposición final, la cual será la encargada de esta tarea. Deberán estar señalados correctamente, deberán ser monitoreados constantemente y deberán estar almacenados conforme a los lineamientos lo determinen.

Área para contenedores de residuos sólidos urbanos: A lo largo del área de trabajo se deberán ubicar contenedores de residuos urbanos, los cuales podrán clasificarse como orgánicos e inorgánicos de acuerdo a lo establecido en el Artículo 18, Capítulo Único, Título Tercero de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Estos contenedores deberán estar debidamente señalizados e identificados y con tapa para cubrirlos de la intemperie.

Bodegas: En este lugar se guardarán los insumos, el equipo y las refacciones que se utilizan durante la obra, como son: herramienta menor, combustible, aceite, lubricantes, aditivos, pintura, accesorios y materiales de poco volumen (clavos, alambre, etc.). Además de que también se podrá guardar el equipo de protección personal de los trabajadores (cascos, overoles, googles, etc.). Por las características de los materiales que serán almacenados en este lugar, será necesario realizar la clasificación del riesgo de incendio, tal y como se encuentra fundamentado en el numeral 5.1, A1 y A2 de la NOM-002-STPS-2010, o en su caso la norma que la sustituya. Para el caso de los contenedores de combustibles, aceites, lubricantes, y aditivos de pintura, estos presentarán la identificación adecuada de peligro y riesgo de la sustancia química según de acuerdo con los numerales 6.1 y 6.2 de la NOM-018-STPS-2015.

Instalación de señalización y dispositivos de seguridad de obra

El trabajo en obras de construcción es por naturaleza muy variado y ocupa una gran cantidad de trabajadores que están expuestos a diversos peligros y riesgos; muchos

de los accidentes que se producen dejan como consecuencia lesiones graves o incapacidades, por tal motivo es necesario establecer medidas para el control y mitigación de riesgos, de modo que es necesario la instalación de señalización tanto en zonas donde se realicen los trabajos, como en los lugares que existen riesgos específicos (almacenes, áreas de trabajo, rutas de evacuación). Entre el tipo de señalización que se instalará se encuentra la siguiente:

- Señales de Prohibición
- Señales de Advertencia
- Señales de Salvamento o socorro
- Señales Indicativas

Para el empleo de la señalización en los trabajos de construcción del proyecto se deberán tomar las siguientes consideraciones:

- Capacitar al personal sobre la interpretación y uso de la señalización.
- Situar y conservar en buen estado la señalización.
- No obstruir la visibilidad de la señalización
- Al término de los trabajos se procederá a retirar la señalización y los dispositivos de protección de obra

Acarreo de maquinaria y equipo

Para la construcción del proyecto se requerirá de maquinaria pesada, camiones Volteo y pipas, en donde para el caso de la maquinaria pesada, estas serán transportadas con plataformas bajas con el fin de evitar dañar los caminos y carreteras durante su traslado.

Respecto a los caminos de acceso que serán utilizados durante la ejecución del proyecto, serán rehabilitados los ya existentes cerca del proyecto, en caso de que se requiera construir y/o habilitar un camino de acceso nuevo, este deberá realizarse en una superficie que no comprometa la topografía y la densidad vegetal del terreno, tras la finalización de actividades se deberá restaurar a su estado

natural, con el fin de disminuir los daños ambientales se recomienda utilizar y reacondicionar los existentes en la localidad Puerta del Sol.

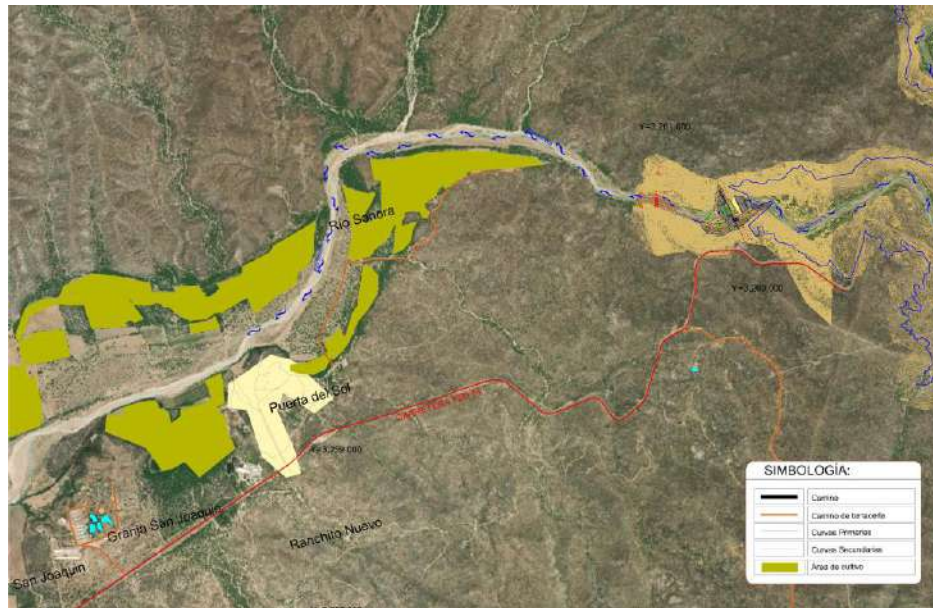


Figura 12. Caminos cercanos a la cortina del proyecto.

Excavaciones

Las excavaciones para alojar las obras o que forman parte de ellas deberán efectuarse de acuerdo con los datos del proyecto y/o órdenes del Ingeniero Supervisor, e incluirán las operaciones de amacice, limpia y carga del material, producto de las excavaciones y su transporte a los sitios de aprovechamiento o a los bancos de desperdicio o de depósitos que señale el Ingeniero Supervisor, disponiéndose de tal forma que no interfiera con el desarrollo normal de los trabajos. Las excavaciones para cimentación de terracerías y/o estructuras se harán a la profundidad suficiente para remover todos los materiales que según el proyecto sean inadecuados para dicha cimentación, removiendo, en su caso, todo lo alterado o fracturado, hasta llegar a las líneas y niveles que señalen los planos para descubrir el material sobre el cual se desplantará.

El material de las excavaciones será clasificado en los términos que señalan las Especificaciones siguientes:

A) Cualquier material excepto roca fija.

Para los conceptos de trabajo correspondientes, la clasificación de las excavaciones en cuanto a la dureza del material, se entenderá por “cualquier material, excepto roca fija”, todos aquellos materiales que puedan ser excavados eficientemente por tractor de orugas con arado, con potencia hasta de 160 caballos en la barra de tiro, no requiriendo el uso de explosivos aunque por conveniencia se utilicen para aumentar el rendimiento, así como todas las fracciones de roca que cubiquen aisladamente menos de 0.75 de metro cúbico.

b) En roca fija.

Para los conceptos de trabajo correspondientes, se entenderá por “roca fija” el material que no quede dentro de la clasificación anterior.

Para clasificar el material se tomará en cuenta la dificultad que haya presentado para su extracción, según lo estipulado anteriormente. En caso de que el volumen por clasificar esté compuesto por volúmenes parciales de “cualquier material excepto roca fija” y “roca fija” o mezclado o intercalado con roca resquebrajada, arcilla u otros materiales semejantes en forma tal que no pueda ubicarse aisladamente, el conjunto se considerará como roca fija, siempre y cuando la parte compacta constituya por lo menos el setenta y cinco por ciento (75%) del volumen total cubicado entre secciones medidas. En el caso de que se estime que el volumen de la roca fija no llegue al setenta y cinco por ciento (75%) del volumen total de la sección medida, se considerará separadamente el porcentaje de cada material en el volumen de excavación. La clasificación de excavaciones formulada en estimaciones parciales podrá ser revisada y/o modificada al hacerse la estimación final o bien cuando la CONAGUA lo juzgue por considerar errónea la clasificación hecha en las estimaciones parciales.

Todas las excavaciones se harán de acuerdo con las dimensiones, niveles y alineamientos señalados en los planos (Planos 05 al 10 “Secciones de cortina Puerta del Sol y Planos del 11 al 14 “Secciones en tajo de desvió CCR).

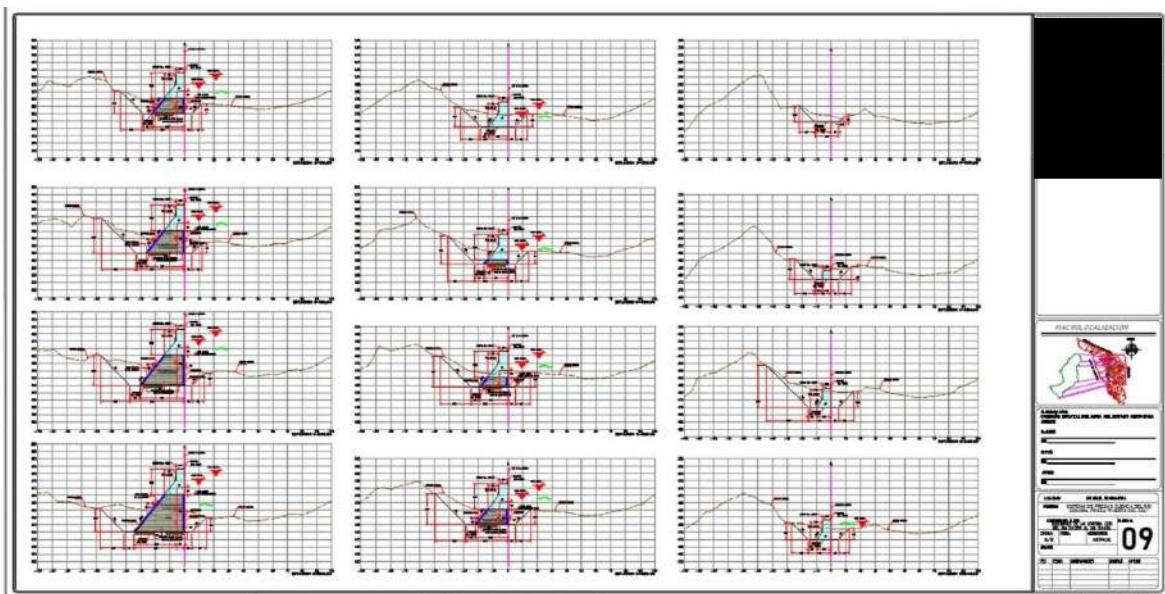


Figura 13. Plano 09 Secciones de cortina puerta del Sol.

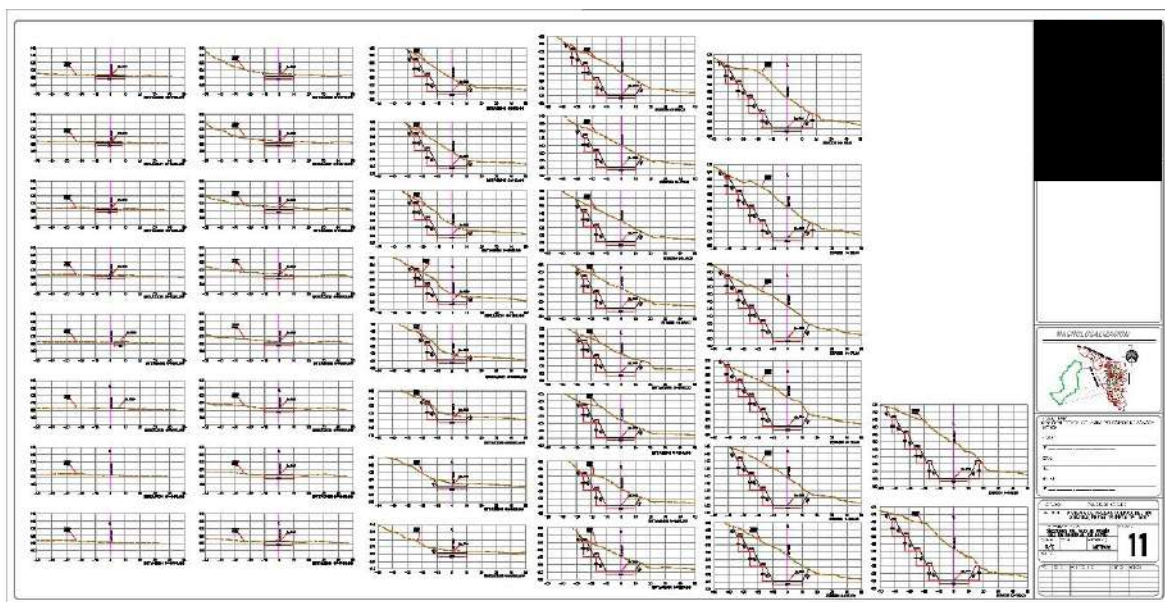


Figura 14. Plano 11, Secciones en tajo de desvío.

A continuación, se describen las excavaciones que se realizarán en la obra civil de la cortina:

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD m ³
Excavación a máquina en cualquier material excepto roca fija que formen parte de las obras por ejecutarse o que alojen dichas obras o parte de las mismas, excluyendo dentellones, incluye: la operación del equipo mecánico y todas las maniobras necesarias para el afloje, afine a mano de	82,912.49

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD m ³
los cortes en zanja, la extracción de material, remoción, traspaleo en el sitio y forma que indique el ingeniero supervisor para la disposición del producto de la excavación.	
Excavación a mano en cualquier material excepto roca fija que formen parte de las obras por ejecutarse o que alojen dichas obras o parte de las mismas, incluye: todas las maniobras necesarias para el afloje, afine a mano de los cortes en zanja, la extracción de material, remoción, traspaleo en el sitio y forma que indique el ingeniero supervisor para la disposición del producto de la excavación.	3,915.92
Excavación a máquina en material "roca" en seco, que formen parte de las obras por ejecutarse o que alojen dichas obras o parte de las mismas, en las laderas de las márgenes del río, incluye: la operación del equipo mecánico y todas las maniobras necesarias para el afloje, afine a mano de los cortes en zanja, la extracción de material, remoción, traspaleo en el sitio y forma que indique el ingeniero supervisor para la disposición del producto de la excavación.	97,379.93
Excavación a máquina en material "roca" en seco, que formen parte de las obras por ejecutarse o que alojen dichas obras o parte de las mismas, en la zona del cauce del río, incluye: la operación del equipo mecánico y todas las maniobras necesarias para el afloje, afine a mano de los cortes en zanja, la extracción de material, remoción, traspaleo en el sitio y forma que indique el ingeniero supervisor para la disposición del producto de la excavación.	78,318.41

Todas las excavaciones se ejecutarán y afinarán dentro de las líneas y niveles que indique el proyecto, por lo que se ejecutarán siguiendo un sistema de ataque que facilite el drenaje natural de las mismas. En los casos que no pueda drenarse la excavación por el sistema de ataque de la misma operación de la excavación, será necesario desalojar el agua mediante bombeo.

Acarreo de materiales

Esta actividad hace referencia al acarreo de los materiales producto de las excavaciones y los que se utilizarán para la construcción de las diferentes estructuras que integra el Proyecto. Los acarreos se efectuarán siguiendo la ruta transitable más corta y conveniente. Así mismo se tomarán las medidas de seguridad aplicables para el transporte de este tipo de materiales, para la ejecución

de esta actividad será necesario el uso de camiones, los cuales deben de cumplir con las medidas de protección al medio ambiente.

Todos los materiales que formen parte de los equipos deberán ser comercialmente de primera clase, de primer uso y estarán libres de defectos e imperfecciones. Cuando se indique, deberán tener las calificaciones y grado designados. Los materiales que no se designen específicamente, serán los adecuados para el fin a que se destinen y deberá cumplir con las últimas especificaciones de la NOM o de la ASTM, o bien de otra asociación equivalente de prestigio internacional. Aquellos materiales y equipos que por su fragilidad o dimensiones no sean aptos para resguardo en bodegas o almacenes, podrán ser adquiridos y transportados previo a su instalación.

La evaluación y designación de los bancos de materiales, de los cuales serán obtenidos los materiales para la construcción de la presa, estará a cargo de la CONAGUA, bajo la premisa de cumplir con las especificaciones técnicas de la NOM o aquellas equivalentes tal como se mencionó anteriormente.

El suministro del agua necesaria para los trabajos de terracerías lavado de agregados, elaboración de concretos y morteros, y la que se utilice para el riego de taludes y plantilla antes de colocar el concreto en revestimiento, así como la que sea utilizada en otros conceptos de trabajo, deberá ser transportado con ayuda de pipas.

Instalación de obra de desvío de aguas (Ataguías)

La obra de desvío de la corriente de agua del Rio Sonora, para trabajos en seco consiste en la construcción de ataguías aguas arriba y aguas abajo. Para la construcción de la ataguía se requerirá de los siguientes materiales:

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD m ³
Material impermeable compactado, en seco o en agua, material número 1 en plano.	12,797.73
Material impermeable para formación de nucleo-terraplen con compactación especial, material número 1 en plano.	1,421.97
Material (filtros) permeable, material número 2 en plano.	5,235.83
Grava arena en las ataguías, material número 3 en plano.	11,787.84
Respaldo, roca y rezaga, material número 4 en plano.	11,754.44
Material de protección de talud con fragmentos de roca proveniente de excavaciones de las principales estructuras del proyecto, conforme a lo indicado en planos y especificaciones técnicas, material número 5 en plano.	2,554.14
Comportamiento de base granular para revestimiento de la corona de las ataguías, material número 6 en plano.	246.74
Colocación de grava arena en la pre ataguía,	1,238.97
Colocación de material impermeable para pre ataguía, compuesto por arena arcillosa, material número 7 en plano	221.19

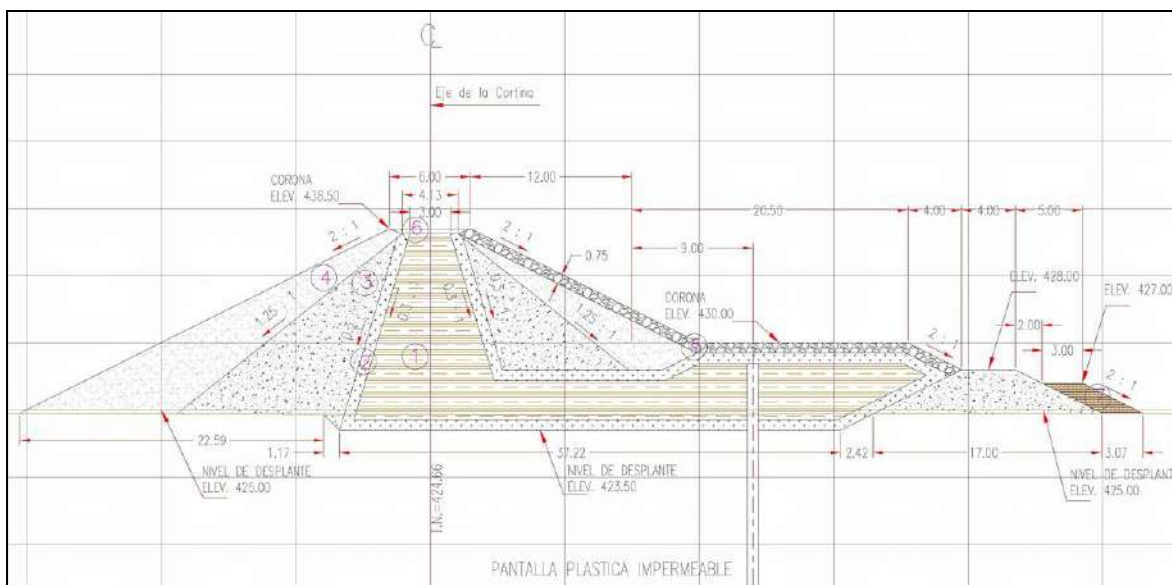


Figura 15. Estación 0+090.00, Plano 15 Secciones en ataguía aguas arriba

Los materiales serán obtenidos, previa verificación de calidad, de productos de las excavaciones previas, aquellos que hagan falta, se obtendrá de bancos de préstamo.

Los terraplenes construidos formarán un conjunto homogéneo, libre de bolsas, lentes, o de capas de material cuyas características sean esencialmente diferentes del material circundante. Las secciones de la ataguía se muestran en el plano 15 y 16 “Secciones en ataguía aguas arriba”.

Cuando por alguna causa sea suspendida la colocación de material, la superficie de la última capa compactada se deberá proteger y formar con la pendiente necesaria para permitir el Esguerrimiento del agua de lluvia. Antes de reiniciar el tiro del material, deberá esgarificarse la superficie de esta capa.

Una vez cerrados los conductos de desvío, se podrá demoler la ataguía aguas abajo y construir la protección contra la socavación y o erosión al pie de la descarga del vertedor. Se utilizará un enrocamiento con rocas de diámetro entre 0.8 y 12.5 metros.

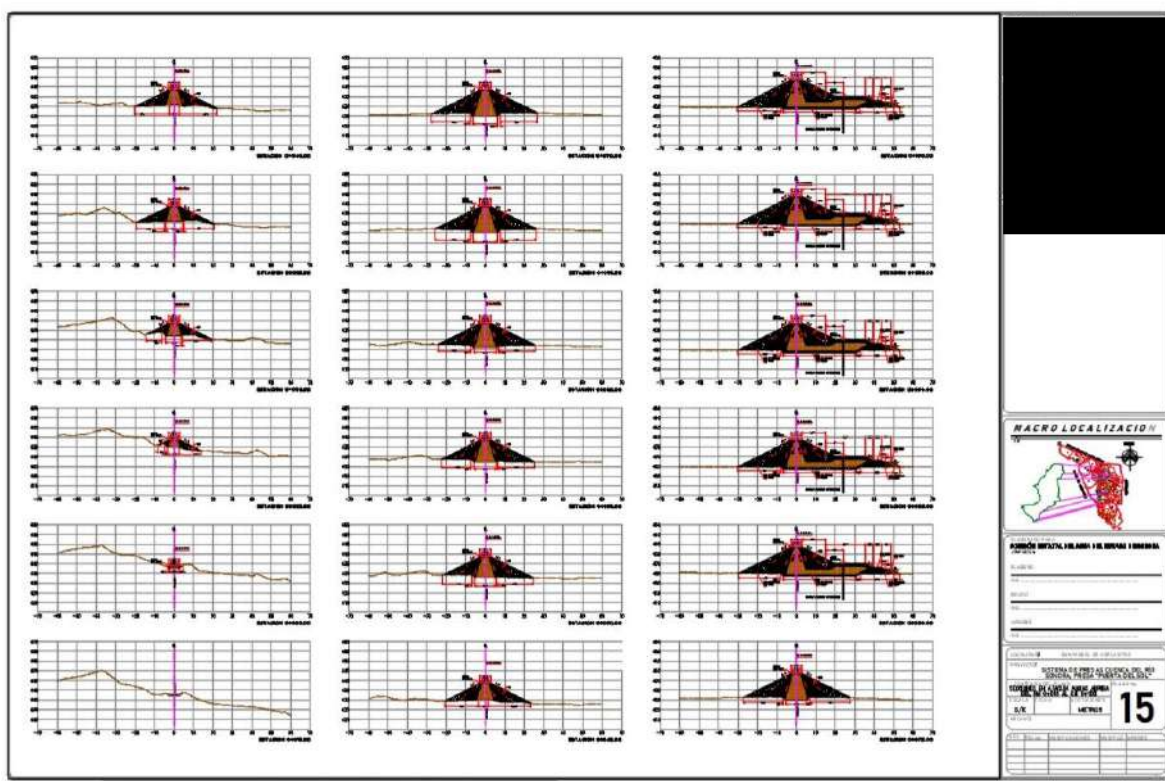


Figura 16. Plano 15, secciones en ataguías aguas arriba

Para la obra de desvío se requiere construir 3 conductos de 5 m de ancho por 6 m de altura cada uno, con una longitud aproximada de 63 metros y una pendiente de $s=0.005$.

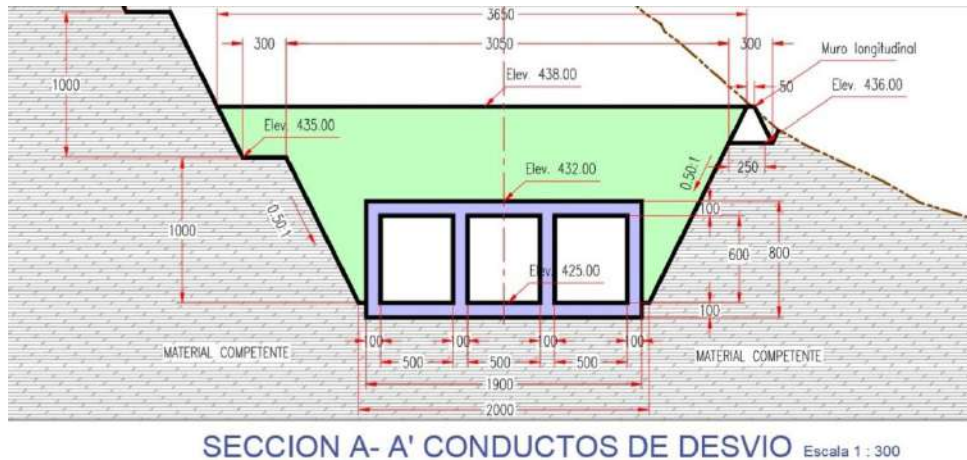


Figura 17. Sección A-A' Conductos de desvío (01 Plano general)

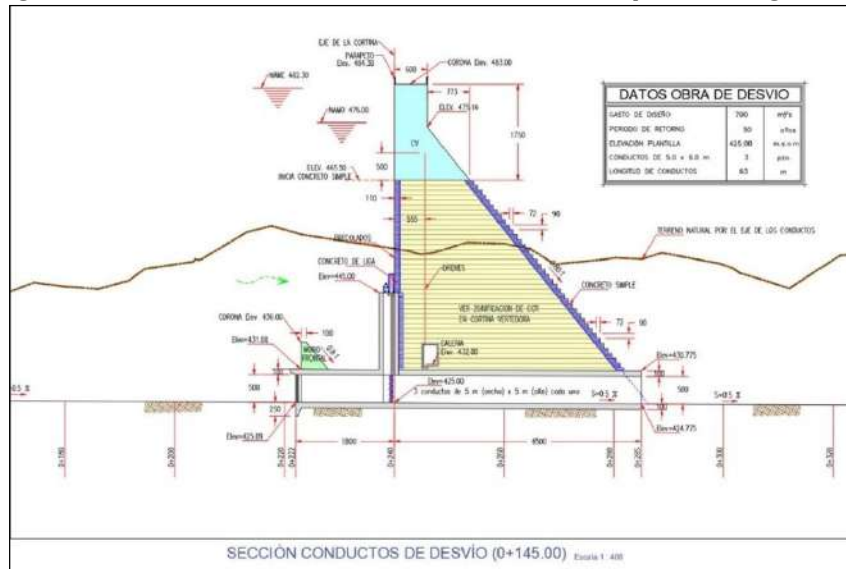


Figura 18. Secciones conductos de desvío (04 Plano secciones Generales).

Se fabricará y colocará concreto $F'c = 150 \text{ kg/cm}^2$, 50 m^3 en las ataguías aguas abajo y aguas arriba, 900 m^3 en los muros laterales y frontales del tajo de desvío, y $5,670 \text{ m}^3$ en el tapón de los conductos de desvío. También se fabricará y colocará concreto $F'c= 250 \text{ kg/cm}^2$ en los conductos del desvío, la estructura de entrada y torre para obturadores. A estos se les colocara acero de refuerzo $Fy = 4200 \text{ kg/m}^2$ (conductos de desvío, estructura de entrada, muros laterales y frontal de desvío)

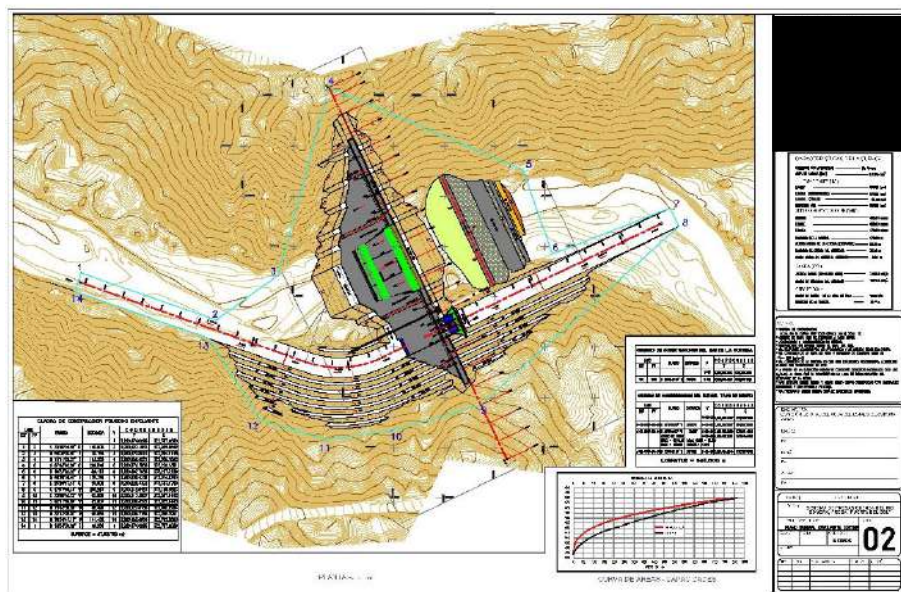


Figura 19. Obra de desvío, plano 02 planta general polígono envolvente cortina.

Construcción de la cortina

Para la construcción de la Cortina se comenzará con la realización de excavaciones (Actividad previa) de acuerdo con los datos del proyecto y se harán con la profundidad suficiente para remover todos los materiales que según el proyecto y/o a juicio de encargado de la obra sean inadecuados para dicha cimentación, removiendo, en su caso, todo lo alterado o fracturado, hasta llegar a las líneas y niveles que señalen los planos. Las principales características del proyecto son:

Tabla 12. Características del proyecto presa Puerta del Sol

CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO	
Capacidades hm ³	
N.A.M.E	173.89 hm ³
N.A.M.O (Conservación)	127.80 hm³
N.A.MIN. (Azolve)	20.00 hm ³
Capacidad útil	107.80 hm ³
Alturas (elevaciones en msnm)	
Corona	483.00 msnm
N.A.M.E	482.30 msnm
NA.M.O	476.00 msnm
Longitud de la corona	270.00 m

Altura máxima de la cortina (desplante)	82.00 m
Longitud de cresta vertedor	70.00 m
Carga hidráulica sobre el vertedor	6.3 m
Gastos (m3/s)	
Avenida máxima (tr=10,000 años)	xxxx.x m ³ /s
Gastos de descarga del vertedor	2257.0 m ³ /s
Obra de toma	
Gastos de diseño de la obra de toma	1000 lps
Diámetro de la tubería	30"Ø

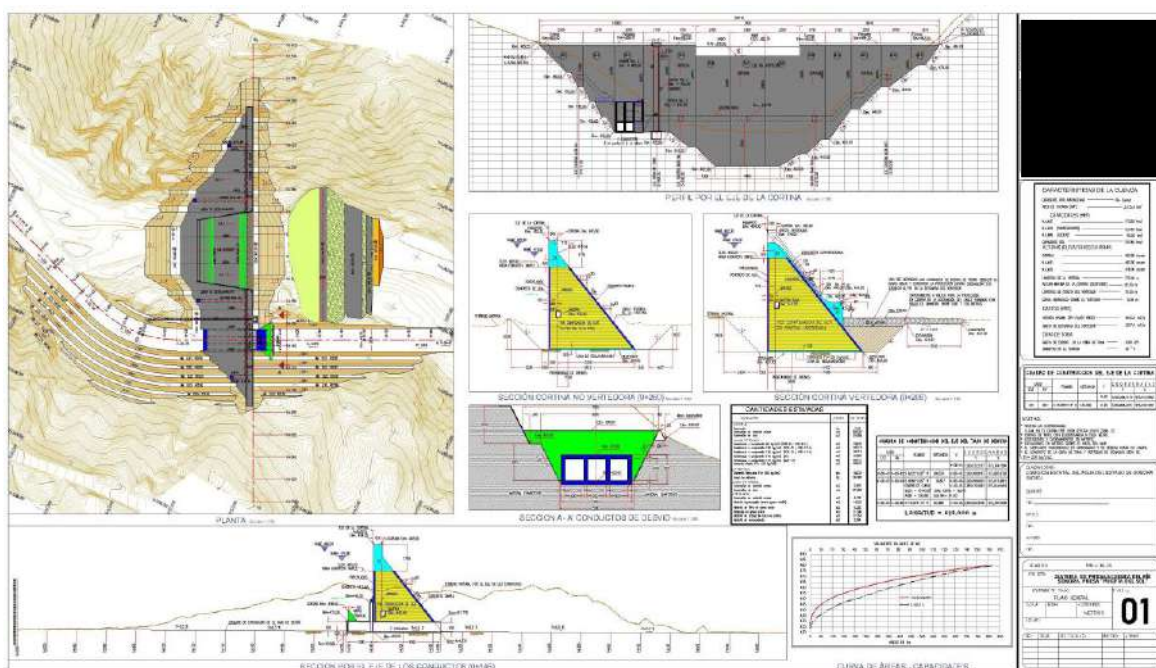


Figura 20. 01 Plano planta general Puerta del Sol.

El eje de la cortina sobre donde se desarrollará el proyecto cuenta con una longitud de 410 m, el eje del vertedor se localizará sobre los 0+225.00 m del eje de la cortina.

Tabla 13. Cuadro de construcción eje de la cortina.

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
				V-01	3,260,288.7113	573,212.3958
201	202	N 25°36'47.13" W	410.00	V-02	3,260,658.4221	57,035.1562

MATERIALES QUE CONFORMARÁN LA CORTINA DEL PROYECTO:

Concretos

Se fabricará y se colocará concreto $f_c = 150 \text{ kg/cm}^2$, en: El cuerpo de la cortina, en la estructura de entrada de obra de toma, en la caseta de operación de válvula, en losas de regulación en contacto roca-concreto, y en galería de inspección, en losas y muros de arranque de precolados

Se realizará la fabricación y colocación de concreto $f_c = 200 \text{ kg/cm}^2$.

Para la losa de rodamiento, guarniciones y parapeto.

Se realizará la fabricación y colocación de concreto $f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$. En los elementos precolados, en la caseta de operación de válvulas, y en el vertedor de demasia, losa, creager, cubeta deflectora y muros de encauce.

Para la sección no vertedora y la sección vertedora, se fabricará y colocará concreto compactado con rodillo (CCR) y de liga, con las siguientes características.

CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO CCR Y DE LIGA	Cantidad	Unidad
EN LA SECCIÓN NO VERTEDORA		
RESISTENCIA PROMEDIO A COMPRESIÓN 80 kg/cm ² (CCR-8 y CCR-8-L)	45,298.99	m ³
RESISTENCIA PROMEDIO A COMPRESIÓN 100 kg/cm ² (CCR-10 y CCR-10-L)	41,710.27	m ³
RESISTENCIA PROMEDIO A COMPRESIÓN 130 kg/cm ² (CCR-13 y CCR-13-L)	5,676.30	m ³
RESISTENCIA PROMEDIO A COMPRESIÓN 150 kg/cm ² (CCR-E)	8,333.18	m ³
RESISTENCIA PROMEDIO A COMPRESIÓN 170 kg/cm ² (CCR-17)	28,865.03	m ³
EN LA SECCIÓN VERTEDORA		
RESISTENCIA PROMEDIO A COMPRESIÓN 80 kg/cm ² (CCR-8 y CCR-8-L)	28,693.77	m ³
RESISTENCIA PROMEDIO A COMPRESIÓN 100 kg/cm ² (CCR-10 y CCR-10-L)	52,509.02	m ³
RESISTENCIA PROMEDIO A COMPRESIÓN 130 kg/cm ² (CCR-13)	30,043.04	m ³
RESISTENCIA PROMEDIO A COMPRESIÓN 150 kg/cm ² (CCR-E)	7,750.26	m ³
RESISTENCIA PROMEDIO A COMPRESIÓN 170 kg/cm ² (CCR-17)	32,046.58	m ³

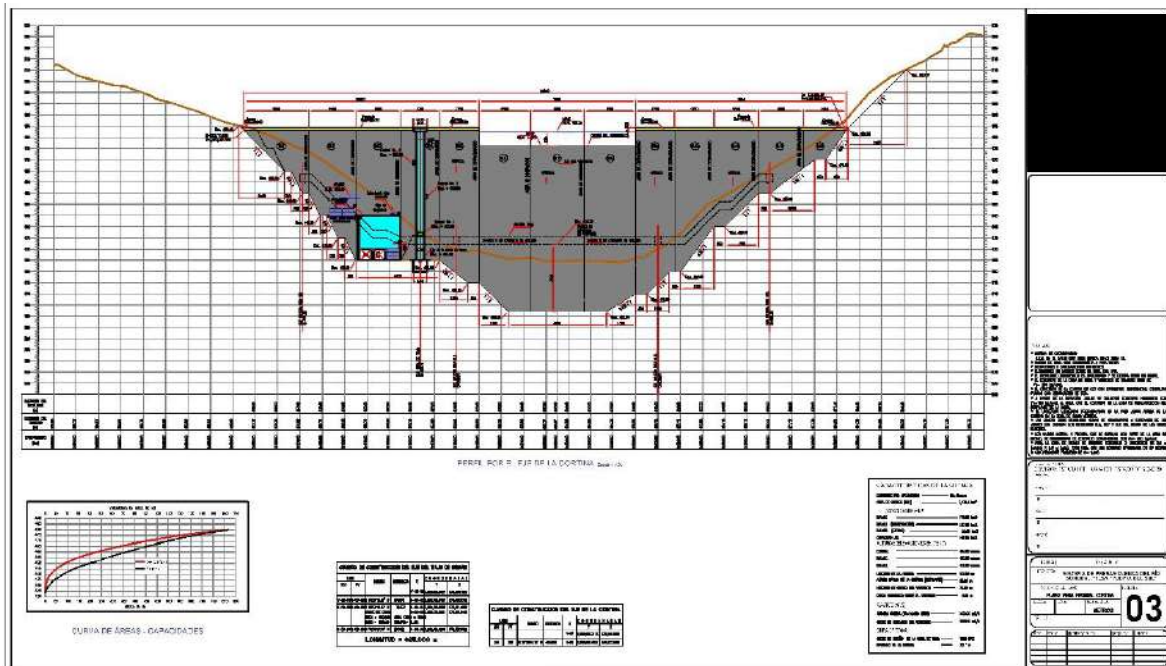


Figura 21. Plano 03 Perfil General Puerta del Sol.

La composición del concreto compactado con rodillo en general será:
Cemento, agua, arena, gravas y un 3 (tres) % máximo de finos que contengan los agregados.

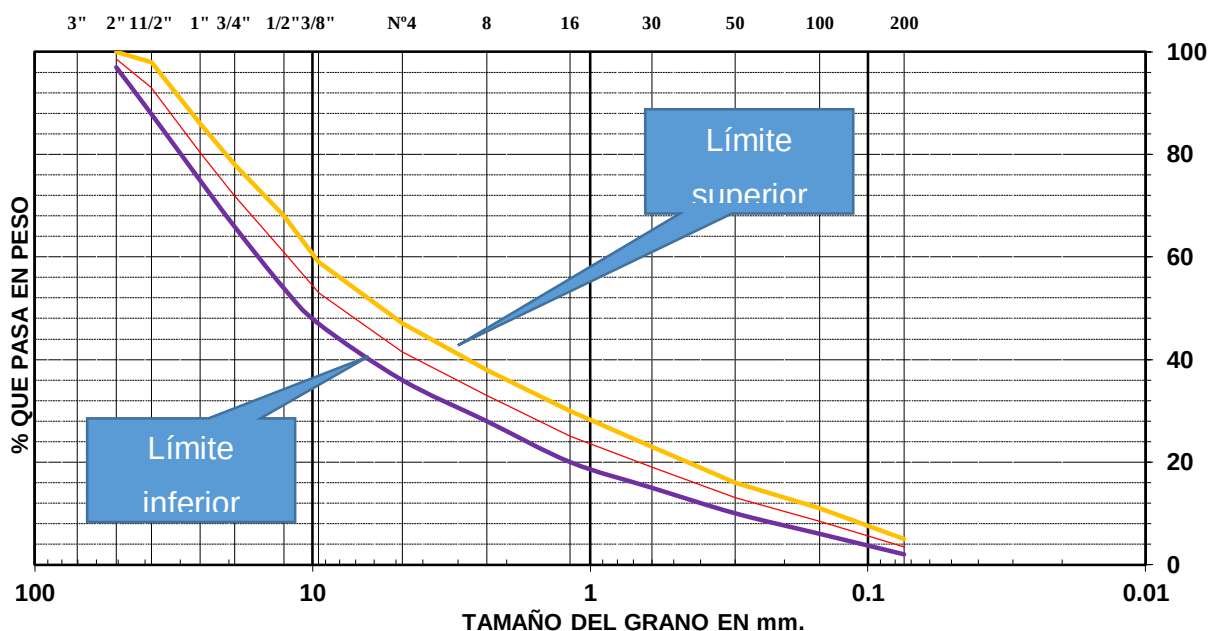
Se manejarán cuatro tipos de agregados, los cuales se clasifican como sigue:

- ARENA Pasa por la malla No. 4 y se retiene en la No. 200.
- GRAVA 1 Pasa por la malla 19.1 mm (3/4") y se retiene en la No. 4.
- GRAVA 2 Pasa por la malla 38.1 mm (1 1/2") y se retiene en la de 19.1 mm (3/4").
- GRAVA 3 Pasa por la malla 76.2 mm (3") y se retiene en la de 38.1 mm (1 1/2").

El tamaño máximo de agregados será de 76.2 mm (3") para el concreto compactado con rodillo y de 12.7 mm (1/2") para el concreto de liga.

GRANULOMETRIA RECOMENDADA DE AGREGADOS

TAMAÑO DE TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA	
No	mm	Limite Inferior	Limite Superior
2"	50	97	100
1 1/2"	38	88	98
1"	25	75	86
3/4"	19	66	78
3/8"	9.5	47	59
No 4	4.8	36	47
No 8	2.4	28	38
No 16	1.2	20	30
No 30	0.6	15	23
No 50	0.3	10	16
No 100	0.15	6	11
No 200	0.075	2	5



Gráfica 18. Gráfica granulométrica para los agregados del CCR propuesto

El concreto en general se fabricará utilizando agregados (arena, grava), cemento tipo II, aditivos para el concreto y agua.

Acero de refuerzo

Se utilizarán Piezas o barras de acero, de grado duro y límite elástico (f_y) igual o mayor a 4200 kg/cm², que se colocarán dentro del concreto hidráulico para absorber

conjuntamente los esfuerzos a que queda sometida una estructura de concreto o parte de ella.

Los materiales que se utilizan en el concepto de trabajo relativo a este concepto son:

Varillas de acero.

Alambre recocido.

Alambrón.

Las colocaciones de aceros de refuerzo se realizarán en la galería de inspección y drenaje; losa de rodamiento, guarniciones y parapeto; obra de toma; caseta de operaciones de válvulas; vertedor de demasías, losa, creager, cubeta deflectora y muros de encauce; en los elementos precolados; y, en la losa y muros de arranque en precolados.

Antes de proceder a la colocación de varillas u otros elementos metálicos como soportes, separadores y silletas, deberán limpiarse y mantenerse así hasta la colocación del concreto, libres de tierra, grasa, aceite, oxidación y otras sustancias extrañas o perjudiciales, que impidan la adherencia.

Todas las varillas de refuerzo deberán colocarse con las longitudes, dobleces, ganchos, separación y posición que fije el proyecto ó indique el Supervisor y deberán mantenerse firmes en su posición durante la colocación del concreto.

El acero de refuerzo próximo a los moldes se separará de estos por medio de separadores para cumplir con el recubrimiento señalado en el proyecto.

En estructuras con doble emparrillado de varilla de acero de refuerzo, estas varillas se mantendrán en su posición por medio de separadores o silletas fabricadas con acero sujetas firmemente a las varillas mediante amarres de alambre recocido.

Todas las varillas longitudinales y transversales se unirán entre sí en sus puntos de contacto, por medio de amarres de alambre recocido.

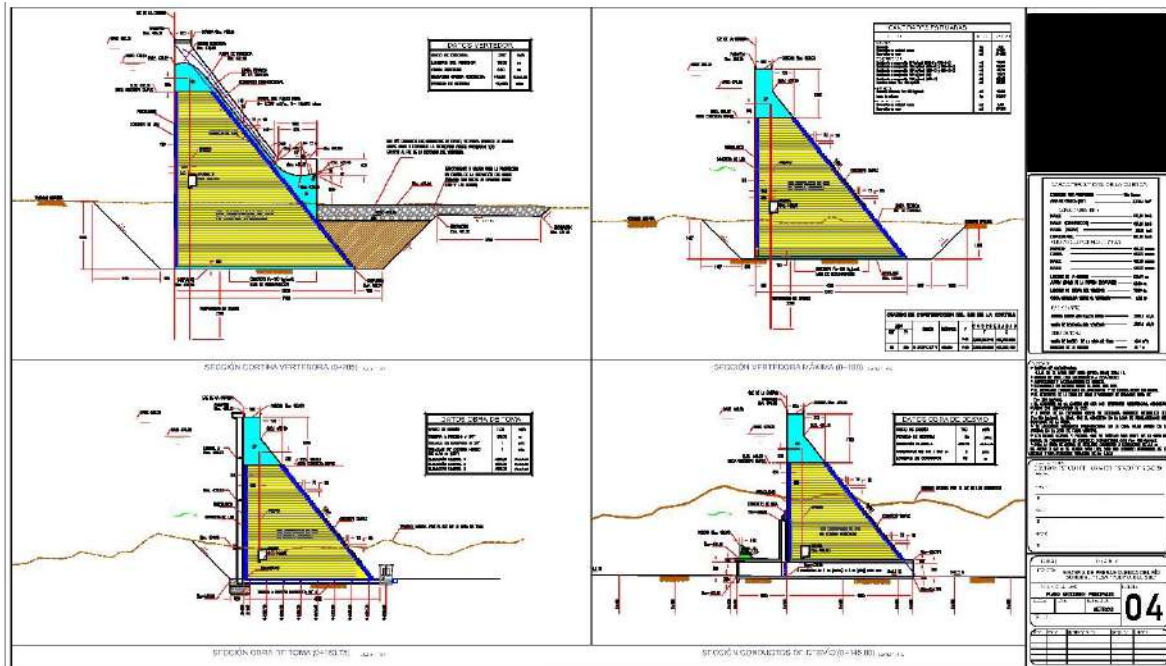


Figura 22. 04 PLANO SECCIONES GENERALES.

Conceptos diversos

- Suministro y colocación de banda de cloruro de polivinilo de 30 cm ancho con 2 semi bulbos laterales y un bulbo central 1" tipo banda flexible marca fester o equivalente.
- Suministro y colocación de barandales de tubería de fierro galvanizado de 6.35 cm (2 ½") de diámetro, empotrados en concreto.
- Suministro y colocación de barandales de tubería de fierro galvanizado de 6.35 cm (2 ½") de diámetro, empotrados en concreto.
- Construcción de juntas verticales, transversales al cuerpo de la cortina, colocando separadores entre monolitos.
- Suministro de fibras sintéticas en la base del cuerpo de la cortina, mezclando estas fibras sintéticas en el concreto a colocar.

FABRICACIÓN, TRANSPORTE Y COLOCACIÓN DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO Y CONCRETO DE LIGA.

Proporcionamiento.

Los concretos invariablemente deberán ser dosificados por peso para cada bachada, la proporción en que deberán intervenir cada uno de los elementos constitutivos de los concretos, podrá ser modificada por la Comisión Estatal del Agua del Estado de Sonora (CEA) de acuerdo con los resultados de las pruebas de laboratorio y lo obtenido en el bordo de prueba. Las proporciones de las mezclas, de la grava-arena y las relaciones aprobadas agua – cemento se determinarán sobre la base de obtener concretos que tengan trabajabilidad, manejabilidad, durabilidad adecuada y los pesos volumétricos de proyecto.

Muestreo y pruebas de laboratorio de campo.

Se obtendrá en campo muestras de las mezclas de concreto usadas en la cortina, para determinar si el control de materiales, proporcionamiento, granulometría y contenido de agua son los correctos.

Se obtendrán calas para comprobar la compactación y determinar si el peso volumétrico es el requerido, de acuerdo con lo especificado por la CEA, adicionalmente ejecutará determinaciones de pesos volumétricos y humedades usando el equipo denominado densímetro nuclear.

Se deberá dar al personal designado por la CEA todas las facilidades para efectuar el control de calidad, desde la explotación de los bancos de agregados hasta la terminación de las estructuras de concreto, de acuerdo a lo que establezca la propia CEA.

Mezclado

El CCR y el concreto de liga serán elaborados usando revolvedora de producción continua o bien discontinua, pero debiendo tener una producción tal que garantice

la continuidad en la colocación del mismo durante veinte horas diarias y seis días a la semana, para evitar un número excesivo de juntas frías.

Transporte

Para transportar el CCR y el concreto de liga se utilizará equipo igual al usado para movimiento de tierras, camiones no agitadores.

Se colocarán indicadores y señalamientos utilizando medios apropiados para el control e identificación de los tipos y clases de concretos, en cuanto sean mezclados y descargados en los transportes para trasladarlos a los sitios de colocación.

Cada tipo o clase de concreto será identificado visualmente, colocando marcas de color en los transportes al salir de los sitios de carga, con el fin de que el concreto pueda ser bien identificado en el sitio de colocación.

Se instalarán equipos de intercomunicación rápida entre la planta dosificadora y el sitio en que se vaya a colocar el concreto.

Colocación

Previo a la colocación del CCR se deberá descubrir 1/3 del tamaño máximo de agregado en las zonas de la superficie de desplante en que se colocó el concreto convencional, se humedecerá la superficie y se colocará el concreto de liga con un espesor de 4 cm e inmediatamente el CCR con un espesor de 26 cm y se procederá a compactar.

Para las capas subsecuentes el CCR se colocará con un espesor de 30 cm de material suelto. La colocación se efectuará depositando material, formando montones distribuidos a lo largo de la zona de trabajo, con el espaciamiento adecuado para dar el espesor de capa y podrán ser extendidos con el equipo aprobado por el Supervisor, que invariablemente estará provisto de llantas para que su rodamiento no dañe la superficie del CCR.

En el caso de suspensión de los trabajos por más de seis horas, para reanudarlos se deberá colocar una capa de concreto de liga de 8 cm de espesor e inmediatamente el CCR con espesor de 22 cm y se procederá a compactar, debiendo continuarse conforme a lo descrito en el párrafo anterior.

La colocación del CCR y concreto de liga en el cuerpo de la cortina deberá realizarse en franjas traslapadas entre sí 40 cm en forma continua y en el menor tiempo posible (máximo 6 horas) para evitar la pérdida de humedad o que se formen juntas frías.

Si el contenido de agua o cemento en el CCR y concreto de liga fuese diferente a lo especificado, deberá removerse todo el material que presente estas condiciones, siendo estas operaciones por cuenta del Contratista. Queda prohibido modificar los contenidos de agua, cemento o cualquier otro agregado del CCR y concreto de liga, una vez que haya sido cargado en los vehículos de transporte.

Deberán tomarse medidas especiales para evitar que los neumáticos del equipo que circule sobre la superficie del CCR o concreto de liga tenga adheridas partículas de suelo o partículas de concreto, que puedan contaminar dicha superficie. En caso de que esto ocurra, deberá limpiarse la superficie de rodamiento contaminada y restaurarse con concreto de liga.

En caso de lluvia deberá suspenderse la colocación del material.

Todo el material que no hubiese estado compactado satisfactoriamente antes de suspender los trabajos a causa de la lluvia, deberá ser retirado de inmediato, evitando que sobre la superficie compactada queden adheridas partículas indeseables.

Deberán evitarse los virajes bruscos de vehículos que circulen sobre las capas de CCR que esté fresco. En caso de ocurrir esto, deberá repararse conforme a lo indicado anteriormente.

Intervalo de tiempo entre mezclado y colocación

Los concretos se colocarán dentro de los 30 minutos siguientes al mezclado.

Temperatura de colocación

No se permitirá la colocación de concreto cuando la temperatura ambiente sea mayor que cuarenta grados centígrados o menor que cuatro grados centígrados.

En la colocación de CCR y concreto de liga durante los meses de verano, se emplearán medios efectivos, tales como regado del agregado, enfriamiento de agua de mezclado y otros medios apropiados para abatir la temperatura del concreto.

Compactación del CCR y concreto de liga

Una vez extendido el CCR se compactará con rodillo liso vibratorio de 10 toneladas de peso, dando las pasadas necesarias hasta alcanzar el peso volumétrico especificado, según resultados del bordo de prueba.

En los casos en que sea necesario colocar concreto de liga, la compactación se efectuará una vez que se haya colocado el complemento del CCR para dar el espesor de 30 cm.

Las capas de concreto en estas zonas serán de 10 cm de espesor y la eficiencia del equipo se determinará durante la construcción del bordo de prueba.

JUNTAS “FRÍAS”, DE CONSTRUCCIÓN Y DE DESPLAZAMIENTO EN LAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO.

Juntas frías

Cuando se interrumpa un colado por más de seis horas bien sea por haberse concluido una hilada de un monolito, o por cualquier otra causa, así como también si se suspende o interrumpe la colocación del concreto en cualquier elemento estructural, se generará en esos casos una junta fría.

Las juntas frías en los monolitos son superficies sensiblemente horizontales y relativamente accesibles, que se deben tratar para recibir el siguiente colado, pudiendo emplear para la escarificación de la superficie el chiflón de aire-agua, para remover al mortero superficial para descubrir y exponer del orden de un tercio de tamaño máximo de agregado, este mismo tratamiento se podrá utilizar en los colados de concreto de la membrana entre las formas prefabricadas y el CCR de la cortina así como en colados de muros.

Una vez tratada la superficie de la junta fría se procederá a limpiarla y continuar con el curado a base de agua.

Juntas de construcción

Las juntas de construcción que se generen entre monolitos no recibirán tratamiento alguno.

Juntas de desplazamiento.

Se construirán las juntas de desplazamiento en los lugares indicados en los planos, de acuerdo con los detalles mostrados en ellos o en la forma que apruebe el Supervisor.

La banda de Cloruro de Polivinilo que se usará para sellar las juntas, quedará embebida dentro del concreto de la membrana impermeable que se colará entre las formas prefabricadas y el CCR en la cortina y en el vertedor como junta.

FORMACIÓN DE LA GALERÍA Y ACCESO DENTRO DE LOS CONCRETOS COMPACTADO CON RODILLO Y DE LIGA.

El procedimiento de construcción de la galería, su acceso y el dren colector de filtraciones, se podrá iniciar a partir de cuándo las capas del concreto compactado con rodillo alcancen las elevaciones inferiores de la geometría que se indica en los planos, colocando elementos metálicos para delimitar las superficies de los

conductos dentro del CCR, posteriormente el espacio entre estas formas metálicas se rellenará con grava que una vez compactada soportará el empuje que sobre las formas metálicas pudiera generar el equipo de colocación y compactación del CCR, concluida la compactación de una o más de las capas de CCR adyacentes a las formas metálicas y sin que rebasen la altura de las formas, éstas se levantarán para continuar el procedimiento.

La limpieza o remoción del relleno de la galería se llevará a efecto una vez alcanzada la resistencia de proyecto de las capas de CCR en el nivel superior de la clave y a una altura tal que se produzca el efecto de arqueo.

CURADO Y PROTECCIÓN DE CCR, DE LIGA Y DEL CONCRETO CONVENCIONAL

El CCR y el concreto de liga deberán mantenerse continuamente húmedos por lo menos 28 días, en la superficie expuesta del talud de aguas abajo para lograr un buen curado.

En la superficie del CCR durante la construcción sobre la que se colocará otra capa de concreto, no se permitirá la utilización de material alguno de curado que no sea agua, arena húmeda u otro material que pueda ser removido totalmente, para no interferir con la adherencia entre capas.

Como es posible que se presente el secado superficial en las capas de concreto antes de las seis horas en que como máximo se podrá colocar la capa inmediata superior, es necesario humedecer la superficie para contrarrestar ese efecto.

Se tendrá preparado el equipo y material necesarios para curar y proteger adecuadamente el concreto antes de empezar su colocación. Los medios métodos de curado y de sus combinaciones.

Las superficies de concreto que hayan estado expuestas a lluvias intensas dentro de las 3 (tres) horas siguientes de que se haya aplicado el curado de membrana, se volverán a rociar de manera adecuada.

Las formas prefabricadas se curarán cuando menos por 28 (veintiocho) días con agua o arena húmeda u otro material que pueda ser removido totalmente, no debiéndose emplear curado acelerado ni de membrana.

Ante la posibilidad de lluvia fuerte los concretos se protegerán al menos durante las 12 (doce) horas posteriores a su colocación y frente a la posibilidad de que se presentara una programación crítica constructiva coincidente con la temporada de avenidas, se deberá considerar que los concretos que pudieran ser rebasados por el agua los terminara por lo menos 14 (catorce) días antes de que sean rebasados.

En ningún tiempo se permitirá fuego o calor excesivo cerca o en contacto directo con el concreto. El curado y protección del concreto además de lo indicado aquí, deberá cumplir con lo estipulado en las “Normas C.N.A.”. El curado del concreto deberá ser a base de membrana con un producto aprobado por la CEA, en las estructuras o partes de ellas, mamparas y superficies contra las cuales se colocarán terraplenes o rellenos y en todas las superficies aparentes del concreto. No se permitirá curado con membrana en las superficies que han de entrar en liga con nuevos concretos convencionales o compactados con rodillo. El curado con membrana se aplicará a las superficies moldeadas después que sean retiradas las formas y después de que se realicen las operaciones de resane y otros tratamientos de superficie, como la limpia de arena suelta, mortero y otros desechos de la superficie.

INSTRUMENTACIÓN DE LA CORTINA.

Testigos superficiales

Para medición de desplazamientos horizontales y verticales, localizados en la corona sobre un eje paralelo al eje de la cortina 50 cm aguas abajo de este y a cada 20 m.

Monumento de centraje forzoso.

EL monumento de centraje forzoso, se localizará en la margen derecha sobre un eje paralelo al de la cortina.

Mira de referencia

La mira de referencia, se localizará en la margen derecha y se construirá sobre un eje paralelo al de la cortina coincidente con el monumento de centraje forzoso.

Banco de nivel

Se construirá un banco de nivel en la margen derecha próximo a los monumentos de centraje forzoso y mira de referencia, con coordenadas con aproximación al milímetro.

Equipo de medición

El equipo de medición incluye:

Un tránsito con aproximación de 10 seg.

Un nivel con aproximación de 1 mm.

Un estadal.

Mira deslizante tipo CNA.

Sombrilla.

Equipo de intercomunicación.

Medidores de juntas

Para conocer la evolución de las juntas de contracción y en algunas de construcción, se instalarán dentro de la galería medidores mecánicos de juntas, los cuales se instalarán una vez que se tenga acceso a la galería.

En las juntas de desplazamiento y algunas de construcción se instalarán también medidores de juntas sobre el talud de aguas abajo, su instalación se realizará conforme avance la construcción de la cortina y también en el parapeto de aguas arriba en la corona de la cortina.

Obra mecánica, obra de toma y desagüe

Para la obra mecánica de la obra de toma y desagüe del proyecto se requerirá de la fabricación, transporte, instalación y pruebas de tuberías y válvulas. Como se mencionó, la obra de toma y desagüe será instalada aprovechando la obra de desvío de aguas. Las especificaciones y cantidades se describen en las tablas siguientes.

Tabla 14. Especificaciones y cantidades de la obra mecánica, Obra de toma.

OBRA MECÁNICA	CANTIDAD	UNIDAD
TUBERIA Y VALVULAS PARA LA OBRA DE TOMA		
FABRICACION, TRANSPORTE, INSTALACION Y PRUEBA DE TRAMO DE TUBO DE ACERO DE 762 mm (30") DE DIAMETRO Y ESPESOR DE 7.92 mm (5/16"), 2000 MM DE LONGITUD. EN EL EXTREMO AGUAS ARRIBA LLEVARA INSTALADO UN ANILLO CIRCUNFERENCIAL DE 76.2 MM DE ALTURA Y 7.92 MM (5/16") DE ESPESOR Y EL OTRO EXTREMO PREPARADO PARA SOLDADURA DE CAMPO; INCLUYE 3 ANILLOS CIRCUNFERENCIALES, EN DOS DE LOS CUALES LLEVARÁN ANCLAS PARA EVITAR LA FLOTACIÓN DEL TUBO DURANTE EL COLADO. EL TUBO SERA ESPECIFICACION ASTM-A 53 Gr. B SOLDADO LONGITUDINALMENTE. LA FABRICACION SE SUJETARA A LO CONSIGNADO EN LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL EQUIPO. PIEZA N° 1. PLANO 01 OM.	1.00	PZA.
FABRICACION, TRANSPORTE, INSTALACION Y PRUEBA DE TRAMO DE TUBO DE ACERO DE 762 mm (30") DE DIAMETRO Y ESPESOR DE 7.92 mm (5/16"), DE 6100 mm DE LONGITUD. AMBOS EXTREMOS PREPARADOS PARA SOLDADURA DE CAMPO; INCLUYE 7 ANILLOS CIRCUNFERENCIALES, EN CUATRO DE LOS CUALES LLEVARÁN ANCLAS PARA EVITAR LA FLOTACIÓN DEL TUBO DURANTE EL COLADO. EL TUBO SERA ESPECIFICACION ASTM-A 53 Gr. B. SOLDADO LONGITUDINALMENTE. LA FABRICACION SE SUJETARA A	7.00	PZA.

LO CONSIGNADO EN LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL EQUIPO. PIEZA N° 2. PLANO 01 OM.		
FABRICACION, TRANSPORTE, INSTALACION, PINTURA EXTERIOR EN EL TRAMO NO EMBEBIDO Y PRUEBA DE TRAMO DE TUBO RECTO DE 6100 MM DE LONGITUD CON UN DIAMETRO DE 762 MM (30") Y ESPESOR DE 19.05 mm (3/4"), CON UN EXTREMO PREPARADO PARA SOLDADURA DE CAMPO Y EL OTRO EXTREMO CON BRIDA TIPO ANSI B 16.5, CLASE 150 PSI (10.5 kg/cm2) FABRICADA DE ACERO ASTM A36, INCLUYE SEIS ANILLOS CIRCUNFERENCIALES, EN CUATRO DE LOS CUALES LLEVARÁ ANCLAS PARA EVITAR LA FLOTACIÓN DEL TUBO DURANTE EL COLADO. EL TUBO SERA ESPECIFICACION ASTM-A 53 Gr.B, SOLDADO LONGITUDINALMENTE. LA FABRICACION SE SUJETARA A LO CONSIGNADO EN LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL EQUIPO. PIEZA N° 3. PLANO 01 OM.	1.00	PZA.
VÁLVULA DE ADMISIÓN Y EXPULSIÓN DE AIRE, DE 102 MM (4") DE DIÁMETRO NOMINAL, CLASE 150, BRIDADA CON CUERPO DE FIERRO FUNDIDO E INTERIORES DE BRONCE ASÍ COMO FLOTADOR DE ACERO INOXIDABLE, SE INCLUYE VÁLVULA DE COMPUERTA DE VÁSTAGO SALIENTE DEL MISMO DIÁMETRO CON CUERPO DE FOFO. PARA UNA PRESIÓN DE 10.5 KG/CM Y UNA EXTREMIDAD DE ACERO CED 40, DE 102 MM (4") DE DIÁMETRO NOMINAL, 200 MM DE LONGITUD, UN EXTREMO BRIDADO Y EL OTRO CON PREPARACIÓN PARA INSERCIÓN EN LA TUBERÍA PRINCIPAL. LOS TRABAJOS INCLUYEN LA INSERCIÓN CON PLACA DE REFUERZO Y LA APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTO ANTICORROSIVO EXTERIOR. PIEZA N° 4. PLANO 01 OM.	1.00	PZA.
FABRICACIÓN, FABRICACIÓN PINTURA, TRANSPORTE, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE TUBERIA DE RODEO (BY-PASS) DE 102 MM. (4") DE DIAMETRO NIMINAL, FABRICADA EN ACERO, CED. 40 COMPUESTO POR DOS EXTREMIDADES DE 300 MM. DE LONGITUD Y 102 MM. (4") DE DIAMETRO NOMINAL, 2 CODOS DE 45°, 2 VALVULAS DE BOLA, PARA UNA PRESION DE 10.5 KG/CM (150 P.S.I.), ROSCADAS CON EMPAQUES Y CARRETE DE UNION ENTRE LAS DOS VALVULAS. LOS TRABAJOS INCLUYEN BISEL PARA SOLDADURA DE CAMPO. EL TUBO DE RODEO SE LOCALIZARA A 45° EN EL CUADRANTE SUPERIOR DEL LADO DERECHO. SE EFECTUARA	1.00	PZA.

LIMPIEZA Y APLICACION DE RECUBRIMIENTO ANTICORROSIVO DE ACUERDO A ESPECIFICACION. PIEZA N° 5. PLANO 01 OM		
SUMINISTRO, PINTURA, INSTALACION Y PRUEBA DE VALVULA DE MARIPOSA DE 762 mm (30") DE DIAMETRO, CLASE 150 B, CON CUERPO CORTO DE HIERRO DUCTIL, BRIDADO, DE LA MARCA WALWORTH SIMILAR O DE MEJOR CALIDAD, FABRICADA BAJO LA NORMA AWWA C 504. SE INCLUYE EL SUMINISTRO DE SU OPERADOR, MANUAL-ELÉCTRICO, EMPAQUES Y TORNILLERIA DE ACERO GALVANIZADO PARA SU INSTALACION, ASI COMO LIMPIEZA Y APLICACIÓN DE PINTURA DE ACUERDO A ESPECIFICACION. PIEZA N° 6. PLANO 01 OM.	1.00	PZA.
FABRICACION, SUMINISTRO, INSTALACION, RECUBRIMIENTO ANTICORROSIVO EXTERIOR Y PRUEBA DE TRAMO DE TUBO RECTO DE 1000 mm DE LONGITUD CON UN DIAMETRO DE 762 mm (30") Y ESPESOR DE 19.06 mm (3/4"), AMBOS EXTREMOS CON BRIDA, LAS BRIDAS SERAN DE ACERO ASTM A36, TIPO ANSI B 16.5, CLASE 150,. EL TUBO SERA ESPECIFICACION ASTM-A 53 Gr.B, SOLDADO LONGITUDINALMENTE. LA FABRICACION SE SUJETARA A LO CONSIGNADO EN LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL EQUIPO. PIEZA N° 7 DEL PLANO 01 OM.	1.00	PZA.
FABRICACION, SUMINISTRO, PINTURA, INSTALACION Y PRUEBA DE VALVULA CONTROLADORA DE NIVEL TIPO FLOTADOR, PARA NIVEL CONSTANTE, Y FLUJO MODULANTE, CON SISTEMA DE PILOTOS HIDRAULICOS, LINEAS HIDRAULICAS Y FLOTADOR DE ACERO INOXIDABLE; DE MARCA RECONOCIDA Y COMERCIAL, BRIDADA DE 762 (30") DE DIAMETRO NOMINAL, CLASE 125, INCLUYENDO TORNILLERIA, EMPAQUES, LIMPIEZA Y APLICACION DE RECUBRIMIENTO ANTICORROSIVO DE ACUERDO A ESPECIFICACION. PIEZA N° 8 DEL PLANO 01 OM	1.00	PZA.
FABRICACION, SUMINISTRO, INSTALACION, RECUBRIMIENTO ANTICORROSIVO EXTERIOR Y PRUEBA DE TRAMO DE TUBO RECTO DE 1500 mm DE LONGITUD CON UN DIAMETRO DE 762 mm (30") Y ESPESOR DE 19.06 mm (3/4"), EN UN EXTREMO CON BRIDA, LA BRIDA SERA DE ACERO ASTM A36, TIPO ANSI B 16.5, CLASE 150, EL OTRO EXTREMO DEBERA PREPARARSE CON MAQUINADO MEDIO PARA UNIR CON JUNTA TIPO DRESSER ESTILO 38. EL TUBO SERA ESPECIFICACION ASTM-A 53 Gr.B, SOLDADO LONGITUDINALMENTE. LA FABRICACION SE SUJETARA A LO	1.00	PZA.

CONSIGNADO EN LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL EQUIPO. PIEZA N° 9 DEL PLANO 01 OM.		
FABRICACION, SUMINISTRO, PRUEBAS HIDROSTATICAS Y DE FUNCIONAMIENTO EN FABRICA, PINTAR, TRANSPORTAR, INSTALAR Y PROBAR EN OBRA JUNTA TIPO DRESSER ESTILO 38 DE 762 mm (30") DE DIAMETRO INTERIOR, PARA UNA PRESION DE 10.5 kg/cm ² (150 PSI) INCLUYENDO TORNILLERIA PARA SU INSTALACION. LA FABRICACION Y PINTURA SE SUJETARA A LO CONSIGNADO EN LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL EQUIPO. PIEZA N° 10. PLANO 01 OM.	1.00	PZA.
FABRICACION, SUMINISTRO, RECUBRIMIENTO ANTICORROSIVO EN LA PARTE FUERA DEL MURO, INSTALACION Y PRUEBA DE TRAMO DE TUBO DE 1650 mm DE LONGITUD CON UN DIAMETRO DE 762 mm (30") Y ESPESOR DE 7.92 mm (5/16"), EN UN EXTREMO DEBERA PREPARARSE CON MAQUINADO MEDIO PARA UNIR CON JUNTA TIPO DRESSER ESTILO 38 Y OTRO EXTREMO LLEVARÁ INSTALADO UN TUBO DIFUSOR, UNIDO MEDIANTE CARTABONES DE PLACA, CON UN DIAMETRO DE 101.6 mm (40"), 19.06 mm (3/4") DE ESPESOR Y 1150 MM DE LONGITUD. LOS TUBOS SERAN ESPECIFICACION ASTM-A 53 Gr B, SOLDADA LONGITUDINALMENTE. LA FABRICACION SE SUJETARA A LO CONSIGNADO EN LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL EQUIPO. SE INCLUYEN DOS ANILLOS CIRCUNFERENCIALES DE 76.2 MM DE ALTURA Y 6.35MM (1/4"). PIEZA N° 11. PLANO 01 OM.	1.00	PZA.
FABRICACION, SUMINISTRO, RECUBRIMIENTO ANTICORROSIVO, INSTALACION Y PRUEBA DE POLIPASTO "TIPO J" DE OPERACIÓN MANUAL, CON CAPACIDAD DE UNA TONELADA, CON TROLE PARA DESPLAZARSE A LO LARGO DE UNA VIGA "I", SE INCLUYE SUMINISTRO, INSTALACION, PINTURA DE VIGA "IPR" DE 10" X 4" X 740 CM PARA SOPORTAR Y DESPLAZAR LA TROLE DEL POLIPASTO DESCRITO.	1.00	PZA.

Las soldaduras aplicadas no deberán tener defectos tales como porosidades, grietas o inclusiones de escoria, de lo contrario serán rechazadas.

Tan pronto como sea posible, después de haber hecho la soldadura en las tuberías, el 100% de todas las juntas longitudinales, el 100% de todas las juntas de campo y no más del 10% de todas las juntas circunferenciales de taller, deberán ser radiografiadas, principalmente en los cruces de ambos tipos de soldadura; pero si las soldaduras resultan defectuosas, los Inspectores de la CONAGUA podrán exigir otros porcentajes iguales, adicionales de radiografías sucesivamente, hasta que a juicio de los mismos, las soldaduras resulten sanas. Todas las radiografías necesarias serán por cuenta del Fabricante. La película usada para hacer las radiografías, serán del tipo de combustión lenta (SlowBurning). Las radiografías se tomarán estrictamente de acuerdo con los requisitos y con la técnica descrita en la sección W-254 de la última edición del código API-ASME.

Todas las radiografías se entregarán a los Inspectores de la CONAGUA con objeto de que éstos juzguen de la calidad de todas las juntas soldadas.

Ninguna soldadura se dará por aceptada hasta que se tenga un dictamen del Inspector. Los defectos de soldadura que sean mostrados por las radiografías, deberán cincelarse o maquinarse hasta encontrar el metal sano y las cavidades resultantes deberán ser soldadas otra vez.

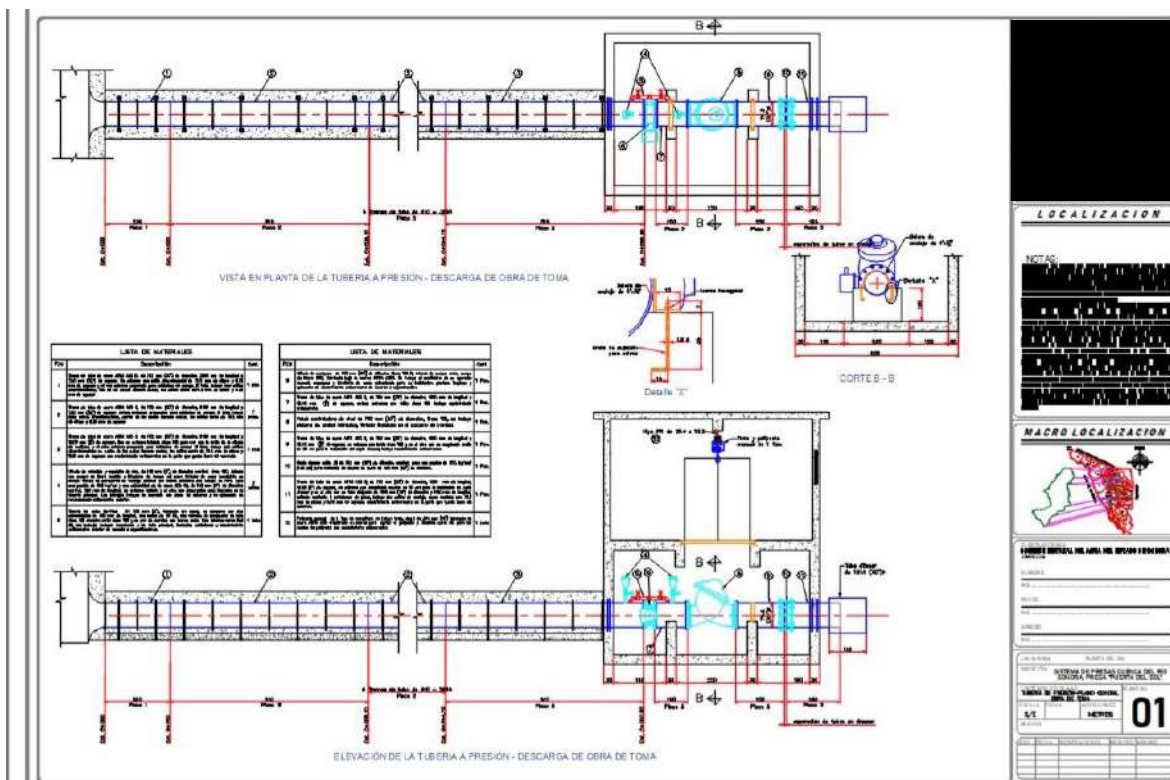


Figura 23. Plano 01 OM tubería de presión arreglo General Obra de Toma.

Tabla 15. Obra de toma tipo torre galería.

OBRA MECANICA: OBRA DE TOMA TIPO TORRE GALERIA	CANTIDAD	UNIIDAD
FABRICACIÓN, TRANSPORTE, PINTURA, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE COMPUERTA DESLIZANTE DE FO.FO. DE B = 0.61 M, A = 0.61 M Y CARGA HASTA H = 50 MCA DE ACUERDO AL PLANO DE PROYECTO PARA FABRICACIÓN DE LA COMPUERTA, PARA LA DE OBRA DE TOMA DE LA PRESA PUERTA DEL SOL, SE INCLUYE MARCO DE LA COMPUERTA, LIMPIEZA Y APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTO ANTICORROSIVO DE ACUERDO A ESPECIFICACIÓN.	3.00	PZA
FABRICACIÓN, TRANSPORTE, PINTURA, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE VÁSTAGOS PARA COMPUERTAS DESLIZANTES No. 1 Y No. 2, CON DIÁMETROS DE 101.6 MM (4"), 76.2 MM (3") Y 63.5 MM (2 1/2"), CON LONGITUDES TOTALES DE 42508 MM PARA LA COMPUERTA No. 1, 30500 MM PARA LA COMPUERTA No. 2 Y 15500 MM PARA LA COMPUERTA No. 3, (VERIFICAR LONGITUDES EN OBRA), SE COMPONEN POR TRAMOS UNIDOS MEDIANTE UN COPLER, AMBOS CON 1150 MM DE LONGITUD DE CUERDA ACME ESTANDAR DOBLE L=16.934" Y P=8.467" EN EL EXTREMO DEL TRAMO SUPERIOR Y CUERDA ESTANDAR AMERICANA EN EL EXTREMO DEL TRAMO INFERIOR, FABRICADOS EN ACERO COLD-ROLLED AISI-1018, SE INCLUYE COPLES Y PERNOS DE SUJECION, LAS DIMENSIONES DE FABRICACION DEL VÁSTAGO Y COPLER SERAN DE ACUERDO AL PLANOS DE PROYECTO.	1.00	LOTE
FABRICACIÓN, TRANSPORTE, INSTALACIÓN, PINTURA Y PRUEBA DE MÉNSULA-GUÍA EN FIERRO FUNDIDO PARA VÁSTAGO DE 101.6 MM (4") DE DIÁMETRO DE ACUERDO A PLANO DE PROYECTO.	15.00	PZA

FABRICACIÓN, TRANSPORTE, INSTALACIÓN, PINTURA Y PRUEBA DE MÉNSULA-GUÍA EN FIERRO FUNDIDO PARA VÁSTAGO DE 76.2 MM (3") DE DIÁMETRO DE ACUERDO CON PLANO DE PROYECTO..	9.00	PZA
FABRICACIÓN, TRANSPORTE, INSTALACIÓN, PINTURA Y PRUEBA DE MÉNSULA-GUÍA EN FIERRO FUNDIDO PARA VÁSTAGO DE 63.5 MM (2 1/2") DE DIÁMETRO DE ACUERDO A PLANO DE PROYECTO.	4.00	PZA
FABRICACIÓN, TRANSPORTE, PINTURA, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE MECANISMO ELEVADOR DE 10,000 KG. DE CAPACIDAD DE OPERACIÓN MANUAL Y ELÉCTRICA, PARA LA COMPUERTA DESLIZANTE, CORRESPONDIENTE A LA DE OBRA DE TOMA, FABRICADO SEGÚN PLANOS DE PROYECTO DEL MECANISMO ELEVADOR, INCLUYENDO PERNOS DE ANCLAJE, TUBO CENTRAL PARA PASO DE VASTAGO, LIMPIEZA Y APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTO ANTICORROSIVO DE ACUERDO A ESPECIFICACIÓN.	1.00	PZA
FABRICACIÓN, TRANSPORTE, PINTURA, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE MECANISMO ELEVADOR DE 5000 KG. DE CAPACIDAD DE OPERACIÓN MANUAL Y ELÉCTRICA, PARA LA COMPUERTA DESLIZANTE, CORRESPONDIENTE A LA DE OBRA DE TOMA, FABRICADO SEGÚN PLANOS DE PROYECTO DEL MECANISMO ELEVADOR,, INCLUYENDO PERNOS DE ANCLAJE, TUBO CENTRAL PARA PASO DE VASTAGO, LIMPIEZA Y APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTO ANTICORROSIVO DE ACUERDO A ESPECIFICACIÓN.	1.00	PZA
FABRICACIÓN, TRANSPORTE, PINTURA, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE MECANISMO ELEVADOR DE 2,500 KG. DE CAPACIDAD DE OPERACIÓN MANUAL Y ELÉCTRICA, PARA LA COMPUERTA DESLIZANTE, CORRESPONDIENTE A LA DE OBRA DE TOMA, FABRICADO SEGÚN PLANOS DE PROYECTO DEL MECANISMO ELEVADOR, INCLUYENDO PERNOS DE ANCLAJE, TUBO CENTRAL PARA PASO DE VASTAGO, LIMPIEZA Y APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTO ANTICORROSIVO DE ACUERDO A ESPECIFICACIÓN.	1.00	PZA
OBRA COMPLEMENTARIA		
SUMINISTRO Y COLOCACION DE REJILLA DE ACERO ESTRUCTURAL CON MARCO Y CONTRAMARCO DE 0.80 X1.6 M (TRES) EN LA CASETA DE REJILLAS DEL ORIFICIO A BASE DE ANGULO DE 21/2"21/2X1/4" Y SOLERA DE 2" *1/4" CON ATIESADOR AL CENTRO, SEPARADAS A CADA 7 CM., INCLUYE MATERIALES DE CONSUMO, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y EQUIPO, APLICACION DE PROTECCION ANTICORROSIVA.	3.00	Pza

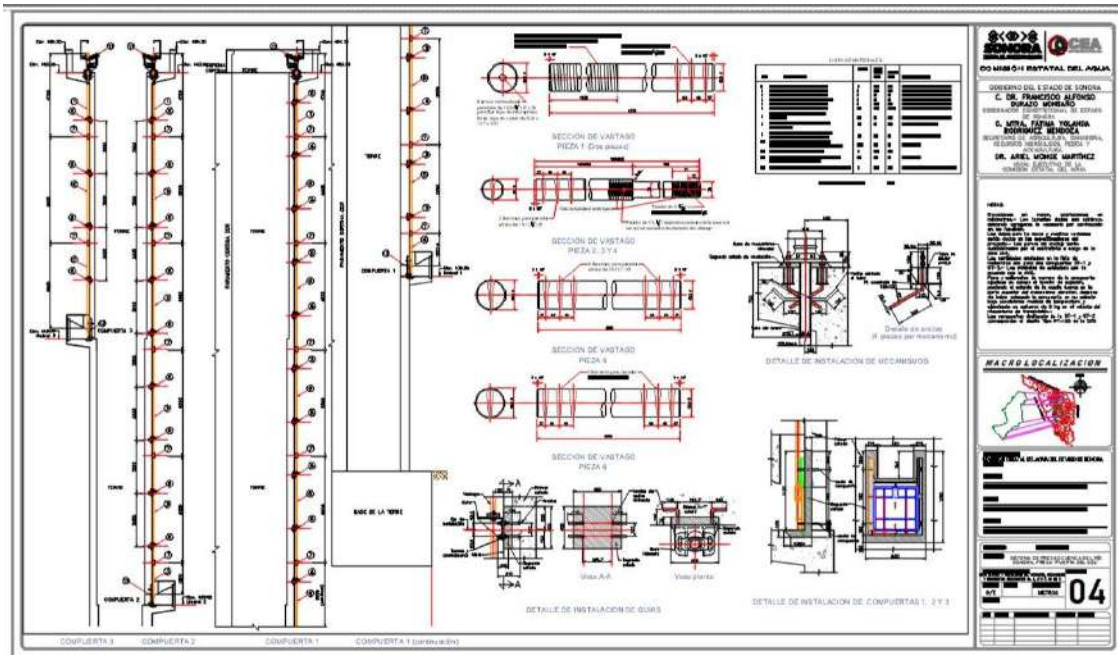
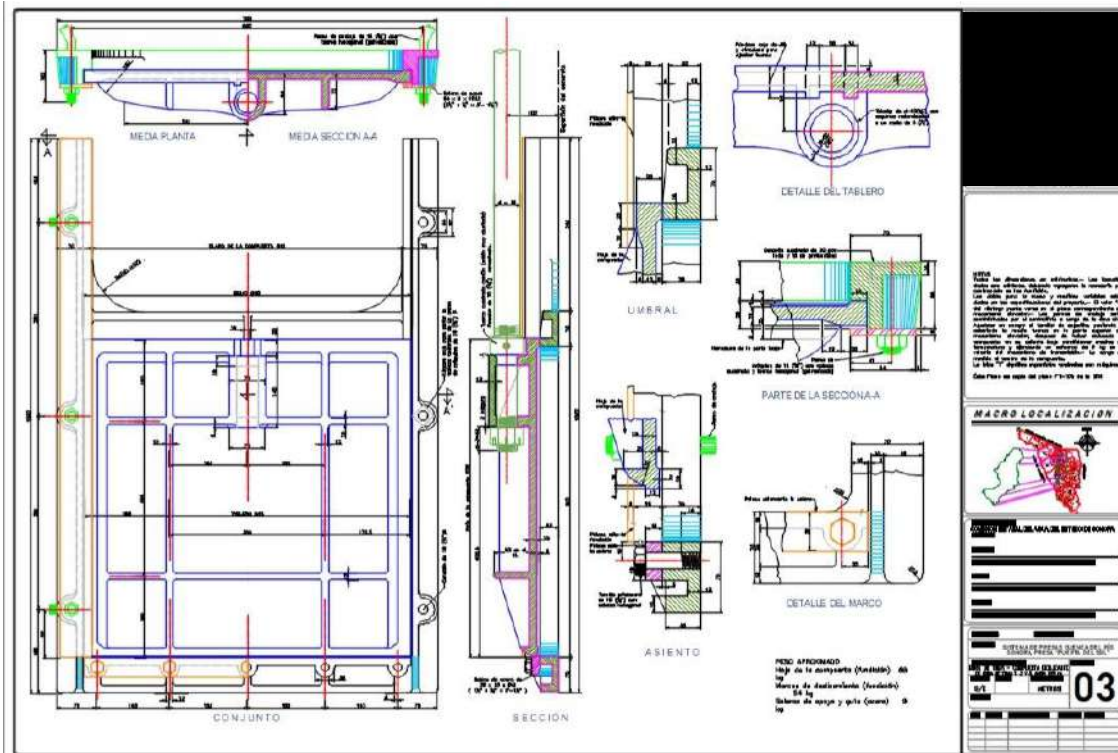


Tabla 16. Obra mecánica: tubería y válvulas para el desagüe de fondo.

TUBERIA Y VALVULAS PARA EL DESAGUE DE FONDO	CANTIDAD	UNIDAD
FABRICACION, TRANSPORTE, INSTALACION Y PRUEBA DE TRAMO DE TUBO DE ACERO DE 1524 mm (60") DE DIAMETRO Y ESPESOR DE 12.7 mm (1/2"), 2000 MM DE LONGITUD. EN EL EXTREMO AGUAS ARRIBA LLEVARA INSTALADO UN ANILLO CIRCUNFERENCIAL DE 101.6 MM DE ALTURA Y 12.7 MM (1/2") DE ESPESOR Y EL OTRO EXTREMO PREPARADO PARA SOLDADURA DE CAMPO; INCLUYE 3 ANILLOS CIRCUNFERENCIALES, EN DOS DE LOS CUALES LLEVARÁN ANCLAS PARA EVITAR LA FLOTACIÓN DEL TUBO DURANTE EL COLADO. EL TUBO SERA ESPECIFICACION ASTM-A 53 Gr. B SOLDADO LONGITUDINALMENTE. LA FABRICACION SE SUJETARA A LO CONSIGNADO EN LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL EQUIPO. PIEZA N° 1. PLANO 02 OM	1.00	PZA.
FABRICACION, TRANSPORTE, INSTALACION Y PRUEBA DE TRAMO DE TUBO DE ACERO DE 1524 mm (60") DE DIAMETRO Y ESPESOR DE 12.7 mm (1/2"), DE 6100 mm DE LONGITUD. AMBOS EXTREMOS PREPARADOS PARA SOLDADURA DE CAMPO; INCLUYE 7 ANILLOS CIRCUNFERENCIALES, EN CUATRO DE LOS CUALES LLEVARÁN ANCLAS PARA EVITAR LA FLOTACIÓN DEL TUBO DURANTE EL COLADO. EL TUBO SERA ESPECIFICACION ASTM-A 53 Gr. B. SOLDADO LONGITUDINALMENTE. LA FABRICACION SE SUJETARA A LO CONSIGNADO EN LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL EQUIPO. PIEZA N° 2. PLANO 02 OM.	7.00	PZA.
FABRICACION, TRANSPORTE, INSTALACION, PINTURA EXTERIOR EN EL TRAMO NO EMBEBIDO Y PRUEBA DE TRAMO DE TUBO RECTO DE 6100 MM DE LONGITUD CON UN DIAMETRO DE 1524 MM (60") Y ESPESOR DE 25.4 mm (1"), CON UN EXTREMO PREPARADO PARA SOLDADURA DE CAMPO Y EL OTRO EXTREMO CON BRIDA TIPO ANSI B 16.5, CLASE 150 PSI (10.5 kg/cm2) FABRICADA DE ACERO ASTM A36, INCLUYE SEIS ANILLOS CIRCUNFERENCIALES, EN DOS DE LOS CUALES LLEVARÁ ANCLAS PARA EVITAR LA FLOTACIÓN DEL TUBO DURANTE EL COLADO. EL TUBO SERA ESPECIFICACION ASTM-A 53 Gr.B, SOLDADO LONGITUDINALMENTE. LA FABRICACION SE SUJETARA A LO CONSIGNADO EN LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL EQUIPO. PIEZA N° 3. PLANO 02 OM.	1.00	PZA.
SUMINISTRO, PINTURA, INSTALACION Y PRUEBA DE VALVULA DE MARIPOSA DE 1524 mm (60") DE DIAMETRO, CLASE 150 B, CON CUERPO CORTO DE HIERRO DUCTIL, BRIDADO, DE LA MARCA WALWORTH SIMILAR O DE MEJOR CALIDAD, FABRICADA BAJO LA NORMA AWWA C 504. SE INCLUYE EL SUMINISTRO DE SU OPERADOR, MANUAL-ELÉCTRICO, EMPAQUES Y TORNILLERIA DE ACERO GALVANIZADO PARA SU INSTALACION, ASI COMO LIMPIEZA Y APLICACIÓN DE PINTURA DE ACUERDO A ESPECIFICACION. PIEZA N° 4. PLANO 02 OM	1.00	PZA.
FABRICACION, SUMINISTRO, INSTALACION, RECUBRIMIENTO ANTICORROSIVO EXTERIOR Y PRUEBA DE TRAMO DE TUBO RECTO DE 2000 mm DE LONGITUD CON UN DIAMETRO DE 1524 mm (60") Y ESPESOR DE 25.4 mm (1"), EN UN EXTREMO CON BRIDA, LA BRIDA SERA DE ACERO ASTM A36, TIPO ANSI B 16.5, CLASE 150, EL OTRO EXTREMO DEBERA PREPARARSE CON MAQUINADO MEDIO PARA UNIR CON JUNTA TIPO DRESSER ESTILO 38. EL TUBO SERA ESPECIFICACION ASTM-A 53 Gr.B, SOLDADO LONGITUDINALMENTE. LA FABRICACION SE SUJETARA A LO CONSIGNADO EN LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL EQUIPO. PIEZA N° 5 DEL PLANO 02 OM.	1.00	PZA.

FABRICACION, SUMINISTRO, PRUEBAS HIDROSTATICAS Y DE FUNCIONAMIENTO EN FABRICA, PINTAR, TRANSPORTAR, INSTALAR Y PROBAR EN OBRA JUNTA TIPO DRESSER ESTILO 38 DE 1524 mm (60") DE DIAMETRO INTERIOR, PARA UNA PRESION DE 10.5 kg/cm2 (150 PSI) INCLUYENDO TORNILLERIA PARA SU INSTALACION. LA FABRICACION Y PINTURA SE SUJETARA A LO CONSIGNADO EN LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL EQUIPO. PIEZA N° 6. PLANO 02 OM.	1.00	PZA.
FABRICACION, PINTURA, SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE VÁLVULA DE ADMISIÓN Y EXPULSIÓN DE AIRE DE MARCA RECONOCIDA Y COMERCIAL DE 502 MM (20") DE DIÁMETRO NOMINAL, INCLUYE VALVULA DE COMPUERTA DE 254 MM (10") DE DIAMETRO NOMINAL, TRAMO DE TUBERIA DE 500 MM DE LONGITUD CON UN EXTREMO BRIDADO DEL MISMO DIAMETRO PARA ACOPLAR A VALVULA DE COMPUERTA Y EL OTRO EXTREMO PREPARADO PARA INSERCIÓN CON PLACA DE REFUERZO, TORNILLERÍA DE ACERO GALVANIZADO Y EMPAQUES PARA SU INSTALACIÓN ASÍ COMO APLICACIÓN DE PINTURA DE ACUERDO A ESPECIFICACIÓN. PIEZA N° 7, PLANO 02 OM.	1.00	LOTE.
FABRICACION, SUMINISTRO, RECUBRIMIENTO ANTICORROSIVO EN LA PARTE FUERA DEL MURO, INSTALACION Y PRUEBA DE TRAMO DE TUBO DE ACERO ASTM A53 B, DE 1524 MM (60") DE DIÁMETRO, 800 MM DE LONGITUD, 25.4 (1") DE ESPESOR, UN EXTREMO CON MAQUINADO MEDIO EN 20 CM PARA LA INSTALACIÓN DE COPLES DRESER Y EN EL OTRO CON UNA BRIDA, DOS ANILLOS DE ANCLAJE, CUYAS MEDIDAS SON 101.6 MM DE ALTURA Y 12.7 MM DE ESPESOR, RECUBRIMIENTO ANTICORROSIVO EN LA PARTE QUE QUEDA FUERA DEL CONCRETO.. SE INCLUYEN DOS ANILLOS CIRCUNFERENCIALES DE 203.2 MM DE ALTURA Y 25.4 MM (1"). PIEZA N° 8. PLANO 02 OM.	1.00	PZA.
FABRICACION, SUMINISTRO, RECUBRIMIENTO ANTICORROSIVO EN LA PARTE FUERA DEL MURO, INSTALACION Y PRUEBA DE TRAMO DE TUBO DE 1500 mm DE LONGITUD CON UN DIAMETRO DE 1524 mm (60") Y ESPESOR DE 25.4 mm (1"), EN UN EXTREMO DEBERA PREPARARSE CON DOS BRIDAS UNA EN CADA EXTREMO PARA UNIR CON UN TUBO DIFUSOR, UNIDO MEDIANTE CARTABONES DE PLACA, CON UN DIAMETRO DE 2032 mm (80"), 25.4 mm (1") DE ESPESOR Y 2000 MM DE LONGITUD. LOS TUBOS SERAN ESPECIFICACION ASTM-A 53 Gr B, SOLDADA LONGITUDINALMENTE. LA FABRICACION SE SUJETARA A LO CONSIGNADO EN LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL EQUIPO. SE INCLUYEN DOS ANILLOS CIRCUNFERENCIALES DE 203.2 MM DE ALTURA Y 25.4 MM (1"). PIEZA N° 9. PLANO 02 OM.	1.00	PZA.
FABRICACION, PINTURA, TRANSPORTE, INSTALACION Y PRUEBA DE TUBERIA DE RODEO (BY-PASS) DE 406 MM (16") DE DIAMETRO NOMINAL, FABRICADO EN ACERO ASTM-A-53 GR. B, CED. 40, COMPUESTO POR DOS TRAMOS DE TUBO DE 500 MM DE LONGITUD Y 406 MM (16") DE DIAMETRO NOMINAL, DOS CODOS DE 90° RADIO LARGO CON UN EXTREMO PREPARADO PARA SOLDADURA DE CAMPO Y EL OTRO CON BRIDA; DOS VÁLVULAS DE COMPUERTA VÁSTAGO SALIENTE, CLASE 150 DE 406 MM (16") DE DIÁMETRO NOMINAL, COPLE DRESSER ESTILO 38 PARA UNIR DOS TRAMOS DE TUBO DE 490 MM DE LONGITUD Y 406 MM (16") DE DIAMETRO NOMINAL. PARA UNA PRESION DE 150 P.S.I. (10.5 KG/CM²). LOS TRABAJOS INCLUYEN CORTES EN TUBERIA, BISEL PARA SOLDADURA DE CAMPO, PLACA DE REFUERZO	2.00	LOTE

PERIMETRAL EN PLACA DE ACERO DE 12.7 MM (1/2") DE ESPESOR EN LA INSERCIÓN A LOS TRAMOS DE TUBO DE 1524 MM (60") DE DIÁMETRO ADYACENTES A LA VALVULA DE MARIPOSA DE SERVICIO. EL TUBO DE RODEO SE LOCALIZARÁ A 45° EN EL CUADRANTE INFERIOR DEL LADO OPUESTO AL VOLANTE DEL ACTUADOR DE LA VALVULA DE MARIPOSA DE EMERGENCIA. SE EFECTUARÁ LIMPIEZA MECÁNICA Y APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTO ANTICORROSIVO DE ACUERDO A ESPECIFICACIÓN. PIEZA N° 10, PLANO 02 OM.		
DISEÑO, FABRICACIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN EN OBRA Y PRUEBAS DE RECEPCIÓN DE VÁLVULA TIPO CHORRO DIVERGENTE, PARA TUBERÍA DE 1524 MM (60") DE DIÁMETRO NOMINAL, INCLUYE PINTURA, DISEÑO DE TRAMO DE AJUSTE PARA UNIÓN CON LA PIEZA ADYACENTE AGUAS ARRIBA, SISTEMA DE TRANSMISIÓN HASTA EL ACTUADOR ELÉCTRICO PARA APERTURA Y CIERRE DE LA VÁLVULA. LA CARGA HIDRÁULICA ES DE 52 M.C.A. PIEZA N° 11. PLANO 02 OM.	1.00	PZA.
FABRICACIÓN, SUMINISTRO, RECUBRIMIENTO ANTICORROSIVO, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE POLIPASTO "TIPO J" DE OPERACIÓN MANUAL, CON CAPACIDAD DE UNA TONELADA, CON TROLE PARA DESPLAZARSE A LO LARGO DE UNA VIGA "I", SE INCLUYE SUMINISTRO, INSTALACIÓN, PINTURA DE VIGA "IPR" DE 10" X 4" X 740 CM PARA SOPORTAR Y DESPLAZAR LA TROLE DEL POLIPASTO DESCRITO. PIEZA N° 12. PLANO 02 OM	1.00	PZA.
FABRICACIÓN, TRANSPORTE, PINTURA, Y PRUEBAS DE 6 (SEIS) PIEZAS DE OBTURADORES CONFORMADOS DE SECCIONES PLANAS DESLIZANTES TIPO ATAGUÍA, PARA OBTURAR UN CONDUCTO DE 5.0 M DE ANCHO X 6.00 M DE ALTO (MEDIDAS EN LA ESTRUCTURA DE ENTRADA), SE INCLUYEN MARCOGUÍAS DESDE LA ELEVACIÓN 425.00 MSNM HASTA LA ELEVACIÓN 445.00 MSNM, ELEMENTOS DE PRIMEROS Y SEGUNDOS COLADOS PARA LA CORRECTA COLOCACIÓN, OBTURACIÓN Y SELLADO DE LAS RANURAS DEL CONDUCTO DE LA OBRA DE DESVÍO QUE LE CORRESPONDA.	3.00	LOTE
FABRICACIÓN, TRANSPORTE, PINTURA Y PRUEBAS DE VIGA DE ENGANCHE PARA AGUJAS OBTURADORAS DE LA OBRA DE DESVÍO, FABRICADA EN ACERO ESTRUCTURA ASTM A-36, INCLUYE ELEMENTOS DE GANCHOS Y CONTRAPESOS EN SISTEMA DE ENGANCHE Y DESENGANCHE.	1.00	LOTE

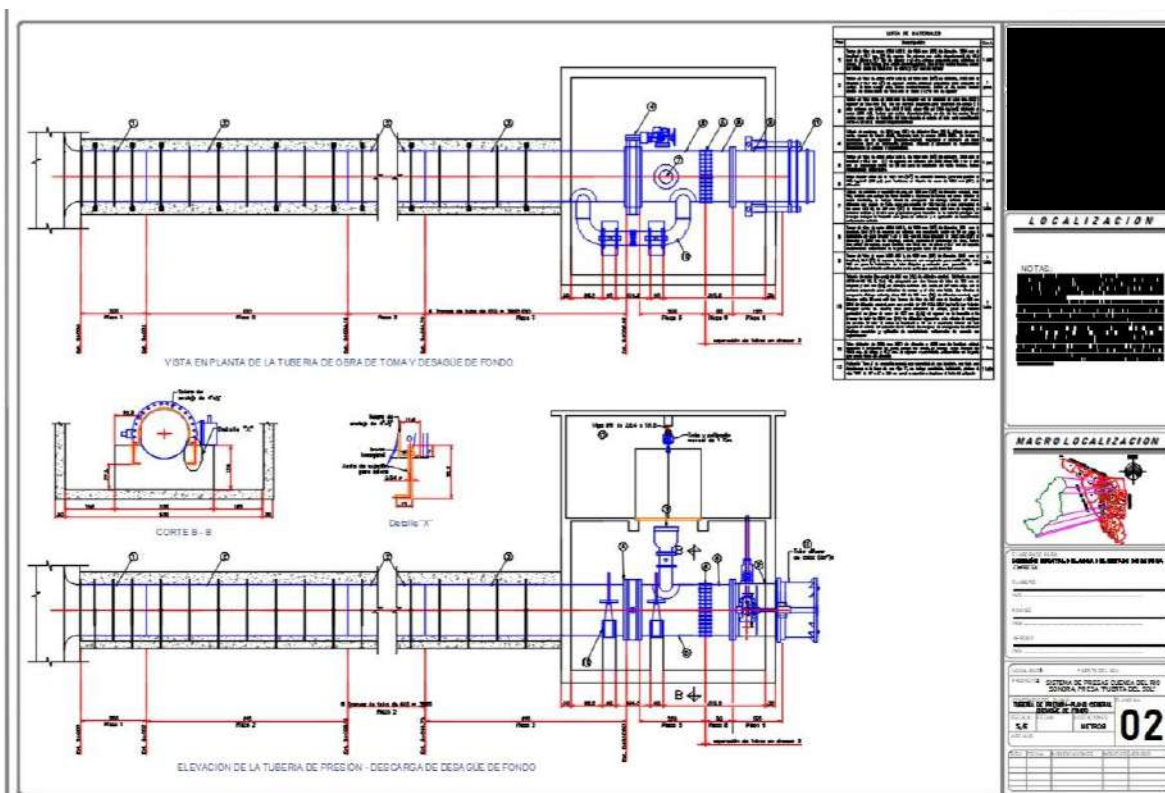


Figura 26. Plano 02 OM tubería de presión Arreglo General Desagüe de Fondo.

Obra eléctrica, obra de toma y desagüe de fondo

El proyecto eléctrico comprenderá los siguientes conceptos, ver **Tabla 17**, (el suministro e instalación será de acuerdo con los planos y especificaciones técnicas):

Tabla 17. Proyecto eléctrico, obra de toma y desagüe de fondo.

OBRA ELÉCTRICA		
SUBESTACIÓN	CANT	UNIDAD
SUMINISTRO, PRUEBAS EN FABRICA TRANSPORTE E INSTALACION DE SUBESTACION ELECTRICA DE 30 KVA, COMPUESTA POR UN TRANSFORMADOR TRIFASICO DE 30 KVA; ENFRIAMIENTO OA; RELACION DE TRANSFORMACION 23000-440/220 V; APARTARRAYOS OXIDOS METALICOS; POSTE OCTAGONAL DE CONCRETO REFORZADO PCR-12-750; CORTACIRCUITOS FUSIBLE, HERRAJES, ETC. TODO DE ACUERDO A PLANO Y ESPECIFICACIONES TECNICAS.	1.00	LOTE
RED DE ALUMBRADO	CANT	UNIDAD
SUMINISTRO, TRANSPORTE, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE ALUMBRADO EXTERIOR EN LA CORONA DE LA CORTINA CONSTITUIDA POR LUMINARIAS	1.00	Lote

TIPO LED CON EFICIENCIA LUMÍNICA EQUIVALENTE A 80 WATTS 24 VCD, TIPO INTEMPERIE, CON MODULO FOTOVOLTAICO SOLAR DE 155 WATTS Y BASE SOPORTE PARA POSTE METALICO, DOS BATERÍAS SELLADAS DE 12 VCD, 2000 A-H, CONEXIÓN EN SERIE, UN CONTROLADOR PROGRAMABLE DE RECARGA DE BATERÍAS CON TENSIÓN NOMINAL DE OPERACIÓN DE 20 A, 12 VCD, CON REGULADOR SOLAR DE CARGA Y ENCENDIDO PROGRAMABLE, ALOJADOS EN GABINETE NEMA 3R, EL EQUIPO DEBERÁ TENER UNA CAPACIDAD MÍNIMA DE ILUMINACIÓN DE 8 HORAS CONTINUAS POR DÍA, SE INCLUYE POSTE METÁLICO CÓNICO CIRCULAR DE 9 M. DE ALTURA CALIBRE 4.76 mm (3/16 plg.), BASE DE 280 mm. X 280 mm. X 12.7 mm LARGO, ANCHO Y ESPESOR RESPECTIVAMENTE, BRAZO DE 50.80mm. (2 Plg) CÉDULA 30 Y UN METRO DE LONGITUD, CON PROTECCIÓN ANTICORROSIVA, KIT DE CONEXIONES, CABLEADO Y COMPONENTES MISCELÁNEOS PARA SU INSTALACIÓN DE ACUERDO A ESPECIFICACIONES TÉCNICAS .		
SUMINISTRO, INSTALACION Y PRUEBAS DE LA RED DE ALUMBRADO INTERIOR Y CONTACTOS, FORMADA POR: LUMINARIAS TIPO INDUSTRIAL CON LAMPARA LED LINE DE 28 W, BALASTRO ELECTRONICO, 127 V, CONTACTOS MONOFASICOS Y APAGADORES SENCILLOS, CABLEADO CON CABLE DE COBRE CON AISLAMIENTO THW-LS, 75° C, 600 V, CALIBRE 12 AWG, CANALIZADOS EN TUBO CONDUIT DE PVC SERVICIO PESADO Y FIERRO GALVANIZADO PARED GRUESA. TODO DE ACUERDO A PLANOS Y ESPECIFICACIONES TECNICAS.	1.00	LOTE
RED DE FUERZA	CANT	UNIDAD
SUMINISTRO, INSTALACION Y PRUEBA DE LA RED DE FUERZA Y CONTROL, FORMADA POR: CABLE DE COBRE CON AISLAMIENTO THW-LS, 75° C, 600 V, CALIBRE 2 AWG, 10 AWG Y 14 AWG, CANALIZADOS EN TUBO CONDUIT PVC SERVICIO PESADO DE 27 MM (1") Y 32 MM (1-1/4") DE DIAMETRO, METALICO PARED GRUESA DE 27 MM (1") Y 32 MM (1-1/4") DE DIAMETRO, TUBERIA METALICA FLEXIBLE TIPO LICUATITE DE 27 MM (1"), SWICTH LIMITE CABEZA GIRATORIA CON BRAZO TIPO AW12-BA1 Y SWITCH LIMITE TIPO PULSADOR CON RODILLO AJUSTABLE TIPO AW32, PARA ALIMENTAR A LOS TABLEROS DE CONTROL Y MECANISMOS DE ELEVACION, INCLUYE TRANSFORMADOR SECO DE 6 KVA, 440/220-127 V PARA CARGAS DE ALUMBRADO Y SERVICIOS TODO DE ACUERDO A PLANO Y ESPECIFICACIONES TECNICAS.	1.00	LOTE
RED DE TIERRAS	CANT	UNIDAD
SUMINISTRO, INSTALACION Y PRUEBAS DE LA RED DE TIERRAS, COMPUESTA POR: CABLE DE COBRE DESNUDO SEMIDURO, CALIBRE 1/0 AWG, 4 AWG Y 12 AWG, VARILLAS COBRIZADA TIPO COPPERWELD DE 15.8 MM X 3000 MM (5/8" X 10'), CONECTORES SOLDABLES TIPO CADWELD Y MECANICOS TIPO BURNDY; REGISTROS DE PRFV CON TAPA, DE ACUERDO A PLANO Y A ESPECIFICACIONES TECNICAS.	1.00	LOTE

TABLEROS ELECTRICOS	CANT	UNIDAD
SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE TABLERO ELECTRICO DE ALUMBRADO Y DISTRIBUCION TIPO SOBREPONER LOCALIZADO EN CASETA DE OPERACIÓN OBRA DE TOMA, NEMA 1 SERVICIO INTERIOR CON DIMENSIONES DE 813 MM X 508 MM X 146 MM ALTO, FRENTE Y FONDO RESPECTIVAMENTE CON BARRAS HORIZONTALES DE 600 A, INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO PRINCIPAL DE 3 X 60 A E INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS DE CIRCUITOS DERIVADOS 3 DE 3 X 15 A Y 1 DE 3X30 A. TODO DE ACUERDO A PLANO Y ESPECIFICACIONES TECNICAS.	1.00	TABLERO
SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE TABLERO ELECTRICO DE ALUMBRADO TIPO SOBREPONER LOCALIZADO EN GALERIA DE INSPECCION, NEMA 1 SERVICIO INTERIOR CON DIMENSIONES DE 813 MM X 352 MM X 146 MM ALTO, FRENTE Y FONDO RESPECTIVAMENTE, CON BARRAS HORIZONTALES DE 100 A, INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO PRINCIPAL 3 X 15 A Y CIRCUITOS DERIVADOS 2 DE 1 X 15 A. TODO DE ACUERDO A PLANO Y ESPECIFICACIONES TECNICAS.	1.00	TABLERO
SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE ARRANCADOR DIRECTO REVERSIBLE, CON RELEVADOR DE SOBRECARGA 440 V, 60 HZ PARA MOTOR TRIFASICO DE 15 HP, BOTONES PULSADORES SUBIR, PARA-BAJAR. TODO DE ACUERDO A PLANO Y ESPECIFICACIONES TECNICAS.	1.00	TABLERO
SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE ARRANCADOR DIRECTO REVERSIBLE, CON RELEVADOR DE SOBRECARGA 440 V, 60 HZ PARA MOTOR TRIFASICO DE 1 HP, BOTONES PULSADORES SUBIR, PARA-BAJAR. TODO DE ACUERDO A PLANO Y ESPECIFICACIONES TECNICAS.	2.00	TABLERO
SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE INTERRUPTOR DE SEGURIDAD DOBLE TIRO SIN PORTA FUSIBLES, 3 POLOS, 600 V, 100 A. CORRIENTE NOMINAL, NEMA 1, LOCALIZADO EN CASETA DE OPERACIÓN OBRA DE TOMA, PARA ENLAZAR DE FORMA MANUAL TABLERO DE DISTRIBUCION CON SUMINISTRO DE ENERGIA NORMAL Y EMERGENTE.	1.00	TABLERO
PLANTA DE EMERGENCIA	CANT	UNIDAD
SUMINISTRO, PRUEBAS EN FABRICA, TRANSPORTE E INSTALACION DE PLANTA DE GENERACION ELECTRICA PARA EMERGENCIA, INCLUYE MOTOR DIESEL DE 4 TIEMPOS, GENERADOR ELECTRICO DE 20 KW CONTINUOS, 240/120 V, 1800 RPM, 60 HZ, TABLERO DE PROTECCION Y MEDICION, TANQUE DE USO DIARIO DE COMBUSTIBLE, DE 96 L, FABRICADO EN LAMINA CAL. 10 USG, TUBERIA DE COBRE, VALVULAS Y ACCESORIOS. TODO DE ACUERDO A PLANO Y ESPECIFICACIONES TECNICAS.	1.00	LOTE

Tratamiento de cimentación

El tratamiento de la cimentación se realizará de acuerdo a los planos y a las especificaciones de la siguiente tabla.

PERFORACIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
PANTALLA IMPERMEABLE		
PERFORACION CON MAQUINA DE ROTACION-PERCUSION PARA PANTALLA IMPERMEABLE EN DIAMETRO DE 7.6 CM (3") Y PROFUNDIDAD HASTA 10 METROS EN ROCA.	300.00	m
PERFORACION CON MAQUINA DE ROTACION-PERCUSION PARA PANTALLA IMPERMEABLE EN DIAMETRO DE 7.6 CM (3") Y PROFUNDIDAD HASTA 20 METROS EN ROCA.	1,695.00	m
PERFORACION CON MAQUINA DE ROTACION-PERCUSION PARA PANTALLA IMPERMEABLE EN DIAMETRO DE 7.6 CM (3") Y PROFUNDIDAD HASTA 35 METROS EN ROCA.	300.00	m
REPERFORACION DE MEZCLA CON MAQUINA DE ROTACION-PERCUSION EN DIAMETRO DE 7.6 CM (3") A CUALQUIER PROFUNDIDAD	20.00	m
TAPETE DE CONTACTO		
PERFORACION CON MAQUINA DE ROTACION-PERCUSION PARA TAPETE DE CONTACTO EN DIAMETRO DE 7.6 CM (3") Y PROFUNDIDAD HASTA 10 METROS EN ROCA.	992.00	m
REPERFORACION DE MEZCLA CON MAQUINA DE ROTACION-PERCUSION EN DIAMETRO DE 7.6 CM (3") A CUALQUIER PROFUNDIDAD	20.00	m
PANTALLA DE DRENAJE		
PERFORACION CON MAQUINA DE ROTACION-PERCUSION PARA DRENAJE, EN DIAMETRO DE 7.6 CM (3") Y PROFUNDIDAD HASTA 10 METROS EN ROCA	20.00	m
PERFORACION CON MAQUINA DE ROTACION-PERCUSION PARA DRENAJE, EN DIAMETRO DE 7.6 CM (3") Y PROFUNDIDAD HASTA 40 METROS EN ROCA	2,310.00	m
PERFORACION DEL CCR O CONCRETO DESDE LA GALERÍA O LOSA DE REGULARIZACION		
PERFORACION CON MAQUINA DE ROTACION-PERCUSION DEL CCR DE LA CORTINA O DEL CONCRETO DE LA LOSA DE REGULARIZACIÓN EN DIAMETRO DE 7.6 CM (3") Y PROFUNDIDAD HASTA 10 METROS	36.50	m
PERFORACION CON MAQUINA DE ROTACION-PERCUSION DEL CCR DE LA CORTINA O DEL CONCRETO DE LA LOSA DE REGULARIZACIÓN EN DIAMETRO DE 7.6 CM (3") Y PROFUNDIDAD HASTA 20 METROS	141.60	m
PERFORACION CON MAQUINA DE ROTACION-PERCUSION DEL CCR DE LA CORTINA O DEL CONCRETO DE LA LOSA DE REGULARIZACIÓN EN DIAMETRO DE 7.6 CM (3") Y PROFUNDIDAD HASTA 35 METROS	1,866.60	m
INYECCIÓN		
INYECCION DE AGUA PARA SATURACIÓN DEL TERRENO PREVIO A LA INYECCION DE LA MEZCLA	120.00	H.E.
INYECCION DE MEZCLA DE CEMENTO	320.00	H.E.

COLOCACION DE OBTURADORES PARA INYECTADO (PROGRESIONES DESCENDENTES)	105.00	pza.
COLOCACION DE OBTURADORES PARA INYECTADO (PROGRESIONES ASCENDENTES)	189.00	pza.
COLOCACION DE OBTURADORES PARA INYECTADO DEL CONTACTO CCR O CONCRETO Y LA ROCA	1,235.00	pza.
SUMINISTRO DE CEMENTO INCLUYENDO FABRICACIÓN DE LA MEZCLA Y AGITADO PARA INYECTADO.	112,500.00	kg.
LAVADO A PRESION DESPUES DEL INYECTADO.	15.00	H.E.
CONTROL DE CAMPO		
REGISTRO CONTINUO DE LA PRESION Y GASTO DE MEZCLA DURANTE LA INYECCION Y ELABORACION DE GRAFICAS DE CONTROL DE CADA TRAMO INYECTADO.	1,235.00	Reg.
INSTRUMENTACION DE LA CIMENTACION		
PERFORACION CON MAQUINA DE ROTACION-PERCUSION PARA INSTRUMENTACIÓN EN DIAMETRO DE 7.6 CM (3") Y PROFUNDIDAD HASTA 10 METROS EN ROCA.	100.00	m
PERFORACION CON MAQUINA DE ROTACION-PERCUSION PARA INSTRUMENTACIÓN EN DIAMETRO DE 7.6 CM (3") Y PROFUNDIDAD HASTA 20 METROS EN ROCA.	60.00	M
PERFORACION CON MAQUINA DE ROTACION-PERCUSION PARA INSTRUMENTACIÓN EN DIAMETRO DE 7.6 CM (3") Y PROFUNDIDAD HASTA 35 METROS EN ROCA.	40.00	M
REPERFORACION DE MEZCLA CON MAQUINA DE ROTACION-PERCUSION EN DIAMETRO DE 7.6 CM (3") A CUALQUIER PROFUNDIDAD.	100.00	M

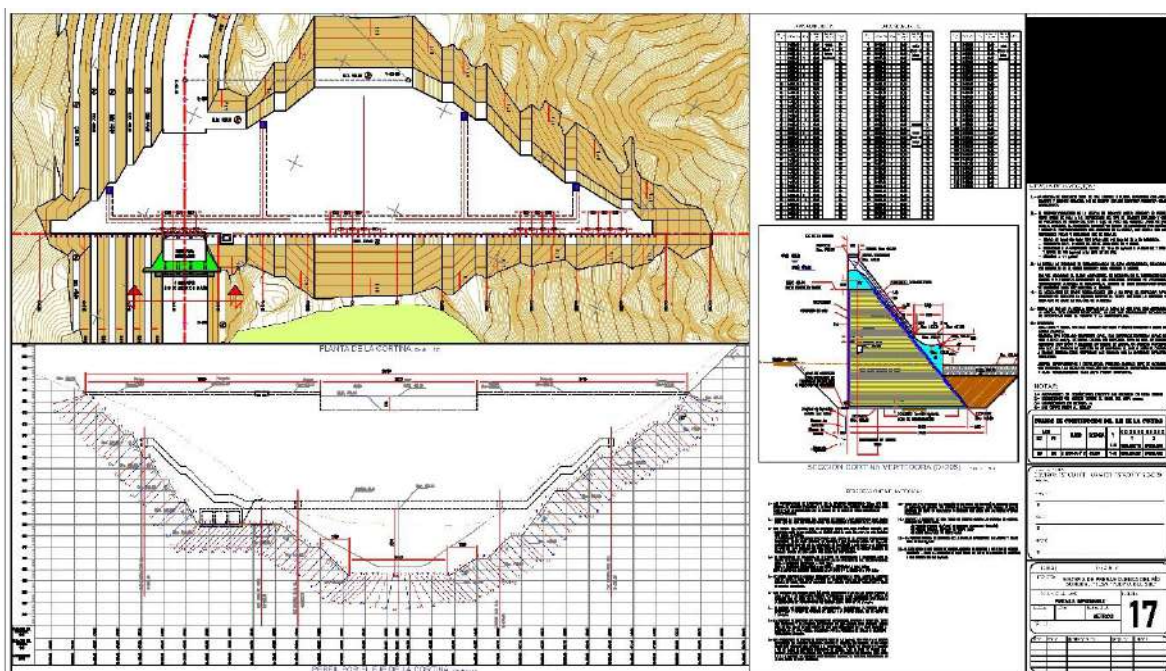


Figura 27. PLANO 17 PANTALLA IMPERMEABLE.



Retiro de obras provisionales

Concluidos los trabajos de construcción del proyecto, se comenzará con el retiro de las obras provisionales se deberán recoger todos los desperdicios y el material sobrante o excedente y se deberá trasladar a un lugar de disposición final. Se demolerán las construcciones hechas con concreto o albañilería y estos residuos serán enviados a los lugares asignados, siempre y cuando el destino de estas instalaciones sea el abandono y no tengan un uso posterior. Se retirarán todos los señalamientos de los materiales producto de la reparación.

Las obras adicionales se proponer poner colocar en una superficie de 1,000 m², dentro del polígono de la envolvente de la cortina, aguas debajo de la cortina para tener una mejor accesibilidad. Las coordenadas propuestas son las siguientes:

Tabla 18. Coordenadas UTM WGS Zona 12N del polígono propuesto para obras temporales.

V	COORDENADAS	
	Y	X
A	3,260,455.27	572,996.18
B	3,260,425.92	572,955.70
C	3,260,442.30	572,944.21
D	3,260,471.89	572,984.51
A	3,260,455.27	572,996.18

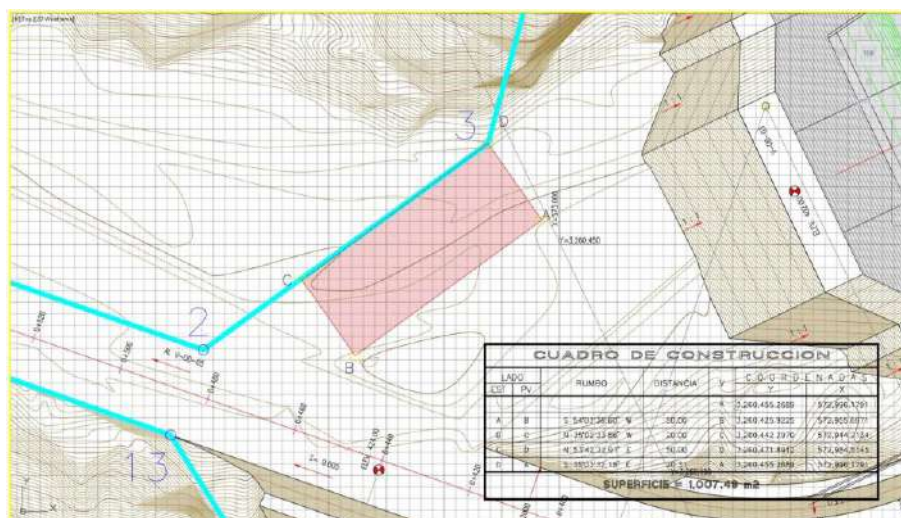


Figura 30. Polígono propuesto para obras temporales.

Se retirará toda la señalización y dispositivos de seguridad que se instalaron a lo largo de la obra, posteriormente se resguardarán para el uso en futuros trabajos, en caso de que queden inservibles se depositarán en el área de residuos de manejo especial.

II.2.4 Operación y mantenimiento

Llenado del vaso y monitoreo de la calidad del agua

El llenado del embalse estará en función de la presencia de agua producto de los escurrimientos de los cauces involucrados y de los cuales se llevará a cabo el llenado de la obra hidráulica. Se deberá considerar el llevar a cabo el monitoreo de la calidad del agua que almacene la obra hidráulica, para determinar las características químicas de la misma.

Mantenimiento de las obras de infraestructura hidráulica

Como se ha mencionado, el proyecto desempeña un papel importante en el sector productivo y social, por lo que es importante mantener la infraestructura en óptimas condiciones. Para ello se deben realizar mantenimientos preventivos o correctivos como consecuencia.

Los **mantenimientos preventivos** se centrarán en la prevención de problemas antes de que ocurran, con el fin de garantizar la seguridad de las presas y prevenir inundaciones catastróficas. El mantenimiento preventivo implica inspecciones regulares, monitoreo de la presión del agua, pruebas de compuerta y limpieza de los desagües.

Los **mantenimientos correctivos** por su parte, se llevarán a cabo como respuesta a problemas o daños existentes en la estructura de las presas. Cuando no se realiza un mantenimiento adecuado a lo largo del tiempo, las presas pueden experimentar problemas graves que podrían poner en peligro la seguridad de las comunidades

rurales circundantes. Estos problemas incluyen grietas en la estructura, erosión del suelo, obstrucción de las salidas de agua y daños en las compuertas.

Adicional a lo anterior, se deberá contar con planes de emergencia sólidos en caso de que ocurra una falla en la presa. Estos planes deben incluir procedimientos de evacuación, notificación a la población afectada y medidas de respuesta rápida para minimizar los daños. Un mantenimiento adecuado reducirá en gran medida la probabilidad de que ocurran problemas, pero la preparación para emergencias seguirá siendo esencial.

Bajo este sentido, una vez concluida la obra, el monitoreo constante de la presa es esencial para evaluar su estado actual y anticipar cualquier deterioro potencial. Esto incluye mediciones regulares de la presión del agua, inspecciones visuales de la estructura y análisis de los datos recopilados a lo largo del tiempo. Es por ello que se desarrollarán guías y/o planes para el mantenimiento preventivo y correctivo, así como un plan de emergencia en el mantenimiento de la presa.

Seguimiento del caudal y aforo de volúmenes

La medición del agua tiene como objetivo determinar el volumen acumulado en su vaso, o el volumen extraído a través de la obra de toma o el vertedor.

La calidad de la medición depende de varios factores entre los cuales se puede mencionar: el dispositivo de medición (selección), el protocolo de medición, la frecuencia de la medición, la experiencia de la persona que toma las mediciones, el análisis de los datos, etc.

Considerando los requerimientos de equipos a instalar y la aplicación práctica necesaria para poder realizar la medición de volúmenes de aguas nacionales, se considera el marco legal que establece la autoridad del agua. La normatividad aplicable al proyecto, para la medición de volúmenes de aguas, es el correspondiente a la Norma Mexicana NMX-AA-179-SCFI-2018 - Medición de

Volúmenes de Aguas Nacionales Usados, Explotados o Aprovechados. Por tanto, las mediciones se realizarán bajo los lineamientos de esta Norma Mexicana.

Otros métodos de medición y su correspondencia a normas internacionales que pueden ser utilizados como referencia se presentan en la **Tabla 19**.

Tabla 19. Clasificación de técnica de aforo.

Tipo de flujo	Tipo de conducción	Método de aforo	Técnica de aforo	Referencia
Conducto cerrado	Tuberías en presa $D \geq 1 \text{ m}$	Presión - Gasto	Placa de orificio, tubo Venturi y Tobera	ISO-5167-3 2003
		Transitorios de presión	Método Gibson (técnica de calibración primaria)	IEC-60041 1991
		Área - Velocidad	Molinetes (técnica de calibración primaria)	IEC-60041 1991
			Tubo de pitot (técnica de calibración primaria)	IEC-60041 1991
			Aforador de tiempo de travesía con cuatro pares de sensores "intrusivos", y eventualmente "cruzados" (ATT4-i)	IEC-60041 1991 ISO-6416 2004
			Aforador de tiempo de travesía con un par de sensores "externos", y eventualmente "cruzados" (ATT1-c)	BS-8452 2005
			Sonda electromagnética que cubre toda la pared del tubo	ISO-9213 2004
			Medidor acústico de tipo "Doppler extrusivo"	BS-8452 2005
			Medidor acústico de "correlación cruzada"	BS-8452 2005

Programa de seguridad y vigilancia

El programa de seguridad y vigilancia es un plan que establece los mecanismos y formas de actuar para prevenir y enfrentar amenazas, así como para tener acordadas reglas mínimas de comportamiento que todas las personas adoptaran para minimizar riesgos.

El programa de seguridad y vigilancia contemplará 4 etapas básicas y estarán desarrolladas en base a la Normatividad aplicable o aquellas internacionales que similares que cumplan con los requerimientos específicos establecidos por la STPS.

Las cuatro etapas consisten en:

- **Diagnóstico:** Incluirá el análisis de Contexto, el Mapeo de actores, la Evaluación de medidas de seguridad y el análisis de riesgo.
- **Planeación:** La etapa de planeación consiste en el diseño de medidas de forma individual y colectiva que permitan 1) prevenir riesgos, 2) saber cómo reaccionar durante algún riesgo, y 3) como actuar posterior a experimentar algún tipo de peligro.
- **Implementación:** La etapa de implementación consiste en la materialización de las medidas de seguridad acordadas. Se establecerán responsabilidades y tiempos límite en el proceso de implementación.
- **Evaluación:** La etapa de evaluación deberá ser constante, se evaluarán los protocolos de seguridad cada determinado tiempo, después de un contexto de riesgo o posterior un incidente. Con la finalidad de mejorar las áreas de oportunidad.

II.2.5 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

La etapa de abandono del sitio se ejecutará una vez concluida la vida útil del proyecto, aunque existe la posibilidad de ampliar el tiempo de vida, esto dependerá de las condiciones en las que se encuentren las infraestructuras y las mejoras que se le tengan que hacer, pudiendo modernizar la infraestructura.

II.2.6 Residuos

Los Residuos de Manejo Especial que se generarán durante la preparación del sitio y construcción de la presa se pueden resumir en la siguiente tabla.

Tabla 20. Generación y Manejo de Residuos durante la preparación y construcción del sitio.

Obra			Residuos			Indicador de manejo			Disposición final
Actividad	volumen	Unidad	Tipo de residuo	Cantidad generada	Unidad	Reciclados en obra	Reciclados fuera de obra	Para disposición final	
Despalme	38,206.13	m ³	Suelo orgánico	38,206.13	m ³	38,206.13			Aprovechamiento
Excavación (excepto roca fija)	523,830.43	m ³	Residuo de excavación	523,730.43	m ³	523,730.43			Aprovechamiento
Excavación en roca fija	176,656.83	m ³	Residuo de excavación	176,656.83	m ³	176,656.83			Aprovechamiento
Acero estructural	264,290.28	kg	Chatarra	2,642.9	kg		2,642.9		RME
Al y cable de Cu	2	m ³	Metales no ferrosos	2	m ³		2		RME
Empaques y flejes	10	m ³	Cartón	10	m ³		10		RME
Pintura	231.06	m ²	Rodillos, brochas, recipientes	23	kg			23	RP
Anticorrosivo	15.88	m ²	Rodillos, brochas, recipientes	10	kg			10	RP
RSU	232.54	ton	Basura municipal	232.54	ton				RSU
Sanitarios portátiles*	1,653.60	m ³	Aguas residuales	1,653.60	m ³			1,653.60	RP

RME=Residuos de Manejo Especial RP= Residuos peligrosos RSU= Residuos Sólidos Urbanos

*Cálculo de Tasa de Generación de Aguas Residuales (TAGAR).

Durante el retiro de los dispositivos de seguridad del sitio de trabajo, se contempla la generación de cantidades pequeñas de los tres tipos de residuos: peligrosos, de manejo especial y sólidos urbanos, los cuales deberán ser dispuestos en los diferentes contenedores que se colocaron, para posteriormente ser entregados a empresas autorizadas para su recolección y disposición final, como se ha mencionado en apartados anteriores.

II.2.7 Generación de gases de efecto invernadero

En lo referente a la emisión de gases, serán únicamente los que generen los vehículos y maquinaria utilizados; dichas emisiones se mantendrán por debajo de los niveles máximos permisibles establecidos en la NOM-041-SEMARNAT-2006 y NOM-045-SEMARNAT-2006, que establecen los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que utilizan gasolina y Diésel como combustible, respectivamente, esto se logrará procurando brindar el mantenimiento requerido a estos.

Derivado de la duración de 5 años 4 meses de la etapa de preparación del sitio y construcción, fue necesario llevar a cabo un estimado del cálculo de emisiones que serán generadas por el proyecto durante este tiempo, mismo que se presenta en la. En los gastos de combustible se incluyen los gastos por; la maquinaria por tiempo aproximado de trabajo; los camiones volteo, considerando volumen de carga de 8m³ y los kilómetros aproximados necesarios para el transporte del material; y, el transporte de personal de hasta 25 km de distancia utilizando Crafter o Sprinter.

Tabla 21. Cálculo de emisiones de CO₂ durante la etapa de preparación del sitio y construcción.

Cálculo de emisiones de CO ₂ equivalente para el subsector construcción		
Tipo de combustible utilizado	Diésel	
Unidad de volumen base de análisis	1.00	litro
Factor de emisión de kgCO ₂ /l; en promedio para México	2.596	kgCO ₂ /l
Total de consumo de combustibles fases del desarrollo	3,340,594.09	litros
CO ₂ que será emitido en total por fases, en kilogramos	8,672,182.26	kgCO ₂ e
Toneladas de CO ₂ equivalente que será emitido en la fase total	8,672.18	tCO ₂ e
Total de toneladas de CO₂ equivalente de fases del proyecto:	8,672.18 tCO₂e	

La generación se estima en 8,672.18 tCO₂ e, por lo cual el total de emisiones directas e indirectas de gases de efecto invernadero para la etapa de Preparación del Sitio y Construcción del proyecto, no exceden las 25,000 tCO₂e (toneladas de CO₂ equivalente).

Los factores de emisión fueron considerados conforme al Informe Técnico: "Factores de Emisión para los Diferentes Tipos de Combustibles Fósiles y Alternativos que se Consumen en México", emitido por el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático; Proyecto F.61157.02.005, Diciembre/2014.

Los consumos de combustible fueron calculados conforme al Programa de Utilización de Maquinaria y rendimiento promedio estimado por hora activa de operación.

Las emisiones de ruido serán únicamente las que generen los vehículos y la maquinaria utilizados, por ello se afirma que estarán por debajo de los límites máximos permisibles de acuerdo con los parámetros estipulados en la NOM-080-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores y su método de medición.

REFERENCIAS

- Cámara de Diputados (2023). Ley de Caminos, Puentes y Autotransportes Federales. DOF 22 de diciembre de 1993, última reforma DOF 15-11-2023. Consultado en: <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LCPAF.pdf>
- CAPUFE (2005). Anexo No 5. *Tabla de rendimientos*. Consultado enero 2025 de: https://normateca.capufe.gob.mx/Documentos/Derogados/59_B_P_ADM_PAR_MAQ_DE_CAPUFE_06_2005/Anexo05.pdf
- Casa de Moneda de México. Dirección corporativa de administración. Subdirección corporativa de recursos materiales. *Especificaciones Generales de Construcción*. Consultado en enero 2025 de: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/81588/Anexo_2-Especificaciones Generales de Construcción CMM.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/81588/Anexo_2-Especificaciones_Generales_de_Construccion_CMM.pdf)
- Comisión Estatal del Agua. Plan Hídrico Sonora 2023-2053. Consultado en enero 2025 de: <https://www.sonora.gob.mx/images/documentos/plan-hidrico-sonora-2023-2053.pdf>
- CONAGUA (2024). Comunicado de prensa No 123-24B. *Presenta Conagua Plan Nacional Hídrico*. Consultado en enero 2025 de: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/958844/Comunicado de Prensa 123-24B.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/958844/Comunicado_de_Prensa_123-24B.pdf)
- COTEMART (2018). NMX-AA-179-SCFI-2018, Medición de volúmenes de aguas nacionales usados, explotados o aprovechados. Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/714461/2_NMX-AA-179-SCFI-2018.pdf
- EUROINNOVA. Mantenimiento de presas conoce los tipos y su importancia. Consultado en enero 2025 de: <https://www.euroinnova.com/ingenieria/articulos/mantenimiento-presas>
- Pedroza E. (2016). Medición de flujo volumétrico en presas, canales y pozos. 1ª edición digital. IMTA. ISBN digital: 978-607-9368-61-6. URL: https://www.imta.gob.mx/biblioteca/libros_html/medicion-flujo/files/assets/common/downloads/publication.pdf

INGESITE. CLGequimovtierras. *Consumo de combustible, lubricante y grasas.*

Consultado en enero 2025 de:

<https://www.ingesite.com/pdf/pdfinfo/CLGequipmovtierras.pdf>

Iris Paho. Calculo generación A.Residuales. Consultado en enero 2025 de:

https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/54519/9789275323489_anne_x2_spa.xlsx?sequence=6&isAllowed=y

NORMA Oficial Mexicana NOM-002-STPS-2010, Condiciones de seguridad-
Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.

Consultado en enero 2025 de:

<https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4228/stps/stps.htm>

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

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

“PRESA PUERTA DEL SOL”

Agosto 2025

ÍNDICE

III.1 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO.....	6
III.1.1 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POEGT).	6
III.1.2 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO territorial ESTADO DE SONORA (POETS).....	15
III.2 DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.	22
III.2.1 REGIONES PRIORITARIAS PARA LA BIODIVERSIDAD.....	24
III.3 NORMAS OFICIALES MEXICANAS Y NORMAS MEXICANAS	31
III.4 INSTRUMENTOS A CONSIDERAR	40
III.4.1 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS	40
III.4.2 LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE.....	42
III.4.3 LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE	46
III.4.4 LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE	47
III.4.5 LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS	49
III.4.6 LEY DE AGUAS NACIONALES	53
III.4.7 LEY GENERAL DE BIENES NACIONALES	55
III.4.8 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL	56
III.4.9 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS.....	58
III.5 LEYES Y REGLAMENTOS ESTATALES Y MUNICIPALES	59
III.5.1 LEY ESTATAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE DEL ESTADO DE SONORA.....	59
III.5.2 PLANES O PROGRAMAS MUNICIPALES.....	59
III.6 CONVENIOS INTERNACIONALES.....	60
III.6.1 CONVENCION MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO.....	60
III.6.2 PROTOCOLO DE KYOTO	63
III.6.3 AGENDA 2030.....	64
III.7 CONCLUSIONES.....	67
III.8 REFERENCIAS.....	68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Identificación de la Unidad Ambiental Biofísica.....	8
Tabla 2 Unidad Ambiental Biofísica 9.	9
Tabla 4. Estrategias de la Unidad Ambiental Biofísica.....	9
Tabla 5 Matriz de lineamientos, criterios y estrategias ecológicas de cada Unidad de Gestión Ambiental.....	16
Tabla 6 Criterio de regulación ecológica y su vinculación con las actividades del proyecto.	17
Tabla 7 Criterio de regulación ecológica y su vinculación con el proyecto.	20
Tabla 8 NOM'S aplicables al Proyecto.	32
Tabla 9 Vinculación jurídica del Proyecto con los artículos aplicables de la LGEEPA.	42
Tabla 10 Vinculación jurídica del Proyecto con los artículos aplicables de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.	46
Tabla 11 Vinculación jurídica del Proyecto con los artículos aplicables de la LGVS.	48
Tabla 12 Vinculación jurídica del Proyecto con los artículos aplicables de la LGPGIR.	50
Tabla 3. 13 Vinculación jurídica del Proyecto con los artículos aplicables del LAN.	53
Tabla 14 Ley General de Bienes Nacionales.....	55
Tabla 15 Vinculación jurídica del Proyecto con los artículos aplicables del RLGEEPA IA.	56
Tabla 16 Vinculación jurídica del Proyecto con los artículos aplicables del Reglamento de la LGPGIR.	58
Tabla 17 Vinculación jurídica del Proyecto con el Convenio marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.....	61
Tabla 18 Vinculación jurídica del Proyecto con el Acuerdo de París.	63



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación del Proyecto respecto de la UAB 9 "Sierras y Valles de Norte"	8
Figura 2 Ubicación del Proyecto respecto al Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de Sonora UGAS.	15
Figura 3 Localización del Proyecto respecto a las Áreas Naturales Protegidas.	23
Figura 4 Localización del Proyecto respecto a las Regiones Terrestres Prioritarias.	26
Figura 5 Localización del Proyecto respecto a las Regiones Hidrológicas Prioritarias.	27
Figura 6 Localización del Proyecto respecto a las Áreas de Importancia para la Conservación de Aves.	29
Figura 7 Localización del Proyecto respecto de las Regiones Marinas Prioritarias. .	30
Figura 8 Localización del Proyecto respecto de Sitios RAMSAR.	31

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

El presente capítulo tiene como objetivo el exponer la vinculación del proyecto “**Presa Puerta del Sol**”, en adelante mencionado como “Proyecto” con las disposiciones jurídicas ambientales aplicables, así como, las relativas a acuerdos, de destino y ordenamiento del territorio. Para ello se aplicó una metodología de análisis de todos los instrumentos de política ambiental y jurídicos vinculantes, así como los que regulan el sistema ambiental regional en el que se inserta. Este análisis tiene como objetivo exponer el cumplimiento del proyecto a cada una de las especificaciones, disposiciones y criterios establecidos.

Para la vinculación del Proyecto es imprescindible definir y diferenciar los Instrumentos de Planeación y los Ordenamientos Jurídicos aplicables al Proyecto.

a) Instrumentos de Planeación

Tienen como principal función actuar como una herramienta de compaginación entre las autoridades federales, estatales y locales y combinar los esfuerzos y recursos de todos los niveles de gobierno para promover el desarrollo nacional y local en su conjunto. Teniendo como fin el planear, controlar y evaluar los recursos en la esfera de sus atribuciones, a fin de garantizar el logro de resultados con eficiencia, eficacia, efectividad, equidad, sostenibilidad y sustentabilidad.

Al respecto la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en su artículo 26, menciona de manera generalizada que el Estado Mexicano organizará un sistema de planeación democrática del desarrollo nacional señalando mecanismos de participación que acumulen las demandas de la sociedad para ser incorporadas a un plan y programas de desarrollo al que se someterán los programas de la Administración Pública Federal al cual también se apegarán estados y municipios. En este capítulo la Promovente vincula el proyecto a desarrollarse con los planes y programas de desarrollo de la Nación, Estados y Municipios asociados al mismo, tales como lo son:

- Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT).
- Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Sonora.
- Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas.
- Regiones prioritarias para la biodiversidad
- Plan Nacional Hídrico 2024-2030.
- Estrategia Nacional de Cambio Climático.
- Regiones prioritarias para la biodiversidad.

b) Ordenamientos Jurídicos

Contemplan las leyes, reglamentos, normas oficiales y tratados internacionales en los que el Estado interviene, generando una coercibilidad en las acciones del proyecto al serles aplicables al encontrarse dentro de la esfera de acción y dentro del supuesto que lo obliga de forma imperativa. En este capítulo el Proyecto se vincula con los siguientes:

- Normas Oficiales Mexicanas.
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable
- General de Vida Silvestre
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos
- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental
- Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos
- Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Sonora
- Convención marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
- Acuerdo de París
- Agenda 2030

III.1 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO

III.1.1 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POEGT).

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio es expedido el 07 de septiembre de 2012 en el Diario Oficial de la Federación. El objetivo del POEGT es llevar a cabo una regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las cuales la nación ejerce soberanía y jurisdicción, identificando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial. Asimismo, tiene por objeto establecer los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para, entre otras, promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; promover medidas de mitigación de los posibles impactos ambientales causados por las acciones, programas y proyectos de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal (APF); orientar la ubicación de las actividades productivas y de los asentamientos humanos; fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales; promover la protección y conservación de los ecosistemas y la biodiversidad; fortalecer el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas; apoyar la resolución de los conflictos ambientales, así como promover la sustentabilidad e incorporar la variable ambiental en los programas, proyectos y acciones de los sectores de la APF.

Con fundamento en el artículo 26 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico (RLGEEPA, última reforma DOF. 28 de septiembre de 2010), la propuesta del programa de ordenamiento ecológico está integrada por la **regionalización ecológica** (que identifica las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial) y los **lineamientos y estrategias ecológicas** para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a esta regionalización.

La base para la regionalización ecológica comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico:

clima, relieve, vegetación y suelo. La interacción de estos factores determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades. Con este principio se obtuvo como resultado la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas **unidades ambientales biofísicas (UAB)**, representadas a escala 1:2,000,000, empleadas como base para el análisis de las etapas de diagnóstico y pronóstico, y para construir la propuesta del POEGT.

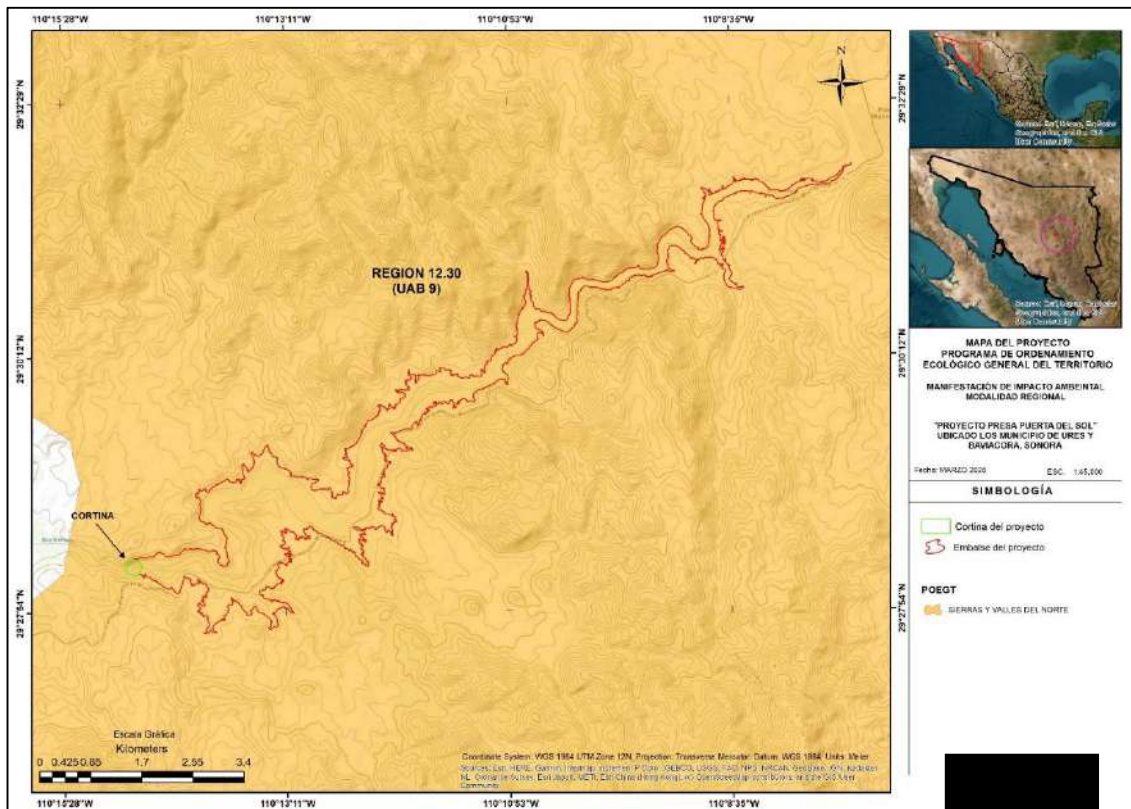
Los 10 lineamientos ecológicos que se formularon para este Programa, mismos que reflejan el estado deseable de una región ecológica o unidad biofísica ambiental, se instrumentan a través de las directrices generales que en lo ambiental, social y económico se deberán promover para alcanzar el estado deseable del territorio nacional.

Por su parte, las estrategias ecológicas, definidas como los objetivos específicos, las acciones, los proyectos, los programas y los responsables de su realización dirigidas al logro de los lineamientos ecológicos aplicables en el territorio nacional, fueron construidas a partir de los diagnósticos, objetivos y metas comprendidos en los programas sectoriales, emitidos respectivamente por las dependencias de la APF que integran el Grupo de Trabajo Intersecretarial.

El Proyecto está enfocado al almacenamiento de agua, para el abastecimiento de agua potable y el abastecimiento de la demanda en actividades económicas en la región. El proyecto se localiza sobre la carretera Federal 14 Moctezuma-Hermosillo, entre las coordenadas UTM WGS84 Zona 12N X:571227.99, Y:3259830.36 y X:585283.03, Y:3267313.91, se localiza entre los municipios de Ures y Baviácora, Sonora.

Por su ubicación de acuerdo a la política ambiental disponible en el SIORE, el Proyecto se localiza en la Región Ecológica **12.30**, dentro de la **UAB 9** denominada **Sierras y Valles del Norte**.

Figura 1 Ubicación del Proyecto respecto de la UAB 9 "Sierras y Valles de Norte"



Fuente: Elaboración propia, con datos cartográficos del SIORE.

Tabla 1 Identificación de la Unidad Ambiental Biofísica.

REGIÓN ECOLÓGICA: 12.30		
Unidad Ambiental Biofísica que la compone:		
9. Sierras y Valles del Norte		
Localización:		
Este de Sonora		
Superficie en km²	Población Total (2010):	Población indígena:
42,685.87	78,700 hab	Mayo-Yaqui

Fuente: Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (2012).

El envolvente de la cortina del proyecto ocupa una superficie de 8.76 Ha y el polígono del embalse 817.63 Ha, siendo un total de 826.39 Ha superficiales que constituirá la presa. De los 42,685.87 km² del polígono de la UAB 9, el proyecto representa el 0.019% (8.264 km²) de la superficie de la UAB.

A continuación, se presentan los Criterios o Estrategias sectoriales de la UAB 9.

Tabla 2 Unidad Ambiental Biofísica 9.

Política ambiental:		Aprovechamiento Sustentable			
Prioridad de atención:		Muy baja			
UAB	Rectores del Desarrollo	Coadyuvantes del Desarrollo	Asociados del Desarrollo	Otros Sectores de Interés	Estrategias Sectoriales
9	Minería, Preservación De Flora y Fauna	Forestal	Ganadería	Industria Pueblos Indígenas	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 16, 17, 28, 29, 31, 33, 37, 42, 43, 44

Fuente Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (2012).

La vinculación del proyecto con la UAB 9, se relaciona de manera directa e indirecta con los ejes sectoriales de acuerdo las acciones de cada estrategia de la UAB.

Las estrategias dirigidas para lograr la sustentabilidad ambiental del territorio, el mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana, el fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional aplicables al Proyecto se presentan en la tabla 4.

Tabla 3. Estrategias de la Unidad Ambiental Biofísica.

Estrategias. UAB		
Eje rector	Acciones de las Estrategias sectoriales aplicables al proyecto	Vinculación
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad Territorio		
Preservación	1. Conservación <i>in situ</i> de los ecosistemas y su biodiversidad.	Durante la ejecución de actividades del proyecto, se llevarán a cabo acciones para la conservación de especies, como la reubicación de cactáceas y recuperación de germoplasma de las especies vegetales que se encuentren dentro del trazo del proyecto. Así mismo, realizaran capacitaciones a los trabajadores entorno a la protección, interacción y manejo de las especies de fauna. Sin embargo, debido a que las actividades antes mencionadas se realizaran a nivel proyecto y por su temporalidad, las acciones específicas de la estrategia 1 no son aplicables al proyecto.

Estrategias. UAB		
Eje rector	Acciones de las Estrategias sectoriales aplicables al proyecto	Vinculación
	2. Recuperación de especies en riesgo.	El proyecto no es vinculante con las acciones de la estrategia 2. Ya que estas se enfocan a la restauración de especies amenazadas o en peligro y acciones para combatir especies exóticas. Sin embargo, mediante un programa de rescate, ahuyentamiento y reubicación de especies, se dará protección de forma interna a las especies en riesgo que se pudieran encontrar en el trazo del proyecto, durante las actividades de trabajo.
	3. Conocimiento análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad. • Monitorear y evaluar especies exóticas o invasoras.	Durante la etapa de operación de la presa, se realizará el monitoreo de especies exóticas invasoras que pidieran reubicarse en el área del proyecto, ya que pueden causar desequilibrios ecológicos por la competencia de alimento y refugio.
Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales	El proyecto no es vinculante con las acciones de la estrategia 4, puesto que no se pretende el aprovechamiento de especies.
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	El proyecto no se vincula con las acciones de la estrategia 4, ya que no se contempla el aprovechamiento agrícola y pecuario.
	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	El proyecto busca reducir el problema en demanda del recurso hídrico de la región para cubrir las necesidades sociales y actividades económicas. Sin embargo, no se enfoca en modernizar la tecnificación de la infraestructura hidroagrícola o superficies de riego, por tanto las acciones específicas de la estrategia 6 no aplican al proyecto.
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	El proyecto no se vincula con las acciones de la estrategia 7, ya que no se pretende el aprovechamiento de los recursos forestales.

Estrategias. UAB		
Eje rector	Acciones de las Estrategias sectoriales aplicables al proyecto	Vinculación
	8. Valoración de los servicios ambientales.	Las acciones de la estrategia 8 no son vinculantes al proyecto, ya que no se enfoca en realizar estudios para valorar los servicios ambientales o el aprovechamiento de recursos naturales como se contemplan en las acciones de esta estrategia.
Protección de los recursos naturales	9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados. <i>Acción</i> Operar bancos de agua	Ya que la CONAGUA es organismo que promueve el presente proyecto, y que los Bancos de Agua están regularizados por este organismo, este será el encargado de operar y gestionar el recurso hídrico que se almacene en la Presa Puerta del Sol.
	10. Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos. Formular reglamentos para la distribución de las aguas superficiales por cuenca y subterránea por acuífero.	La CONAGUA en marco de la Ley de Aguas Nacionales, será la encargada de regular y reglamentar el uso de agua de la Presa Puerta del Sol, dando prioridad al sector social, productivo y ecológico.
	11. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA. <i>Acción</i> - Contar con un programa de mantenimiento de infraestructura en las presas - Asegurar que los volúmenes de agua concesionados estén acordes con la disponibilidad de las fuentes de abastecimiento.	- Se contará con un Programa de seguridad y Vigilancia y un Programa de Mantenimiento de Instalaciones, con la finalidad de mantener a la presa Puerta del Sol en óptimas condiciones, y evitar riesgos o peligros que puedan comprometer los sectores sociales y los ecosistemas. - Puesto que se trata de un proyecto que será ejecutado por la CONAGUA, éste será la encargada de regular los volúmenes y disponibilidad del recurso hídrico, sin que se afecten los procesos ecosistémicos aguas abajo. Se respetará el gasto ecológico en función de la NMX-AA-159-SCFI-2012, donde establece que para la Subcuenca Río Sonora-Banamichi, se deberá destinar un 20% del caudal durante las avenidas y un 40% durante el estiaje al caudal ecológico.
	12. Protección de los ecosistemas.	El proyecto no es vinculante con las acciones de la estrategia 12, ya que este se trata de un proyecto hídrico.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

Estrategias. UAB		
Eje rector	Acciones de las Estrategias sectoriales aplicables al proyecto	Vinculación
		Sin embargo, se tomaran medidas encaminadas a la protección de las áreas circundantes del proyecto durante la ejecución de actividades.
	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	Las acciones de la estrategia 13 no son vinculantes con el proyecto, ya que no busca promover el uso o aplicación de plaguicidas o biofertilizantes.
Dirigidas a la restauración	14. Restauración de sistemas forestales y suelos agrícolas.	El proyecto no es vinculante con las acciones de la estrategia 14, ya que se trata de un proyecto hídrico y no de restauración forestal o de suelos agrícolas.
Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	15. Aplicación de los productos de la investigación en el sector minero al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables	No se pretende el aprovechamiento de recursos mineros, por lo que el proyecto no es vinculante con las acciones de la estrategia 15.
	15BIS. Coordinación entre los sectores minero y ambiental.	No se pretende el aprovechamiento de recursos mineros, por lo que el proyecto no es vinculante con las acciones de la estrategia 15BIS.
	16. Promover la reconversión de industrias básicas (textil-vestido, cuero-calzado, juguetes, entre otros), a fin de que se posicionen en los mercados doméstico e internacional.	El proyecto no busca el posicionamiento de productos, por lo que las acciones de la estrategia 16 no es vinculante con el proyecto.
	17. Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras).	El proyecto no es vinculante con las acciones de la estrategia 17, ya que se trata de un proyecto hídrico y no de manufactura.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana		
Agua y saneamiento	28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico. Promover el mejoramiento de la calidad de agua suministrada a las poblaciones	Durante la etapa de operación se realizaran monitoreos de la calidad del agua, para detectar posibles fuentes de contaminación, y tomar acciones en base a las situaciones específicas que se llegaran a presentar.

Estrategias. UAB		
Eje rector	Acciones de las Estrategias sectoriales aplicables al proyecto	Vinculación
	29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional. <i>Acción</i> • Impulsar programas de educación y comunicación para promover la cultura del uso responsable del agua. • Fomentar y promover el mantenimiento y la ampliación de una red de infraestructura de captación, almacenamiento y distribución, evitando el desvío o modificación de cauces.	• Si bien el proyecto se trata de la construcción de una presa, la CONAGUA constantemente fomenta la cultura del agua mediante el Programa Cultural de Agua, apoyado por el Programa Presupuestario E005, entre los que podemos encontrar “Por un México con Agua”, la serie “Itzel y Sonia en busca de los Guardianes del Agua”, y guías “Guía Práctica del Uso responsable y Eficiente del Agua” • El proyecto Presa Puerta del Sol forma parte del “Sistema de Presas para Hermosillo, Sonora”, mismo que se contempla en el Plan Hídrico 2024-2030. El proyecto no contempla la desviación del cauce del Río Sonora, el desvío por ataguías serán puntual y de forma temporal sobre el cauce del río, y servirá para realizar los trabajos en seco para la construcción de la cortina.
Infraestructura y equipamiento urbano y regional	31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas. <i>Acción</i> • Atender las zonas marginadas con alta concentración de pobreza, mediante el mejoramiento de la infraestructura básica y el equipamiento urbano, así como la entrega de servicios sociales y acciones de desarrollo comunitario.	• El proyecto se vincula con la acción toda vez que se busca asegurar el abastecimiento de agua superficial para el consumo humano y actividades agrícolas de la región, como parte de la estrategia para gestionar y distribuir el recurso hídrico, especialmente ante la escasez que enfrenta el estado de Sonora.

Estrategias. UAB		
Eje rector	Acciones de las Estrategias sectoriales aplicables al proyecto	Vinculación
Desarrollo Social	33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza. <i>Acción</i> Establecer proyectos regionales de carácter integral y solicitar al poder Legislativo un presupuesto específico y exclusivo para este tipo de proyectos con recursos de aplicación concurrente.	El proyecto regional Presa Puerta del Sol es promovido por la CONAGUA, y está financiado con presupuesto federal, donde se busca atender las problemáticas por la baja disponibilidad de agua en el estado de Sonora. El presente proyecto generará una derrama económica directa e indirecta por la adquisición de productos y servicios, así como la contratación de mano de obra, además se promoverá la inclusión laboral, generando oportunidades de trabajo para población general.
	37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	Si bien el proyecto promoverá la inclusión laboral durante las etapas del programa de trabajo, las acciones específicas de la estrategia 37 no son vinculante con el proyecto, ya que no se desarrollaran actividades sociales.
Grupo II. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional		
Marco jurídico	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	Las acciones de la estrategia 42 no son vinculantes al proyecto, ya que no busca promover el ordenamiento o reestructuración de núcleos agrarios.
Planeación del ordenamiento territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al Catastro Rural y la Información Agraria para impulsar proyectos productivos.	El proyecto no se enfoca en desarrollar herramientas geográficas o el acceso catastral, por lo que las acciones de la estrategia 43 no son vinculantes al proyecto.
	44. Impulsar el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	Las acciones de la estrategia 44 no son vinculantes al proyecto, ya que estas están enfocadas a la planeación del ordenamiento territorial

Fuente: Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (2012).

Fuente: Elaboración propia, con datos cartográficos del INECC.

Tabla 4 Matriz de lineamientos, criterios y estrategias ecológicas de cada Unidad de Gestión Ambiental.

UGA	APTITUD	LINEAMIENTO ECOLÓGICO	CRITERIO DE REGULACIÓN ECOLÓGICA	SUPERFICIE QUE INTERSECTA
100-0/01	A3 A4 B3 C2 C3 C5 C7 D1 D2 D3 F1 F2 G1 M T3	Aprovechamiento sustentable de la piscicultura; agricultura de temporal; cacería de especies de bosque; conservación de ecosistemas dulceacuícolas, bosques secos y templados; forestal maderable y no maderable; ganadería extensiva; minería y turismo aventura.	CRE-07; CRE-08, CRE-17, CRE-18, CRE-19; CRE-20; CRE-24, CRE-28, CRE-29, CRE-30, CRE-31; CRE-06, CRE-25; CRE-27,	CORTINA Y EMBALSE
500-0/01	A1 C2 C5 C6 D4 F2 M T3	Aprovechamiento sustentable de la algacultura; cacería de especies de desierto; conservación de ecosistemas desérticos; forestal no maderable, minería y turismo alternativo de aventura.	CRE-01, CRE-06; CRE-08, CRE-17, CRE-18, CRE-19	EMBALSE
602-0/03	A3 B2 C2 C5 D1 D4 F2 G1 M T3	Aprovechamiento sustentable de la piscicultura de especies de aguas cálidas; agricultura en Urderales; cacería de especies de desierto; forestal no maderable; ganadería estabulada, minería y turismo aventura.	CRE-07, CRE-16, CRE-17, CRE-19	EMBALSE

En la tabla siguiente se vinculan las actividades a realizar durante las tres etapas del proyecto con los criterios de regulación aplicables para las UGAs

Tabla 5 Criterio de regulación ecológica y su vinculación con las actividades del proyecto.

ETAPA	ACTIVIDAD	CRITERIO DE REGULACIÓN ECOLÓGICA QUE SE VINCULA	VINCULACIÓN
Preparación del sitio	Rescate de flora y fauna	CREE-08, CREE-25, CREE-28, CREE-29	El proyecto no contempla el aprovechamiento de especies. Se establecerán planes de manejo, de reubicación y monitoreo de especies de flora y fauna vulnerable. Se prohibirá los disturbios, caza o captura de la fauna, se realizarán charlas de concientización y capacitación a los trabajadores para la interacción con las especies. Se reubicaran especies de cactáceas conforme al plan de rescate y reubicación de especies.
	Reconocimiento del sitio y trazo	CREE-01	Pese a que el proyecto no se localiza en humedales costeros, se instauraran lineamientos específicos para evitar la degradación de los ecosistemas que queden fuera del trazo del proyecto.
	Desmonte y despalme	CREE-01, CREE-07, CREE-24	Como se mencionó anteriormente el desmonte y despalme del proyecto, se realizarán sobre la superficie que conformara la cortina (4.96 Ha), ubicado sobre el río Sonora. Los residuos que se generaran principalmente serán principalmente materia orgánica. Por lo que se delimitara la superficie específica de desmonte y despalme, y se le dará un manejo apropiado a los residuos que se generen durante esta y las demás etapas del proyecto.
Construcción	Construcción e instalación de obras provisionales	CREE-08,	El proyecto no contempla el aprovechamiento de especies, las obras provisionales que sean instaladas, se instalaran en sitios que resulten menos invasivos para los ecosistemas. Se instalaran señalamientos restrictivos, para evitar el acceso o trabajos fuera del trazo del proyecto y, se realizaran
	Instalación de señalización y dispositivos de seguridad		

ETAPA	ACTIVIDAD	CRITERIO DE REGULACIÓN ECOLÓGICA QUE SE VINCULA	VINCULACIÓN
			programas de manejo y conservación de especies.
	Excavaciones	CREE-06	Las excavaciones que se realicen, serán ejecutadas de acuerdo a los estudios realizados, aquellos que los planos y cálculos especifiquen. Quedará prohibido realizar actividades que no estén autorizadas.
	Obra de desvío	CREE-06	La obra de desvío será temporal, y se garantizará el flujo aguas abajo durante las etapas del proyecto. Sus especificaciones de funcionamiento son en base a los planos.
	Construcción de la cortina	CREE-06, CREE-07	La construcción de la presa significa una modificación en el flujo natural del agua, sin embargo, se garantizará el flujo de agua necesario para que se lleven los procesos ecológicos. En cuanto los residuos sólidos y líquidos, estos serán generados durante las obras asociadas, por lo que se realizara la disposición de estos en base a la normatividad y ley aplicable.
	Construcción de obra mecánica	CREE-06, CREE-07	La obra mecánica servirá para controlar los flujos de agua. Con el fin de mantener el funcionamiento de los ecosistemas, se dejará el 20% del caudal al gasto ecológico. Todos los residuos que se generen, serán dispuestos en base a los lineamientos del reglamento en materia de disposición final de residuos que le apliquen.
	Obra eléctrica	CREE-06	La obra eléctrica forma parte directa del funcionamiento de la presa, por lo que su instalación será constantemente vigilada, para evitar fallas o incidentes.
	Tratamiento de la cimentación	CRE-07	El tratamiento de la cimentación será controlado, se evitarán las perforaciones en sitios que no se establezcan en los planos de construcción. Los residuos que

ETAPA	ACTIVIDAD	CRITERIO DE REGULACIÓN ECOLÓGICA QUE SE VINCULA	VINCULACIÓN
			se generen, serán dispuestos en base a la normatividad aplicable.
	Instrumentación de la cortina	CREE-06	Las instalación de la instrumentación de la cortina permitirá mantener un mejor control, y se podrá tener en monitoreo constante sobre funcionamiento de la presa.
	Llenado de vaso	CREE-01, CREE-20	Ya que la presa representa una modificación en el cauce natural del río, el llenado del vaso de la presa estará controlado, se dejará el 20% del flujo al gasto ecológico. El llenado del vaso favorecerá a las actividades ganaderas de la región, así como las agrícolas entre otras actividades económicas.
	Retiro de obras provisionales	CREE-07	Tras la finalización de la etapa de construcción, se retirarán todas las obras temporales, así como señalizaciones que no formen parte del funcionamiento de la presa. Los residuos generados eran dispuestos conforme a la legislación y normatividad aplicable.
Operación y mantenimiento	Mantenimiento de instalaciones	CREE-07	Los residuos que se generen durante esta etapa serán clasificados y manejados de acuerdo al tipo específico al que corresponda.
	Seguimiento del caudal y aforo de volúmenes	CREE-01, CREE-06, CREE-20	Como se mencionó, se mantendrá en constante monitoreo el llenado del vaso, y se asegurará el 20% del flujo del caudal al gasto ecológico, y con ello mantener los procesos ecológicos de la región.
	Programa de seguridad y vigilancia	CREE-01, CREE-06	El proyecto tiene vinculación en razón de la protección y prevención de desastres que pudieran generar un gran impacto social y ecológico.

Fuente: Decreto que aprueba el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Sonora (2015).

La vinculación general de cada criterio de regulación ecológica con el proyecto, se observa en la tabla siguiente.

Tabla 6 Criterio de regulación ecológica y su vinculación con el proyecto.

CLAVE	CRITERIO DE REGULACIÓN ECOLÓGICA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
CRE-01	Regulación de actividades que ocasionen la pérdida de la estructura y funciones de humedales por cambios de uso de suelo.	Se considera que, siempre que se lleven a cabo en tiempo y forma la totalidad de las medidas y acciones referidas en el capítulo 6 de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, el proyecto no representa una amenaza para el equilibrio funcional del ecosistema en el que incide, ni para la diversidad de especies de flora y fauna que el mismo alberga.
CRE-06	Regulación de actividades que ocasionen la pérdida de la estructura y funciones de ecosistemas por cambio de uso de suelo.	El proyecto contempla planes de conservación y reubicación de especies, y se realizarán actividades de monitoreo, de acuerdo a lo contemplado en el plan general de trabajo.
CRE-07	Regulación de contaminación por residuos líquidos y sólidos.	Durante la ejecución del proyecto, se llevará un control de los residuos que se generen, se instruirá al personal para evitar acciones que pudieran afectar la calidad del suelo. Se contratarán los servicios de una empresa especializada en sanitarios portátiles, para que realicen toda la gestión en su disposición final.
CRE-08	Regulación sobre la remoción, cacería o aprovechamiento de especies protegidas sin el permiso correspondiente.	No se realizarán actividades de cacería o de aprovechamiento de especies. Previo a la ejecución del proyecto se realizarán estudios de especies vegetales y de la fauna, para identificar aquellas que se encuentren dentro del trazo del proyecto y en el Sistema Ambiental. Se aplicará un plan de ayuntamiento y reubicación de la fauna, y así como un plan de rescate y reificación de especies de flora.
CRE-16	Reducir al mínimo los impactos en la biodiversidad por presencia de sustancias tóxicas en el ambiente.	Por la naturaleza del proyecto, los insumos que podrían contener un grado de toxicidad, serán manejados de acuerdo a las especificaciones técnicas y a las normas específicas.
CRE-17	Aplicación de Buenas prácticas de Manejo Agrícola y Programas de Restauración por sanidad.	No aplica, no se realizarán actividades agrícolas.
CRE-18	Evitar la expansión de terrenos agricultura con agua salobres hacia terrenos no salinos.	No aplica, no se realizarán actividades agrícolas.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

CLAVE	CRITERIO DE REGULACIÓN ECOLÓGICA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
CRE-19	Cumplir con la normatividad vigente en materia de los agostaderos.	No aplica.
CRE-20	Mantener o restaurar la capacidad de carga de los agostaderos.	El proyecto mejorara la humedad del suelo en el área de influencia directa, lo que favorecerá el crecimiento de la cubierta vegetal, y se tendrá un mayor acceso al agua.
CRE-24	Se prohíbe los desmontes generalizados en el aprovechamiento forestal que afecte la integridad y funcionalidad del ecosistema para evitar/minimizar daños permanentes a los ecosistemas en los que se desarrollen las actividades de manejo forestal maderable.	El proyecto no contempla el aprovechamiento forestal. El desmonte se limitará en los prescritos con anterioridad, así mismo, se realizaran acciones para preservar la vegetación nativa en las superficies fuera del trazo del proyecto..
CRE-25	Se elaboraran programas específicos de protección y recuperación de especies prioritarias y poblaciones de flora y fauna en peligro de extinción.	Para la ejecución del proyecto, se contempla un plan de rescate, reubicación y ahuyentamiento de fauna, y un plan de rescate y reubicación de especies de flora. En ellos se le dará prioridad a aquellas especies que se encuentren en algún programa de protección de especies.
CRE-27	Se prohíbe la introducción de especies exóticas dulceacuícolas que afecten las poblaciones nativas de peces.	No aplica, el proyecto no contempla actividades acuícolas. Y se regularizaran las actividades que puedan desarrollarse en torno al aprovechamiento de la presa.
CRE-28	Se deberán restaurar las áreas degradadas por efectos de las actividades de aprovechamiento forestal. Las especies a utilizarse deben ser nativas con el fin de no generar más presión ni competir con las especies de flora nativas.	El proyecto no contempla el aprovechamiento forestal. Se realizaran actividades de rescate de cactáceas, y la colecta de germoplasma de las especies de importancia para su conservación.
CRE-29	Se deberán restaurar y recuperar las áreas de matorral desértico con especies nativas, no invasoras de mezquite, a niveles históricos de hace 50 años.	Previo a la ejecución del proyecto, se realizaran estudios de identificación de especies, para posteriormente realizar actividades de colecta y germinación de germoplasma, mismas que serán obtenidas de la superficie donde se ejecutara el proyecto.
CRE-30	Se deberá promover el uso sustentable del chiltepín con el fin de garantizar la persistencia de sus poblaciones en el largo plazo.	No aplicable al proyecto.



CLAVE	CRITERIO DE REGULACIÓN ECOLÓGICA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
CRE-31	Se deberá promover el uso sustentable de la tierra de monte con el fin de no degradar los ecosistemas de los que se extraen.	No aplicable al proyecto.

Fuente: Decreto que aprueba el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Sonora (2015).

III.2 DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.

El Artículo 3 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente define a las Áreas Naturales Protegidas como **zonas del territorio nacional y sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción**, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas. y están sujetas al régimen previsto en dicha Ley.

Asimismo, el artículo 44 de la misma Ley establece límites adicionales para aquellas personas que, siendo titulares de derechos de dominio o posesión sobre predios al interior de dichas áreas naturales, pretendan desarrollar obras u actividades de la misma naturaleza. Estas restricciones implican para el desarrollador sujetarse a las normas y preceptos que establezcan los Decretos a través de los que se constituyan las Áreas Naturales respectivas, así como a las disposiciones contenidas en los programas de manejo correspondientes y en los programas de ordenamiento ecológico que correspondan.

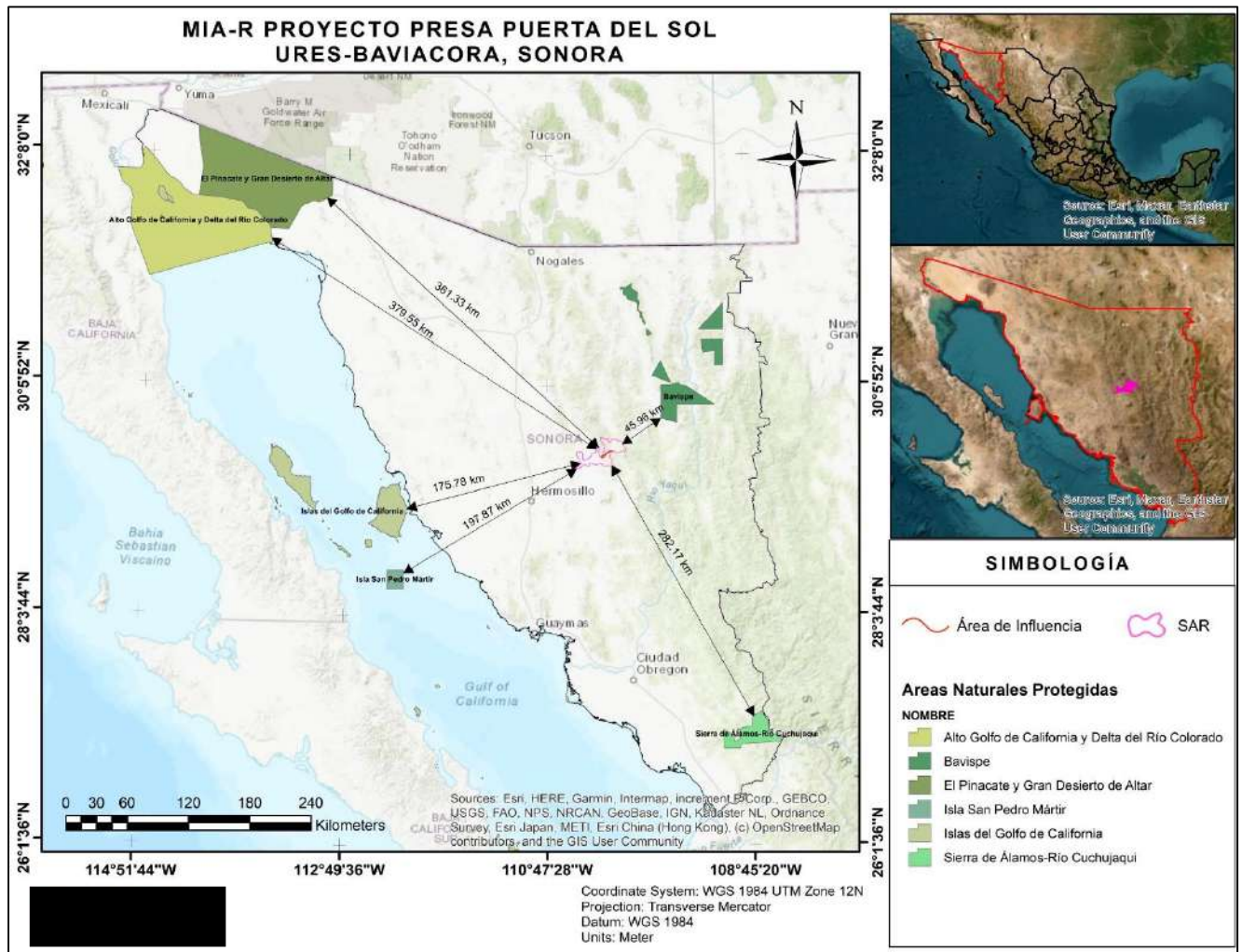
Conforme al artículo 46 de la LGEEPA (actualizada hasta su última reforma publicada en el DOF 05-06-2018), se consideran áreas naturales protegidas de competencia federal, las siguientes categorías: a) reservas de la biosfera; b) parques nacionales; c) monumentos naturales; d) áreas de protección de recursos naturales; e) áreas de protección de flora y fauna; y f) santuarios. Asimismo, se consideran áreas naturales protegidas fuera de la competencia federal, las

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

siguientes: a) parques y reservas estatales; zonas de conservación ecológica municipales; y áreas destinadas voluntariamente a la conservación.

A partir del análisis geoespacial se identificó que el Proyecto no se encuentra dentro de ningún Área Natural Protegida siendo la más cercana Bavispe a casi 46 Km de distancia en línea recta.

Figura 3 Localización del Proyecto respecto a las Áreas Naturales Protegidas.



Fuente: Áreas Naturales Protegidas Federales de la República Mexicana (2024).

III.2.1 REGIONES PRIORITARIAS PARA LA BIODIVERSIDAD

La acelerada pérdida y modificación de los sistemas naturales que ha presentado México durante las últimas décadas requiere, con urgencia, que se fortalezcan los esfuerzos de conservación de regiones con alta biodiversidad.

En este contexto, el Programa Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la CONABIO se orienta a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad. Consideran el ámbito terrestre (Regiones Terrestres Prioritarias), el marino (Regiones Marinas Prioritarias) y el acuático epicontinental (Regiones Hidrológicas Prioritarias). Las áreas de mayor relevancia en cuanto a riqueza de especies y presencia de organismos endémicos, así como las áreas con mayor nivel de integridad ecológica fueron seleccionadas mediante talleres de especialistas, quienes también consideraron las áreas con mayores posibilidades de conservación en función de aspectos sociales, económicos y ecológicos. Con este marco de planeación regional se pretende orientar los esfuerzos de investigación que optimicen el conocimiento de la biodiversidad en México.

Es importante mencionar que no existen instrumentos normativos que restrinjan actividades en las regiones prioritarias (RTP, RPM, AICAS) identificadas por la CONABIO. Sin embargo, la designación de un sitio como una región prioritaria debe verse como un compromiso intrínseco de conservación, y por ello, cualquier desarrollo en estas áreas deberá contemplar medidas adicionales que reduzcan el impacto directo a la biodiversidad, o de manera indirecta, si se afectan los procesos que pueden ser determinantes para el adecuado funcionamiento del ecosistema.

III.2.2 Regiones Terrestres Prioritarias

Las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), en particular, tiene como objetivo general la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen por la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país,

así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación.

A la fecha se cuenta con 152 regiones prioritarias terrestres para la conservación de la biodiversidad en México, que cubren una superficie de 515,558 km², correspondiente a más de la cuarta parte del territorio.

Como se puede observar en la siguiente figura, el sitio donde se pretende ubicar **el Proyecto se localiza dentro de la Región Terrestre Prioritaria Cañada Mazocahui**. Esta región de importancia biogeográfica que parece ser el límite norte para muchas especies de plantas tropicales como *Pachycereus pecten-aboriginum* y *Ceiba acuminata*. Presenta un alto valor paisajístico-turístico, existiendo una gran diversidad de aves y mamíferos. El tipo de vegetación predominante es el matorral subtropical.

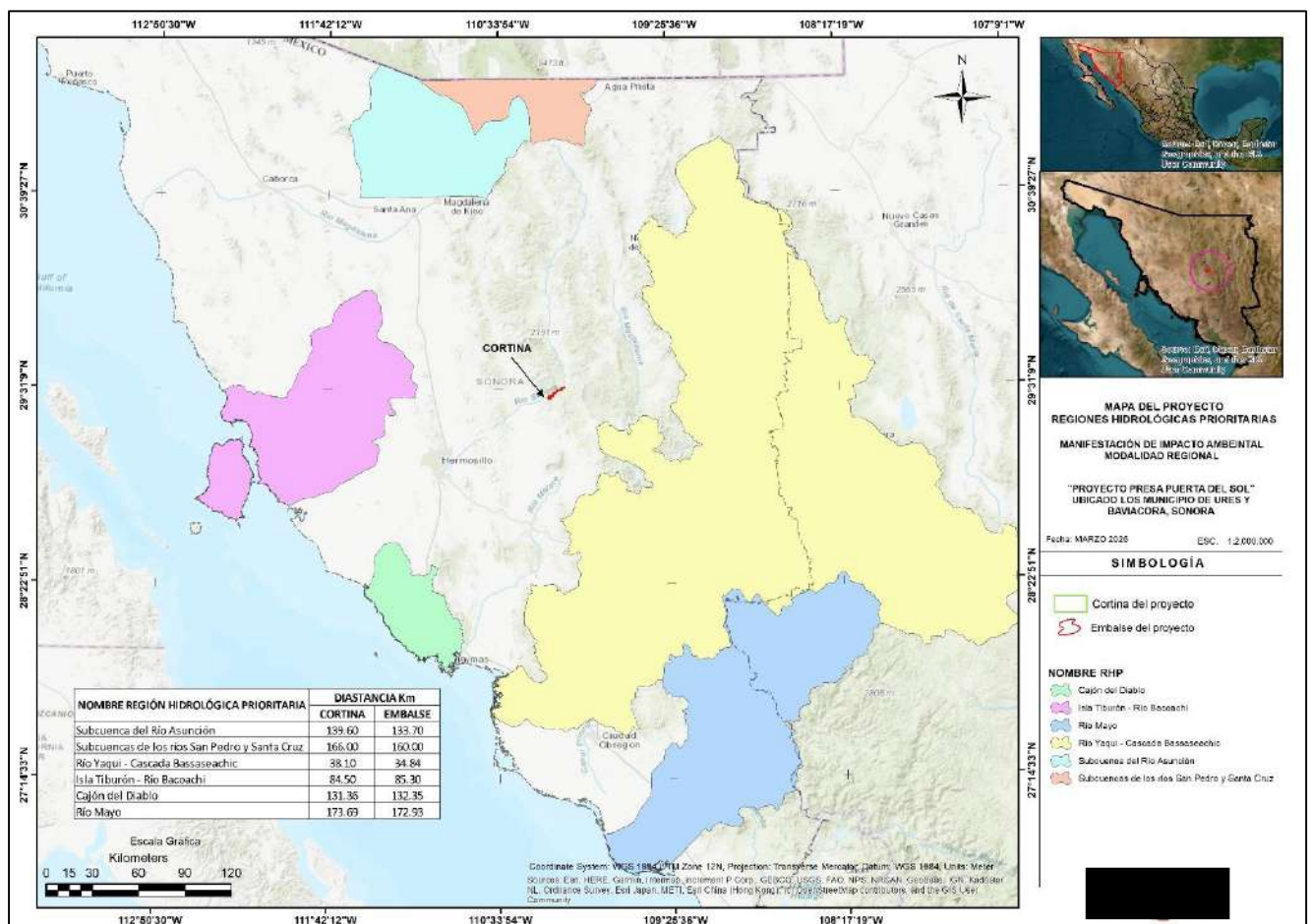
Su importancia principal se debe a los servicios ambientales: ya que es la Cuenca protectora del río Sonora que provee de agua a los terrenos de riego de los valles de Ures y Hermosillo., por lo que en este sentido el proyecto es compatible.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido.

Se identifican a la fecha 110 regiones hidrológicas prioritarias por su biodiversidad, de las cuales 82 corresponden a áreas de uso y 75 a áreas de alta riqueza biológica con potencial para su conservación; dentro de estas dos categorías, 75 presentaron algún tipo de amenaza. Se identificaron también 29 áreas que son importantes biológicamente, pero carecen de información científica suficiente sobre su biodiversidad. El proyecto no se encuentra dentro de ninguna Región Hidrológica Prioritaria.

Figura 5 Localización del Proyecto respecto a las Regiones Hidrológicas Prioritarias.



Fuente: Arriaga, L, V. Aguilar y J. Alcocer (2002).

III.2.4 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves

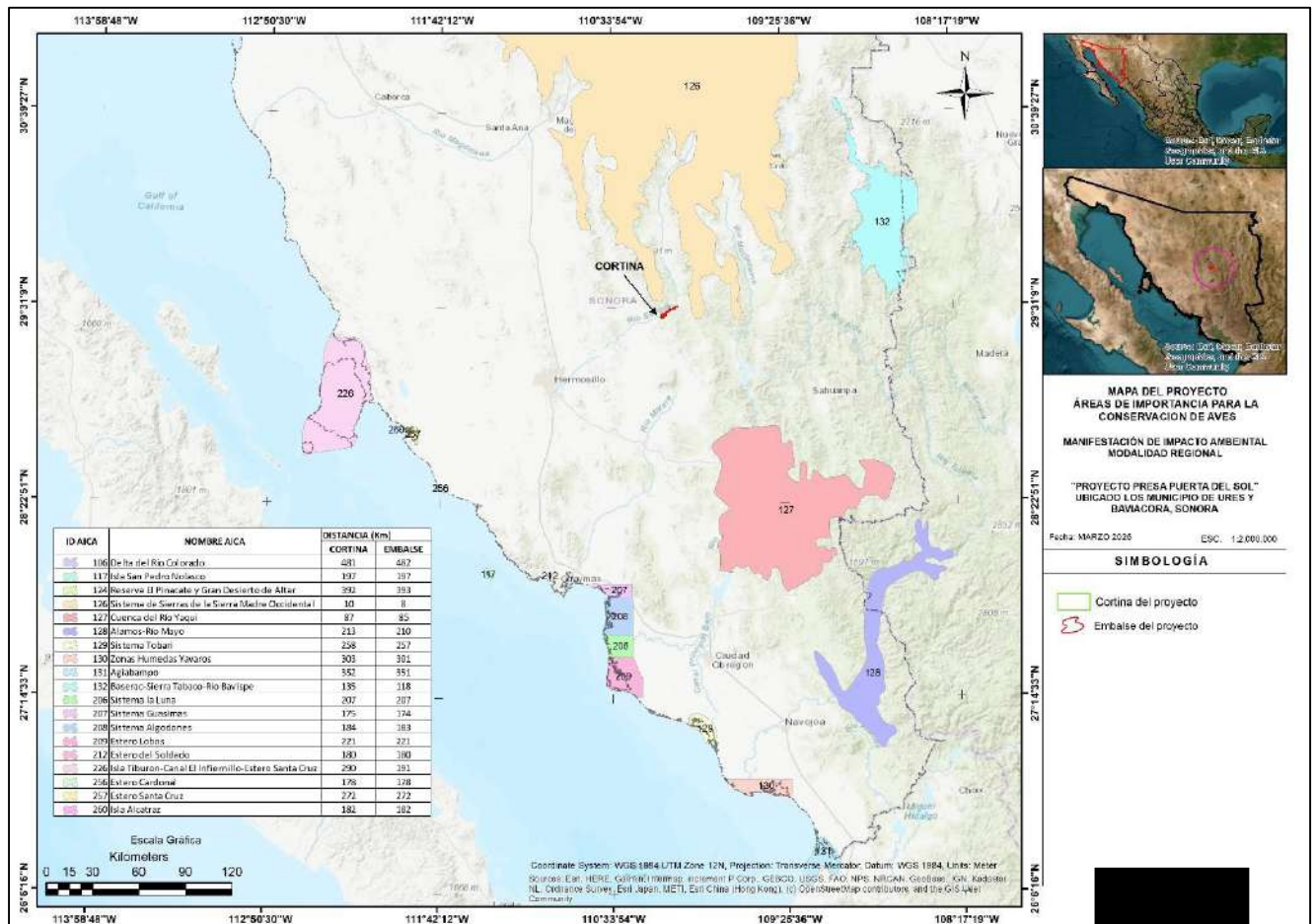
El programa de las AICAS surgió como una idea conjunta de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la preservación de las aves (CIPAMEX) y BirdLife International. Inició con apoyo de la Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica (CCA) con el propósito de crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves.

Dentro de las 243 AICAS es posible observar al 94.53% de las aves de México, 97.29% de las especies incluidas en alguna categoría de amenaza en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

La ficha de cada AICA tiene una descripción técnica que incluye características bióticas y abióticas y un listado avifaunístico que incluye las especies registradas y probables para la zona, categorías de riesgo, endemismo y su estacionalidad. Toda la información antes detallada forma parte del primer directorio de Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves en México, publicación que representa la culminación de la primera fase de trabajo del Proyecto en México.

El Proyecto no se encuentra ubicado dentro de alguna de las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves.

Figura 6 Localización del Proyecto respecto a las Áreas de Importancia para la Conservación de Aves.

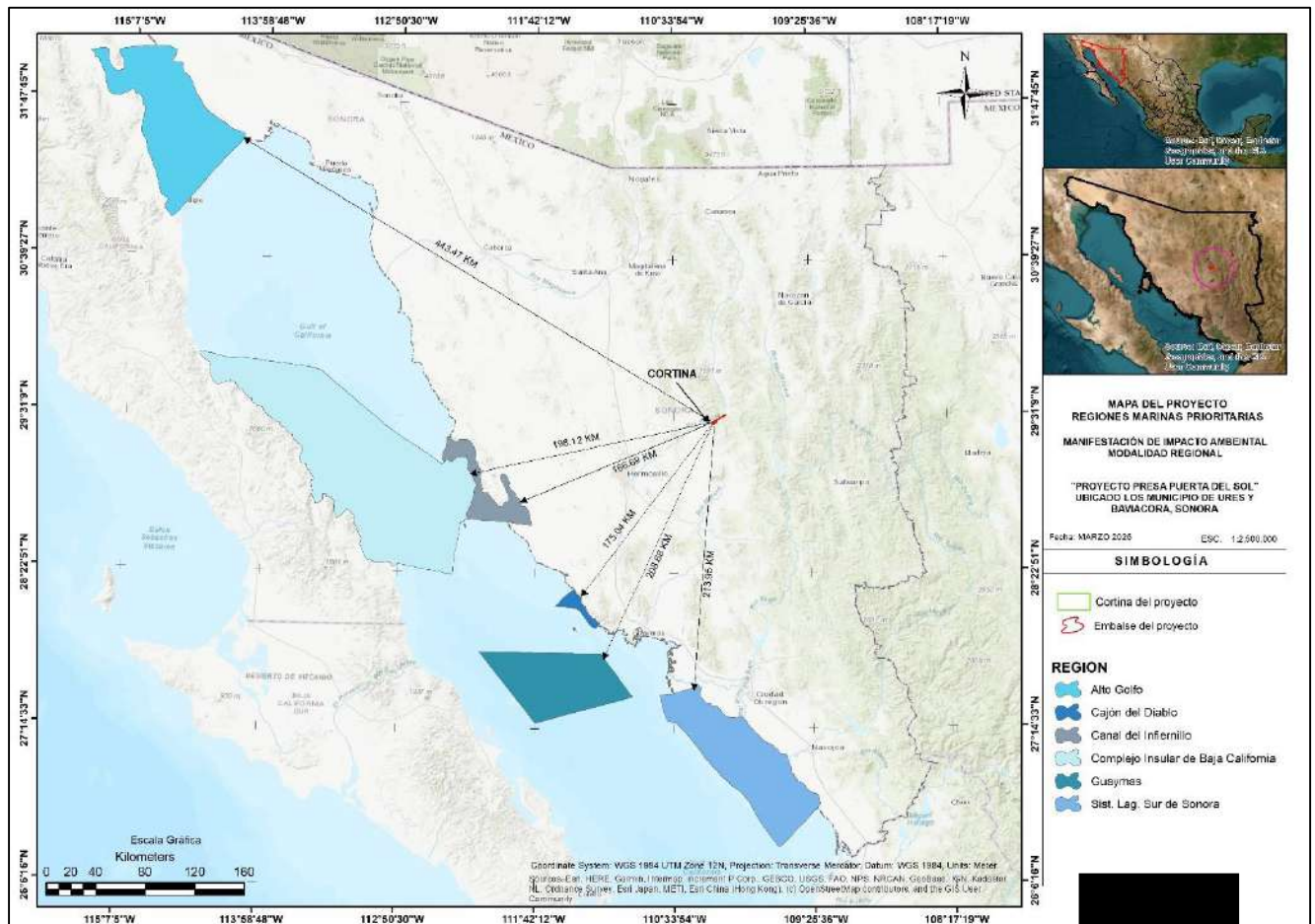


Fuente: Sección Mexicana del Consejo Internacional para la Preservación de las Aves (1999).

III.2.5 Regiones Marinas Prioritarias

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) instrumentó el Programa de Regiones Marinas Prioritarias de México con el apoyo de la agencia The David and Lucile Packard Foundation (PACKARD), la Agencia Internacional para el Desarrollo de la embajada de los Estados Unidos de América (USAID), el Fondo Mexicano para la Conservación de la naturaleza (FMCN) y el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF por sus siglas en inglés). En este sentido el proyecto no se encuentra dentro de ninun Región Marina Prioritaria.

Figura 7 Localización del Proyecto respecto de las Regiones Marinas Prioritarias.



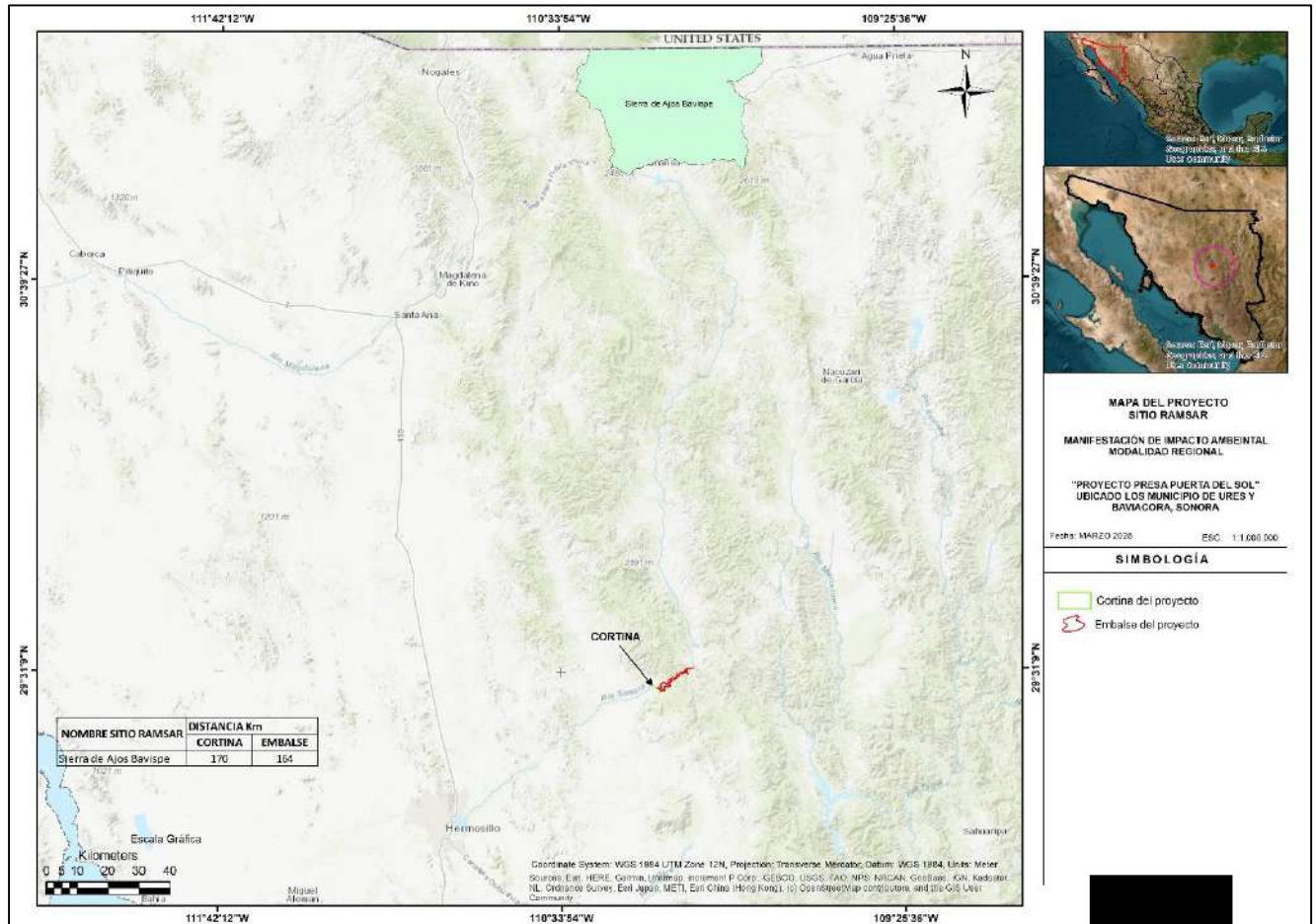
Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (1998).

III.2.6 Sitios RAMSAR

La Convención RAMSAR es un tratado intergubernamental que sirve de marco para la acción nacional y la cooperación internacional en pro de la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos, que entró en vigor en México el 4 de noviembre de 1986. Actualmente México tiene 144 sitios designados como Humedales de Importancia Internacional (sitios RAMSAR), con una superficie de 8,721,911 hectáreas.

En dicho tenor se tiene de un análisis realizado que el Proyecto se localiza fuera de Sitio Ramsar.

Figura 8 Localización del Proyecto respecto de Sitios RAMSAR.



Fuente: Sitios RAMSAR de México (2016).

III.3 NORMAS OFICIALES MEXICANAS Y NORMAS MEXICANAS

Las normas oficiales mexicanas en materia ambiental son de cumplimiento obligatorio en el territorio nacional y señalan su ámbito de validez, vigencia y gradualidad en su aplicación, conforme lo establece el artículo 37 Bis de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Para el presente Proyecto se han evaluado todos los procesos involucrados en las distintas etapas del proyecto, desde la preparación del sitio hasta la operación



misma, identificando las Normas Oficiales cuyos criterios aplican a dichas obras o actividades y que se presentan en el capítulo II de la presente MIA-R.

Tabla 7 NOM´S aplicables al Proyecto.

Norma Oficial Mexicana	Objetivo	Vinculación
NOM-001-SEMARNAT-2021. Que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación.	Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales vertidas a aguas y bienes nacionales, con el objeto de proteger su calidad y posibilitar sus usos, y es de observancia obligatoria para los responsables de dichas descargas. Esta Norma Oficial Mexicana no se aplica a las descargas de aguas provenientes de drenajes pluviales independientes.	El proyecto no contempla la descarga de aguas residuales en cuerpos receptores. Para las etapas de preparación de sitio y construcción se contratarán los servicios de baños portátiles mediante una empresa especializada, los cuales estarán encargados de darle la disposición final de acuerdo a la normatividad aplicable. Se construirán ataguías, que además de favorecer el trabajo en seco, evitara el contacto del caudal con el área de trabajo.
NOM-041-SEMARNAT-2015. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, oxígeno y óxido de nitrógeno; así como el nivel mínimo y máximo de la suma de monóxido y bióxido de	Para las etapas de preparación del sitio y construcción se requerirá la utilización de maquinaria y equipo que funciona a base de motores de combustión interna, por lo que se les dará el mantenimiento correspondiente y serán utilizados de acuerdo a las



Norma Oficial Mexicana	Objetivo	Vinculación
	carbono y el Factor Lambda. Es de observancia obligatoria para el propietario, o legal poseedor de los vehículos automotores que circulan en el país o sean importados definitivamente al mismo, que usan gasolina como combustible, así como para los responsables de los Centros de Verificación, y en su caso Unidades de Verificación Vehicular, a excepción de vehículos con peso bruto vehicular menor de 400 kg (kilogramos), motocicletas, tractores agrícolas, maquinaria dedicada a las industrias de la construcción y de la minería	recomendaciones del fabricante; de tal forma que las emisiones a la atmósfera que se generarán como resultado de su uso se encuentren por debajo de los límites máximos permisibles contemplados dentro de la presente norma. Adicionalmente no se utilizarán unidades que se encuentren en malas condiciones mecánicas y que emitan humo en exceso, asimismo, la maquinaria permanecerá apagada durante los lapsos que no sea utilizada.
NOM-043-SEMARNAT-1993. Que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.	Esta norma oficial mexicana establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuente fijas.	Para las etapas de preparación del sitio y construcción y de operación y mantenimiento se requerirá de la utilización de equipos que funcionan con motores de combustión interna los cuales contarán con los mantenimientos correspondientes y serán utilizados de acuerdo a las recomendaciones del



Norma Oficial Mexicana	Objetivo	Vinculación
		fabricante; de tal forma que las emisiones a la atmósfera que se generarán como resultado de su uso se encuentren por debajo de los límites máximos permisibles contemplados dentro de la presente norma. Adicionalmente no se utilizarán unidades que se encuentren en malas condiciones mecánicas y que emitan humo en exceso, asimismo, la maquinaria permanecerá apagada durante los lapsos que no sea utilizada.
NOM-044-SEMARNAT-2006. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales, hidrocarburos no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos, así como para unidades nuevas con peso bruto vehicular mayor a 3,857	El objetivo de la presente Norma Oficial Mexicana es el de establecer los límites máximos permisibles de emisiones contaminantes de hidrocarburos (HC), hidrocarburos no metano (HCNM), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), hidrocarburos no metano más óxidos de nitrógeno (HCNM+NOx), partículas (Part) y opacidad del humo proveniente del escape de motores nuevos que usan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos	Para las etapas de preparación del sitio y construcción y de operación y mantenimiento se requerirá de la utilización de equipos que funcionan con motores de combustión interna los cuales contarán con los mantenimientos correspondientes y serán utilizados de acuerdo con las recomendaciones del fabricante; de tal forma que las emisiones a la atmósfera que se generarán como resultado de su uso se encuentren por debajo de los límites máximos permisibles contemplados dentro de la



Norma Oficial Mexicana	Objetivo	Vinculación
kilogramos equipadas con este tipo de motores.	automotores con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos; así como provenientes del escape de unidades nuevas con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipadas con este tipo de motores.	presente norma. Adicionalmente no se utilizarán unidades que se encuentren en malas condiciones mecánicas y que emitan humo en exceso, asimismo, la maquinaria permanecerá apagada durante los lapsos que no sea utilizada.
NOM-045-SEMARNAT-2017. Protección ambiental. Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.	La presente Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de emisión expresados en coeficiente de absorción de luz o por ciento de opacidad, proveniente de las emisiones del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diésel como combustible, método de prueba y características técnicas del instrumento de medición. Su cumplimiento es obligatorio para los propietarios o legales poseedores de los citados vehículos, Centros de	Para las etapas de preparación del sitio y construcción y de operación y mantenimiento se requerirá de la utilización de equipos que funcionan con motores de combustión interna los cuales contarán con los mantenimientos correspondientes y serán utilizados de acuerdo a las recomendaciones del fabricante; de tal forma que las emisiones a la atmósfera que se generarán como resultado de su uso se encuentren por debajo de los límites máximos permisibles

Norma Oficial Mexicana	Objetivo	Vinculación
	Verificación Vehicular, Unidades de Verificación y autoridades competentes. Se excluyen de la aplicación de la presente Norma Oficial Mexicana, la maquinaria equipada con motores a diésel empleada en las actividades agrícolas, de la construcción y de la minería.	contemplados dentro de la presente norma. Adicionalmente no se utilizarán unidades que se encuentren en malas condiciones mecánicas y que emitan humo en exceso, asimismo, la maquinaria permanecerá apagada durante los lapsos que no sea utilizada.
NOM-080-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición	Esta norma oficial mexicana 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.	Se establecerán mecanismos para el monitoreo del ruido generado por las obras o actividades pretendidas a fin de mantenerlo dentro del rango de emisión permisible. Asimismo, se colocará señalización adecuada y necesaria a lo largo de las vialidades para informar de los niveles de ruido que deberán respetarse y se establecerá un horario de trabajo.
NOM-081- SEMARNAT-1994. Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición	Esta norma oficial mexicana establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido que genera el funcionamiento de las fuentes fijas y el método de medición por el cual se determina su nivel emitido	Se establecerán mecanismos para el monitoreo del ruido generado por las obras o actividades pretendidas a fin mantenerlas dentro del rango de emisión permisible.



Norma Oficial Mexicana	Objetivo	Vinculación
	hacia el ambiente y es de aplicación a pequeñas, medianas y grande industrias, comercios, establecidos, servicios públicos o privados y actividades en la vía pública. DOF: 03/12/2013 ACUERDO por el que se modifica el numeral 5.4 de la Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición	Aunado a lo anterior, se respetarán los horarios que fija esta NOM. Asimismo, se colocará señalización adecuada y necesaria a lo largo de las vialidades para informar de los niveles de ruido que deberán respetarse y se limitará el horario de trabajo establecido.
NOM-138-SEMARNAT//SSAI-2012. Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.	Establecer los límites máximos permisibles de los hidrocarburos en suelos, incluidos en la TABLA 1 y los lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.	Durante la operación del Proyecto se pueden suscitar derrames de combustibles debido a fallas o accidentes en maquinarias o recipientes; debido a esto, se implementará un Programa de Prevención y Atención a Contingencias Ambientales en el que se atenderán lo previsto dentro de la presente Norma Oficial.



Norma Oficial Mexicana	Objetivo	Vinculación
NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características, el procedimiento de identificación, Clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	Esta Norma Oficial Mexicana establece el procedimiento para identificar si un residuo es peligroso, el cual incluye los listados de los residuos peligrosos y las características que hacen que se consideren como tales.	A fin de dar cumplimiento a la presente se llevará a cabo el confinamiento y acopio temporal de los residuos sólidos y peligrosos en almacenes independientes con las características previstas dentro de la presente Norma Oficial, así mismo se continuará implementando el Programa de Manejo Integral de Residuos, dentro del cual se maneja un programa específico para el Manejo integral de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial.
NOM-059-SEMARNAT- 2010. Protección Ambiental- Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestres Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - Lista de especies en riesgo.	Esta Norma Oficial Mexicana tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción y es de observancia obligatoria en	Como se indica en esta MIA, en el Sistema Ambiental Regional del Proyecto se ubican diversas especies de flora y fauna. Para dar cumplimiento a esta Norma Oficial Mexicana, la promovente realizará un estudio actualizado detallado de caracterización, para identificar las especies que pudieran estar listadas en este ordenamiento. Con lo anterior en consideración, se aplicará



Norma Oficial Mexicana	Objetivo	Vinculación
	todo el Territorio Nacional, para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo, establecidas por esta Norma. DOF: 14/11/2019: MODIFICACIÓN del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, publicada el 30 de diciembre de 2010.	un programa de conservación y manejo de flora y fauna, en el que estas especies cuenten con una especial vigilancia y protección, para el monitoreo y protección.
Norma Mexicana NMX-AA-159-SCFI-2012. Que establece el procedimiento para la determinación del caudal ecológico en cuencas hidrológicas	Esta norma mexicana establece el procedimiento y especificaciones técnicas para determinar el régimen de caudal ecológico en corrientes o cuerpos de agua nacionales en una cuenca hidrológica.	Derivado de que la construcción de la presa implica una interrupción en el flujo hídrico sobre el cauce del Río Sonora, y considerando que la subcuenca Río Sonora-Banamichi, dentro de la tabla A.1 de esta NMX, se



Norma Oficial Mexicana	Objetivo	Vinculación
		encuentra calificado con un objetivo ambiental de tipo D. Se realizó el cálculo del caudal ecológico conforme a los apéndices A, B y C, donde se obtuvieron periodos de estiaje en los meses de diciembre a junio, y avenidas en los meses de julio a noviembre. Por tanto, se respetará el 40% del caudal al gasto ecológico en la temporada de estiaje, y el 20% en la temporada de avenidas, como se muestra en el capítulo IV.3 de esta MIA-R.

Fuente: Elaboración propia (2025).

III.4 INSTRUMENTOS A CONSIDERAR

III.4.1 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

La Constitución con base en el punto de vista material se entiende como el conjunto de normas jurídicas fundamentales que regulan la estructura y organización del Estado, la determinación de los órganos, la relación de estos órganos entre sí y con los particulares, la forma en que se incorporan los particulares al ejercicio del poder público, su control, así como a los criterios programáticos que servirán de guía para la actuación de los órganos del Estado.

Nuestra Constitución en su artículo 1, establece el deber de las autoridades y particulares de respetar los derechos humanos que se han suscrito y ratificado por

el Estado mexicano, así como interpretar las normas conforme a la Constitución y los tratados internacionales.

La Constitución en su artículo 4, plasma el Derecho a un Medio Ambiente Sano al establecer la prerrogativa que tiene toda persona a disfrutar de un medio ambiente sano, asimismo contempla en su texto la obligación que tiene el Estado de garantizar el disfrute de este Derecho, mediante la implementación de políticas públicas y herramientas eficaces que aseguren su efectividad. Este Derecho constitucional se desarrolla en dos aspectos: a) en un poder de exigencia y un deber de respeto erga omnes a preservar la sustentabilidad del entorno ambiental, lo que implica la no afectación, ni lesión a este Derecho (eficacia horizontal de los derechos fundamentales); y b) en la obligación correlativa de las autoridades de vigilancia, conservación y garantía de que sean atendidas las regulaciones pertinentes (eficacia vertical).

La eficacia en el goce del nivel más alto del mencionado Derecho, conlleva obligaciones para el Estado de garantizar su protección hasta el máximo de los recursos de los que disponga; sin embargo, esa finalidad no sólo impone deberes a los poderes públicos, sino también a los particulares, pues la actuación unilateral del Estado resulta insuficiente cuando no se acompaña de conductas sociales dirigidas a la consecución de los valores que subyacen tras esos derechos, lo que implica que su protección sea una responsabilidad compartida entre autoridades y gobernados.

Ante este deber de respeto de la protección al ambiente por parte del Estado y de los particulares, es que en cumplimiento del artículo 4 constitucional se solicita la autorización en materia de impacto ambiental para realizar las obras del Proyecto.

Dentro del artículo 27 constitucional establece que la propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional corresponde originariamente a la Nación, la cual ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares, constituyendo la propiedad privada; de este mismo artículo se comprende que se derivan, la regulación del aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación se traduce en la normatividad



expedida para su aplicación en materia de aguas (Ley de Aguas Nacionales), forestal (Ley Forestal), entre otras.

III.4.2 LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), es un ordenamiento reglamentario de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las cuales la nación ejerce su soberanía. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable.

A continuación, en la siguiente tabla se señalan los preceptos aplicables al Proyecto.

Tabla 8 Vinculación jurídica del Proyecto con los artículos aplicables de la LGEEPA.

Articulo	Vinculación Jurídica
Artículo 28.- La evaluación del impacto ambientales 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	En virtud de que se actualizan los supuestos previstos en el artículo 28 de conformidad a las fracciones aquí enunciadas, el Proyecto da cumplimiento a lo establecido al someterse en materia de evaluación de impacto ambiental ante la autoridad correspondiente, por medio de la presentación de esta Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional , a través de la cual se busca prevenir, mitigar y restaurar los daños al ambiente, así como la regulación de las obras y actividades pretendidas.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría: I.- Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos; ... VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas; ... X.- Obras y actividades en humedales, ecosistemas costeros, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales. En el caso de actividades pesqueras, acuícolas o agropecuarias se estará a lo dispuesto por la fracción XII de este artículo; ...	
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.	El Proyecto da cumplimiento a lo indicado por este artículo, lo anterior con la presentación de esta Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional, en la cual se describen los impactos ambientales a generarse y se establecen las medidas de prevención, mitigación y compensación que serán aplicadas.
Artículo 113.- No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. En todas las emisiones a la	Durante las etapas de preparación del sitio y construcción y de operación y mantenimiento el Proyecto utilizará equipos que funcionan a bases de motores de

atmósfera, deberán ser observadas las previsiones de esta Ley y de las Disposiciones reglamentarias que de ella emanen, así como las normas oficiales mexicanas expedidas por la Secretaría.	combustión interna los cuales contarán con los mantenimientos correspondientes y serán utilizados de acuerdo con las recomendaciones del fabricante; de tal forma que las emisiones a la atmósfera que se generarán como resultado de su uso se encuentren por debajo de los límites máximos permisibles contemplados dentro de la presente norma. Adicionalmente no se utilizarán unidades que se encuentren en malas condiciones mecánicas y que emitan humo en exceso, asimismo, la maquinaria permanecerá apagada durante los lapsos que no sea utilizada.
ARTÍCULO 121. No podrán descargarse o infiltrarse en cualquier cuerpo o corriente de agua o en el suelo o subsuelo, aguas residuales que contengan contaminantes, sin previo tratamiento y el permiso o autorización de la autoridad federal, o de la autoridad local en los casos de descargas en aguas de jurisdicción local o a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población.	El Proyecto no contempla la descarga o infiltraciones de aguas residuales a cuerpos de agua. Las aguas residuales que se generen durante las etapas de preparación y construcción del Proyecto serán colectadas y transportadas a donde indique la autoridad competente mediante una empresa debidamente autorizada para dar el servicio y que emita los comprobantes necesarios.
Artículo 134.- Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios: II. Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos;	Se llevará a cabo el confinamiento y acopio temporal de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos en almacenes independientes con las características requeridas por las autoridades competentes en la materia, dando cumplimiento a las Normas Oficiales mexicanas y disposiciones aplicables a la

	materia, así mismo se implementará el Programa de Manejo Integral de Residuos.
Artículo 136.- Los residuos que se acumulen o puedan acumularse y se depositen o infiltren en los suelos deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir o evitar: I. La contaminación del suelo; II. Las alteraciones nocivas en el proceso biológico de los suelos; - III.- Las alteraciones en el suelo que perjudiquen su aprovechamiento, uso o explotación, y III. Riesgos y problemas de salud	Se llevará a cabo el confinamiento y acopio temporal de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos en almacenes independientes con las características requeridas por las autoridades competentes en la materia, dando cumplimiento a las Normas Oficiales mexicanas y disposiciones aplicables a la materia, así mismo se implementará el Programa de Manejo Integral de Residuos; para el almacenamiento de los residuos se establecerán almacenes temporales, atendiendo el cumplimiento a los tiempos máximos establecidos en la normatividad aplicable.
Artículo 150.- Los materiales y residuos peligrosos deberán ser manejados con arreglo a la presente Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas que expida la Secretaría, previa opinión de las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, de Energía, de Comunicaciones y Transportes, de Marina y de Gobernación. La regulación del manejo de esos materiales y residuos incluirá según corresponda, su uso recolección, almacenamiento, transporte, reúso, reciclaje, tratamiento y disposición final.	Con el fin de dar cumplimiento a la presente se llevará a cabo el confinamiento, clasificación y acopio temporal de los residuos sólidos y peligrosos en almacenes independientes con las características previstas dentro de la presente Norma Oficial, así mismo se implementará el Programa de Manejo Integral de Residuos, dentro del cual se incluye un programa específico para el Manejo integral de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial
Artículo 151.- La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los	La disposición final de residuos sólidos y peligrosos se realizará a través de empresas autorizadas para tal fin, mismas que deberán



genera. En el caso de que se contrate los servicios de manejo y disposición final de los residuos peligrosos con empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas independientemente de la responsabilidad que, en su caso, tenga quien los generó.	presentar sus respectivas autorizaciones vigentes.

Fuente: Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (2022).

III.4.3 LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE

La presente Ley es Reglamentaria del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, sus disposiciones son de orden e interés público y de observancia general en todo el territorio nacional, y tienen por objeto regular y fomentar el manejo integral y sustentable de los territorios forestales, la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos; así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, las Entidades Federativas, Municipios y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73, fracción XXIX-G de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable. El Proyecto cumplirá con lo ordenado en esta ley previa, durante la ejecución de este y sus obras asociadas ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Tabla 9 Vinculación jurídica del Proyecto con los artículos aplicables de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Artículo	Vinculación
Artículo 93. La Secretaría autorizará el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base	El proyecto cumple con el presente precepto toda vez que tramitará las autorizaciones correspondientes para llevar a cabo las actividades de Cambio

Artículo	Vinculación
en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitigue en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal. En las autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, la Secretaría deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las opiniones técnicas emitidas por los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate. Las autorizaciones que se emitan deberán. Integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la flora y fauna afectadas y su adaptación al nuevo hábitat conforme se establezca en el Reglamento. Dichas autorizaciones deberán sujetarse a lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamientos ecológicos correspondientes, las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables	de Usos de Suelo de Terrenos Forestales.

Fuente: Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (2022).

III.4.4 LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE

La presente Ley es de orden público y de interés social, reglamentaria del párrafo tercero del artículo 27 y de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73 constitucionales. Su objeto es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su



hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción.

En la siguiente tabla se presentan los preceptos de la LGVS vinculantes con el Proyecto.

Tabla 10 Vinculación jurídica del Proyecto con los artículos aplicables de la LGVS.

Artículo	Vinculación
Artículo 4. Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación.	El Proyecto contempla un uso sustentable de los recursos naturales, respetando su integridad y la funcionalidad de los ecosistemas. La planeación del proyecto ha considerado las características de los componentes bióticos y abióticos que se encuentran dentro de los polígonos que lo conforman y en el sistema ambiental regional (SAR) en el que se inserta, así como la calidad ambiental de los ecosistemas, de tal forma que se han establecido las áreas de conservación en las zonas más relevantes para la protección de los ecosistemas que ahí se desarrollan; en estas áreas los elementos naturales no se modificarán de ninguna manera, por lo que se cumple con la presente disposición.
Artículo 27 Bis. - No se permitirá la liberación o introducción a los hábitats y ecosistemas naturales de especies exóticas invasoras. La Secretaría determinará dentro de normas oficiales mexicanas y/o acuerdos secretariales las listas de especies exóticas invasoras. Las listas respectivas serán revisadas y actualizadas cada 3 años o antes si se presenta información suficiente para la inclusión de alguna especie o población.	Para las labores de rescate de especies, se coleccionará el germoplasma de las especies que se encuentren dentro del área del proyecto, dándole mayor importancia a aquellos que se encuentren dentro de algún programa de conservación. Las especies de cactáceas serán reubicadas y en caso de que por sus dimensiones no se puedan reubicadas, se recolectará el material genético en base al programa de rescate. No se permitirá la introducción al ecosistema de especies exóticas invasoras.



Artículo	Vinculación
Las listas y sus actualizaciones indicarán el género, la especie y, en su caso, la subespecie y serán publicadas en el Diario Oficial de la Federación y en la Gaceta Ecológica. Asimismo, expedirá las normas oficiales mexicanas y/o acuerdos secretariales relativos a la prevención de la entrada de especies exóticas invasoras, así como el manejo, control y erradicación de aquéllas que ya se encuentren establecidas en el país o en los casos de introducción fortuita, accidental o ilegal.	
Artículo 31. Cuando se realice traslado de ejemplares vivos de fauna silvestre, éste se deberá efectuar bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características.	Previo al inicio de las obras se revisará si existen animales en el área de trabajo, en caso afirmativo se procederá a desplazarlos hacia sitios más seguros. Lo anterior considerando realizar las acciones de rescate de fauna para su manejo y traslado a áreas de conservación, en el marco del Programa de Biodiversidad y el Subprograma de Conservación de especies. De conformidad al Programa de Rescate de Fauna Silvestre se prevé la implementación de técnicas y metodologías adecuadas para la captura y reubicación de las mismas, así mismo se contará con personal capacitado en la materia.

Fuente: Ley General de Vida Silvestre (2021).

III.4.5 LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS

Esta Ley tiene por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la



Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación. Para efecto de esta Ley, de conformidad con el artículo 5, se entiende por Residuo, el material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final conforme a lo dispuesto en esta Ley y demás ordenamientos que de ella deriven.

En la tabla siguiente se presentan los artículos de la LGPGIR vinculantes con el Proyecto.

Tabla 11 Vinculación jurídica del Proyecto con los artículos aplicables de la LGPGIR.

Artículo	Vinculación
Artículo 40. Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven. En las actividades en las que se generen o manejen residuos peligrosos, se deberán observar los principios previstos en el artículo 2 de este ordenamiento, en lo que resulten aplicables.	El Proyecto contempla la implementación de un Programa de Manejo Integral de Residuos en el cual se incluye un subprograma de manejo integral de residuos peligrosos, en el cual se contempla el cumplimiento y acatamiento a la Ley, su Reglamento y las Normas Oficiales Mexicanas que regulan en dicha materia, aplicando los mecanismos de separación y almacenamiento.
Artículo 41. Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme	El Proyecto se acatará a lo establecido mediante la implementación de un Programa de Manejo Integral de Residuos en el cual se incluye un subprograma de manejo integral de residuos peligrosos, en el cual se contempla el



Artículo	Vinculación
a los términos señalados en esta Ley.	cumplimiento y acatamiento a la Ley, su Reglamento y las Normas Oficiales Mexicanas que regulan en dicha materia, aplicando los mecanismos de separación y almacenamiento.
Artículo 42. Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos. La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador. Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que	El Proyecto dará cumplimiento mediante la implementación de un Programa de Manejo Integral de Residuos en el cual se incluye un subprograma de manejo integral de residuos peligrosos, en el cual se contempla el cumplimiento y acatamiento a la Ley, su Reglamento y las Normas Oficiales Mexicanas que regulan en dicha materia, aplicando los mecanismos de separación y almacenamiento; contratando servicios de manejo de residuos a empresas autorizadas.

Artículo	Vinculación
cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo.	
Artículo 43. Las personas que generen o manejen residuos peligrosos deberán notificarlo a la Secretaría o a las autoridades correspondientes de los gobiernos locales, de acuerdo con lo previsto en esta Ley y las disposiciones que de ella se deriven.	El Proyecto al momento que comience a generar residuos peligrosos notificará y solicitará el registro a la Secretaría, dando cumplimiento al presente artículo de conformidad a lo previsto en esa Ley y las disposiciones que se deriven.
Artículo 44. Generación de los Residuos Peligrosos. Los generadores de residuos peligrosos tendrán las siguientes categorías: I. Grandes generadores; II. Pequeños generadores, y III. Microgeneradores.	El Proyecto se da por enterado de las categorías que se contemplan para los generadores de residuos y de conformidad a sus categorías generará su registro en la categoría correspondiente.
Artículo 45. Los generadores de residuos peligrosos deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría. En cualquier caso, los generadores deberán dejar libres de residuos peligrosos y de contaminación que pueda representar un riesgo a la salud y al ambiente, las instalaciones	Al momento en que el Proyecto se registre como un generador de residuos peligrosos, identificará y clasificará de acuerdo al código de clasificación de las características que contienen los residuos peligrosos, mismo que será considerado dentro del Programa de Manejo Integral de Residuos.

Artículo	Vinculación
en las que se hayan generado éstos, cuando se cierren o se dejen de realizar en ellas las actividades generadoras de tales residuos.	
Artículo 95. La regulación de la generación y manejo integral de los residuos sólidos urbanos y los residuos de manejo especial se llevará a cabo conforme a lo que establezca la presente Ley, las disposiciones emitidas por las legislaturas de las entidades federativas y demás disposiciones aplicables.	En el caso de que el Proyecto se encuentre dentro del supuesto de un generador de residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial realizará el registro ante la autoridad competente, dando cumplimiento al presente artículo de conformidad a lo previsto en esa Ley y las disposiciones que se deriven.

Fuente: Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

III.4.6 LEY DE AGUAS NACIONALES

La Ley de Aguas Nacionales es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales; y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable.

Al respecto, se señalan los artículos correlativos vinculantes al Proyecto.

Tabla 3. 12 Vinculación jurídica del Proyecto con los artículos aplicables del LAN.

Artículo	Vinculación
ARTÍCULO 7. Se declara de utilidad pública: ... II. La protección, mejoramiento, conservación y restauración de cuencas hidrológicas, acuíferos,	El proyecto contempla el aprovechamiento del agua, sin embargo, se contempla el 20% del caudal al gasto ecológico, para preservar los servicios ambientales.

Artículo	Vinculación
cauces, vasos y demás depósitos de agua de propiedad nacional, zonas de captación de fuentes de abastecimiento, zonas federales, así como la infiltración natural o artificial de aguas para reabastecer mantos acuíferos acorde con las "Normas Oficiales Mexicanas" y la derivación de las aguas de una cuenca o región hidrológica hacia otras; V. El restablecimiento del equilibrio de los ecosistemas vitales vinculados con el agua;	
ARTÍCULO 20. De conformidad con el carácter público del recurso hídrico, la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales se realizará mediante concesión o asignación otorgada por el Ejecutivo Federal [...].	El proyecto se encuentra dentro del Plan Nacional Hídrico 2024-2030, y el Sistema de Presas para Hermosillo, Sonora, como respuesta a la insuficiencia del vital líquido en el estado.
ARTÍCULO 86 BIS 2. Se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que, por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas. Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición.	No aplica. El proyecto no contempla actividades permanentes que generen desechos o residuos, y que sean depositados en el cuerpo de agua. Todo residuo que se genere durante las actividades serán tratadas en función a la normatividad que le aplique.

Artículo	Vinculación
ARTÍCULO 118. Los bienes nacionales a que se refiere el presente Título podrán explotarse, usarse o aprovecharse por personas físicas o morales mediante concesión que otorgue "la Autoridad del Agua" para tal efecto.	El proyecto pretende aprovechar el agua para un bien común, satisfacer las necesidades y demanda de agua de la población y del sector productivo.

Fuente: Ley de Aguas Nacionales (2022).

III.4.7 LEY GENERAL DE BIENES NACIONALES

La Ley General de Bienes Nacionales tiene como objeto establecer los bienes que constituyen el patrimonio de la Nación, el régimen de dominio público de los bienes de la Federación y de los inmuebles de los organismos descentralizados de carácter federal, la distribución de competencias entre las dependencias administradoras de inmuebles, las bases para la integración y operación del Sistema de Administración Inmobiliaria Federal y Paraestatal y del Sistema de Información Inmobiliaria Federal y Paraestatal, incluyendo la operación del Registro Público de la Propiedad Federal, las normas para la adquisición, titulación, administración, control, vigilancia y enajenación de los inmuebles federales y los de propiedad de las entidades, con excepción de aquellos regulados por leyes especiales, las bases para la regulación de los bienes muebles propiedad de las entidades, y la normatividad para regular la realización de avalúos sobre bienes nacionales.

Tabla 13 Ley General de Bienes Nacionales

Artículo	Vinculación
ARTÍCULO 86 BIS 2. Se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que, por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de	El Proyecto no contempla la descarga o infiltraciones de aguas residuales a cuerpos de agua.



los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas. Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición.	

Fuente: Ley General de Bienes Nacionales (2021).

III.4.8 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

Este Reglamento tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal.

Al respecto, se señalan los artículos correlativos vinculantes al Proyecto.

Tabla 14 Vinculación jurídica del Proyecto con los artículos aplicables del RLGEPA IA.

Artículo	Vinculación
Artículo 5. Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental: ... O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS: I. Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de	En virtud de que se actualizan los supuestos previstos en el artículo 5o del presente ordenamiento, de conformidad a los incisos aquí enunciados, el Proyecto da cumplimiento a lo establecido al someterse en materia de evaluación de impacto ambiental ante la autoridad correspondiente, por medio de la presentación de esta Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional, a través de la cual se busca prevenir, mitigar y restaurar los daños al ambiente, así como la regulación de las obras y actividades pretendidas.

desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores a 1000 metros cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables; ... R) OBRAS Y ACTIVIDADES EN HUMEDALES, MANGLARES, LAGUNAS, RÍOS, LAGOS Y ESTEROS CONECTADOS CON EL MAR, ASÍ COMO EN SUS LITORALES O ZONAS FEDERALES: I. Cualquier tipo de obra civil, con excepción de la construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en estos ecosistemas, y	



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

Fuente: Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (2014).

III.4.9 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS

Este ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la nación ejerce su jurisdicción y su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Tabla 15 Vinculación jurídica del Proyecto con los artículos aplicables del Reglamento de la LGPGIR.

Artículo	Vinculación Jurídica
Artículo 40.- La mezcla de suelos con residuos peligrosos listados será considerada como residuo peligroso, y se manejará como tal cuando se transfiera. Los residuos peligrosos que se encuentren mezclados en lodos derivados de plantas de tratamiento autorizados por la autoridad competente deberán de caracterizarse y cumplir las condiciones particulares de descarga	En cuanto a los residuos se llevará a cabo el confinamiento y acopio temporal en almacenes independientes con las características previstas dentro de las Normas Oficiales Mexicanas, así mismo se implementará un Programa de Manejo Integral de Residuos.

que les sean fijadas y las demás disposiciones jurídicas de la materia. En la norma oficial mexicana se determinarán aquellos residuos que requieran otros requisitos de caracterización adicionales de acuerdo con su peligrosidad. Los residuos peligrosos generados por las actividades de dragado para la construcción y el mantenimiento de puertos, dársenas, ríos, canales, presas y drenajes serán manejados de acuerdo con las normas oficiales mexicanas que al efecto se expidan. Los residuos peligrosos provenientes de la industria minero-metalúrgica y aquéllos integrados en lodos y aguas residuales, se regularán en las normas oficiales mexicanas correspondientes.	

Fuente: Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (2014).

III.5 LEYES Y REGLAMENTOS ESTATALES Y MUNICIPALES

III.5.1 LEY ESTATAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE DEL ESTADO DE SONORA

III.5.2 PLANES O PROGRAMAS MUNICIPALES

El proyecto es de jurisdicción federal con ubicarse en el Río Sonora, sin embargo, se contempla la Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Sonora, con el fin de no interponer los intereses del proyecto, y de esta manera dar cumplimiento de forma integral la legislación que pueda vincularse con el proyecto.

En el artículo 1°, fracción VI menciona que “El aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales en el territorio del Estado que sean de jurisdicción local, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas;”

Como se mencionó, el proyecto es de jurisdicción federal, sin embargo, se contempla un aprovechamiento del agua de forma que no afecte el régimen del caudal ecológico. El proyecto servirá para satisfacer la demanda hídrica de la región, tanto para el ámbito social como el económico.

Sobre la prevención y control de la contaminación del suelo, el artículo 136 fracción II y III menciona:

“II.- Los residuos deben ser controlados en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos;”

“III.- La realización de las obras públicas o privadas que por sí mismas puedan provocar deterioro severo de los suelos deben incluir acciones equivalentes de regeneración;”

El proyecto contempla las medidas preventivas y de mitigación para la conservación de los suelos, así también se tendrá un Plan de Vigilancia Ambiental en donde se dará seguimiento a las medidas que se implementen durante la ejecución del proyecto.

III.6 CONVENIOS INTERNACIONALES

III.6.1 CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO

La presente Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático tiene por objeto lograr, de conformidad con las disposiciones pertinentes, la estabilización de las concentraciones de gases de efecto



invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático. Ese nivel debería lograrse en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible.

Tabla 16 Vinculación jurídica del Proyecto con el Convenio marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

Artículo de la Convención	Vinculación Jurídica
Artículo 3 Principios Las Partes, en las medidas que adopten para lograr el objetivo de la Convención y aplicar sus disposiciones, se guiarán, entre otras cosas, por lo siguiente: 1. Las Partes deberán proteger el sistema climático en beneficio de las generaciones presentes y futuras, sobre la base de la equidad y de conformidad con sus responsabilidades comunes pero diferenciadas y sus respectivas capacidades. En consecuencia, las Partes que son países desarrollados deberán tomar la iniciativa en lo que respecta a combatir el cambio climático y sus efectos adversos. 2. Deberán tenerse plenamente en cuenta las necesidades específicas y las circunstancias especiales de las Partes que son países en desarrollo, especialmente aquellas que son particularmente vulnerables a los efectos adversos del cambio climático, y las de aquellas Partes, especialmente las Partes que son países en desarrollo, que tendrán que soportar una carga anormal o desproporcionada en virtud de la Convención. 3. Las Partes deberán tomar medidas de precaución para prevenir, prevenir o reducir al mínimo las causas del cambio	Se prevé dar cumplimiento a la presente disposición con la implementación del Programa de desempeño ambiental en Materia de Cambio Climático y de Educación Ambiental, a través de los cuales se busca fortalecer las capacidades y conocimientos en materia ambiental de quienes participen en el Proyecto.



climático y mitigar sus efectos adversos. Cuando haya amenaza de daño grave o irreversible, no deberá utilizarse la falta de total certidumbre científica como razón para posponer tales medidas, tomando en cuenta que las políticas y medidas para hacer frente al cambio climático deberán ser eficaces en función de los costos a fin de asegurar beneficios mundiales al menor costo posible. A tal fin, esas políticas y medidas deberán tener en cuenta los distintos contextos socioeconómicos, ser integrales, incluir todas las fuentes, sumideros y depósitos pertinentes de gases de efecto invernadero y abarcar todos los sectores económicos. Los esfuerzos para hacer frente al cambio climático pueden llevarse a cabo en cooperación entre las Partes interesadas.

4. Las Partes tienen derecho al desarrollo sostenible y deberán promoverlo. Las políticas y medidas para proteger el sistema climático contra el cambio inducido por el ser humano deberán ser apropiadas para las condiciones específicas de cada una de las Partes y estar integradas en los programas nacionales de desarrollo, tomando en cuenta que el crecimiento económico es esencial para la adopción de medidas encaminadas a hacer frente al cambio climático.

5. Las Partes deberán cooperar en la promoción de un sistema económico internacional abierto y propicio que condujera al crecimiento económico y desarrollo sostenibles de todas las Partes, particularmente de las Partes que son países en desarrollo, permitiéndoles de ese modo hacer frente en mejor forma a los problemas del cambio climático. Las medidas adoptadas para combatir el cambio climático, incluidas las unilaterales, no deberán constituir un medio de discriminación arbitraria o injustificable ni una restricción encubierta al comercio internacional.

Fuente: Convenio marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (2016)



III.6.2 ACUERDO DE PARIS

El acuerdo fue adoptado en París Francia en el año 2015, con el objeto reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, en el contexto del desarrollo sostenible y de los esfuerzos por erradicar la pobreza.

El acuerdo fue firmado por 197 países y ratificado hasta el momento por 191 países, es decir, que han dado el consentimiento del estado a estar vinculado legalmente en el acuerdo. México por su parte entregó la ratificación en septiembre del 2016. El acuerdo enmarca tres principales metas.

- 1 Limitar el aumento de la temperatura media por debajo de los 2°C por encima de los niveles pre-industriales y proseguir los esfuerzos para limitarlo a 1.5°C.
- 2 Mejorar la capacidad de adaptación global, fortalecer la resiliencia y reducir la vulnerabilidad al cambio climático.
- 3 Aumentar el flujo de recursos financieros para apoyar la transformación hacia sociedades resilientes y economías bajas en carbono.

Tabla 17 Vinculación jurídica del Proyecto con el Acuerdo de París.

Artículo de la Convención	Vinculación Jurídica
Artículo 2 1. El presente Acuerdo, al mejorar la aplicación de la Convención, incluido el logro de su objetivo, tiene por objeto reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, en el contexto del desarrollo sostenible y de los esfuerzos por erradicar la pobreza, y para ello: a) Mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2 °C con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1,5 °C con respecto a los	Si bien el presente protocolo es de competencia de la federación, el Proyecto coadyuvará a su cumplimiento mediante la implementación de los siguientes programas: 1. Supervisión ambiental 2. Manejo Integral de Residuos 3. Conservación y Manejo de Ecosistemas 4. Biodiversidad

niveles preindustriales, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático; b) Aumentar la capacidad de adaptación a los efectos adversos del cambio climático y promover la resiliencia al clima y un desarrollo con bajas emisiones de gases de efecto invernadero, de un modo que no comprometa la producción de alimentos; y c) Situar los flujos financieros en un nivel compatible con una trayectoria que conduzca a un desarrollo resiliente al clima y con bajas emisiones de gases de efecto invernadero. 2. El presente Acuerdo se aplicará de modo que refleje la equidad y el principio de las responsabilidades comunes pero diferenciadas y las capacidades respectivas, a la luz de las diferentes circunstancias nacionales.	5. Monitoreo Ambiental 6. Prevención y Atención a Contingencias Ambientales 7. Manejo Integral del Agua 8. Sociocultural 9. Desempeño Ambiental en Materia de Cambio Climático

Fuente: Protocolo de Kyoto (2000)

III.6.3 AGENDA 2030

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, aprobada en septiembre de 2015 por la Asamblea General de las Naciones Unidas, establece una visión transformadora hacia la sostenibilidad económica, social y ambiental de los 193 Estados Miembros que la suscribieron y será la guía de referencia para el trabajo de la institución en pos de esta visión durante los próximos años. La Agenda 2030 es una agenda transformadora, que pone a la igualdad y dignidad de las personas en el centro y llama a cambiar nuestro estilo de desarrollo, respetando el medio ambiente. Es un compromiso universal adquirido tanto por países desarrollados como en vías de desarrollo, en el marco de una alianza mundial reforzada, que toma en cuenta los medios de implementación para realizar el cambio y la prevención de desastres por eventos externos, así como la mitigación y adaptación al cambio climático.

La Agenda está conformada por 17 objetivos (objetivos de desarrollo sostenible);

ODS 1. Fin de la pobreza: erradicar la pobreza extrema en el mundo, medida actualmente por un ingreso por persona inferior a 1,25 dólares al día.

ODS 2. Hambre cero: poner fin al hambre y asegurar el acceso de todos a una alimentación sana y nutritiva.

ODS 3. Salud y bienestar: garantizar una vida sana y promover el bienestar a todas las edades.

ODS 4. Educación de calidad: garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida.

ODS 5. Igualdad de género: lograr la igualdad entre géneros y empoderar a mujeres y niñas.

ODS 6. Agua limpia y saneamiento: lograr el acceso universal y equitativo al agua potable a un precio asequible.

ODS 7. Energía asequible y no contaminante: garantizar el acceso a energía asequible, segura, sostenible y moderna, y velar por la transición energética.

ODS 8. Trabajo decente y crecimiento económico: promover un crecimiento económico inclusivo y sostenible, así como trabajo decente para todos.

ODS 9. Industria, innovación e infraestructuras: construir infraestructuras resilientes, promover una industrialización sostenible y fomentar la innovación.

ODS 10. Reducción de las desigualdades: reducir la desigualdad en y entre los países, manteniendo el crecimiento de los ingresos del 40 % de la población más pobre en una tasa superior a la media nacional.

ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles: asegurar el acceso de todos a viviendas y servicios básicos adecuados, seguros y asequibles, y mejorar los barrios marginales.

ODS 12. Producción y consumo responsables: garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.

ODS 13. Acción por el clima: adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.

ODS 14. Vida submarina: conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos.

ODS 15. Vida de ecosistemas terrestres: gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación y detener e invertir la degradación de las tierras y la pérdida de biodiversidad.

ODS 16. Paz, justicia e instituciones sólidas: promover sociedades justas, pacíficas e inclusivas.

ODS 17. Alianzas para lograr los Objetivos: revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible.

Los mismos son abordados y atendidos a través de los diversos programas de desarrollo Federal, Estatal y Municipal al encontrarse alineados a estos Objetivos de Desarrollo Sostenible.



III.7 CONCLUSIONES

Tomando en consideración lo anteriormente expuestos se concluye para el Proyecto:

Permitiendo garantizar la protección y conservación de dichos recursos al tenerlos plenamente identificados, e identificados, y en su caso, atendiendo los principios y de prevención y precaución mitigar aquellos impactos generados por las obras y/o actividades pretendidas.

- Conforme al análisis realizado de las normas jurídicas y ordenamientos aplicables y vigentes, en concatenación con los hallazgos y la propuesta técnica generada para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales ocasionados por el proyecto; se demuestra el proyecto se ajusta a las disposiciones previstas en dichos instrumentos, por lo que es posible concluir fehacientemente que el proyecto es COMPATIBLE.



III.8 REFERENCIAS

ACUERDO que adiciona párrafos a la especificación 6.3 de la Norma Oficial Mexicana NOM-162-SEMARNAT-2012, Que establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación.

https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5290964&fecha=08/03/2013

Boletín Oficial (2015) Decreto que aprueba el programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Sonora. Número, 41 sección III. Tomo CXCV. Hermosillo Sonora. <http://hunting.sonora.gob.mx/forestal/POET%20BO%20210515.pdf>

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (Última Reforma 2022, 18 de noviembre). Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. (CPEUM). Diario Oficial de la Federación.

<https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CPEUM.pdf>

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (Última Reforma 2014, 31 de octubre) Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Diario Oficial de la Federación.

https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGPGIR_311014.pdf

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (Última Reforma 2022, 11 de abril). Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. (LGEEPA) Diario Oficial de la Federación.

<https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf>

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (Última Reforma 2022, 28 de junio). Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. (LGEDFS) Diario Oficial de la Federación.

<https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEDFS.pdf>

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (Última Reforma 2021, 20 de mayo). Ley General de Vida Silvestre. (LGVS) Diario Oficial de la Federación.

https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/146_200521.pdf

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (Última Reforma 2021, 18 de enero). Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. (LGPGIR)

Dirio Oficial de la Federación.

https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263_180121.pdf

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (Última Reforma 2022, 11 de mayo).

Ley de Aguas Nacionales. (LAN) Dirio Oficial de la Federación.

<https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LAN.pdf>

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (Última Reforma 2021, 14 de

septiembre). Ley General de Bienes Nacionales. (LGBN) Dirio Oficial de la

Federación. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGBN.pdf>

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (Última Reforma 2014, 31 de octubre).

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

en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. (RLGEEPA-IA) Diario Oficial de

la Federación.

https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MEIA_311014.pdf

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (Última Reforma 1991, 21 de agosto).

Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables,

Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar. Diario Oficial

de la Federación.

[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/131812/39._REGLAMENTO_P
ARA_EL_USO_Y_APROVECHAMIENTO_DEL_MAR_TERRITORIAL_VAS_N
AVEGABLES_PLAYAS_ZONA_FEDERAL_MAR_TIMO_TERRESTRE_Y_TE
RRENOS_GANADOS_AL_MAR.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/131812/39._REGLAMENTO_PARA_EL_USO_Y_APROVECHAMIENTO_DEL_MAR_TERRITORIAL_VIAS_NAVIGABLES_PLAYAS_ZONA_FEDERAL_MARITIMO_TERRESTRE_Y_TERRENOS_GANADOS_AL_MAR.pdf)

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (Última Reforma 2014, 31 de octubre)

Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los

Residuos. Diario Oficial de la Federación.

https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGPGIR_311014.pdf

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). (2022, 17 de julio). Áreas

Naturales Protegidas. [https://www.gob.mx/conanp/documentos/areas-naturales-](https://www.gob.mx/conanp/documentos/areas-naturales-protegidas-278226?idiom=es)

[protegidas-278226?idiom=es](https://www.gob.mx/conanp/documentos/areas-naturales-protegidas-278226?idiom=es)

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2020, 01

de junio) Áreas Naturales Protegidas Estatales, Municipales, Ejidales,



<http://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/anpest20gw.html>

Congreso del Estado de Nayarit. (2021, 04 de noviembre) Plan Estatal de Desarrollo Nayarit 2021 – 2027 con Visión Estratégica de Largo Plazo (“Plan Estatal de Desarrollo 21-27 - Nayarit”). Periodico Oficial del Gobierno del Estado de Nayarit. https://sds.nayarit.gob.mx/Content/files/PED2021-2027/PED_NAYARIT_2021-2027_DocOficial.pdf

Congreso del Estado de Nayarit. (Última Reforma 2021, 07 de junio) Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Nayarit. Periódico Oficial.

https://implansmo.nayarit.gob.mx/images/itai/f1/estatal/LEY_EEEPMANAY.pdf

Convención Ramsar. (Pagina Oficial Ramsar). Servicio de Información sobre Sitios Ramsar
Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora
Silvestres (CITES). (1991) (Convención sobre el Comercio Internacional de
Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) .
<https://cites.org/esp/disc/what.php>

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). (2015, 16 de diciembre)
Estrategia Nacional de Cambio Climático. Diario Oficial de la Federación.
[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/41978/Estrategia-Nacional-
Cambio-Climatico-2013.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/41978/Estrategia-Nacional-Cambio-Climatico-2013.pdf)



Naciones Unidas. (1994, 21 de marzo) Convención marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. <https://unfccc.int/es/process-and-meetings/que-es-la-convencion-marco-de-las-naciones-unidas-sobre-el-cambio-climatico>

Naciones Unidas. (1997, 11 de diciembre) Protocolo de Kyoto. https://unfccc.int/es/kyoto_protocol

Naciones Unidas. (2015, septiembre) Agenda 2030: Objetivos de Desarrollo Sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

Secretaría de Economía. (2016, 07 de diciembre) Norma Mexicana NMX-AA-120-SCFI-2016. Que establece los requisitos y especificaciones de sustentabilidad de calidad de playas (cancela la NMX-AA-120-SCFI-2006). Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5464463&fecha=07/12/2016#qsc.tab=0

Secretaría de Economía. (2020, 04 de junio) NMX-AA-119-SCFI-2020 Que establece los requisitos y criterios de desempeño sustentable para el diseño, construcción y operación de marinas turísticas (CANCELA a la NMX-AA-119-SCFI-2006) <https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFsr/nmx-aa-119-scfi-2020.pdf>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2012, 07 de septiembre) Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT). Diario Oficial de la Federación. https://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/temas/ordenamientoecologico/Documents/documentos_bitacora_oegt/dof_2012_09_07_poegt.pdf

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2006, 15 de diciembre) Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4940652&fecha=15/12/2006#qsc.tab=0

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2018, 01 de agosto). Oficio SGPA/DGIRA/DG/05556.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2010, 10 septiembre) NOM-138-SEMARNAT/SSAI-2012, Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.

[http://www.ordenjuridico.gob.mx/Federal/PE/APF/APC/SEMARNAT/Normas/Oficiales/29032005\(1\).pdf](http://www.ordenjuridico.gob.mx/Federal/PE/APF/APC/SEMARNAT/Normas/Oficiales/29032005(1).pdf)

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (1993, 22 de octubre). NOM-043-SEMARNAT-1993. Que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas. Diario Oficial de la Federación.

<http://sigajalisco.gob.mx/assets/documentos/normatividad/nom043semarnat1993.htm>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (1995, 13 de enero) NOM-080-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición. Diario Oficial de la Federación.

https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4866669&fecha=13/01/1995#gsc.tab=0

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (1995, 13 de enero). NOM-081-SEMARNAT-1994. Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

<http://legismex.mty.itesm.mx/normas/ecol/ecol081.pdf>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (1998, 03 de junio) NOM-002-SEMARNAT-1996. Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal. Diario Oficial de la Federación.

https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4881304&fecha=03/06/1998#gsc.tab=0

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (1998, 21 de septiembre) NOM-003-SEMARNAT-1997. Que establece los límites máximos permisibles de

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

contaminantes para las aguas residuales tratadas que se rehúsen en servicios al público. Diario Oficial de la Federación.

<http://sigajalisco.gob.mx/Assets/documentos/normatividad/nom003semarnat1997.htm>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2003, 10 de abril). NOM-022-SEMARNAT-2003, Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar. Diario Oficial de la Federación.
https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=697013&fecha=10/04/2003#gsc.tab=0

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2006, 12 de octubre). NOM-044-SEMARNAT-2006, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales, hidrocarburos no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos, así como para unidades nuevas con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipadas con este tipo de motores. Diario Oficial de la Federación.
https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4934189&fecha=12/10/2006#gsc.tab=0

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2006, 23 de junio) NOM-052-SEMARNAT- 2005. Que establece las características, el procedimiento de identificación, Clasificación y los listados de los residuos peligrosos.
<https://dof.gob.mx/normasOficiales/1055/SEMARNA/SEMARNA.htm>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2010, 30 de diciembre) NOM-059-SEMARNAT- 2010. Protección Ambiental- Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestres Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - Lista de especies en riesgo.
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/134778/35.-NORMA_OFICIAL_MEXICANA_NOM-059-SEMARNAT-2010.pdf

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2013, 01 de febrero) NOM-162-SEMARNAT-2012 Que establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación.
https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5286506&fecha=01/02/2013#gsc.tab=0

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2015, 10 de junio). NOM-041-SEMARNAT- 2015. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. Diario Oficial de la Federación.
https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5396063&fecha=10/06/2015#gsc.tab=0

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2018, 08 de marzo). NOM-045-SEMARNAT- 2017. Protección ambiental. Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.
https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5515481&fecha=08/03/2018#gsc.tab=0

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2019, 14 de noviembre). MODIFICACIÓN del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, publicada el 30 de diciembre de 2010. Diario Oficial de la Federación.
https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5578808&fecha=14/11/2019#gsc.tab=0

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2022, 11 de marzo) NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-2021, Que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación. Diario Oficial de la Federación.



https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5645374&fecha=11/03/2022#qsc.tab=0

Secretaría de Turismo (SECTUR). (2020, 03 de julio) Programa Sectorial de Turismo 2020-2024. Diario Oficial de la Federación.
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/562395/PROSECTUR_2020_2024_Decreto_Programa.pdf

Subsistema de Información para el Ordenamiento Ecológico. Ordenamiento Ecológico General del Territorio (2012). Consultado en marzo 2025.
https://gisviewer.semarnat.gob.mx/aplicaciones/uga_oe2/

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

CAPÍTULO 4: DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN

“PRESA PUERTA DEL SOL”

Agosto 2025

Contenido

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN	6
IV.1 Delimitación y Justificación del Sistema Ambiental Regional (SAR) Donde Pretende Establecerse el Proyecto	6
IV.2 Caracterización y Análisis del Sistema Ambiental Regional	22
IV.2.1 Medio abiótico	22
IV.2.2 Medio biótico	53
IV.2.3 Medio socioeconómico	133
IV.2.4 Paisaje.....	140
IV.3 Gasto Ecológico.....	144
Apéndice Normativo A, objetivos ambientales para las cuencas hidrológicas de México.	147
Apéndice normativo B; procedimiento para la determinación de la alteración del régimen hidrológico natural en una corriente por la presencia de infraestructura.....	147
Apéndice normativo c, metodología hidrológica para determinar el régimen de caudal ecológico en corrientes o cuerpos de agua nacionales a nivel de cuenca hidrológica.	148
IV.4 Diagnóstico Ambiental	154
1. REFERENCIAS	187

Figuras

Figura 1. Área de Influencia Directa del proyecto Presa Puerta del Sol.	13
Figura 2. Asignación del valor V en la tabla de atributos.	15
Figura 3. Valores del AII del proyecto Puerta del Sol.	16
Figura 4. Área de Influencia Indirecta del proyecto Presa Puerta del Sol.	17
Figura 5. Ubicación del vaso y cortina del proyecto.	18
Figura 6. Microcuencas utilizadas para la delimitación del SAR.	19
Figura 7. Superposición de atributos para la delimitación del SAR.	20
Figura 8. Sistema Ambiental Regional del proyecto Presa Puerta del Sol.	21
Figura 9. Unidades climáticas en el SAR.	23
Figura 10. Grado de riesgo por temperaturas bajas en el SAR.	30
Figura 11. Grado de riesgo por inundación en el SAR.	31
Figura 12. Grado de riesgo por presencia de ciclones tropicales en el SAR.	32
Figura 13. Grado de riesgo por sequía en el SAR.	33
Figura 14. Elevación del Sistema Ambiental Regional.	34
Figura 15. Fisiografía, Provincia en el SAR.	35
Figura 16. Fisiografía; Subprovincias en el SAR.	36
Figura 17. Fisiografía; Sistema de Topoformas en el SAR.	38
Figura 18. Geología regional del SAR.	41
Figura 19. Edafología en el SAR.	43
Figura 20. Edafología Presa Puerta del Sol.	45
Figura 21. agua superficial en el SAR.	47
Figura 22. Arroyos que desembocan en el embalse del proyecto.	48
Figura 23. Ubicación del SAR respecto al acuífero 2624 Rio Sonora.	52
Figura 24. Uso de Suelo y Vegetación en el SAR.	54
Figura 25. Uso de Suelo y Vegetación en la superficie de la presa.	56
Figura 26. Tipos de uso de vegetación general de los sitios de muestreo.	60
Figura 27. Especificaciones en la medición del DN.	64
Figura 28. Distribución espacial de la nube de muestreo forestal en las comunidades Alfa y Gamma.	71
Figura 29. Esquema de la composición del Índice de valor de importancia.	74
Figura 30. Representación del Índice de Diversidad de Shannon-Weiner.	76
Figura 31. Especies captadas en la cámara trampa del sitio 1.	96
Figura 32. Especies captadas en la cámara trampa del sitio 2.	98
Figura 33. Especies captadas en la cámara trampa del sitio 3.	99
Figura 34. Especies captadas en la cámara trampa del sitio 4.	100
Figura 35. Ubicación de sitios de muestreo fauna Alfa y Gamma.	103
Figura 36. Total de individuos registrados en los sitios de muestreo Alfa y Gamma.	105
Figura 37. Puntos de muestreo Ictiofauna.	128
Figura 38. Sitios puntos de muestreo ictiofauna.	129

Figura 39. Especies de ictiofauna identificados en el trazo del proyecto.....	132
Figura 40. Gastos máximos por año	149
Figura 41. Gastos mínimos por año	149
Figura 42. Gastos medios por año.	150
Figura 43. Calculo de AV para el proyecto.	161
Figura 44. Áreas vulnerables por la ejecución del proyecto.	162
Figura 45. Índice de grado de peligro por fenómenos meteorológicos.	164
Figura 46. Pendientes en el SAR.	165
Figura 47. Índice de vulnerabilidad en el Sistema Ambiental Regional.	167

Gráficas

Gráfica 1. Temperaturas máximas observadas en la estación climatológica El Orégano.....	25
Gráfica 2. Temperatura mínima observadas en la estación climatológica El Orégano.	26
Gráfica 3. Temperatura media observada en la estación climatológica EL Orégano.	26
Gráfica 4. Precipitación anual estación climatológica El Orégano.....	27
Gráfica 5. Precipitación mensual en la zona de estudio.	28
Gráfica 6. Distribución mensual de las evaporaciones en la zona de estudio.	28
Gráfica 7. Número de días con lluvia observados en la estación climatológica El Orégano.....	29
Gráfica 8. Diversidad y abundancia Alfa y Gamma por estrato vegetal.	82
Gráfica 9. Especies población vegetal Alfa y Gamma.....	83
Gráfica 10. No de individuos arbóreos por ha e Índice de Valor de Importancia Alfa y Gamma.	84
Gráfica 11. No de individuos arbustiva por ha e Índice de Valor de Importancia Alfa y Gamma	86
Gráfica 12. No de individuos cactáceo por ha e Índice de Valor de Importancia Alfa y Gamma	88
Gráfica 13. No de individuos herbáceo por ha e Índice de Valor de Importancia Alfa y Gamma	90
Gráfica 14. No de individuos mastofauna por ha e Índice de Valor de Importancia Alfa y Gamma.	111
Gráfica 15. Número de individuos mastofauna Alfa y Gamma registradas por sitio	113
Gráfica 16. No de individuos avifauna por ha e Índice de Valor de Importancia Alfa y Gamma.	117
Gráfica 17. Número de individuos avifauna Alfa y Gamma registradas por sitio .	119
Gráfica 18. No de individuos reptiles por ha e Índice de Valor de Importancia Alfa y Gamma.....	121

Gráfica 19. Número de individuos reptiles Alfa y Gamma registradas por sitio. ...	122
Gráfica 20. No de individuos anfibios por ha e Índice de Valor de Importancia Alfa y Gamma.	123
Gráfica 21. Número de individuos anfibios Alfa y Gamma registradas por sitio. .	124
Gráfica 22. Configuración de índices inundación	169
Gráfica 23. Características generales de vulnerabilidad, INUNDACIONES (URES)	172
Gráfica 24. Características generales de vulnerabilidad, INUNDACIONES (BAVIÁCORA)	173
Gráfica 25. Configuración de índices deslaves	174
Gráfica 26. Características generales de vulnerabilidad, DESLAVES (URES) ...	177
Gráfica 27. Características generales de vulnerabilidad, DESLAVES (BAVIÁCORA)	178
Gráfica 28. Configuración de índices potencial dengue	179
Gráfica 29. Características generales de vulnerabilidad, VECTOR DENGUE (URES)	183
Gráfica 30. Características generales de vulnerabilidad, DENGUE (BAVIÁCORA)	183

Tablas

Tabla 1. Valor porcentual de los atributos para determinar el AII.	14
Tabla 2. Unidades climatológicas en el SAR.	24
Tabla 3. Geología y litología en el SAR.	40
Tabla 4. Datos edafológicos en el SAR.	43
Tabla 5. Datos edafológicos en la envolvente de la cortina.	46
Tabla 6. Datos edafológicos en el embalse.	46
Tabla 7. Resultados estadísticos de concentración de metales pesados en la cuenca de estudio por el IMTA.	50
Tabla 8. Uso de Suelo y Vegetación en el SAR.	55
Tabla 9. Uso de Suelo y Vegetación en la superficie de la presa.	56
Tabla 10. Sitios de muestreo forestal Gamma	68
Tabla 11. Sitios de muestreo forestal Alfa	70
Tabla 12. Rango de valoración de la diversidad de acuerdo a la Indice Shannon-Weiner.	75
Tabla 13. Inventario florístico comparativo entre las comunidades Alfa y Gamma.	80
Tabla 14. Resumen de parámetros poblacionales de flora en las comunidades Alfa y Gamma	83
Tabla 15. Parámetros poblacionales y de diversidad del estrato arbóreo de las comunidades Alfa y Gamma	85

Tabla 16. Parámetros poblacionales y de diversidad del estrato arbustivo de las comunidades Alfa y Gamma.....	87
Tabla 17. Parámetros poblacionales y de diversidad del grupo de cactáceas de las comunidades Alfa y Gamma.....	89
Tabla 18. Parámetros poblacionales y de diversidad del estrato herbáceo de las comunidades Alfa y Gamma.....	90
Tabla 19. Especies de vegetación identificadas sujetas a protección Alfa y Gamma.	91
Tabla 20. Coordenadas UTM zona 12N Datum WGS84 cámaras trampa.	96
Tabla 21. Sitios de muestreo fauna Alfa y Gamma	101
Tabla 22. Estimación a detalle de mastofauna en la comunidad Alfa y Gamma .	112
Tabla 23. Estimación a detalle de avifauna en la comunidad Alfa y Gamma	117
Tabla 24. Estimación a detalle de reptiles en la comunidad Alfa y Gamma	121
Tabla 25. Estimación a detalle de anfibios en la comunidad Alfa y Gamma	123
Tabla 26. Habito de especies	125
Tabla 27. Especies de fauna identificadas sujetas a protección.	126
Tabla 28. Coordenadas de los Puntos de Muestreo y Presencia de Ictiofauna ..	128
Tabla 29. Abundancia de Ictiofauna por Género y Día de Monitoreo	130
Tabla 30. Población total por rango de Baviácora.	133
Tabla 31. Población total por rango de Ures.	136
Tabla 32. Disponibilidad media anual de las aguas nacionales superficiales, sistema de cuencas del río Sonora, fuente, Diario Oficial de la Federación, 28 de diciembre de 2023.	146
Tabla 33. Cuencas hidrológicas, importancia ecológica, presión de uso, estado de conservación deseado y objetivo ambiental	147
Tabla 34. Alteración del régimen hidrológico natural en una corriente por la presencia de infraestructura	148
Tabla 35. Orden de la muestra en años húmedos, medios y secos.	150
Tabla 36. Recomendaciones de porcentaje de caudales con objetivos ambientales relacionados (Tennant, 1976), modificado por Garcia et al.1999 y propuesto por CONAGUA, 2011	152
Tabla 37. Cálculo del caudal ecológico	153
Tabla 38. Valor porcentual para cálculo de áreas vulnerables.	160
Tabla 39. Grado de vulnerabilidad	162
Tabla 40. Índice de vulnerabilidad	163

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN

La información presentada en este capítulo permitirá aportar elementos para definir aquellos factores ambientales (bióticos, abióticos y socioeconómicos) que pudieran verse afectados por la ejecución de las diferentes obras y/o actividades del proyecto a nivel del SAR, así como definir los indicadores ambientales que serán empleados posteriormente para evaluar los impactos ambientales.

IV.1 Delimitación y Justificación del Sistema Ambiental Regional (SAR)

Donde Pretende Establecerse el Proyecto

El área de estudio preliminar está definida como el área mínima indispensable de delimitación natural para instrumentar una valoración de los posibles impactos que se producirán a nivel regional, así como analizar la planeación, el manejo y uso de los recursos naturales que se localizan dentro del Sistema Ambiental Regional, en consecuencia, se tiene lo siguiente:

El área de estudio se delimitó utilizando una superposición de cartas temáticas, las principales fueron la topográfica, hidrológica y uso de suelo, pero también se consideraron los aspectos sociales. Dentro del polígono motivo de este estudio; se englobaron el Cauce del Río Sonora objeto del presente estudio, los tipos de vegetación, las curvas de nivel y se consideró el aspecto social.

El área de estudio abarca los siguientes poblados San Rafael, Guadalupe, El Sauz, Santiago de Ures, Heroica Ciudad de Ures, Puerta del Sol, Buenos Aires, Mazocahui, La Aurora y La Labor, todas ellas comunidades rurales, excepto La Heroica Ciudad de Ures considerada como área suburbana.

Las elevaciones dentro del área de estudio oscilan entre los 350 m.s.n.m. en la parte más baja y 1760 m.s.n.m. en la parte más alta.

Los Usos de suelo y vegetación presente en el área de estudio son asentamientos humanos, bosque de encino, bosque de mezquite, mezquital xerófilo, matorral sarcocaulé, matorral subtropical, pastizal natural y cultivado, agricultura de riego anual y semipermanente y, vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino, de mezquital xerófilo y de matorral subtropical.

IV.1.1 Delimitación Área de Influencia Directa y Área de Influencia Indirecta

IV.1.1.1 Área de Influencia Directa

En la cortina, durante la etapa de preparación del sitio y construcción existirá la presencia de los trabajadores, maquinaria, vehículos y materiales de construcción.

Ya que esta zona es el área donde las actividades de preparación del sitio, construcción y operación afectarán el medio ambiental y físico de manera directa y puntual con cierta temporalidad, se consideraron los siguientes criterios:

Ruido y calidad del aire

Para el ruido ambiental, el área de influencia directa se determinó de conformidad con los equipos y maquinaria a ser utilizados en la construcción de la cortina. Se considera como Área de Influencia Directa aquellas áreas del proyecto donde el ruido ambiental supera los 85 dB(A) en una jornada de 8 horas, y que comprende la zona de excavación, construcción, vías de acceso y movimiento de maquinaria y equipo.

Para su determinación se utilizó la definición de ruido ambiental, como aquel ruido constante presente o a ser generado. bajo este criterio, se consideró el ruido a ser generado por la maquinaria de excavación, compactación y perforación, los cuales serán mayormente constantes durante la etapa de preparación y construcción.

Respecto a las emisiones, para determinar el área de influencia se consideró lo siguiente:

- La maquinaria requerirá combustible refinado, diésel o gasolina, esto es: volteos, vehículos livianos, maquinaria pesada, que emitirán gases de combustión a la atmosfera.
- La mayor parte de las emisiones a la atmosfera estará constituida por el material particulado fino de pétreos y suelo del área de excavaciones, caminos de acceso y bancos de materiales. No obstante, el proyecto contempla una operación húmeda en ciertas partes del proceso, lo que hará que el polvo no se desplace grandes distancias.

Por estas razones, el área de influencia que corresponde al sitio de construcción y operación del proyecto, se consideró en 500 metros desde el perimetral de la envolvente de la cortina.

Mientras que, para el vaso, dado que las actividades serán mínimas, reduciéndose a reconocimientos y, la utilización y la afectación al tramo la carretera federal 14 que se encuentra paralela al embalse. Por lo que se determinó un AID en 300 metros desde la perimetral del vaso.

Geomorfología y paisaje

La afectación geomorfológica y paisajística durante las actividades de preparación y construcción, serán por las actividades asociadas a la cimentación y construcción de la presa, lo que constituirá un cambio perceptible. Con la finalización de la presa y su funcionamiento, la percepción será mayormente visible por la introducción de una nueva infraestructura en el sitio, así como la inundación del embalse.

También constituyen una afectación aquellos sitios de almacenamiento temporal de material producto del despalme y excavaciones, así como los materiales que se

utilizarán para la cortina. Patios de maquinaria, instalaciones auxiliares como sanitarios portátiles, sitio de almacenamiento temporal de residuos sólidos y de escombros.

Dado que las actividades se concentrarán en la cortina, por su ubicación geomorfológica y visual se considera un Área de Influencia Directa de 1 kilómetro desde la perimetral de la envolvente de la cortina, y para el vaso 300 metros desde la perimetral del este.

Suelos y calidad de suelos

Las remociones de las capas superficiales de suelo se llevan principalmente en el envolvente de la cortina durante la fase de preparación del sitio y de construcción, el envolvente incluye el sitio de desplante de la cortina y la ubicación de la ataguía.

La profundidad de remoción será variable y estará en función a los requerimientos del nivel de desplante, pendiente del terreno, geología y riesgo de inestabilidad geotécnica.

También se considera el cambio de uso de suelo que tendrá el vaso del proyecto, lo que generaría una saturación del suelo. Por lo que se considera un área de influencia de al menos 200 metros desde el trazo del proyecto.

Hidrología, hidrogeología y calidad de agua

Por la naturaleza del proyecto, se espera que principalmente se vea afectado el acuífero Río Sonora 2624. La alteración del régimen de aguas del río puede afectar el nivel freático de las aguas subterráneas, con posibles aumentos de humedad en algunas áreas y disminución en otras.

El Área de Influencia Directa del componente hidrológico está compuesta por todos los cauces de agua que convergen en el trazo del proyecto. Considera las zonas donde el proyecto puede aportar agua contaminada directamente hacia masas de agua superficiales, en tierra o el acuífero.

Vegetación y fauna

Vegetación

El Área de Influencia Directa sobre la vegetación, se limita al área de remoción de la cubierta vegetal dentro del envolvente de la cortina, y a la superficie de inundación del embalse del proyecto.

Durante la etapa de operación, la disponibilidad de agua, puede influir en la absorción de nutrientes por lo que puede aumentar la densidad vegetal en los márgenes del vaso del proyecto.

Fauna terrestre

El área de afectación a la fauna terrestre está estrechamente ligada con el AID considerada en el componente vegetación, debido a la relación directa entre cobertura vegetal y la prescencia de fauna en la zona. También existe una relación directa entre la afectación por el componente ruido, agua superficial y uso del suelo.

Fauna acuática

La fauna acuática se relaciona directamente con la calidad de los recursos naturales existentes en la zona del proyecto. Por lo tanto, se considera como AID el curso de agua que atraviesa el trazo del proyecto incluyendo las intersecciones dentro de este, hasta el punto donde los cambios ocasionados por el proyecto sean atenuados gracias a la capacidad de auto-depuración de las corrientes aguas abajo.

En la zona donde se pretende establecer el proyecto no se identificó áreas de migración de fauna acuática.

Medio socioeconómico

Para el medio socioeconómico está enfocado mayormente en las actividades productivas que se identificaron dentro del trazo del proyecto, principalmente sobre el cauce del Río Sonora, a las estructuras que se encuentran sobre la carretera federal y que quedaran afectadas por la superficie del vaso.

Por su ubicación, los poblados quedan a una distancia relativamente alejada a la influencia directa del proyecto, sin embargo, por sus vínculos geográficos y económicos se considerarán como área de influencia indirecta.

Área de Influencia Directa síntesis

Cortina

El impacto al medio físico en esta zona, será al suelo por las excavaciones puntuales y las actividades relacionadas con la construcción de la cortina, por el tránsito de personal y el movimiento de material. También habrá impacto al suelo por la generación temporal (Etapas de preparación y construcción) de residuos sólidos. Los impactos por el tránsito de personal podrían ser adversos poco significativos temporales con medida de mitigación. Los impactos por la generación de residuos sólidos pudiendo ser adversos poco significativos temporales con medida de prevención y mitigación (construcción). El impacto a la atmósfera se dará por la generación de polvos y partículas suspendidas, se valora un impacto adverso poco significativo temporal con medida de prevención y mitigación. El impacto socioeconómico se origina por la generación de mano de obra, y compra de alimentos para el personal por lo que se pre-valora como un impacto benéfico temporal. La demás superficie no descrita que se encuentra dentro del Área de Influencia Directa, podría ser afectados por residuos sólidos volátiles, sin embargo, se hace una valoración previa como un impacto adverso poco significativo con medida de prevención.

En cuanto al AID relacionado con el embalse, se tomó en consideración que, en la superficie de lo que será el embalse (818 Ha), los impactos ambientales serán provocados por la inundación de este, provocando la pérdida de la flora y el desplazamiento de la fauna terrestre, así como la afectación a la carretera federal 14 Hermosillo –Moctezuma en una longitud de 5.9 kilómetros.

Vaso

El impacto al medio físico en esta zona, será al suelo por la inundación de la superficie del suelo, al medio biótico por la pérdida de la cubierta vegetal y el desplazamiento de especies de fauna, y al socioeconómico por la adquisición de tierras de uso agrícola y ganadera, y por las modificaciones que pueda sufrir el tramo carretero. Los impactos por la inundación de suelos podrían ser adversos significativos permanentes con medida de mitigación. Los impactos por la pérdida de la cubierta vegetal pudieran ser adversos significativos permanentes con medida de prevención y mitigación. Los impactos por el desplazamiento de especies de fauna, podrían ser adversos significativos temporales con medidas de prevención. El impacto socioeconómico, se valora un impacto adverso poco significativo temporal con medida de prevención y mitigación. se hace una valoración previa como un impacto adverso poco significativo con medida de prevención. También existirá impacto en el aumento de la carga del manto freático, lo que resultaría en un impacto benéfico significativo permanente con medidas de prevención.

En síntesis y considerando los factores anteriores, el Área de Influencia Directa está ligada a la cortina y al vaso, donde se considera una distancia de 1 kilómetro desde la perimetral de la cortina y 300 metros desde la perimetral del vaso. Para su delimitación se generó un buffer de 1 km para el polígono de la envolvente de la cortina y un buffer de 300 metros para el polígono del vaso utilizando el programa ArcMap ver. 10.5 (**Figura 1**).

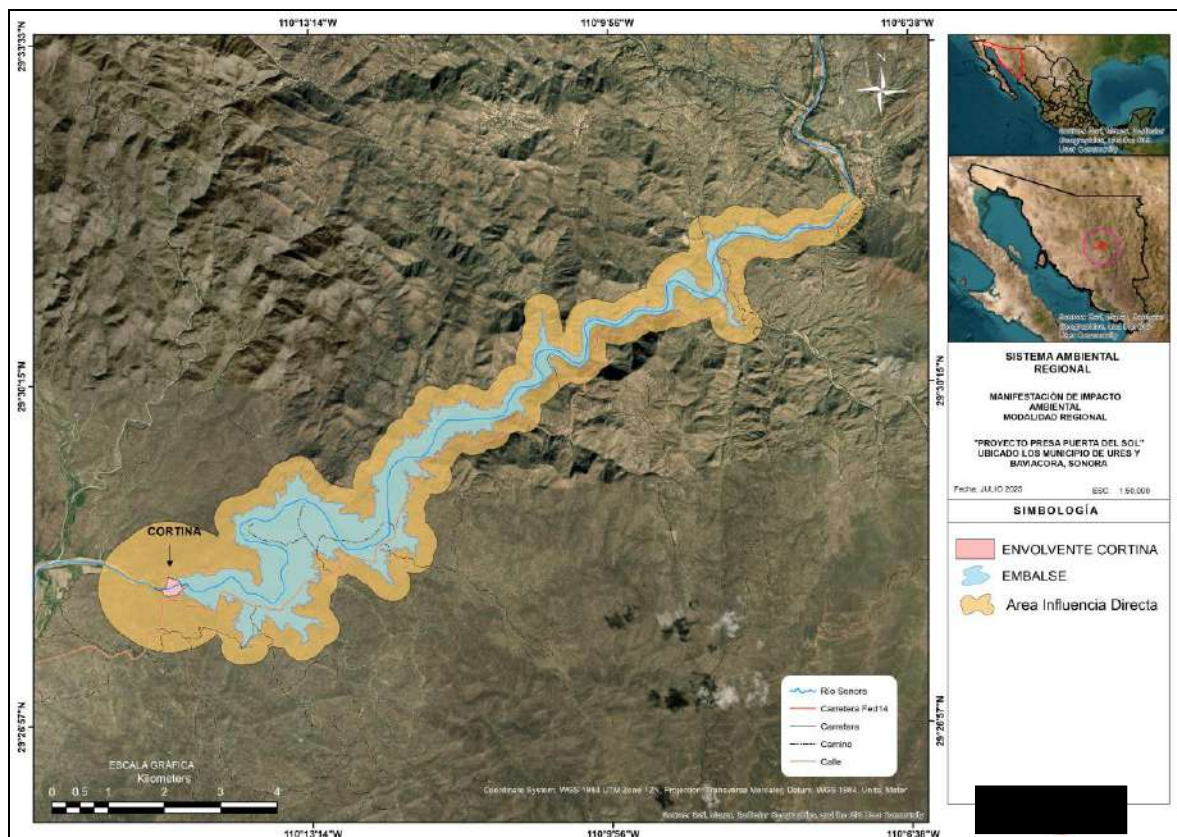


Figura 1. Área de Influencia Directa del proyecto Presa Puerta del Sol.

Fuente: Elaboración propia.

IV.1.1.2 Área de Influencia Indirecta

El Área de Influencia Indirecta (AII) se podría definir como la zona donde se manifiestan los impactos ambientales que se generan a partir del proyecto, pero que no están directamente relacionados con sus instalaciones o actividades principales. Estos impactos pueden ser temporales, o afectar a lugares o componentes distintos al AID.

El AII se estableció en una superficie de 16,022.096 Ha. Para su determinación, se utilizaron las capas de Erosión, Uso de Suelo y Vegetación (USV), Geología, Unidades Climáticas (UC), Microcuencas (MC), Sistema de Topoformas y la Edafología correspondiente de la región, mediante la siguiente metodología:

El primer paso fue asignar un valor porcentual a cada uno de los atributos que se utilizaron en la determinación del AII, los porcentajes son a criterio propio en base a la metodología utilizada por H. Paredes, y se pueden observar en la **Tabla 1**.

Se consideró un mayor valor para la erosión, debido a que, ya sea eólica o hídrica, y dependiendo del contexto de la región, nos puede indicar el grado de conservación de un lugar. En cuanto al uso de suelo y vegetación, nos indica el tipo de ecosistema que predomina en el sitio en cuestión, así como los usos que el hombre le da al suelo, ya sea agrícola, ganadero o para asentamientos humanos. Por otro lado, tanto la geología, la microcuenca y el sistema de topoformas, nos da un panorama general de las condiciones de la geomorfología del lugar. Finalmente, las condiciones climáticas y la edafología nos ayudan a comprender el desarrollo de la vegetación y las condiciones generales del suelo superficial.

Tabla 1. Valor porcentual de los atributos para determinar el AII.

Atributo de valoración	Porcentaje de valor del atributo
Erosión	30%
Uso de Suelo	20%
Geología	10%
Unidades climáticas	10%
Microcuenca	10%
Sistema de topoformas	10%
Edafología	10%

Fuente: Elaboración propia.

Utilizando el “Conjunto de Datos de Erosión del suelo, Escala 1:250 000 Serie I Continuo Nacional” (2014) del INEGI en el programa ArcMap ver.10.5, se seleccionaron los polígonos que intersectaban con el AID, con ayuda de la Selección por locación, posteriormente, se agregó una columna (V_erosión) con formato de numero en la tabla de atributos. Luego, en la tabla de atributos, sobre la columna creada y los datos seleccionados, se utilizó la herramienta Field Calculador para asignar un valor de “5”. Para finalmente crear un nuevo Shapfile con los polígonos seleccionados. Este procedimiento se repitió en cada uno de las capas antes mencionadas.

El valor de “5” se asigna a criterio propio, pudiendo ser 10, 100, o cualquier número que sea representativo, de modo que al final se pueda ponderar junto con los valores de porcentaje de la tabla anterior.

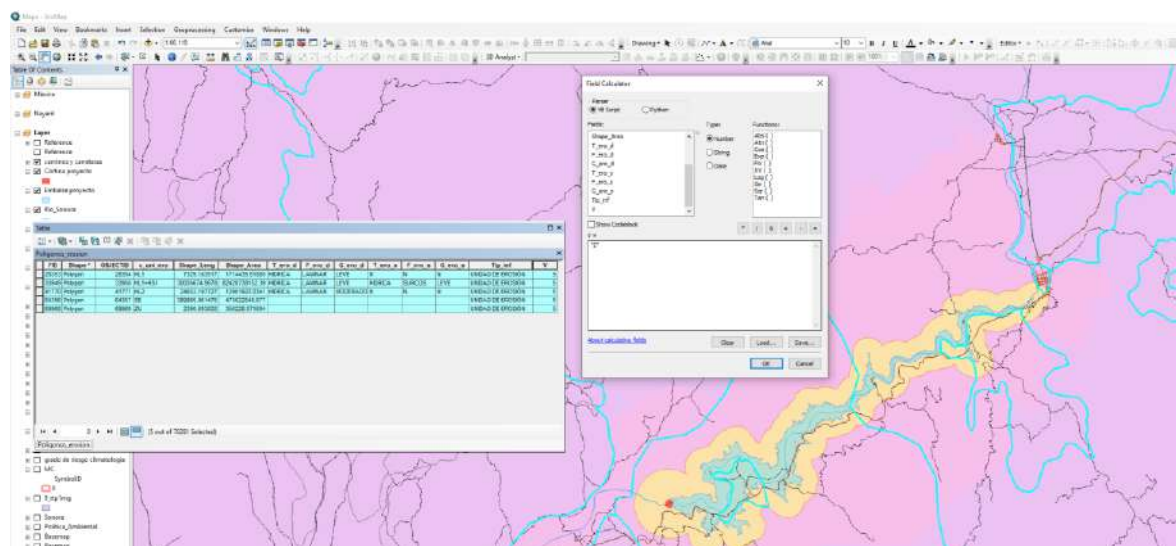


Figura 2. Asignación del valor V en la tabla de atributos.

Fuente: Elaboración propia.

Posterior a obtener todos los archivos, se procedió a unir las 7 capas para crear una sola capa con toda la información correspondiente, en las propiedades de esta última capa, en la sección de Fields, se ocultaron todas las columnas con excepción de aquellos que contenían el Valor “V” de cada una de los atributos (erosión, unidades climáticas, etc.). Con esta información, se desplego la tabla de atributos correspondiente a la capa creada, para agregar una columna extra (All). Dentro de la tabla de atributos, sobre la columna creada, se utilizó la herramienta Field Calculador, en de acuerdo al valor asignado en la Tabla 1, cada uno se multiplico por su valor porcentual asignado, y se sumaron todos los valores, tal como se muestra en la siguiente formula.

$$All = (V_{EROSIÓN} \times 0.3) + (V_{USV} \times 0.2) + (V_{GEOLOGIA} \times 0.1) + (V_{UCLIMATICA} \times 0.1) \\ + (V_{MC} \times 0.1) + (V_{SISTOP} \times 0.1) + (V_{EDAFOLOGIA} \times 0.1)$$

Al obtener los resultados, dentro de las propiedades de la capa, con ayuda de la simbología, se utilizó una capa de colores graduales que nos ayudaran a observar las regiones donde el AII tenía mayor valor (**Figura 3**).

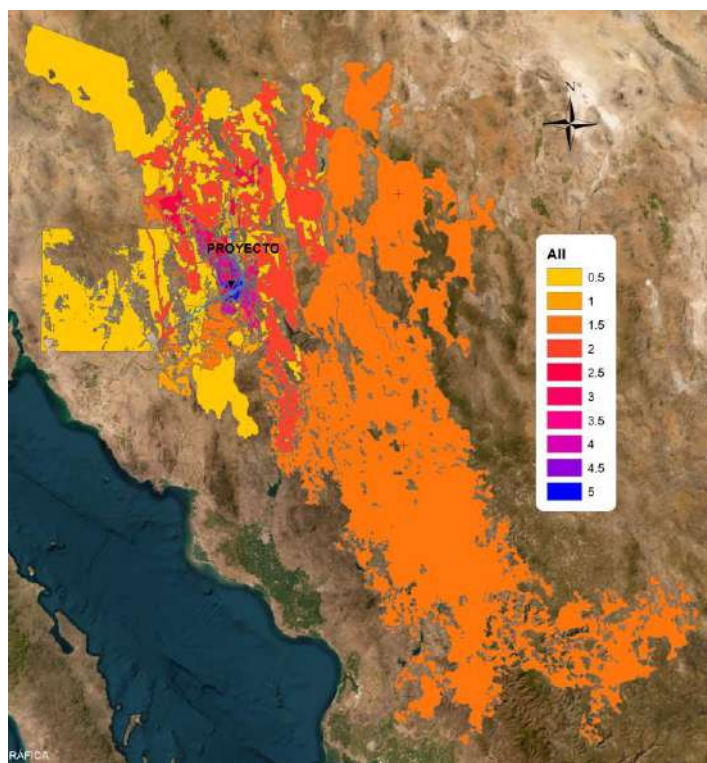


Figura 3. Valores del AII del proyecto Puerta del Sol

Fuente: Elaboración propia.

En siguiente tabla la se presentan los resultados obtenidos y la frecuencia de cada uno de ellos.

VALOR AII	FRECUENCIA
0.5	7
1	27
1.5	67
2	119
2.5	193
3	276
3.5	352
4	433
4.5	527
5	659

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, se consideró delimitar el AI conforme las mayores frecuencias y principalmente donde el AI tuviera mayor presencia, por lo que se eligieron las regiones donde los valores del AI fueran superiores al 80%. De forma representativa, mediante el uso de la Selección por atributos, se seleccionaron aquellos valores de AI que fueran mayor o igual que 4 (≥ 4). Con el nuevo polígono creado, se realizaron algunos ajustes conforme a la topografía del lugar y aspectos socioeconómicos, para finalmente obtener el Área de Influencia Indirecta definitiva, ver **Figura 4**.

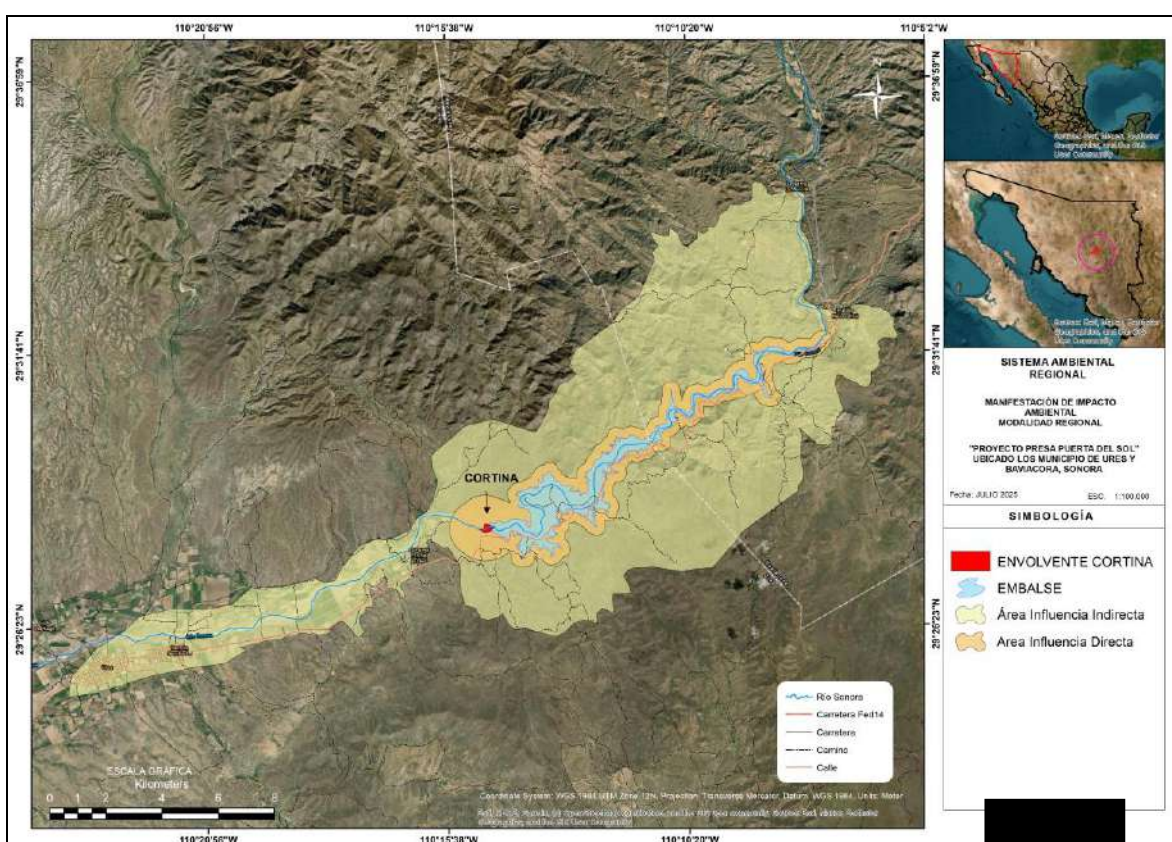


Figura 4. Área de Influencia Indirecta del proyecto Presa Puerta del Sol.

Fuente: Elaboración propia.

Los impactos ambientales que se podrían producir dentro del AI se podrían separar en

- Socioeconómicos; los poblados cercanos se verían beneficiados por la contratación de trabajadores, la compra de alimentos, y el alquiler de espacios para bodegas temporales, o para renta de dormitorios para el personal (etapa

de preparación y construcción), y durante la etapa de funcionamiento de la presa, los agricultores y ganaderos locales, se verán beneficiados por la disponibilidad de agua.

- Agua; Durante la preparación y construcción de la presa, existirá modificaciones en el flujo natural del cauce del Río Sonora y se presentará un aumento en los sólidos suspendidos aguas abajo.
- Fauna; la fauna terrestre se desplazará en estas regiones (etapa de preparación y construcción) en busca de refugio, debido a la contaminación acústica, y a la presencia humana en el Área de Influencia Directa.

IV.1.2 Delimitación definitiva SAR

Dadas las dimensiones del proyecto y sus límites de impacto fue necesario establecer el presente Sistema Ambiental donde se determina el alcance de los impactos que conllevará la construcción de la presa.

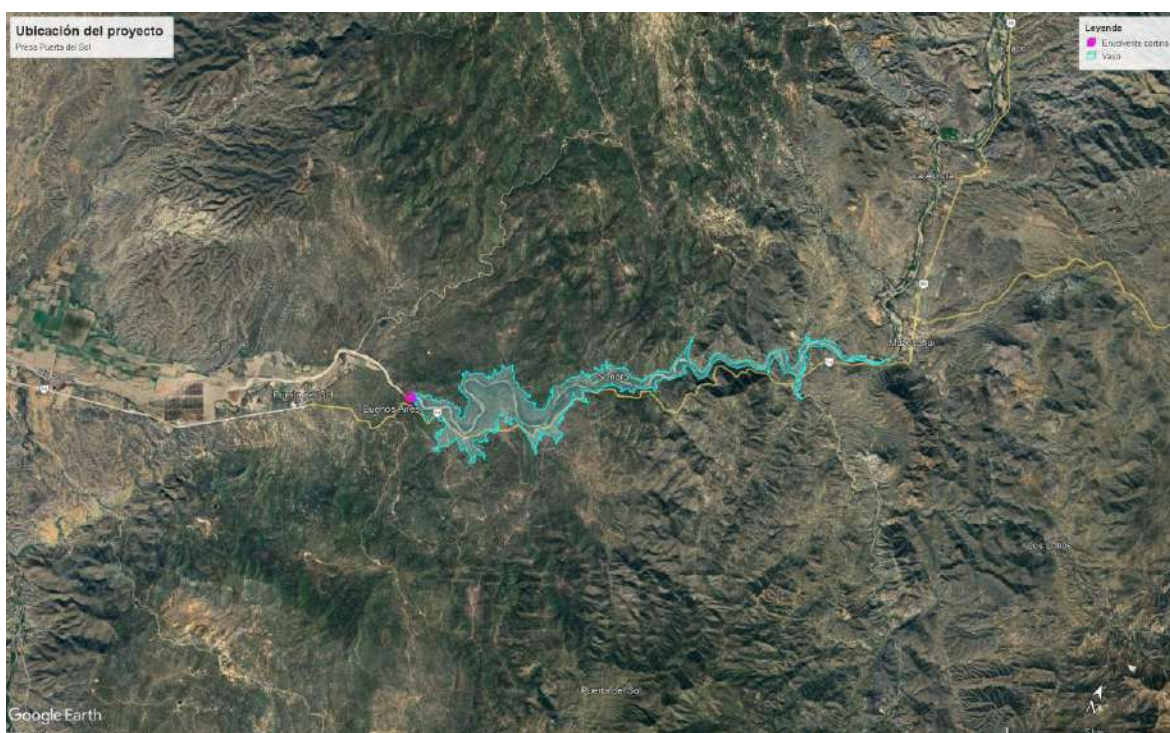


Figura 5. Ubicación del vaso y cortina del proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar en la Figura anterior, el área de inundación del vaso afecta de manera directa a la Carretera Federal 14 Moctezuma – Hermosillo, por lo que es necesario considerar a los poblados que serán más afectados por el cambio en el trazo de esa vialidad y es donde el aspecto social se vuelve relevante para la delimitación del SAR.

Dada la relevancia del aspecto hidrológico y del social se consideró que la Cuenca del Río Sonora abarcaría todos los impactos del proyecto, no obstante, área cubre íntegramente la cuenca alta del Río Sonora es de unos 12,615 km², por lo que se trata de una extensión muy grande en la que quedarían diluidos los impactos del proyecto.

Al buscar una unidad más pequeña que pudiera contener los impactos se consideró a las microcuencas, ya que, por su carácter de pequeñas áreas hidrográficas delimitadas por crestas topográficas, estas sirven como unidades de gestión y planificación para la conservación del agua y la gestión del suelo.

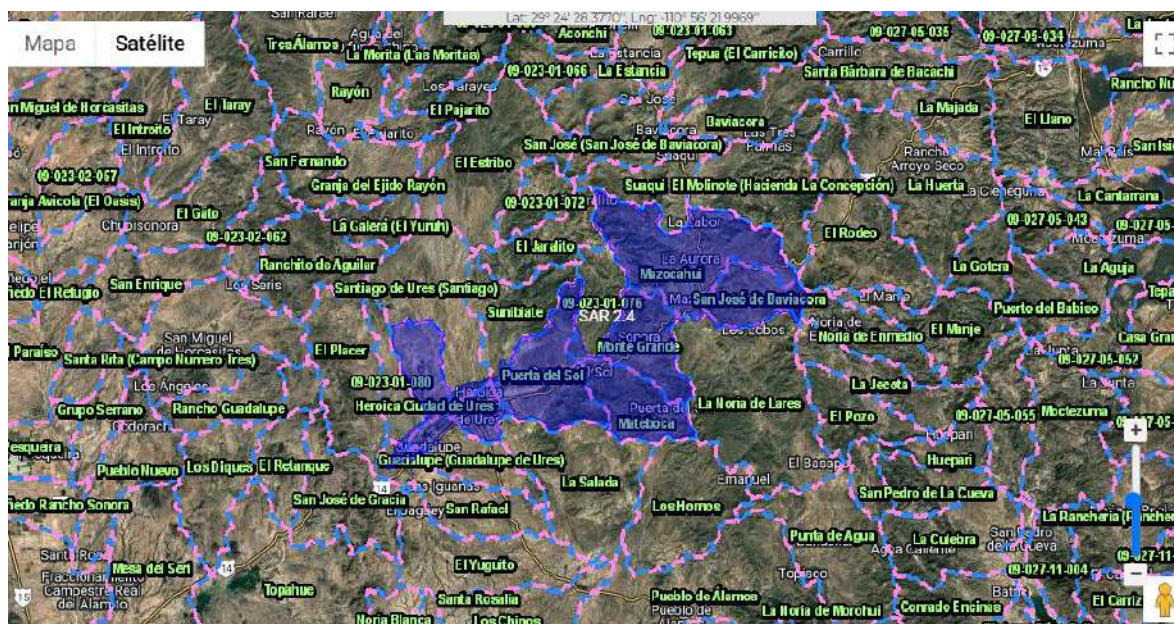


Figura 6. Microcuencas utilizadas para la delimitación del SAR

Fuente: Elaboración propia.

Para la delimitación del SAR se utilizaron principalmente las microcuencas Heroica Ciudad de Ures, Puerta del Sol, Mateboca, Mazocahui y San José de Baviácora. También fue importante incluir el Área de Influencia Indirecta, por su extensión e importancia en los procesos que se verán incluidos, tanto en ella como en el AID. Otros aspectos que fueron incluidos, se relacionan al Uso de Suelo y Vegetación, la erosión del suelo, las unidades climáticas, la geología y la topografía.

Con el programa ArcMap ver 10.5, utilizando los atributos anteriores, se seleccionaron aquellos que intersectaban con el AII, y se realizó una superposición de capas ver **Figura 7**.

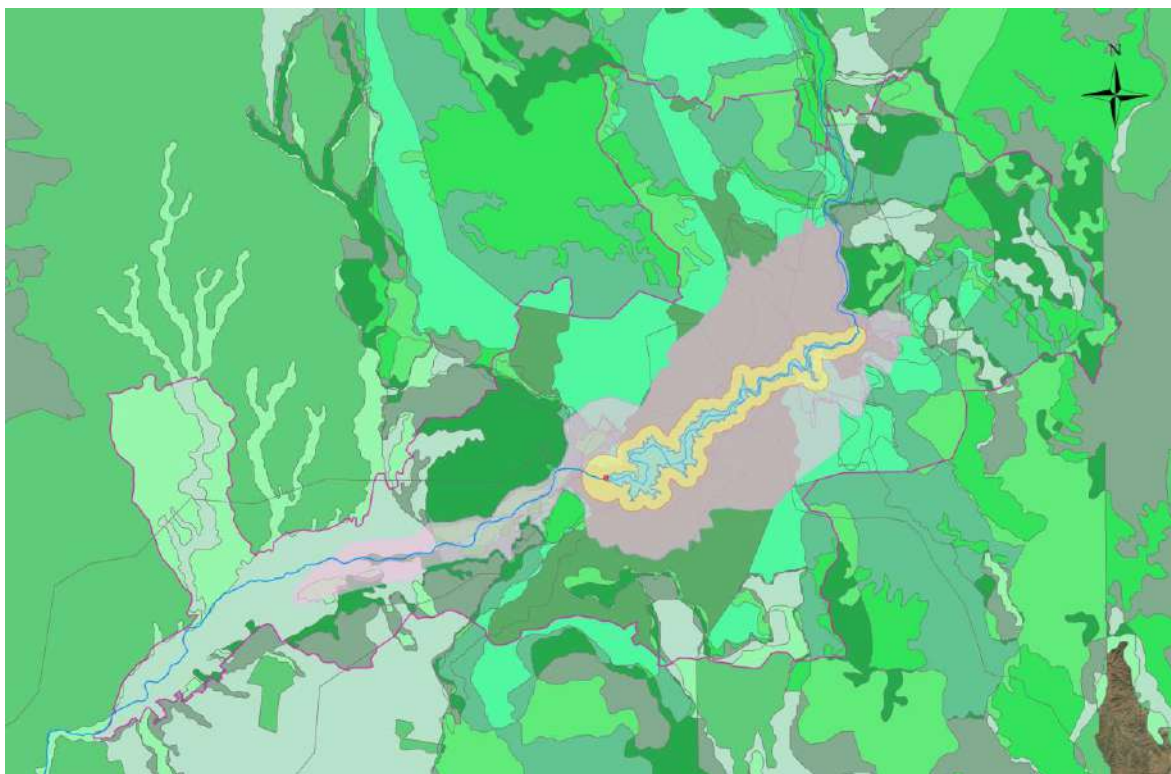


Figura 7. Superposición de atributos para la delimitación del SAR.

Fuente: Elaboración propia.

La delimitación final se basó principalmente en las microcuencas, ya que considera flujos de agua, ecosistemas, aspectos sociales y la geomorfología del terreno, luego, se consideraron los ecosistemas que se pudieran encontrar, así como aspectos socioeconómicos y sociales, mediante el uso de suelo. También era necesario incluir el estado de conservación del suelo. Y finalmente de forma complementaria,

se caracterizó mediante la climatología y la topografía del lugar, lo que al final nos da un polígono en donde los factores, tanto físicos, biológicos y sociales interactúan con mayor frecuencia.

Por lo anterior, el Sistema Ambiental Regional tiene una superficie de 67,414.926 Ha, ver **Figura 8**, en donde se prevén los efectos acumulativos y residuales que se pudieran presentar, por lo que se incluirán medidas de prevención y mitigación de forma integral, y a manera que a mediano o largo plazo, los efectos negativos que se pudieran presentar sean mitigados.

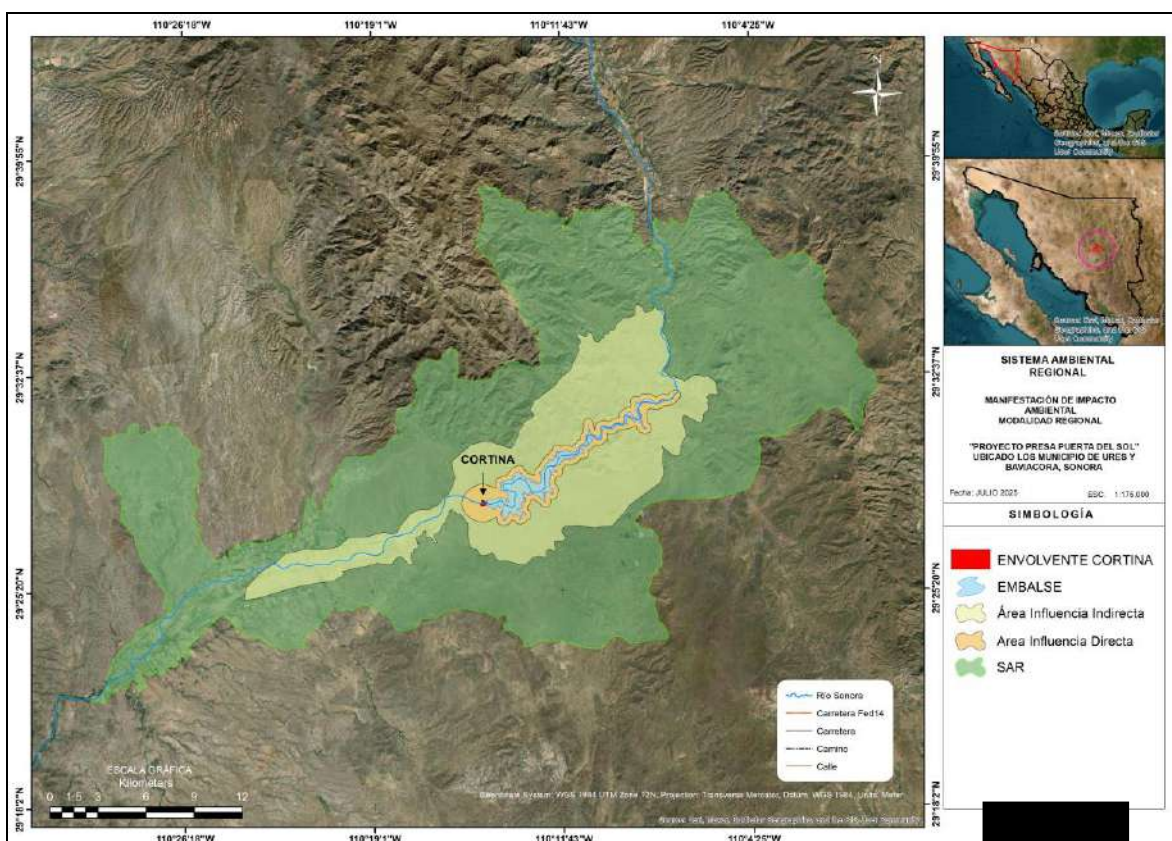


Figura 8. Sistema Ambiental Regional del proyecto Presa Puerta del Sol.
Fuente: Elaboración propia.

IV.2 Caracterización y Análisis del Sistema Ambiental Regional

IV.2.1 Medio abiótico

El medio abiótico son las características físico-químicas, de elementos inertes que determina un ecosistema, que influye en la supervivencia y en el comportamiento de los seres vivos, que determinan su distribución sobre la Tierra y, además, influye sobre ellos permitiendo su adaptación.

Consiste en aire, agua, suelo, sedimentos, partículas, materia orgánica disuelta en ecosistemas acuáticos y materia orgánica muerta. La totalidad de la materia orgánica muerta proviene de la muerte de plantas y consumidores, transformándose gracias el trabajo de los descomponedores. Dicha materia es crucial para la circulación interna de nutrientes en el o los ecosistemas. El motor de empuje de los ecosistemas es la energía solar, la cual, utilizada por los productores primarios, fluye de los productores a los consumidores y descomponedores, disipándose finalmente en forma de calor (Smith y Smith, 2007).

IV.2.1.1 Clima y fenómenos meteorológicos

Unidades Climáticas

De acuerdo al “Conjunto de datos vectoriales escala 1:1 000 000, Unidades climáticas” (INEGI, 2008), en base al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (1936), modificado por Enriqueta García (1964) y por INEGI, en el SAR se identifican las unidades climáticas BS0(h')hw(x'), BS0hw(x'), BS1hw(x'),BS1kw(x') y BW(h')hw(x'), que se caracterizan por ser climas secos.

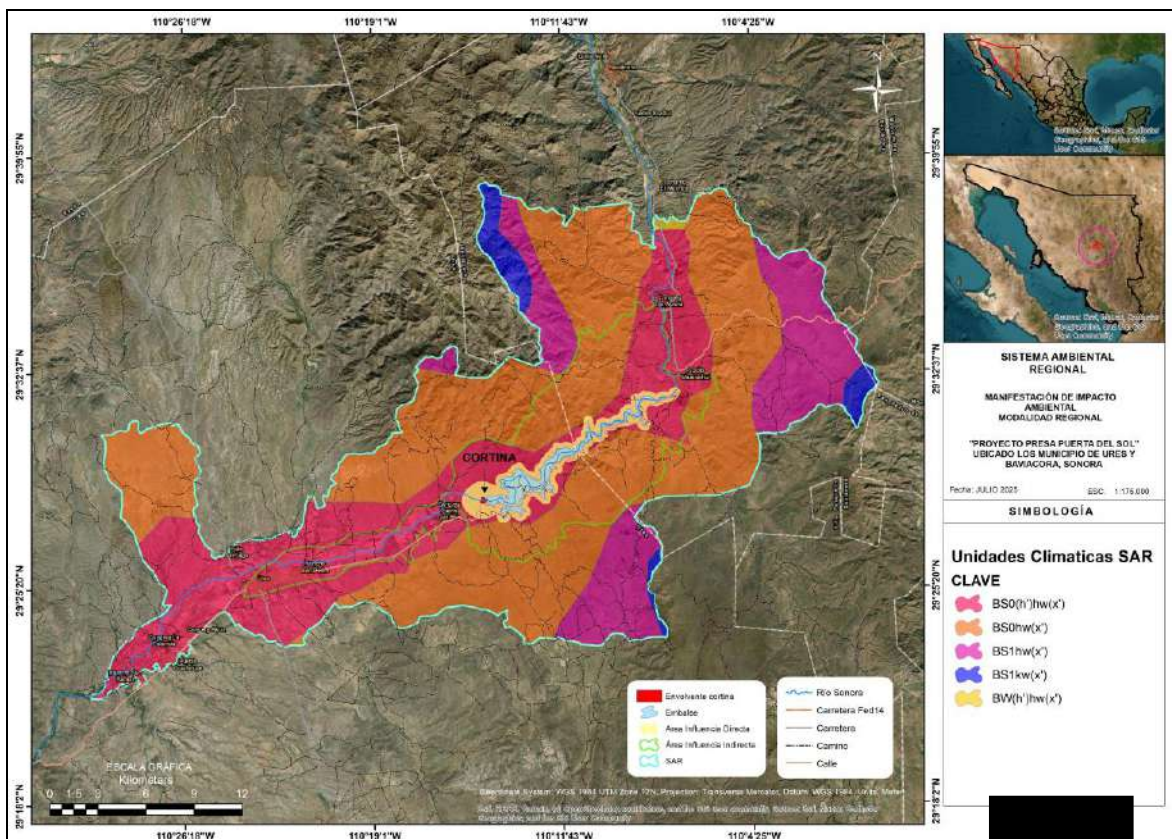


Figura 9. Unidades climáticas en el SAR.
Fuente: Elaboración propia con datos vectoriales del INEGI.

La unidad climatológica predominante en el sitio de estudio es Seco semicálido BS0hw(x'), el cual cubre el 51% y se extiende sobre la zona media del SAR, y en los extremos norte y sur del AII. El segundo de mayor extensión en el SAR es la unidad climática Seco cálido BS0(h')hw(x'), el cual se extiende sobre el Río Sonora y tiene una incidencia del 31.22% en el SAR, esta unidad climática es la que predomina en el AID y es el que caracteriza la superficie del proyecto. Las unidades climáticas Semiseco templado, Semiseco semicálido, y Semiseco templado, se localizan en los extremos noroeste y sur este del SAR donde las elevaciones son mayores. La unidad climática de menor extensión corresponde al clima Muy seco cálido, con un porcentaje de incidencia del 0.19%, se localiza al norte del SAR, al costado derecho del Río Sonora.

En la **Tabla 2** se describe cada una de las unidades climatológicas presentes en el SAR.

Tabla 2. Unidades climatológicas en el SAR.

Clave	Tipo clima	Clima	Precipitación	Sup. de incidencia SAR	% de incidencia
BS0hw(x')	Seco semicálido	Corresponde a semicálido con invierno fresco, temperaturas medias, anual 18° a 22 °C y del mes más frío < 18 °C	Régimen de lluvia de verano, corresponde a > 10.2 para lluvia de verano y < 36 para lluvia de invierno.	34,394.70	51.02
BS1kw(x')	Semiseco templado	Corresponde a templado con verano cálido, temperaturas medias, anual 12° a 18 °C, del mes más frío entre 3° y 18 °C y del mes más cálido > 18 °C	Régimen de lluvia de verano, corresponde a > 10.2 para lluvia de verano y < 36 para lluvia de invierno.	1,134.61	1.68
BS1hw(x')	Semiseco semicálido	Corresponde a semicálido con invierno fresco, temperaturas medias, anual 18° a 22 °C y del mes más frío < 18 °C	Régimen de lluvia de verano, corresponde a > 10.2 para lluvia de verano y < 36 para lluvia de invierno.	10,042.99	14.90
BW(h')hw(x')	Muy seco cálido	Cálido, temperaturas medias, anual > 22 °C y del mes más frío < 18 °C.	Régimen de lluvia de verano.	126.18	0.19
BS0(h')hw(x')	Seco cálido	Corresponde al Cálido, temperaturas medias, anual > 22 °C y del mes más frío < 18 °C.	Régimen de lluvia de verano, corresponde a > 10.2 para lluvia de verano y < 36 para lluvia de invierno	21,044.28	31.22
BS1kw(x')	Semiseco templado	Corresponde a templado con verano cálido, temperaturas medias, anual 12° a 18 °C, del mes más frío entre 3° y 18 °C y del mes más cálido > 18 °C	Régimen de lluvia de verano, corresponde a > 10.2 para lluvia de verano y < 36 para lluvia de invierno.	673.17	1.00

Fuente: INEGI.

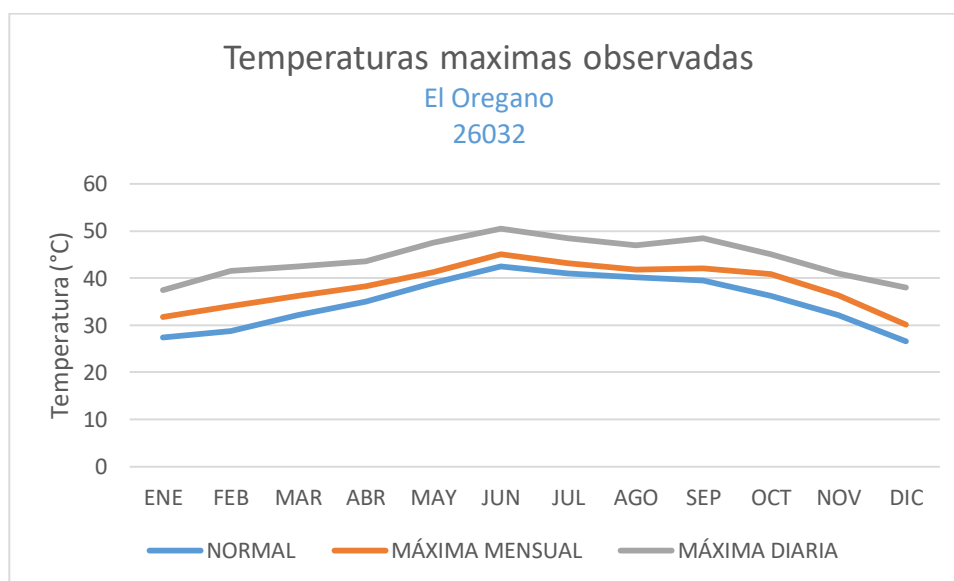
Temperatura

Para obtener las características climáticas que describen a la zona se consultaron los datos contenidos en el sitio web del Servicio Meteorológico Nacional, en <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/informacion-estadistica-climatologica>, de donde se tomaron los datos de las normales, máximos y mínimos, extremos climatológicos de la estación 26032, El Oregano, que tiene influencia en el sitio de estudio. Cabe mencionar que en los municipios de Ures y

Baviacora poseen estaciones meteorológicas, con los mismos nombres respectivos a los municipios, sin embargo, con la realización del Estudio Hidrológico, se encontró que estas carecían de datos, por lo que se utilizó la estación climatológica más cercana.

ESTACION	CLAVE CLICOM	MUNICIPIO	COORDENADAS		ALTITUD msnm
			LATITUD	LONGITUD	
El Oregano	18029	Hermosillo	29.22972222°	-110.7061111°	279

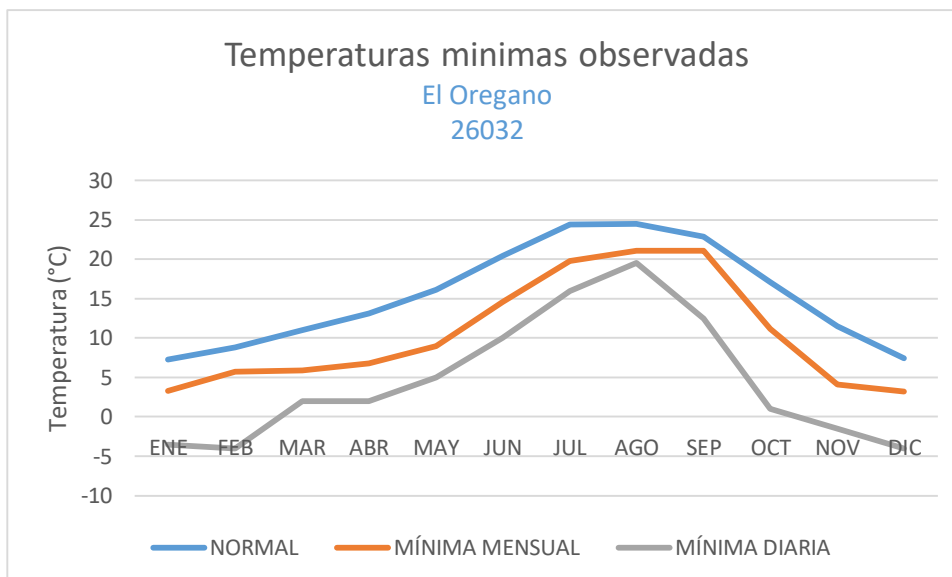
La temperatura máxima normal promedio en la región es de 35°C; la temperatura máxima mensual fue de 45°C, en el mes de junio del 1996; la temperatura máxima diaria fue de 50.5°C el 03 de junio de 2014. (**Gráfica 1**)



Gráfica 1. Temperaturas máximas observadas en la estación climatológica El Orégano.

Fuente: Elaboración propia con datos del SMN (2025)

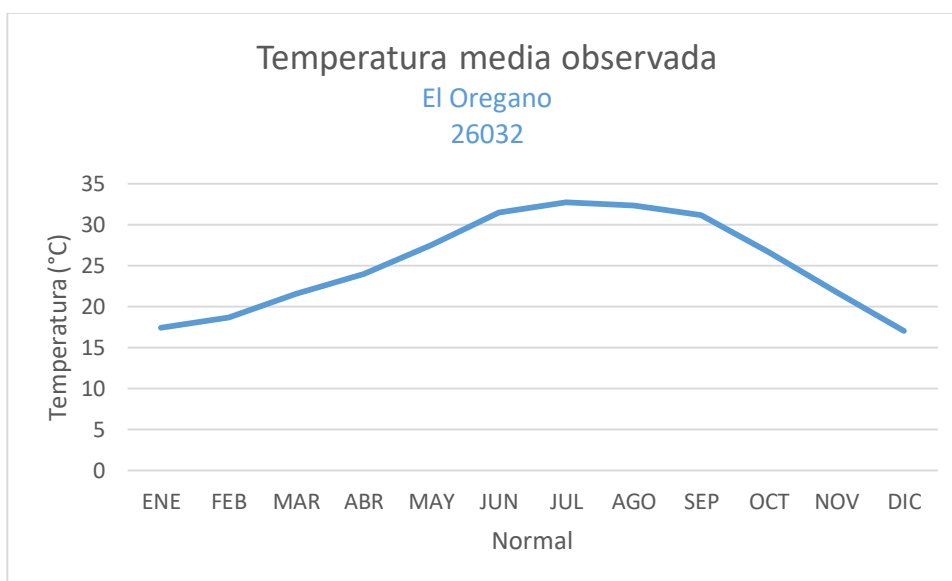
La temperatura mínima normal promedio en la región es de 15.4°C; la temperatura mínima mensual fue de 3.2°C, en el mes de diciembre de 1991; la temperatura máxima diaria fue de -4°C el 03 de diciembre de 1991 y repitiéndose el 04 de febrero de 2011. (**Gráfica 2**)



Gráfica 2. Temperatura mínima observadas en la estación climatológica El Orégano.

Fuente: Elaboración propia con datos del SMN (2025)

La temperatura media normal promedio en el sitio es de 25.2°C en **Gráfica 3** la se puede observar el comportamiento mensual.

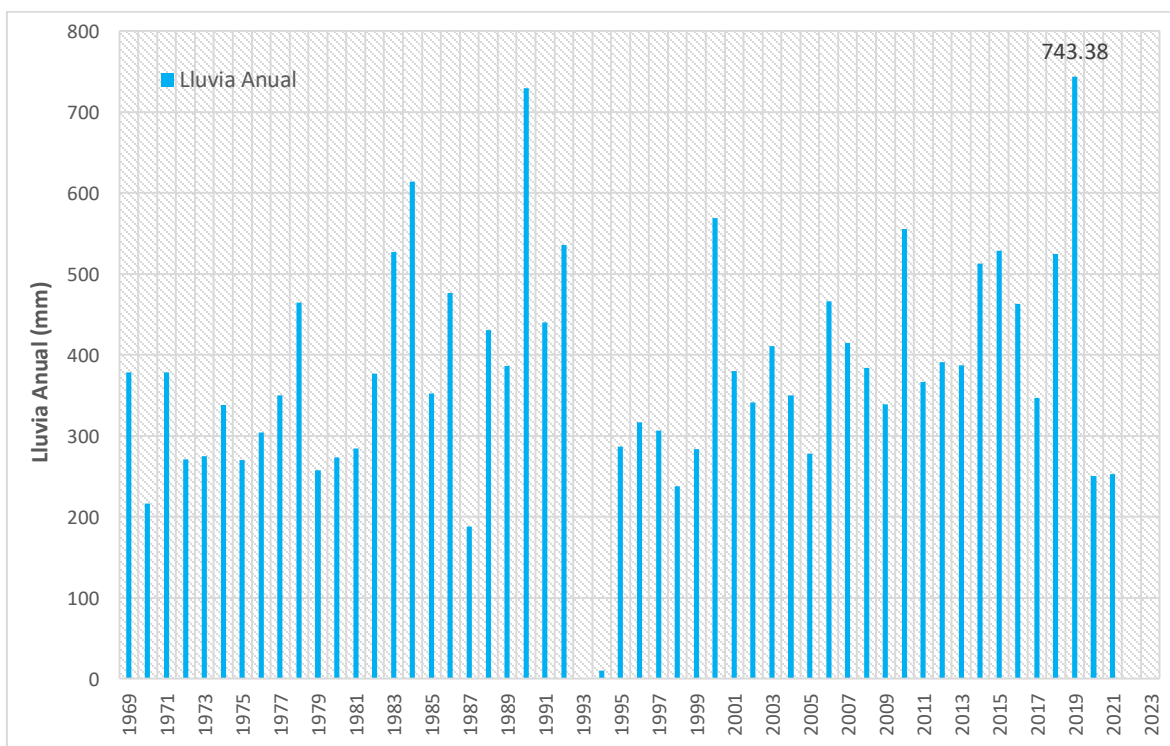


Gráfica 3. Temperatura media observada en la estación climatológica EL Orégano.

Fuente: Elaboración propia con datos del SMN (2025)

Precipitación

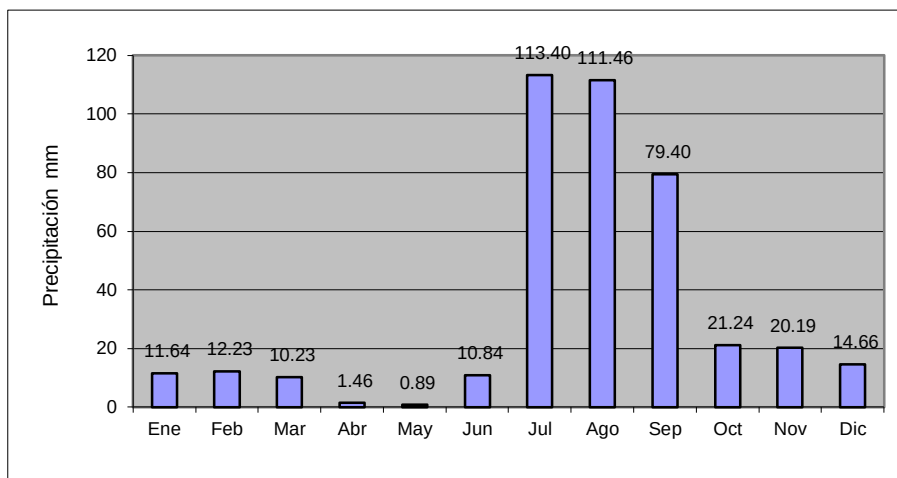
Dado que las estaciones climatológicas Baviacora y Ures carecen de datos, se optó por utilizar la estación climatológica El Orégano. El análisis de la estación climatológica El Orégano, cuenta con un registro de 55 años, comprendido del año 1969 al 2023. La distribución de la precipitación anual varía entre un mínimo de 0 mm, presentándose en varios años donde no se tiene información, a un máximo de 743.38 mm registrado en el año 2019, con valor medio de 360.4 mm. **Gráfica 4**



Gráfica 4. Precipitación anual estación climatológica El Orégano.

Fuente: Dato obtenido del estudio Hidrológico de la Presa Puerta del Sol.

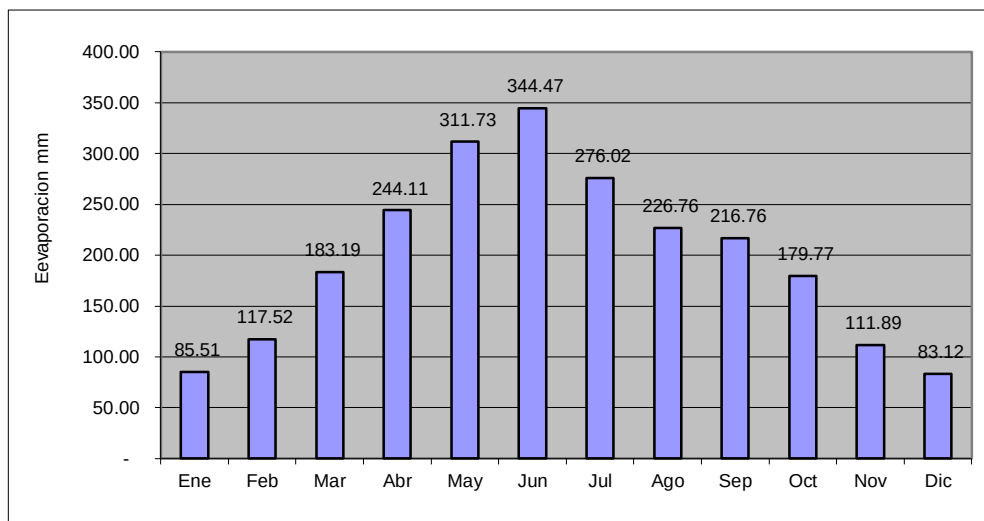
Las precipitaciones se concentran en los meses de julio a septiembre. La gráfica a continuación muestra la distribución de las precipitaciones medias mensuales a lo largo de los 12 meses del año.



Gráfica 5. Precipitación mensual en la zona de estudio.

Fuente: Dato obtenido del estudio Hidrológico de la Presa Puerta del Sol.

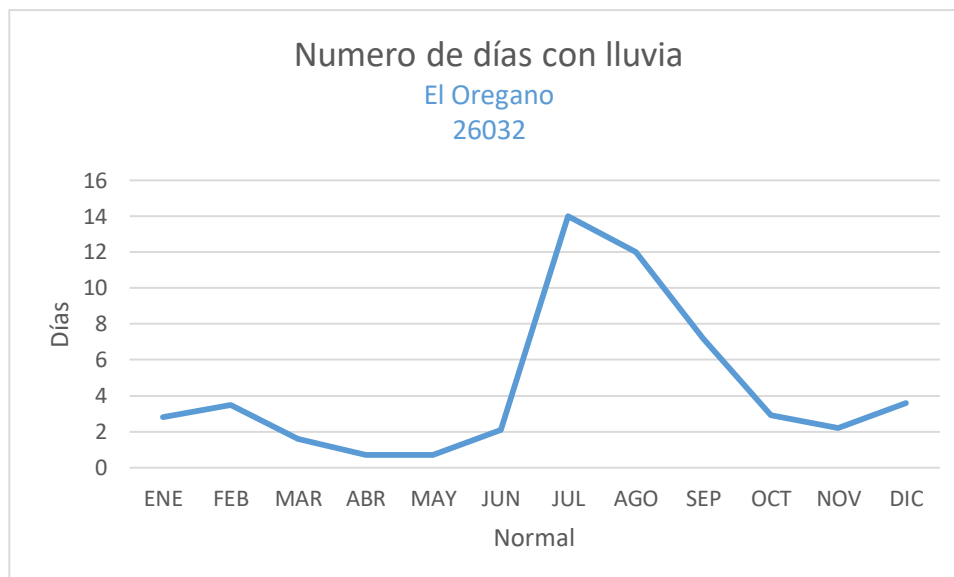
El comportamiento de las evaporaciones está muy asociado a las temperaturas mensuales y a la humedad presente en el ambiente. Por ello, los meses de mayor evaporación potencial son de mayo a junio y los de menor enero y diciembre.



Gráfica 6. Distribución mensual de las evaporaciones en la zona de estudio.

Fuente: Dato obtenido del estudio Hidrológico de la Presa Puerta del Sol.

El número de días con lluvia normal anual en la zona de estudio es de 53.3, el mes con mayor número de días con lluvias es en julio con 14 días, en **Gráfica 7** la se observa el comportamiento normal mensual.



Gráfica 7. Número de días con lluvia observados en la estación climatológica El Orégano.

Fuente: Elaboración propia con datos del SMN (2025)

Fenómenos meteorológicos

Se consultó el Sistema Nacional de Información sobre Riesgos del Atlas Nacional de Riesgos, en donde el sistema integra todos los mapas del Atlas Nacional de Riesgos, de peligro, exposición, vulnerabilidad y riesgo, clasificados según el tema para su visualización y análisis.

Riesgo por temperaturas bajas

De acuerdo al “Grado de riesgo por temperaturas bajas por municipio” (2012) del CENAPRED, la porción del SAR perteneciente a los municipios de Ures y Moctezuma están clasificados con riesgo Muy bajo, mientras que la porción correspondiente al municipio de Baviacora está dentro de la clasificación de riesgo Bajo. **Figura 10.** Por lo que no existe riesgo por temperaturas bajas dentro de la unidad de análisis.

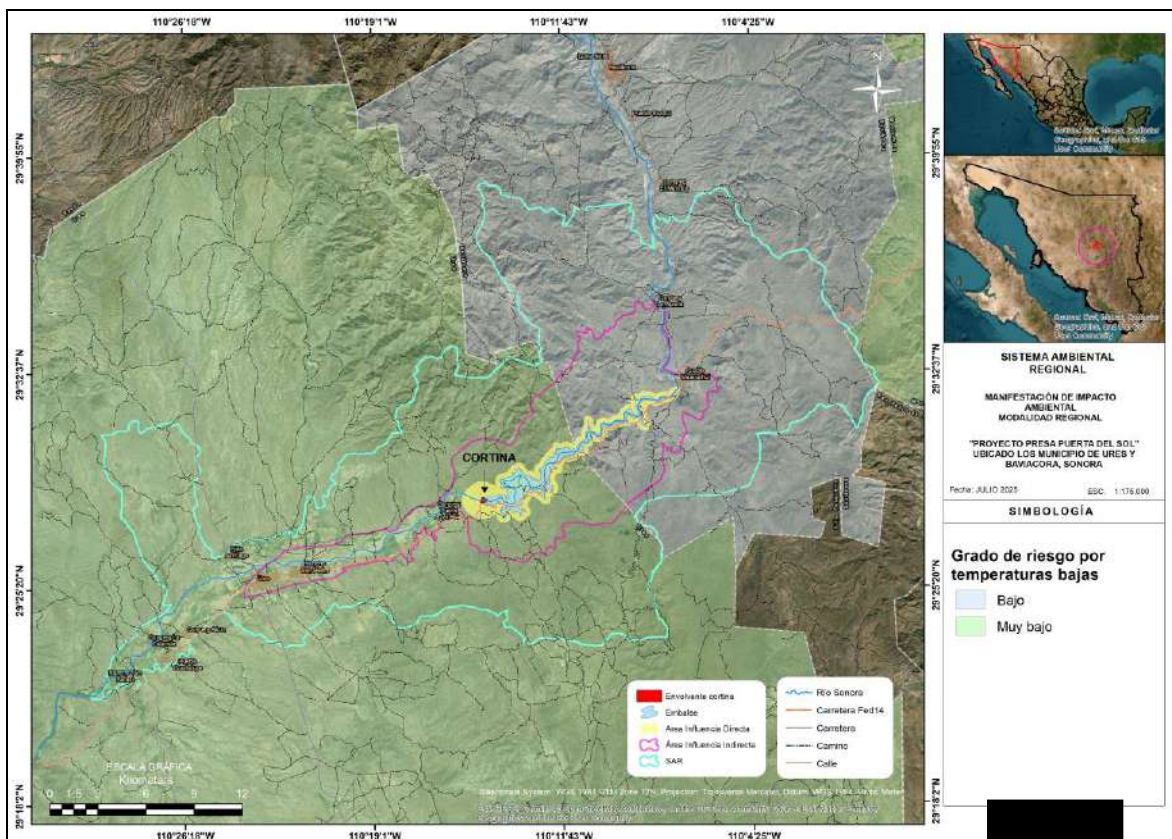
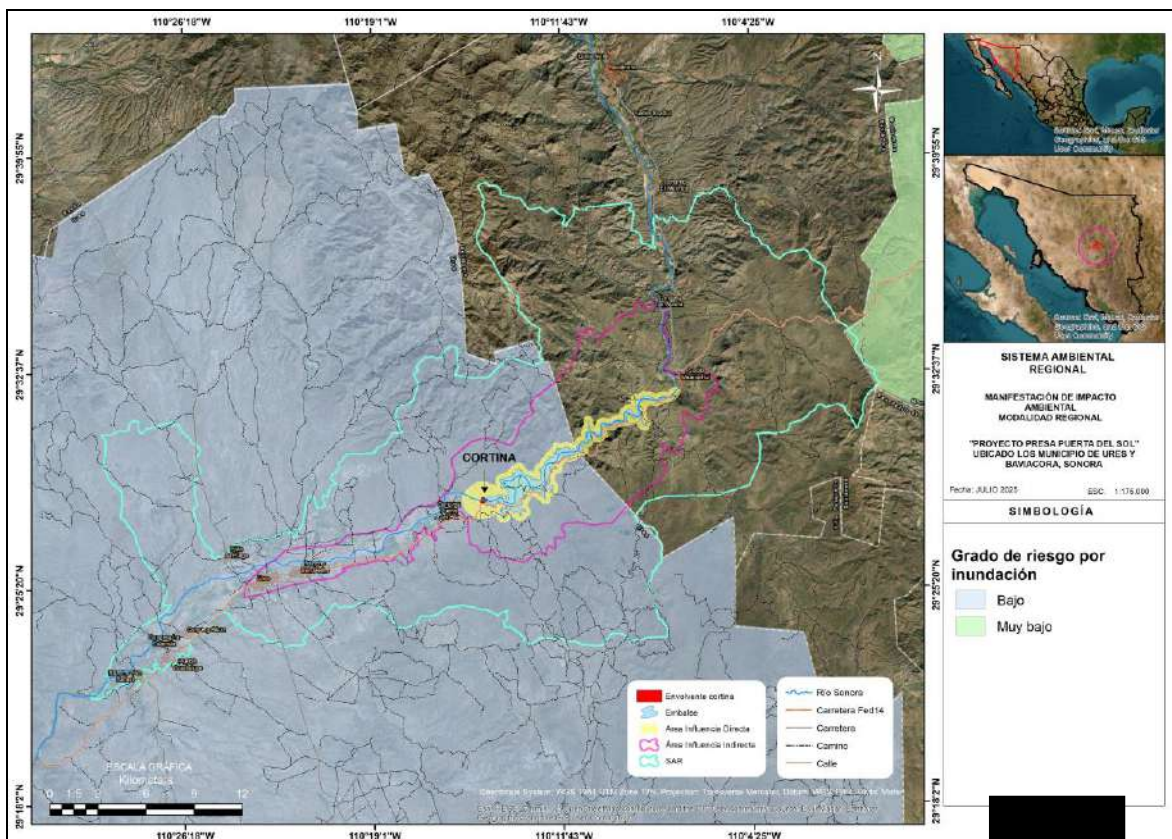


Figura 10. Grado de riesgo por temperaturas bajas en el SAR.

Fuente: Elaboración propia con datos vectoriales del CENAPRED.

Riesgo por inundación

De acuerdo al "Grado de riesgo por inundación por municipio" (2007) del CENAPRED, el municipio de Ures tiene riesgo bajo y el municipio de Moctezuma de riesgo muy bajo. A pesar de que el municipio de Baviacora no cuenta con datos, por la región en la que se encuentra, se puede decir que en el área del proyecto en general, se encuentra en una zona de riesgo bajo. **Figura 11.**



Riesgo por ciclones tropicales

De acuerdo al “Grado de riesgo por presencia de ciclones tropicales por municipio” (2012) del CENAPRED, los municipios de Ures, Baviácora y Moctezuma, se encuentran en una zona de riesgo muy bajo. Por tanto, en la zona de estudio, el potencial de riesgo por ciclones tropicales es muy bajo. **Figura 12**

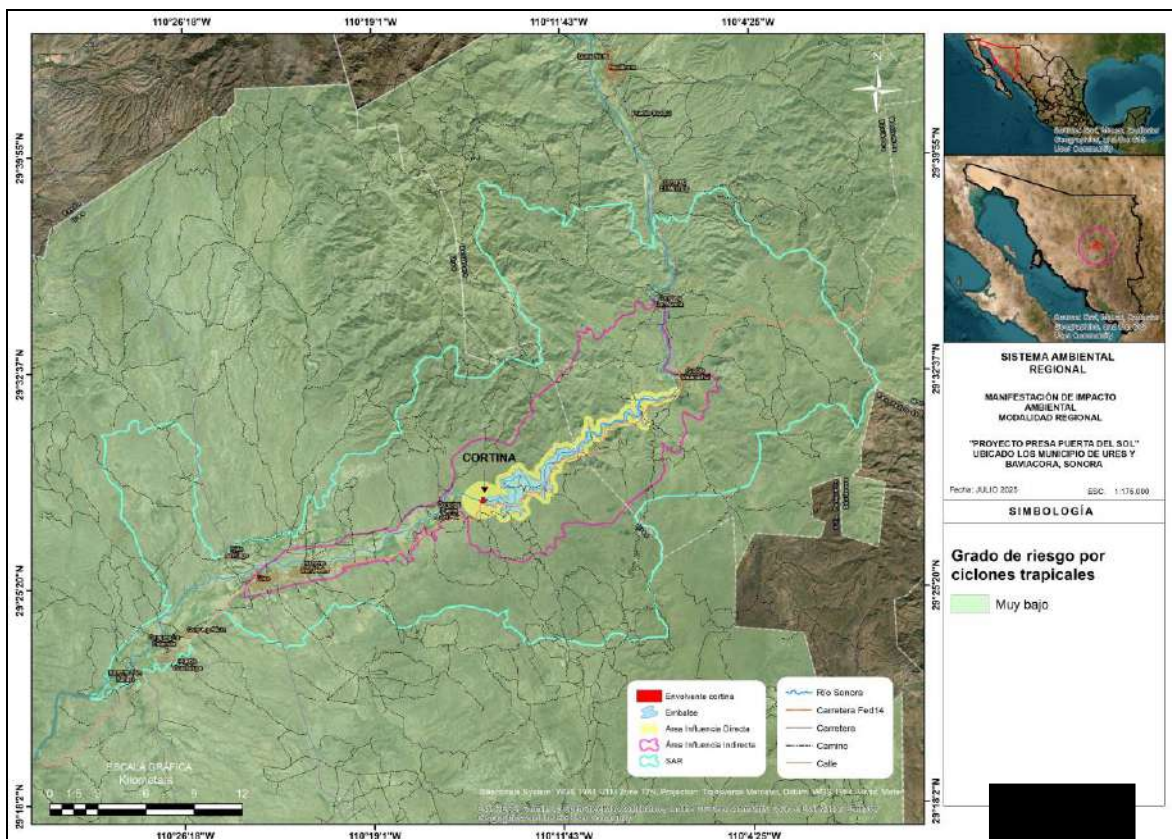


Figura 12. Grado de riesgo por presencia de ciclones tropicales en el SAR.

Fuente: Elaboración propia con datos vectoriales del CENAPRED.

Riesgo por sequía

De acuerdo al "Grado de riesgo por sequía por municipio" (2012) del CENAPRED, los municipios de Ures, Baviácora y Moctezuma, se encuentran en una zona de riesgo muy bajo. Por tanto, en la zona de estudio, el riesgo por sequía es muy bajo.

Figura 13

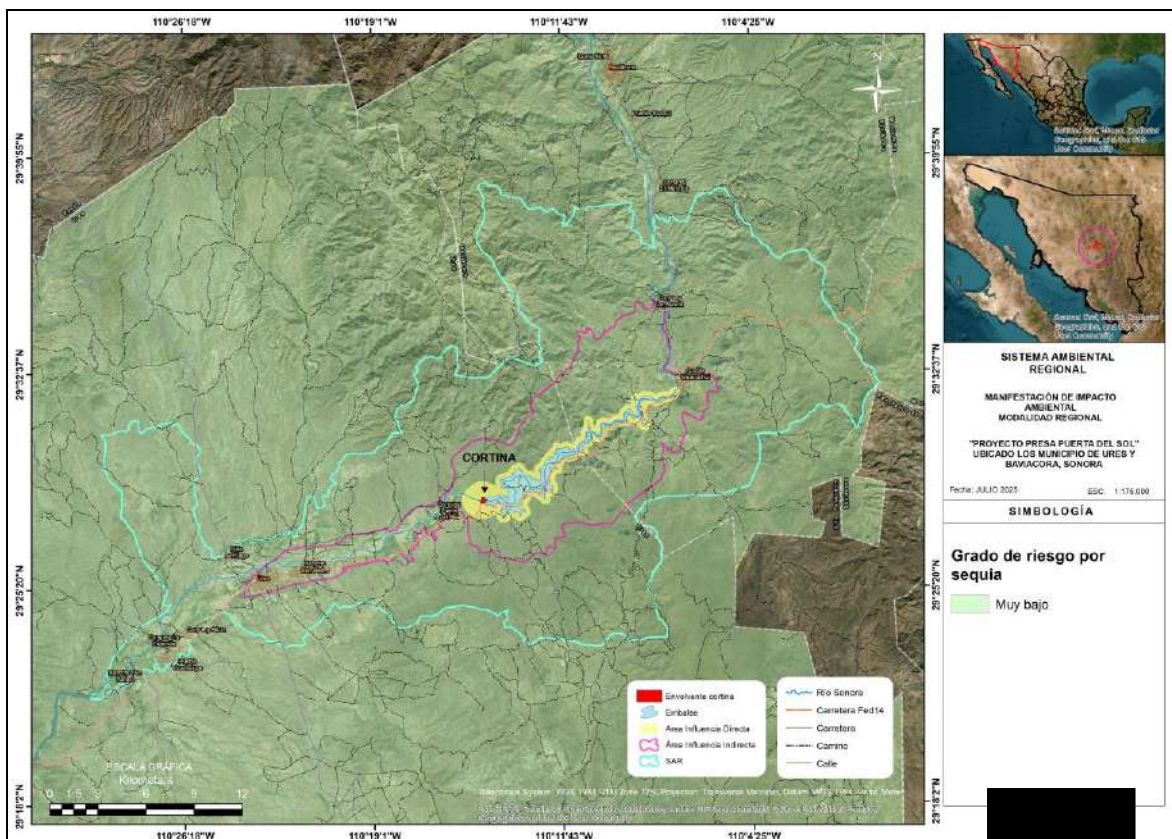


Figura 13. Grado de riesgo por sequía en el SAR.
Fuente: Elaboración propia con datos vectoriales del CENAPRED.

IV.2.1.2 Geología y Geomorfología

Elevación

La superficie del sitio de estudio se ubica en una zona con relieve de pendiente. Se consultó las cartas Topográficas con escala 1:50 000, serie III; H12D22 Rayon (2018), H12D23 Baviacora (2015), H12D24 El Rodeo (2015), H12D32 Ures (2016), H12D33 Puerta del Sol (2015) Y H12D34 San Pedro de la Cueva (2015).

El Sistema Ambiental Regional se localiza entre varios sistemas de topoformas; Sierra alta, Valle intermontano, Lomerío complejo, Llanura aluvial, Bajada con lomerío y Lomerío típico, de acuerdo al modelo Digital de elevaciones (MDE) que se realizó mediante el programa ArcMap ver. 10.5, el terreno presenta una elevación

máxima de 1760 msnm y una elevación mínima en 350 msnm, existiendo una diferencia de 1410 ms entre su punto más alto y su punto más bajo. **Figura 14**

los puntos más altos corresponden a la Sierra Alta, mientras que los puntos más bajos corresponden a la Llanura Aluvial, tal como se ver más adelante.

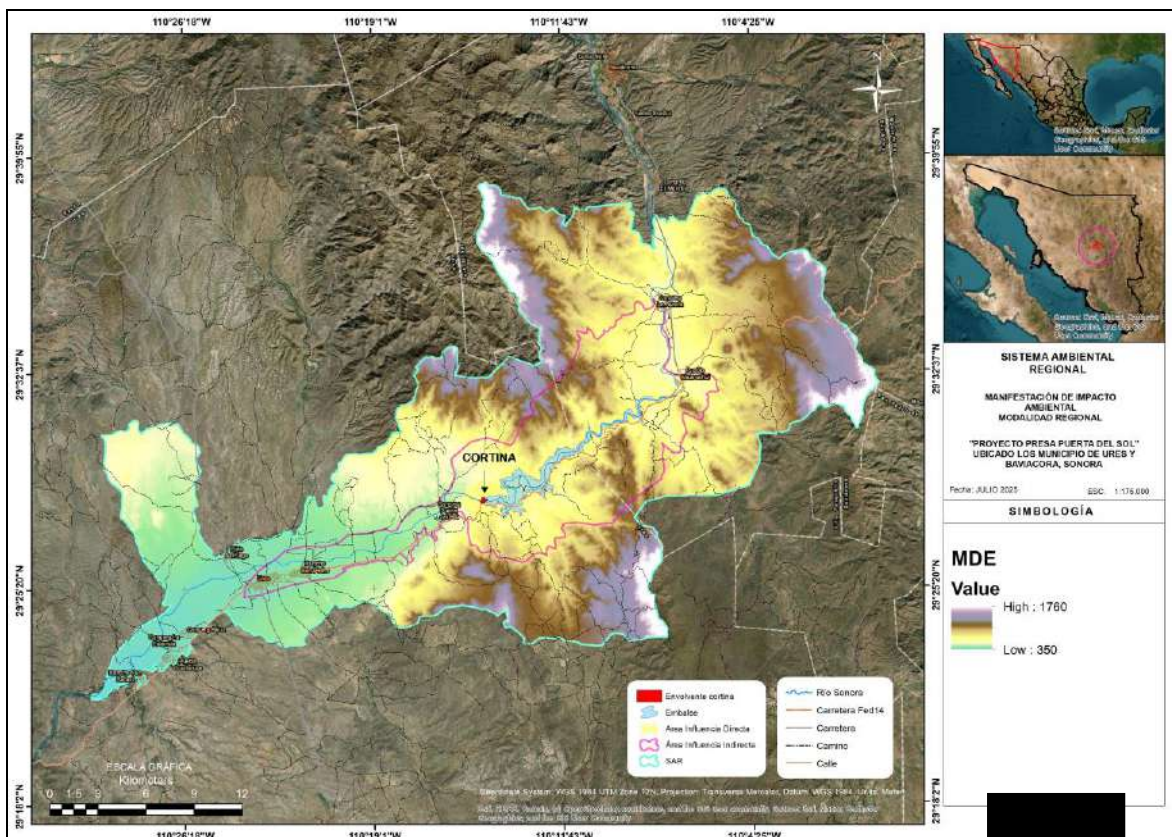


Figura 14. Elevación del Sistema Ambiental Regional.

Fuente: Elaboración propia con datos vectoriales del INEGI.

Fisiografía

De manera general la Fisiografía es la visión del relieve que caracteriza un territorio, se identifica y define a partir del análisis integral de la información topográfica, geológica y edafológica. El área de estudio proporcionalmente se compone por dos provincias fisiográficas, e igual número de subprovincias.

Provincias fisiográficas

De acuerdo al “Conjunto de datos vectoriales Fisiográficos. Continuo Nacional serie I. Provincias fisiográficas” escala 1:1 000 000 (2001) del INEGI, el Sistema Ambiental Regional se localiza en las provincias fisiográficas; Llanura Sonorense, al oeste del SAR, cercano al trazo de la cortina del Proyecto, cubriendo los poblados Puerta del Sol, San Pedro, Ures, Ejido Santiago, Guadalupe, La Estancia y Rancho San Rafael; Sierra Madre Occidental, al este del SAR, cubriendo los poblados de Mazocahui y La Aurora. **Figura 15**

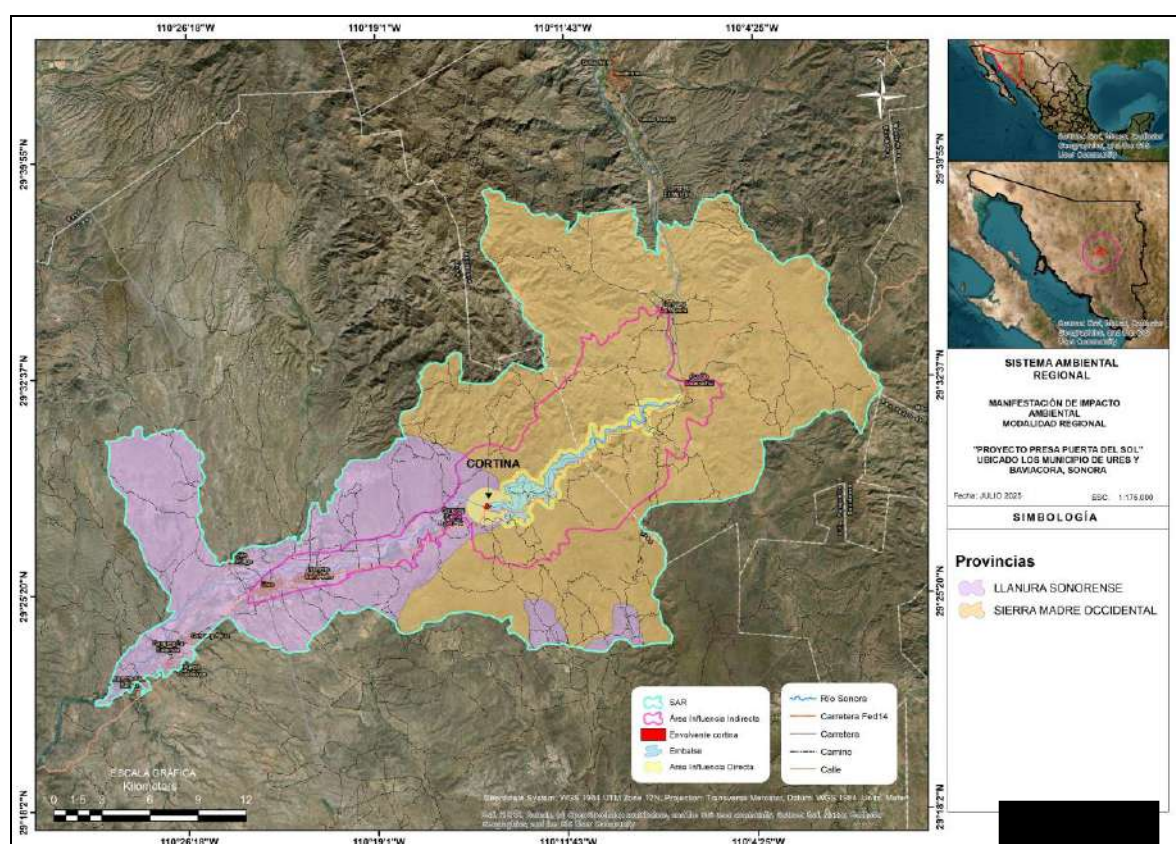


Figura 15. Fisiografía, Provincia en el SAR.

Fuente: Elaboración propia con datos vectoriales del INEGI.

Llanura Sonorense

Se ubica en la parte sur del área de estudio, se caracteriza por el relieve suave desarrollado sobre materiales granulares poco compactados, en esta provincia se localiza el valle agrícola de la Costa de Hermosillo.

Sierra Madre Occidental

Esta provincia se sitúa en la parte centro norte de la cuenca, la distingue el rasgo orográfico de la Sierra Madre Occidental; en general es un relieve fuerte esculpida en material volcánico ácido.

Subprovincias fisiográficas

De acuerdo a los datos vectoriales “Conjunto de datos vectoriales Fisiográficos. Continuo Nacional serie I. Subprovincias fisiográficas” escala 1:1 000 000 (2001) del INEGI. En el SAR se identifican las subprovincias Sierras y Llanuras Sonorenses y, Sierras y Valles del Norte. **Figura 16**

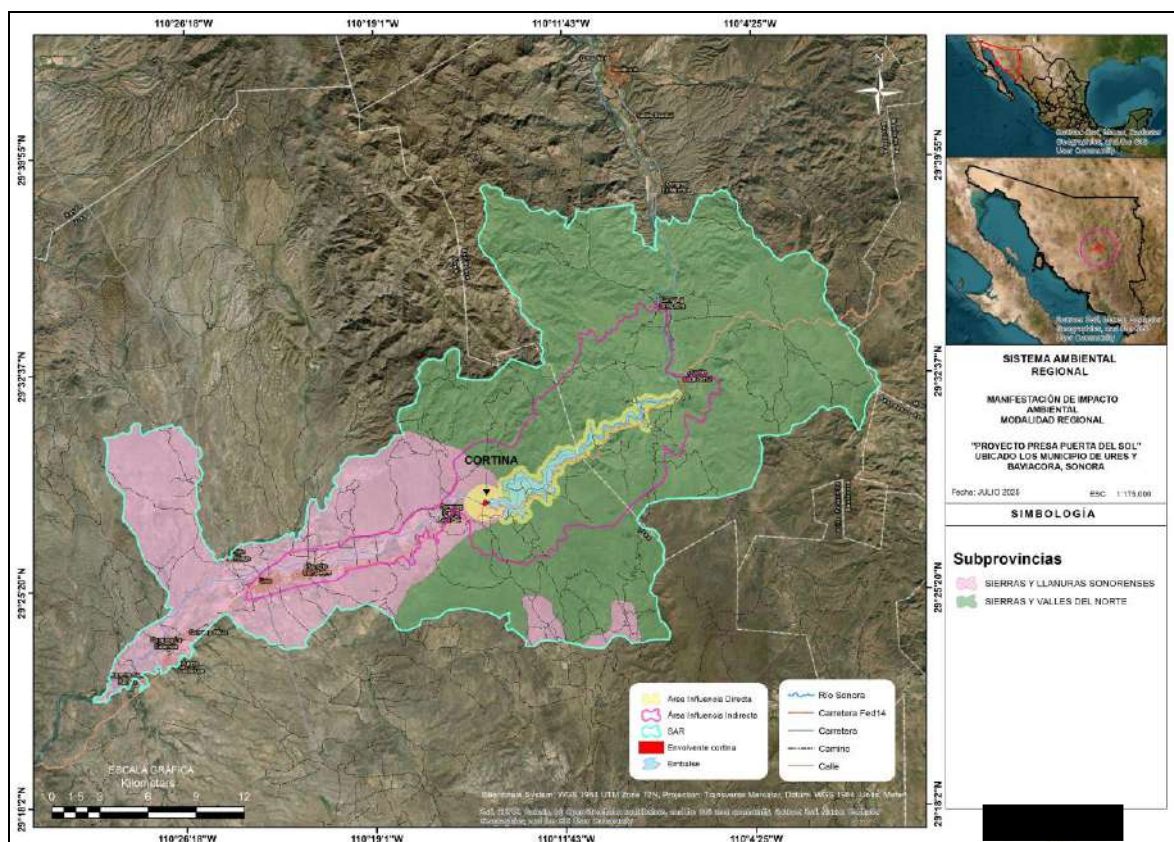


Figura 16. Fisiografía; Subprovincias en el SAR.
Fuente: Elaboración propia con datos vectoriales del INEGI.

Sierras y Llanuras Sonorenses

Se distribuyen en la parte oeste del SAR y se extiende a aproximadamente un kilómetro al este de la cortina, cubre una superficie de 20,641.28 Ha del SAR. Se distingue de las demás subprovincias por estar compuesta de llanuras disectadas y sistemas de sierras.

Sierras y Valles del Norte

Dentro SAR ocupa una superficie de 46,774.65 Ha, se distribuye en la parte este del SAR donde las elevaciones son mayores, hacia el norte de la sierra El Pajarito y del río San Miguel de Horcasitas. Está conformada por rocas volcánicas félsicas del Terciario medio con controles estructurales que forman escalones orográficos como el de la sierra de Aconchi al oeste del río Sonora; entre los poblados de Aconchi y Mazocahui.

Sistema de topoformas

De acuerdo al “Conjunto de datos vectoriales Fisiográficos. Continuo Nacional serie I. Sistema topoformas” escala 1:1 000 000 (2001) del INEGI, en el SAR se identifican 6 sistemas de topoformas, entre sierras, valles, lomeríos, llanuras y bajadas. De acuerdo a los datos vectoriales, el trazo del proyecto se localiza sobre el Valle intermontano en su parte noreste, de mayor extensión sierra alta en la parte central, y lomerío complejo al suroeste sobre el poblado Puerta del Sol. **Figura 17**

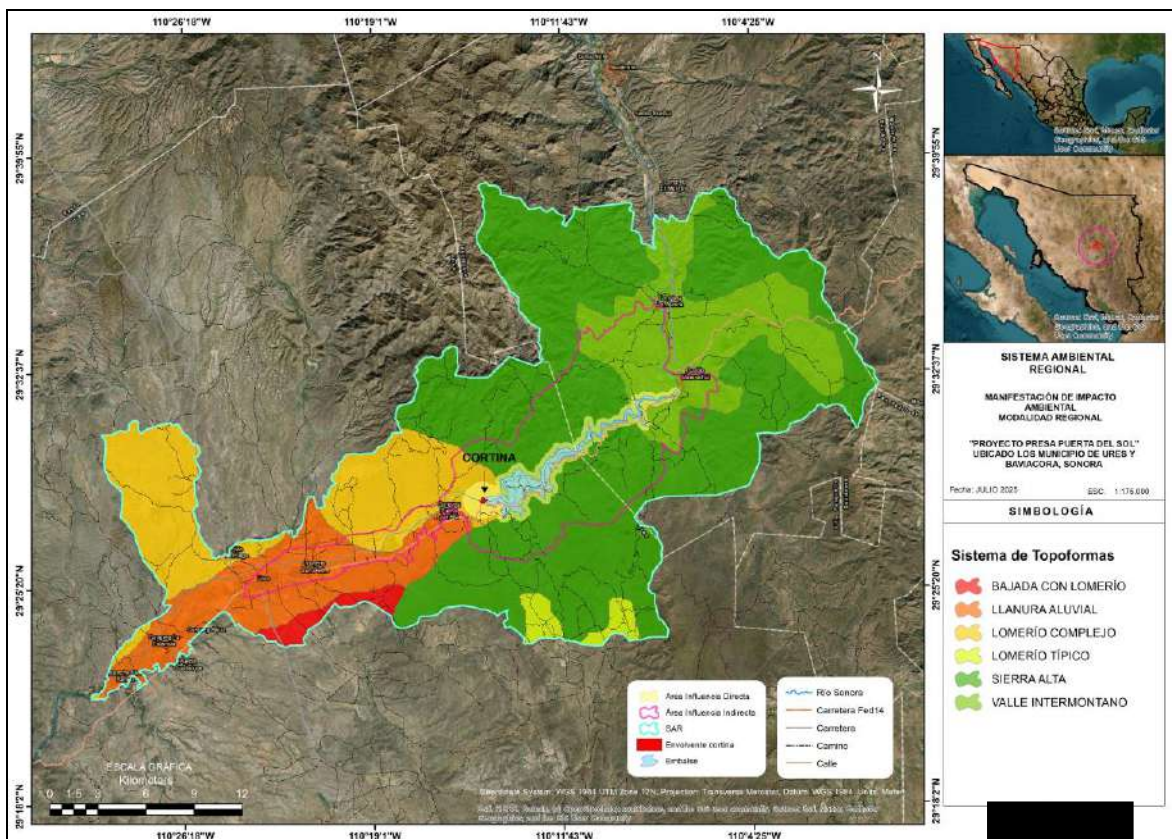


Figura 17. Fisiografía; Sistema de Topoformas en el SAR.

Fuente: Elaboración propia con datos vectoriales del INEGI.

Bajada con lomerío

Es la de menor extensión dentro del SAR, cubre el 1.44% de la superficie. Se localiza al suroeste del SAR.

En la cuenca Río Sonora se ubica entre los 0 a los 1200 msnm.

Entre los elementos biológicos asociados predominan los ecosistemas desérticos.

Llanura Aluvial

Cubre el 11.54% de la superficie del SAR. Dentro del SAR, se distribuye al suroeste, sobre el cauce del Río Sonora, fuera del área del proyecto, en las inmediaciones del poblado Puerta del Sol hasta el Rancho San Rafael.

En la cuenca Río Sonora se ubica entre los 50 a 700 msnm.

Entre los elementos biológicos asociados predominan los ecosistemas desérticos.

Lomerío complejo

Ocupa el 7.89% de la superficie del SAR. Dentro del SAR, cubre al poblado Puerta del Sol y se extiende al norte, colinda con la topoforma Sierra Alta. La cortina se ubica en esta topoforma, y cubre el 7.96% de la superficie del embalse. La litología clástica, principalmente conglomerado con variantes en el nivel de consolidación, imprimen una erosión diferencial que se traduce en lomeríos con variantes en su forma.

Lomerío típico

Es el segundo más pequeño dentro del SAR, ocupa el 1.63% de la superficie. Se ubica al sur, por debajo de la topoforma Sierra Alta, por lo que no está dentro del trazo del proyecto. El relieve de lomerío típico es debido a que es producto de la erosión de los materiales granulares gruesos, principalmente conglomerados. En la cuenca Rio Sonora se ubica entre los 500 a 1250 msnm.

Sierra alta

Es la principal topoforma que cubre el SAR, se ubica en las zonas con mayor elevación dentro del SAR y ocupa el 53.82% de la superficie de este y, el 84.59% del embalse del proyecto (el resto lo constituye el lomerío complejo y el valle intermontano).

En la Cuenca Rio Sonora se ubica entre los 400 a 2 600 msnm.

Entre los elementos biológicos asociados predominan los ecosistemas de bosques templados, bosques secos, dulceacuícolas, y pastizales.

Valle intermontano

Representa el 15.57% de la superficie del SAR. Se distribuye al noreste, sobre el cauce del Rio Sonora, hasta el suroeste de Mazocahui, rodeado por la Sierra alta. Cubre una pequeña fracción de la superficie del embalse del proyecto (7.45%).

En la cuenca Rio Sonora se ubica entre los 500 a 1500 msnm.

Geología regional y litología

De acuerdo al “Conjunto de datos vectoriales Geológicos serie I. Hermosillo” y “Conjunto de datos vectoriales Geológicos serie I. Madera” escala 1:250 000 (1982) del INEGI, la geología de la zona de estudio es de origen mesozoico y cenozoico, de los periodos cretácico, terciaria, terciario paleógeno y cuaternario.

En el proyecto, hacia la porción noroeste, cercano al poblado de Mazocahui sobre el cauce del Rio Sonora, podemos encontrar suelos jóvenes de tipo aluvial Q(al). mientras que en el resto del trazo de la presa se encuentra formado por una unidad cronoestratigráfica de clase Ígnea intrusiva de tipo granito K(Gr).

Dentro del SAR también se encuentran unidades de clase sedimentaria e ígnea extrusiva, ver **Tabla 3, Figura 18**.

Tabla 3. Geología y litología en el SAR.

Entidad	Clase	Tipo	Era	Sistema		Serie/época	Clave	Superficie incidencia
Suelo	N/A	Aluvial	Cenozoico	Cuaternario		N/A	Q(al)	13.02%
Unidad cronoestratigráfica	Ígnea extrusiva	Riolita-Toba ácida		Terciario	N/A	Oligoceno-Mioceno	Tom(R-Ta)	12.54
Unidad cronoestratigráfica	Sedimentaria	Conglomerado				N/A	T(cg)	15.06%
Unidad cronoestratigráfica	Ígnea extrusiva	Riolita				Oligoceno-Mioceno	Tom(R)	1.40%
Unidad cronoestratigráfica	Ígnea extrusiva	Toba ácida				Oligoceno-Mioceno	Tom(Ta)	0.58
Unidad cronoestratigráfica	Sedimentaria	Conglomerado			Paleógeno	N/A	Ti(cg)	1.39%
Unidad cronoestratigráfica	Ígnea intrusiva	Granito	Mesozoico	Cretácico		N/A	K(Gr)	55.46%

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.

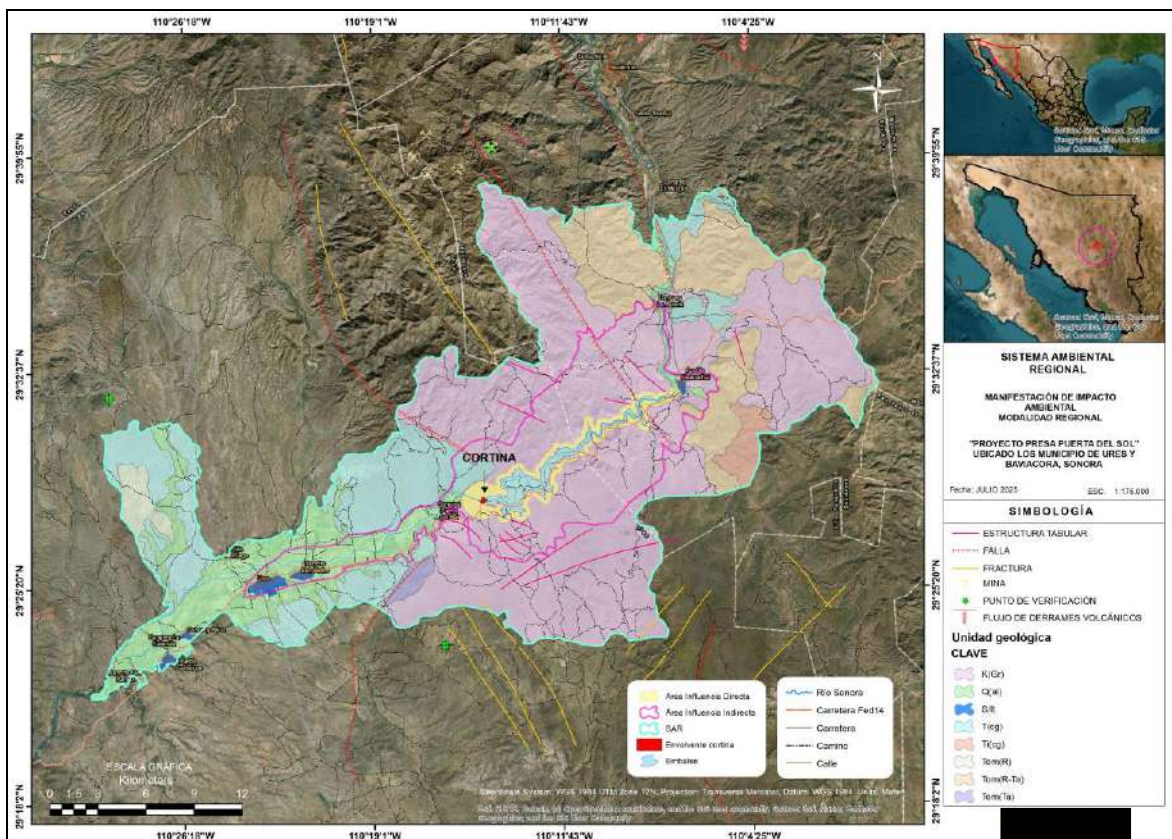


Figura 18. Geología regional del SAR.

Fuente: Elaboración propia con datos vectoriales del INEGI.

Cretácico. Las rocas intrusivas predominan y se complementan con rocas sedimentarias y volcánicas.

- Granito K(Gr). Los afloramientos intrusivos están formados en su mayoría por granito y en menor medida por granodiorita y diorita, las texturas son granudas y gruesas, los macizos graníticos tienen diversas intrusiones de diques pegmatíticos y lamprofídicos, los cuales se extienden por kilómetros.

cenozoico

- Riolita-toba ácida TOM(R-Ta). La secuencia volcánica de riolita-toba ácida del Terciario medio pertenece a las secuencias que forman la Sierra Madre Occidental, contiene además intercalaciones de conglomerado, arenisca y vitrófidos
- Conglomerado T(cg). La unidad de roca formada por arenisca, limolita, conglomerado y lutita, es parte fundamental de los rellenos clásticos

continentales de las fosas tectónicas de gravedad que se ubican a lo largo de los ríos Sonora, San Miguel de Horcasitas y Zanjón

En el SAR se identifican 4 fallas que tienen longitudes que van de los 16 a 25 km y, 3 fracturas con longitudes que van de los 5 a 11 km. De las tres fracturas, la de mayor longitud (25.021 km), sobre el área que tiene influencia sobre el proyecto, la fractura atraviesa el cauce del Río Sonora, a aproximadamente un kilómetro al norte del Puente La Junta, al oriente del poblado Mazocahui. No se identificaron aparatos volcánicos en el SAR, el más cercano se encuentra aproximadamente a 24 km al norte de Mazocahui.

IV.2.1.3 Suelo

De acuerdo al “Conjunto nacional de información edafológica. Escala 1:250 000 Serie III” (2024) del INEGI, en el sitio de estudio se pueden encontrar grupos de suelos dominante de tipo Cambisol (CM), Fluvisol (FL), Leptosol (LP), Luvisol (LV), Phaeozem (PH), Regosol (RG), Technosol (TC) y Vertisol (VR). (**Figura 19**)

La edafología del SAR es variada y está distribuida por toda el área de estudio, en la **Tabla 4** se concentran las diferentes los diferentes tipos de suelos junto con sus calificadores particulares.

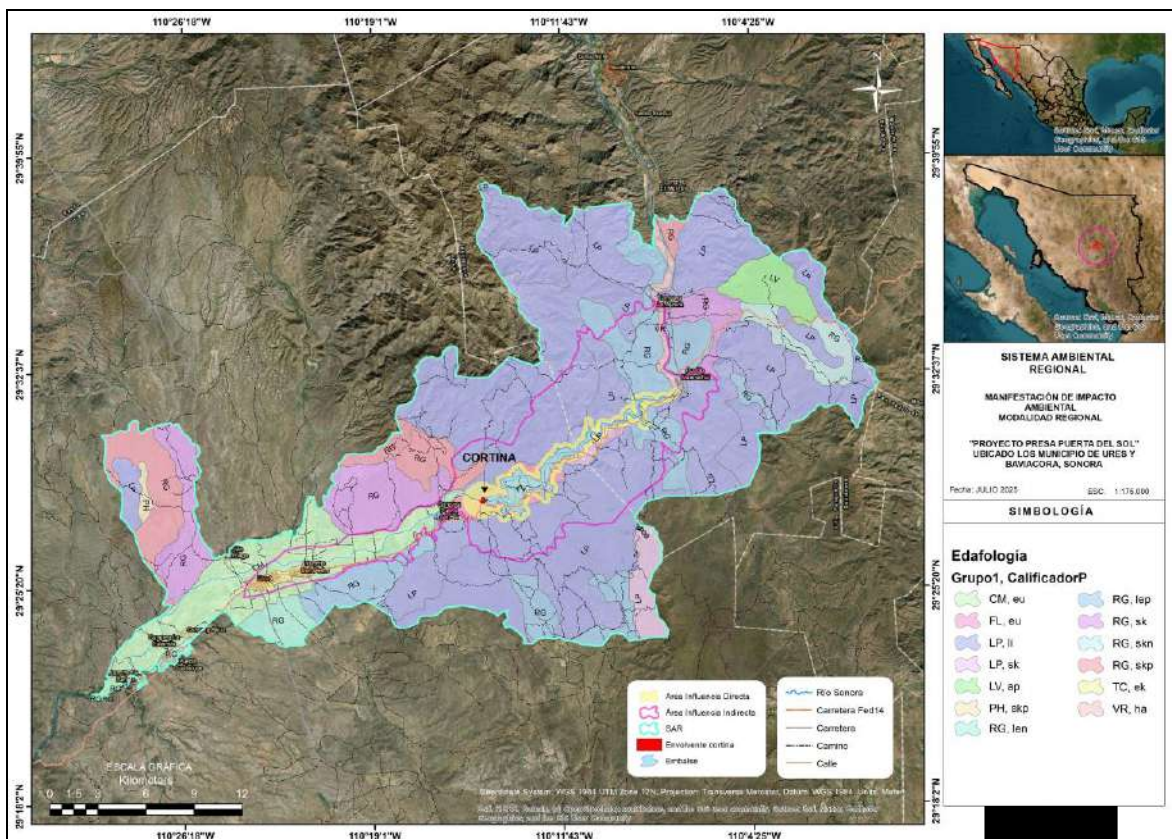


Figura 19. Edafología en el SAR

Fuente: Elaboración propia con datos vectoriales del INEGI.

Tabla 4. Datos edafológicos en el SAR.

Clave de la unidad	Fase física	Fase química	Superficie Ha	% incidencia
CMeu-ad+RGeu-lo+PLeu/2P	Ninguno	Protosódica	6,138.42	9.105
FLeu-ar+RGeu/1G	Ninguno	Ninguno	2.80	0.004
FLeu-lo+VRca-mz+PHha/2G	Ninguno	Ninguno	1,405.77	2.085
LPli-eu+RGlep-eu/1P	Lítico	Ninguno	3,445.15	5.110
LPli-eu+RGlep-eu/2P	Lítico	Ninguno	449.04	0.666
LPli-eu+RGlep-lo/2G	Lítico	Ninguno	326.94	0.485
LPli-eu+RGlep-lo+LPsk/2G	Lítico	Ninguno	3,359.77	4.984
LPli-eu+RGlep-oh+ARpr/1	Lítico	Ninguno	17,273.69	25.623
LPli-sk+LPeu-ar+RGlep/1	Lítico	Ninguno	524.14	0.777
LPli-sk+LPsk-ca+RGlep/1P	Lítico	Ninguno	939.03	1.393
LPli-sk+RGlep-ca/2P	Lítico	Ninguno	27.25	0.040
LPli-sk+RGlep-eu/1	Lítico	Ninguno	1,675.50	2.485
LPli-sk+RGlep-sk/1P	Lítico	Ninguno	5,819.79	8.633
LPli-sk+RGlep-sk+LPsk/2P	Lítico	Ninguno	2,483.60	3.684
LPsk-ar+RGlep-pr/1P	Epiléptico	Ninguno	496.52	0.736
LPsk-mo+PHlep-sk+RGlep/1P	Epiléptico	Ninguno	1,046.13	1.552

Clave de la unidad	Fase física	Fase química	Superficie Ha	% incidencia
LVap-lep+RGlep-pr+CMlep/2P	Epiléptico	Protosódica	1,415.58	2.100
PHskp-ca+RGca-skp/1G	Ninguno	Ninguno	207.70	0.308
RGlep-eu/1	Epiléptico	Ninguno	1,126.54	1.671
RGsk-ad/1G	Ninguno	Ninguno	1,644.61	2.439
RGlen-sk+ARpr-oh+CMlen/1P	Endoléptico	Ninguno	3,346.89	4.965
RGlep-ca+PHlep-ca/1	Epiléptico	Ninguno	318.54	0.472
RGlep-eu+LVlep/1G	Epiléptico	Ninguno	866.71	1.286
RGlep-eu+RGad-skp/1G	Epiléptico	Ninguno	6.26	0.009
RGlep-pr+CMlep-qs+LPeu/2G	Epiléptico	Protosódica	1,492.74	2.214
RGlep-pr+LPeu-ar+ARpr/1P	Epiléptico	Ninguno	6.25	0.009
RGlep-sk+LPli/2P	Epiléptico	Ninguno	1,064.60	1.579
RGsk-ad+CLlv-lo/2P	Ninguno	Ninguno	1,844.98	2.737
RGsk-ca+CMcr-oh/1P	Ninguno	Ninguno	2,366.59	3.510
RGskn-pr+CMeu-lo+PHha/2P	Ninguno	Protosódica	1,304.00	1.934
RGskp-ca/1P	Ninguno	Ninguno	250.40	0.371
RGskp-ca+CMlen-oh/1P	Ninguno	Ninguno	1,093.55	1.622
RGskp-ca+CMlep-oh+LPsk/2P	Ninguno	Ninguno	465.68	0.691
RGskp-ca+RGlep-sk/1P	Ninguno	Ninguno	2,140.52	3.175
TCek-ub	No aplicable	No aplicable	312.46	0.463
VRha-skn+RGqs-ce+FLskn/3G	Ninguno	Protosódica	727.79	1.080

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.

- **Cambisol.** Suelos con por lo menos un principio de diferenciación de horizontes en el subsuelo evidentes por cambios en la estructura, color, contenido de arcilla de carbonato.
- **Fluvisol.** Suelo joven desarrollado en depósitos aluviales, lacustres y marinos.
- **Leptosol.** Suelo muy somero sobre roca continua y/o extremadamente gravillosos y/o pedregoso.
- **Luvisol.** Suelo que tiene un incremento de acumulación de arcilla en el subsuelo, tiene un horizonte Árgico, el cual tiene arcillas de alta actividad y alta saturación de bases a ciertas profundidades.
- **Phaeozem.** Suelo oscuro rico en materia orgánica, alta saturación de bases, poroso, fértil y es excelente tierra agrícola.
- **Regosol.** Suelo muy poco desarrollado, muy parecido al material de origen.

- **Tecnosol.** Suelo fuertemente influenciado por material hecho por el hombre. Principalmente en áreas urbanas e industriales.
- **Vertisol.** Suelo arcilloso que forman grietas debido a la expansión y contracción de las arcillas, forman facetas de fricción presión, generalmente de color oscuro.

Hacia la porción noreste del proyecto, sobre el cauce del río Sonora se identifica una capa edáfica de Vertisol, asociado con Regosol y Fluvisol, con textura fina y gravosa. A la altura del Puente la Junta el suelo es de tipo regosol con textura gruesa. En la parte central la capa edáfica es de tipo Leptosol asociado con Regosol, con textura gruesa y pedregosa. Finalmente, hacia la porción suroeste la edafología es de tipo Fluvisol asociado con Vertisol y Phaeozem, con textura media y gravosa.

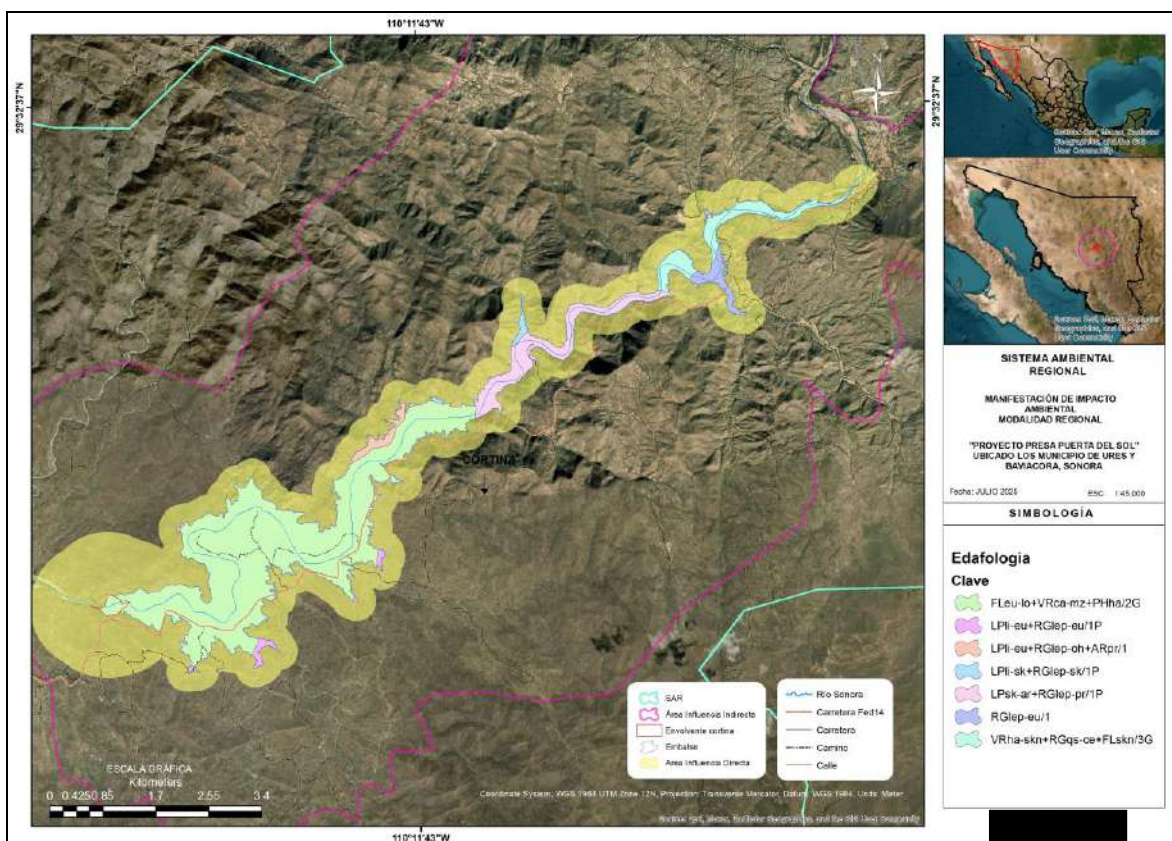


Figura 20. Edafología Presa Puerta del Sol.
Fuente: Elaboración propia con datos vectoriales del INEGI.

Tabla 5. Datos edafológicos en la envolvente de la cortina.

Clave de la unidad	Fase física	Fase química	Superficie Ha	% incidencia
FLeu-lo+VRca-mz+PHha/2G	Ninguno	Ninguno	8.761	100

Tabla 6. Datos edafológicos en el embalse.

Clave de la unidad	Fase física	Fase química	Superficie Ha	% incidencia
FLeu-lo+VRca-mz+PHha/2G	Ninguno	Ninguno	618.31	75.396
LPli-eu+RGlep-eu/1P	Lítico	Ninguno	10.90	1.329
LPli-eu+RGlep-oh+ARpr/1	Lítico	Ninguno	16.70	2.037
LPli-sk+RGlep-sk/1P	Lítico	Ninguno	6.82	0.831
LPsk-ar+RGlep-pr/1P	Epiléptico	Ninguno	84.75	10.335
RGlep-eu/1	Epiléptico	Ninguno	21.82	2.661
VRha-skn+RGqs-ce+FLskn/3G	Ninguno	Protosódica	60.78	7.412

IV.2.1.4 Agua

Agua superficial

Se consultó los datos vectoriales “Red hidrográfica. Escala 1:50 000. Edición 2.0. Subcuenca hidrográfica RH09Db R. Sonora - Banamichi. Cuenca R. Sonora. RH Sonora Sur” del INEGI (2010). El sitio de estudio se encuentra sobre el cauce del Río Sonora, en él se intersectan un sistema de arroyos perenes e intermitentes que van del orden 1 al 7. **Figura 21.**

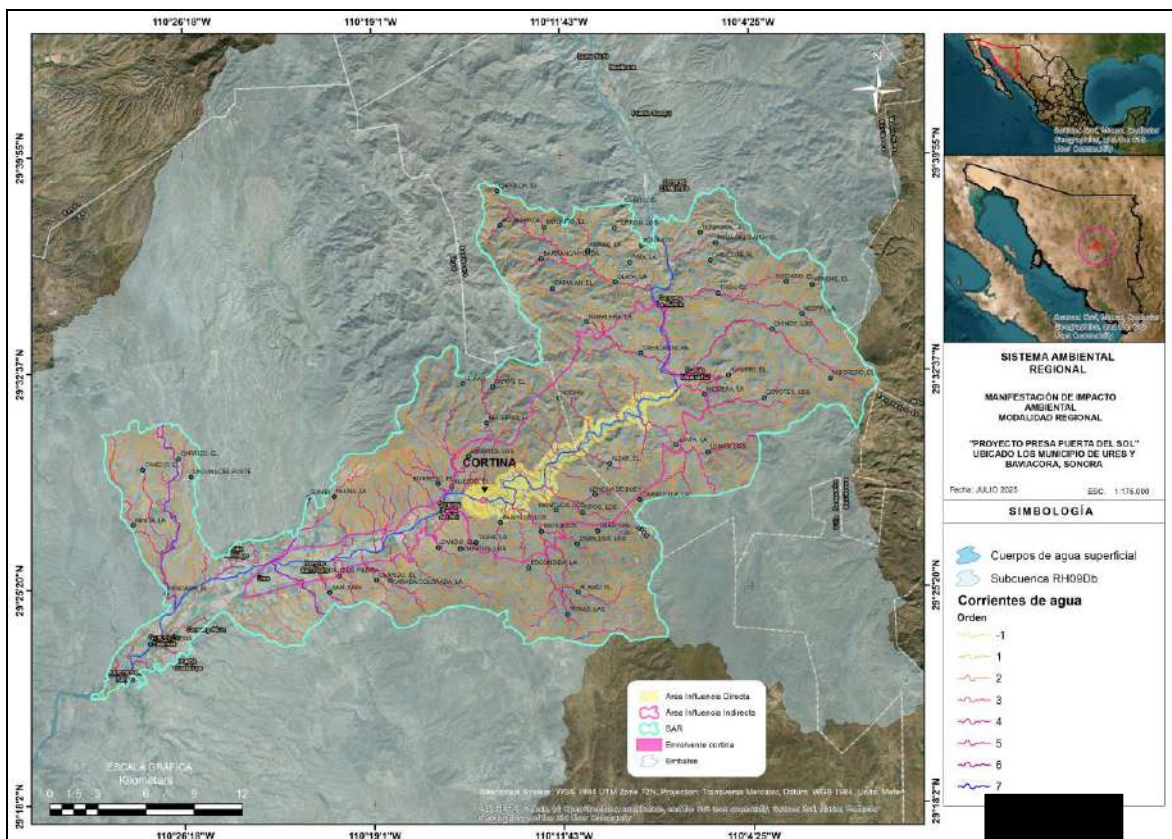


Figura 21. agua superficial en el SAR.

Fuente: Elaboración propia con datos vectoriales del INEGI.

Los arroyos que tienen el caudal sobre embalse del proyecto y desembocan en el Río Sonora son Las Lias, Los Monjitos, El Alamo, La Escondida, Lengua de Buey, Los Barriles, Los Caballos, Las Tunas, Los Opos, Monteboca y El Salto, de órdenes que van del 2 al 5, ver **Figura 22**.

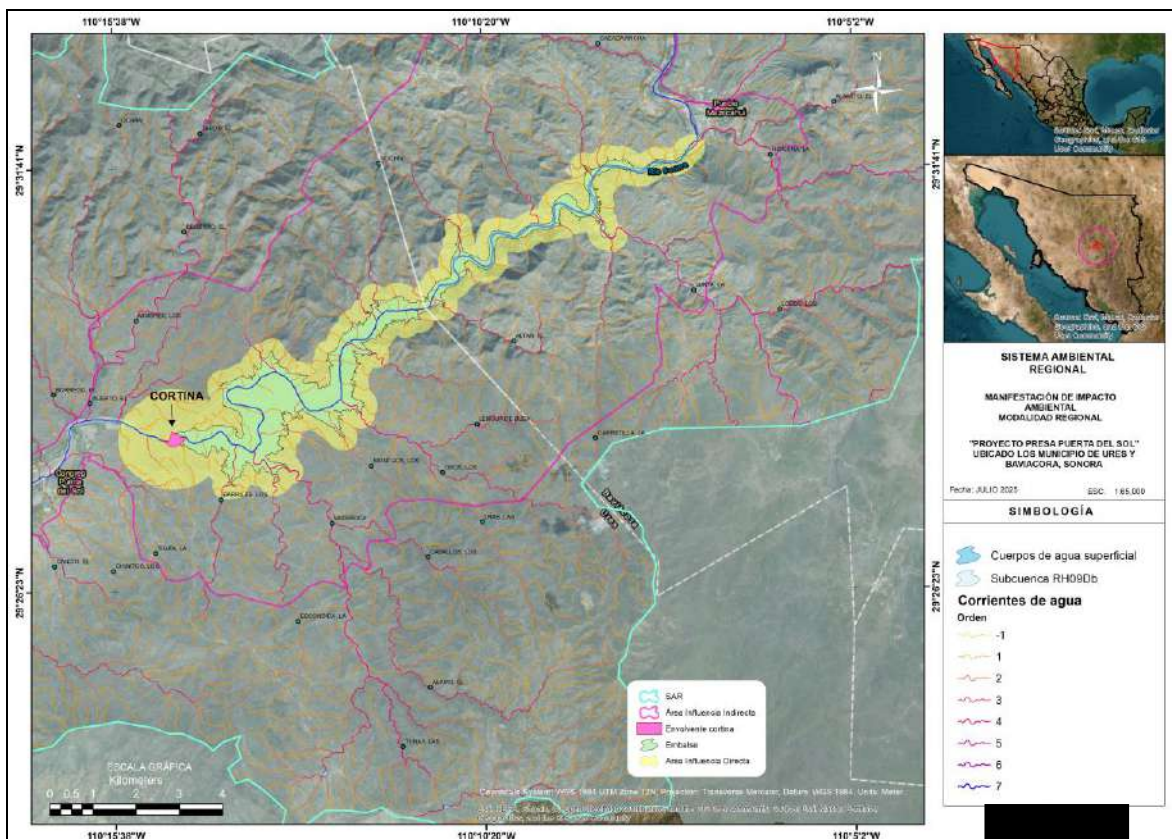


Figura 22. Arroyos que desembocan en el embalse del proyecto.
Fuente: Elaboración propia con datos vectoriales del INEGI.

TERMINO	ORDEN	NOMBRE COMÚN
ARROYO	2	ARROYO LAS LÍAS
ARROYO	2	ARROYO LOS MONTIJOS
ARROYO	3	ARROYO EL ÁLAMO
ARROYO	3	ARROYO LA ESCONDIDA
ARROYO	3	ARROYO LENGUA DE BUEY
ARROYO	3	ARROYO LOS BARRILES
ARROYO	3	ARROYO LOS CABALLOS
ARROYO	4	ARROYO LAS TUNAS
ARROYO	4	ARROYO LOS OPOS
ARROYO	4	ARROYO MATEBOCA
ARROYO	5	LA JUNTA
ARROYO	5	EL SALTO
RIO	7	RIO SONORA

De acuerdo documento “Análisis de dispersión de metales pesados en la cuenca del Río Sonora” (IMTA, 2024) en donde el objetivo fue cuantificar las concentraciones de Aluminio, Arsénico (As), Cobre (Cu), Hierro (Fe), Manganeseo (Mn), Níquel (Ni), Plomo (Pb) y Zinc (Zn) en la cuenca del Río Sonora. Los

resultados de las muestras de suelo indican que persiste la contaminación de algunos metales pesados como el Arsénico, Cobre, Manganeseo, Niquel y Plomo en altas concentraciones.

En la parte alta de la cuenca, persisten las concentraciones más altas de arsénico, presentándose un valor mayor con 35.4 mg/kg en Bacanuchi; y con valores mayores a los de fondo para las localidades de Banámichi y Ures.

Las mayores concentraciones de cobre persisten en la parte norte de la cuenca, con valores mayores a los de fondo para las localidades de Bacanuchi, Arizpe y Banámichi. El valor más alto de cobre fue de 104.72 mg/kg en Bacanuchi.

El manganeso presenta los niveles más altos en Arizpe (2063.35 mg/kg) y Banámichi, superando los valores de fondo del SGM.

Se observaron altas concentraciones de Niquel y Plomo en las localidades de Bacanuchi, Banámichi y Ures. Las concentraciones más altas de Níquel se presentaron para la Heroica Ciudad de Ures (34.16 mg/kg) y la concentración más alta de Plomo se registró en Bacanuchi (91.40 mg/kg).

Por otro lado, es importante resaltar que la localidad de Bacoachi (zona de control) registró concentraciones de metales pesados dentro del rango de los valores de fondo. Lo anterior es un indicativo de que las altas concentraciones registradas en Bacanuchi, Arizpe, Banámichi y Ures no corresponden a valores normales de la geoquímica de la región, sino a una condición de contaminación persistente en la zona, ver **Tabla 7. Resultados estadísticos de concentración de metales pesados en la cuenca de estudio por el IMTA.**

Tabla 7. Resultados estadísticos de concentración de metales pesados en la cuenca de estudio por el IMTA.

Localidad	Aluminio (Al) en %			Arsénico (As) en mg/kg			Cobre (Cu) en mm/kg			Hierro (Fe) en %		
	Min.	Prom.	Max.	Min.	Prom.	Max.	Min.	Prom.	Max.	Min.	Prom.	Max.
Bacanuchi	0.22	0.44	0.69	4.13	8.38	35.40	13.43	35.72	104.72	0.31	0.071	1.46
Arizpe				3.76	10.46	29.22	10.32	24.31	97.36	0.41	0.81	1.73
Banámicgi				4.00	12.47	20.97	6.07	18.98	35.95	0.34	0.90	1.65
Heroica Ciudad de Ures	0.14	0.33	0.81	1.99	4.78	7.45	5.10	11.64	29.11	0.24	0.63	1.29
Bacoachi				1.34	3.73	8.93	7.92	24.64	44.76	0.29	0.78	2.58

Localidad	Manganeso (Mn) en mg/kg			Niquel (Ni) en mg/kg			Plomo (Pb) en mg/kg			Zinc (Zn) en mg/kg		
	Min.	Prom.	Max.	Min.	Prom.	Max.	Min.	Prom.	Max.	Min.	Prom.	Max.
Bacanuchi	211.24	489.31	812.08	13.72	21.85	33.74	20.94	40.27	91.40	21.45	47.58	84.93
Arizpe	178.41	362.12	2063.35	6.00	11.89	18.33	6.10	15.85	35.69			
Banámicgi	33.16	338.49	815.12	2.84	8.91	14.55	7.11	16.63	23.05			
Heroica Ciudad de Ures	83.67	198.96	493.01	10.58	19.88	34.16	14.60	22.81	43.48	14.22	29.83	55.12
Bacoachi	134.12	324.77	752.81	1.90	5.51	12.23	9.91	17.10	29.77			

Agua subterránea

El sitio de estudio se encuentra dentro del acuífero Río Sonora, definido con la clave 2624 (**Figura 23**). El acuífero se encuentra localizada en la porción norcentral del Estado de Sonora. Limita al norte, con las Sierras Azul, El Manzanal, Los Ajos y Buenos Aires; al sur, con la Presa El Molinito y Las Sierras Santa Teresa y Mazatán; al oriente, con las Sierras Igualama, Pinta, Verde, El Bellotal y Santa Margarita; y al poniente, con las Sierras Cobriza, Cucurpe, Madera y Méndez.

El acuífero Río Sonora se encuentra dentro de la zona de veda publicada en el Decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación del 2 de junio de 1967. De acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua 2024, el acuífero se clasifica como zona de disponibilidad 2.

El acuífero Río Sonora está contenido en un medio poroso y permeable constituido de boleos, gravas, arenas, no consolidados, restringidas a los cauces del río y arroyos tributarios, presentan buena porosidad granular y por tanto son sedimentos regularmente de buena permeabilidad y más aún cuando presentan buena clasificación. Estos sedimentos constituyen actualmente el acuífero de la localidad. Es del tipo libre cuyas fronteras laterales corresponden a rocas ígneas intrusivas del tipo granítico y extrusivas del tipo riolítico y andesítico.

En algunas zonas como en los valles de Ures y San Felipe de Jesús, donde el acuífero presenta sus mayores dimensiones de amplitud, aflora la formación Baucarit que es un complejo conglomerático de mediana a baja permeabilidad. La profundidad del basamento impermeable varía desde unos 15 m en los estrechamientos del cauce a unos 200 m donde esté es más extenso.

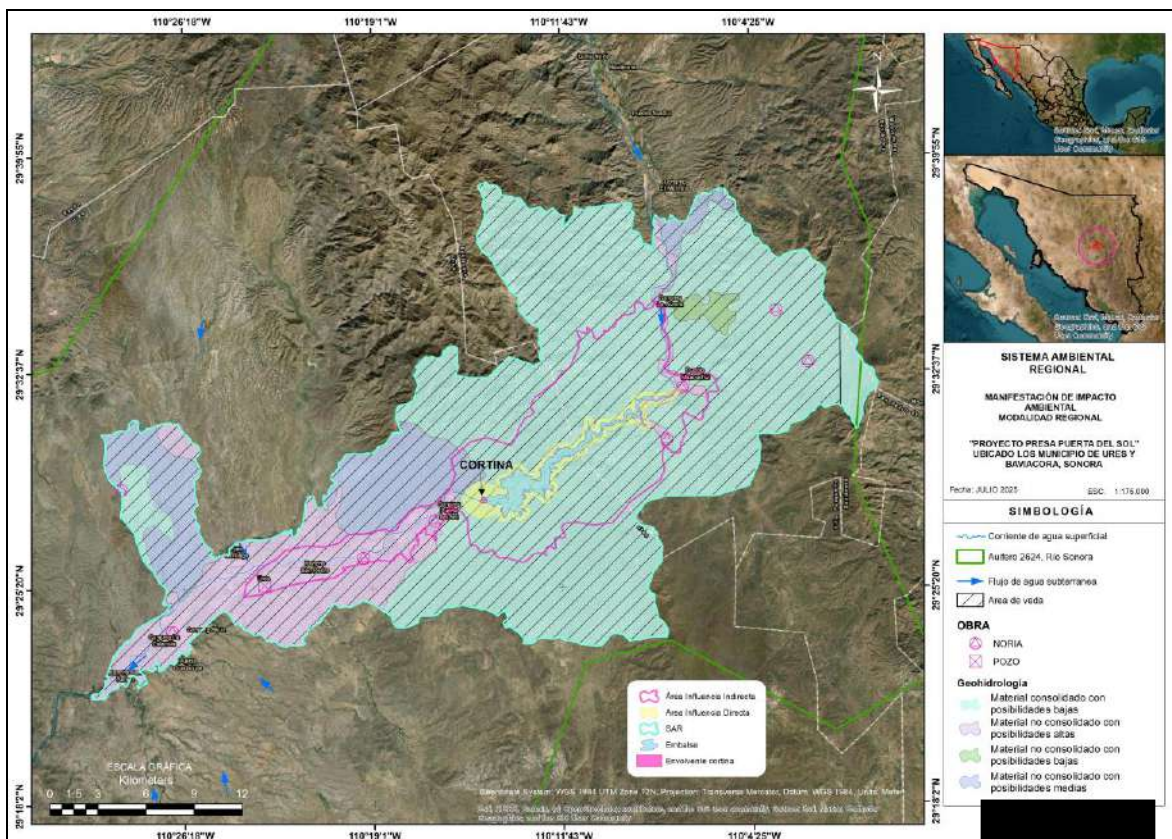


Figura 23. Ubicación del SAR respecto al acuífero 2624 Río Sonora.
Fuente: Elaboración propia con datos vectoriales del INEGI y la CONAGUA.

De acuerdo con el documento “Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Río Sonora (2024), estado de Sonora” de la CONAGUA, El flujo subterráneo sigue sensiblemente las mismas direcciones que el escurrimiento superficial. Las elevaciones del nivel estático varían entre 685 msnm en la cabecera del valle, a la altura del poblado de Sinoquipe, y unos 215 msnm en la confluencia de los ríos Sonora y San Miguel, en las proximidades de la Presa Abelardo L. Rodríguez. De Sinoquipe a Mazocahui las elevaciones del nivel estático varían entre 685 y 480 msnm con un gradiente medio de flujo de 3.5 al millar.

No se observa ninguna deformación de las curvas que sugiera alguna sobreexplotación del acuífero. En términos generales, las curvas equipotenciales o de igual elevación del nivel estático son normales al cauce del río y a los contactos con los conglomerados en las márgenes, aunque existen algunos tramos donde

estas curvas tienen cierta concavidad, que sugiere que el río Sonora se comporta como un efluente.

La extensión superficial del acuífero es muy reducida; Los depósitos aluviales del río tienen un desarrollo de unos 60 kilómetros y una amplitud de apenas 1.5 kilómetros en promedio, esta amplitud, en las proximidades de Mazocahui, se ve totalmente reducida en el estrechamiento formado por el cerro el Cahui, donde el agua subterránea aflora a una elevación de unos 550 msnm.

Desde Mazocahui hasta Puerta del Sol, el río Sonora, se encuentra muy encañonado. En este tramo existen unas 5 norias destinadas a usos domésticos. A partir del poblado de puerta del Sol, los depósitos aluviales del río Sonora vuelven a ampliarse, formando lo que se conoce como valle de Ures. Este valle con una longitud de unos 22 kilómetros y una amplitud de unos 2.5 kilómetros en promedio, puede considerarse como el más importante de la subcuenca, ya que ahí se encuentran las obras de captación con los más altos rendimientos.

De ahí la factibilidad de ubicar el proyecto en este tramo, siendo un punto donde se puede almacenar una cantidad importante del vital líquido, a manera de beneficiar a la población en sus actividades diarias, tanto en actividades económicas como de uso diario.

IV.2.2 Medio biótico

El medio biótico lo constituyen todos los seres vivos existentes del planeta y las relaciones que generan entre ellas. La flora (los organismos vegetales como hierbas, arbustos y árboles) y la fauna (todos los animales vertebrados e invertebrados), así como las interacciones y relaciones establecidas en un ecosistema forman parte de este componente. Los componentes bióticos presentan características fisiológicas y un comportamiento específico que les permite sobrevivir y reproducirse dentro de ambientes con diversos factores bióticos. Las relaciones son complejas dado que cada organismo no sólo responde al ambiente

físico, sino que también lo modifica y, al hacerlo, se transforma en parte del mismo ambiente (Smith y Smith, 2007), debido a que, el medio biótico y el abiótico, interactúan entre sí, generando diferentes procesos que influyen en ellos.

IV.2.2.1 Uso de suelo y vegetación

Se consultó el “Conjunto de datos vectoriales de uso del suelo y vegetación. Escala 1:250 000. Serie VII. Conjunto Nacional” (INEGI, 2018), de acuerdo a los datos vectoriales, en el SAR se identifican asentamientos humanos, bosque de encino, bosque de mezquite, mezquital xerófilo, matorral sarcocaulé, matorral subtropical, pastizal natural y cultivado, agricultura de riego anual y semipermanente y, vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino, de mezquital xerófilo y de matorral subtropical. **Figura 24, Tabla 8**

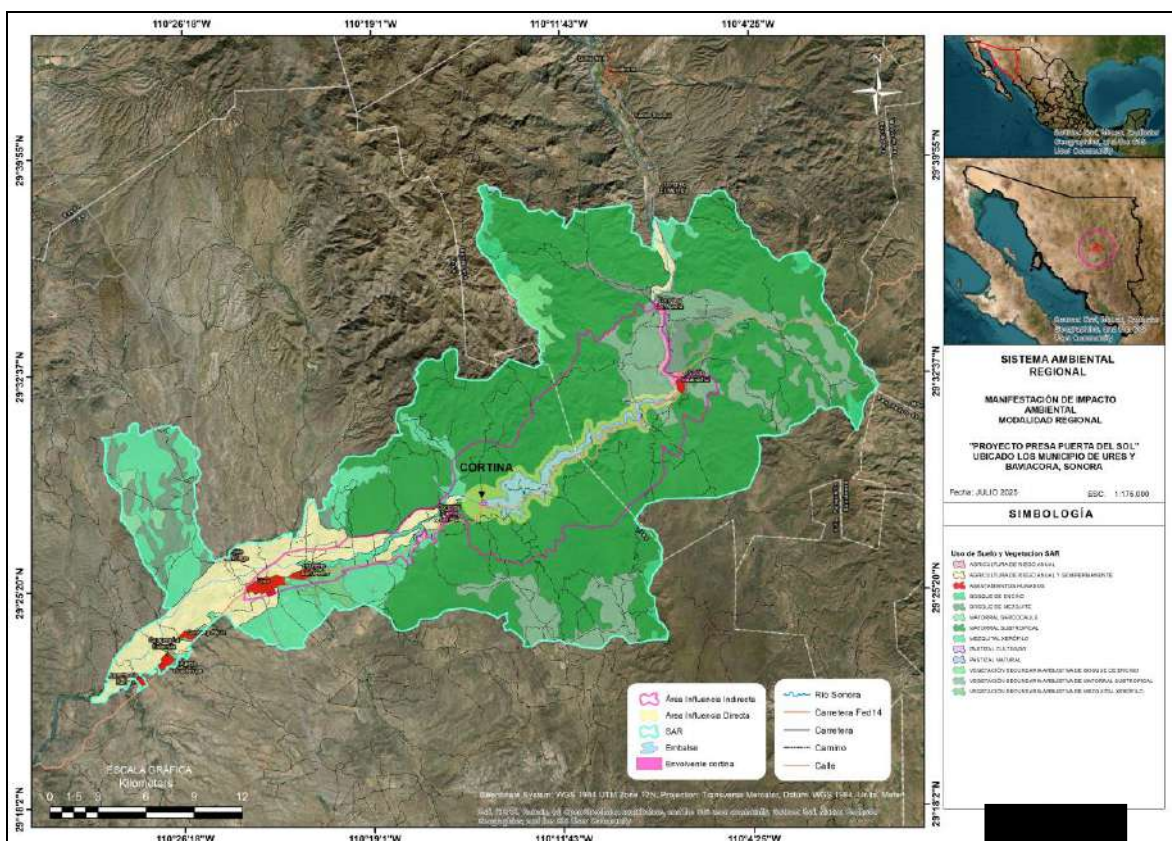


Figura 24. Uso de Suelo y Vegetación en el SAR.
Fuente: Elaboración propia con datos vectoriales del INEGI

Tabla 8. Uso de Suelo y Vegetación en el SAR.

Clave de vegetación	Tipos USV (natural)	Tipos USV/Veg. Sec.	Superficie Ha	% incidencia
AH	No aplicable	Asentamientos humanos	417.05	0.62
BQ	Bosque de encino	Bosque de encino	1,095.34	1.63
MK	Bosque de mezquite	Bosque de mezquite	3,375.24	5.01
MKX	Mezquital desértico	Mezquital xerófilo	7,124.66	10.58
MSC	Matorral sarcocaulé	Matorral sarcocaulé	313.60	0.47
MST	Matorral subtropical	Matorral subtropical	40,814.29	60.58
PC	No aplicable	Pastizal cultivado	26.20	0.04
PN	Pastizal natural	Pastizal natural	16.83	0.02
RA	No aplicable	Agricultura de riego anual	269.45	0.40
RAS	No aplicable	Agricultura de riego anual y semipermanente	5,589.69	8.30
VSa/BQ	Bosque de encino	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	748.06	1.11
VSa/MKX	Mezquital desértico	Vegetación secundaria arbustiva de mezquital xerófilo	475.59	0.71
VSa/MST	Matorral subtropical	Vegetación secundaria arbustiva de matorral subtropical	7,104.81	10.55

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI

Respecto al proyecto; al suroeste de Mazocahui sobre el cauce del Río Sonora, se identifica el Uso de Suelo y Vegetación (USV) de uso Agrícola de riego anual (RA) (3.44 Ha), asociado en menor superficie (0.38 Ha) de Vegetación secundaria arbustiva de matorral subtropical (VSa/MST). Siguiendo el cauce del río, el uso de suelo es Bosque de mezquite, con una superficie de 541.24 Ha, finalmente, el resto del embalse del proyecto está ocupado por el USV de tipo Matorral subtropical (MST) (272.57 Ha).

Para el caso de la cortina, el uso de suelo predominante es de Bosque de mezquite (MK) este se encuentra sobre el Río Sonora (4.092 Ha), esta capa de vegetación se encuentra rodeada al norte, oeste y sur por Matorral subtropical, cubriendo 4.669 ha de superficie de la cortina. ver **Figura 25, Tabla 9.**

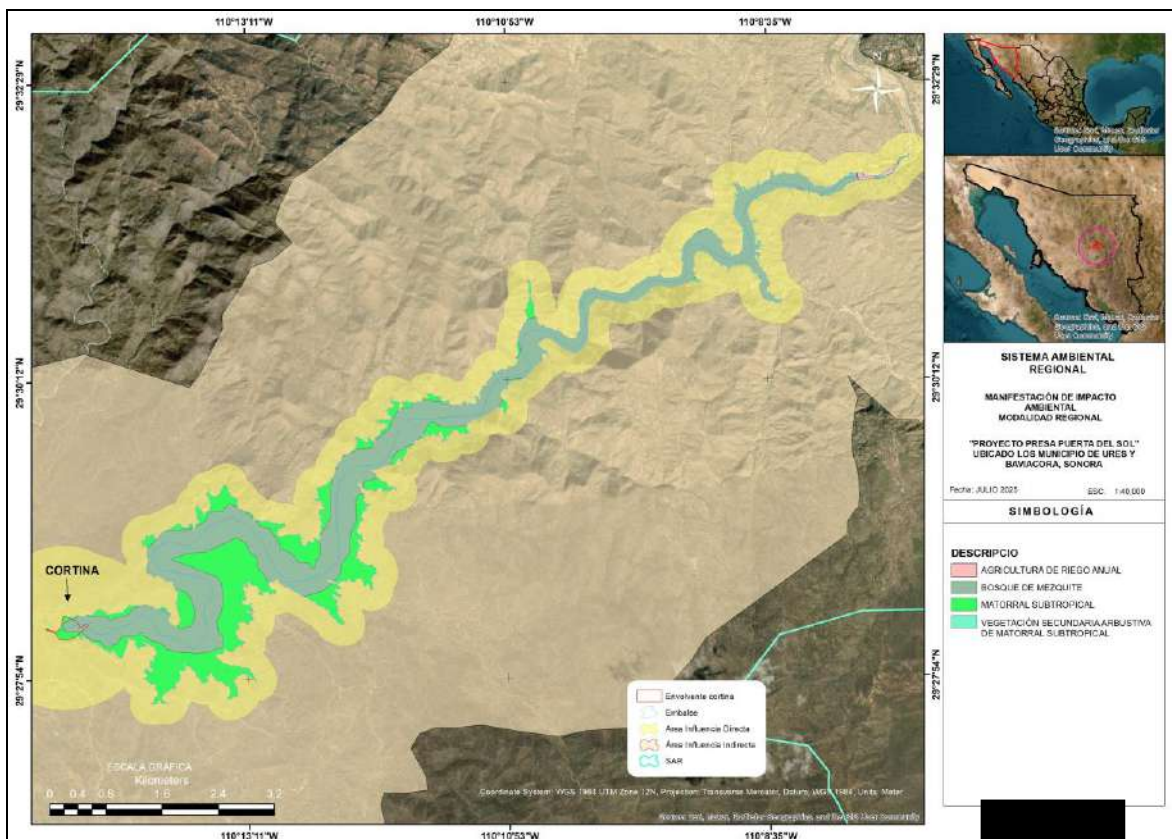


Figura 25. Uso de Suelo y Vegetación en la superficie de la presa.
Fuente: Elaboración propia con datos vectoriales del INEGI.

Tabla 9. Uso de Suelo y Vegetación en la superficie de la presa.

Clave de vegetación	Tipos USV (natural)	Tipos USV/Veg. Sec.	Componente	Superficie Ha	% incidencia
MK	Bosque de mezquite	Bosque de mezquite	CORTINA	4.092	46.704
MST	matorral subtropical	Matorral subtropical	CORTINA	4.669	53.296
TOTAL				8.761	100
MK	Bosque de mezquite	Bosque de mezquite	EMBALSE	541.24	66.20
MST	matorral subtropical	Matorral subtropical	EMBALSE	272.57	33.34
RA	No aplicable	Agricultura de riego anual	EMBALSE	3.44	0.42
VSa/MST	matorral subtropical	Vegetación secundaria arbustiva de matorral subtropical	EMBALSE	0.38	0.05
TOTAL				817.63	100

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI

IV.2.2.2 Caracterización de la vegetación

Tipos de vegetación a nivel de cuenca

Las condiciones climáticas y morfológicas del Estado, así como la ubicación geográfica, propician la existencia de una amplia diversidad de comunidades vegetales, consecuencia de la multiplicidad de hábitats, por lo que es posible encontrar desde la vegetación de zonas áridas hasta aquella que es característica de los bosques de zonas templadas.

En el arreglo de la vegetación potencial según Rzedowski (1990) el Sistema Ambiental Regional (SAR), como área Gamma de las poblaciones vegetales se ubica en su totalidad dentro del matorral xerófilo. Finalmente, según la CONABIO (1999), En apego al Conjunto de datos vectoriales de uso del suelo y vegetación escala 1:250 000 serie V Conjunto Nacional Hermosillo (INEGI, 2013), de acuerdo con los datos vectoriales, en el SAR se identifican asentamientos humanos, zona urbana, bosque de encino (primario y secundario), bosque de mezquite, matorral xerófilo (primario y secundario), selva caducifolia (primario y secundario) y pastizal. Las condiciones áridas de la provincia se observan en este paisaje, donde los terrenos llanos sustentan vegetación muy escasa.



BOSQUE DE MEZQUITAL



MATORRAL SUBTROPICAL



MATORRAL SUBTROPICAL



AGRÍCOLA



MEZQUITAL XERÓFILO



MATORRAL SUBTROPICAL



MATORRAL DESÉRTICO MICROFILIA

Figura 26. Tipos de uso de vegetación general de los sitios de muestreo.

Metodología

El muestreo de flora silvestre se siguió, basándose en obtener la representatividad del sitio para determinar los valores poblacionales (densidad, dominancia y frecuencia (encaminados a determinar los índices de importancia y de diversidad presente tanto en el sistema ambiental Gamma como en el predio Alfa, sin

menoscabo de obtener el inventario florístico del mismo y el estatus de protección de las especies. Lo anterior señalado, en apego a lo siguiente:

El reconocimiento de los parámetros poblacionales fue realizado para el área Gamma y en el proyecto, tomando en cuenta las áreas que serán afectadas directamente por la ejecución del proyecto, donde se puede notar que los recursos bióticos no han sido modificados substancialmente. Los parámetros poblacionales que se midieron fueron densidad, dominancia y frecuencia; de la suma de éstos se obtiene el valor de importancia de las especies, el cual revela la importancia ecológica relativa de cada especie en cada muestra (Müller-Dumbois & Ellenberg, 1974; Franco, 1991).

Se obtuvo además el índice de diversidad de Shannon-Weiner, equidad de Pielou y abundancia del proyecto, asociado a las estimaciones de biomasa forestal por producto, estrato y especie inventariada. El detalle de la metodología se describe más adelante.

De acuerdo con lo anterior, el esfuerzo de muestreo se concentró en áreas con vegetación nativa, en donde se llevó a cabo un muestreo y el registro de los datos de las especies forestales identificadas para la identificación de la riqueza y diversidad vegetal de cada comunidad vegetal, así como el reconocimiento de especies catalogadas bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010 de existir.

El estudio de la vegetación terrestre en el área de proyecto se realizó entre el segundo semestre de 2024 y el primer semestre 2025, realizando 161 sitios de muestreo útiles en el sistema Gamma (SAR) y 113 sitios en el sistema Alfa del predio¹. Con lo anterior se obtuvieron datos para el procesamiento y cumplimiento de los términos de referencia arriba señalados para este tipo de estudios. Las características revisadas de flora y vegetación se detallan más adelante.

¹ Ver base de datos No. 1 de coordenadas y datos base de predio Alfa y del sistema ambiental Gamma

Los tipos de vegetación presentes en el área de estudio fueron identificados con base en la consulta bibliográfica apropiada para la región, como son la clasificación de varios autores en los que se incluyen: Rzedowski (1966, 1978, 1981), Rzedowski, J. y Reyna Trujillo (1990), COTECOCA (1974), Brown (1982) y la cartografía disponible de INEGI relativa a la temática “Uso del Suelo y Vegetación, escala 1:250,000 Serie III, V y VII de INEGI (INEGI, 1985). Con especial atención para la descripción general de la vegetación existente, mayormente matorral subtropical (MST) en más del 90% de la superficie, fue realizada la verificación en campo para comprobar la coincidencia de tales arreglos.

Para obtener el inventario florístico del lugar se realizaron recorridos en extenso por el área de estudio para incluir aquellas especies de escasa ocurrencia y que probablemente no fueron contabilizadas en los muestreos sistemáticos. El inventario se enriqueció durante la medición de parámetros poblacionales, permitiendo corroborar la información obtenida, así como reforzar la nomenclatura científica cuando se localizaban individuos con un mayor número de estructuras que favorecieran su identificación taxonómica.

La identificación de las especies vegetales se realizó in situ, utilizando como material de apoyo la bibliografía indicada para los tipos vegetativos ya citados y por la comparación morfológica de las estructuras observadas en campo. El nombre común fue proporcionado por los lugareños, en especial por el guía de apoyo en campo, así como del listado de las Especies Mexicanas de Martínez (1987). El arreglo de la información incluye el nombre de la familia taxonómica, nombre científico y común para cada una de las especies. Se destaca el arreglo taxonómico de las especies por familia, evidenciando las más representativas en el lugar, asociándolas al tipo de vegetación del área y proporción de parentesco entre las especies.

Obtenido el inventario florístico total del sitio, se comparó con la Norma Oficial NOM-059-SEMARNAT-2010 (D.O.F., 2010) que determina las especies y subespecies de la flora y fauna silvestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, así como las sujetas a protección especial, para identificar aquellos especímenes con algún estatus de riesgo. En la revisión de la estratificación vertical en el sitio, las formas involucradas se clasificaron en apego a Rzedowski (1978). Se registró el número de especies por estrato y se distribuyeron en porcentaje respecto del total para conocer las formas de vida presentes y la abundancia de las mismas. El proyecto tiene ocupación sobre vegetación del tipo matorral subtropical (MST).

Diseño de muestreo y Representatividad

Dada la naturaleza de los estudios, los estratos que deberán muestrearse, conforme a los tipos de vegetación existentes en el área, son:

Arbóreo. Estrato conformado por elementos de tronco leñoso y elevado, que se ramifica a cierta altura del suelo; es decir con un solo fuste y copa bien formada (de más de 3 metros de altura).

Arbustivo y cactáceas. Conformado por plantas perennes, con tallo lignificado, pero sin tronco predominante, es decir con ramificación a partir de la base; generalmente de menos de 3 metros de altura.

Herbáceo. Estrato representado por ejemplares vegetales no leñosos o poco leñosos, generalmente de baja estatura y que mueren después de fructificar.

El diseño de los sitios de muestreo consiste en sitios Circulares de 1,000 m² (0.01 ha), correspondientes a unas dimensiones circulares de 18m de radio, medidos por cinta calibrada a esa dimensión y definidos para cuantificar el número de individuos por especie para el estrato arbóreo, arbustivo de cactáceas y herbáceo.

En consecuencia, se registra la coordenada del punto central y la cuerda se va girando a manera de radio, para cubrir toda el área de muestreo. Adicionalmente, en el estrato arbóreo se mide y registra el arbolado cuyo diámetro normal (DAP) a la altura de 1.3m sobre la superficie del suelo, sea igual o mayor a 7.5cm; se registra por especie y categoría dasométrica, la frecuencia y algunas variables cualitativas del repoblado (regeneración natural), árboles pequeños tengan como mínimo 25 cm de altura, hasta la altura que alcancen, siempre que su diámetro normal sea menor a 7.5 cm.

Se lleva a cabo la medición del diámetro normal (localizado sobre el fuste principal a 1.30 metros sobre el suelo) y la altura total del árbol, de cada uno de los árboles que se localicen en el interior del sitio de muestreo, registrando en los formatos correspondientes la familia, el nombre científico y común (vulgar) de cada ejemplar. Además, se deberán medir el diámetro de copa de cada ejemplar para calcular posteriormente su cobertura. Es importante recordar que existe una serie de consideraciones en la medición en la medición del diámetro normal, mismas que deberán respetarse. Lo anterior sin menoscabo de realizar una correcta medición de los árboles bifurcados desde la base, o de los árboles bifurcados a 1.30, etc.

En el caso de los arbustos y herbáceas se registran también uno a uno, todos los ejemplares arbustivos que se encuentren en la unidad muestral, anotar de ellos la familia, el nombre científico y el común (vulgar). Se deberá medir su altura y, al igual que en el estrato arbóreo, el de copa de la parte aérea cada ejemplar. Estos datos son vitales para estimar índices biológicos que se requieren en los estudios.

En total, el muestreo son 157 sitios de 0.1 ha de tipo circular cada uno, en el sistema Gamma, sumando 15.7 ha cubriéndose la representatividad de muestreo ya

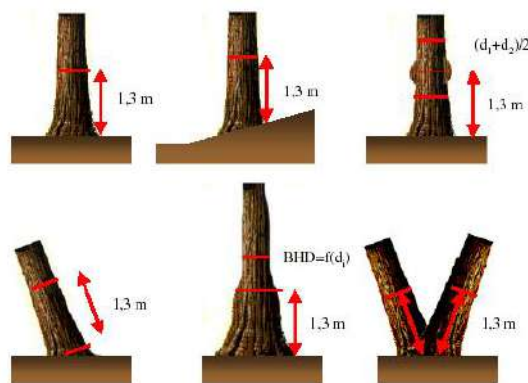


Figura 27. Especificaciones en la medición del DN.

señalado, así como 107 sitios en el predio Alfa, que suman 10.7 ha adicionales de muestreo, para cubrir en total 26.4 ha muestreadas.

La determinación del número de parcelas o puntos de muestreo por tipo de vegetación, buscó la suficiencia de muestreo. Con base en los datos reales de sitios iniciales por tipo vegetativo obtenida en campo respecto al número de especies registradas en cada unidad muestral, se obtuvo el valor de la media, la desviación estándar y el coeficiente de variación requerido de acuerdo a la siguiente tabla, para conocer el número de sitios faltantes para completar dicha representatividad:

$$n = \frac{t^2 CV^2}{E^2 + \frac{t^2 CV^2}{N}}$$

Donde:

n = número de unidades muestrales estadísticamente representativas.

E = error con el que se quiere obtener los valores, en ecología vegetal generalmente es del 20% (Mostacedo y Fredericksen, 2000 Op).

t = valor que se obtiene de las tablas "t de Student".

N = total de unidades muestrales en toda la población.

CV = coeficiente de variación, que deriva de:

$$CV = \frac{s * 100}{\bar{X}}$$

Donde:

s = desviación estándar.

$\bar{x}$ = promedio.

Tabla III.23. Datos alimentados para el análisis de la representatividad de muestreo de flora

Tamaño de la unidad muestral = 1,000 m ²	
Tamaño de la sup. a intervenir (CUSTF) = 13,056,200.00 MST	
Tipos de vegetación base	
MST	MATORRAL SUBTROPICAL
MST	
Sitios Ref	No. Especies
1	14
2	22
3	18
4	12
5	6
6	15
7	12
DV	5.05
CV =	35.689
CV² =	1273.680
t (n-1) =	1.9432
t² =	3.7760
E =	5%
E² =	25
N =	13056.2
t ² * CV ² =	4809.447
n =	189.584

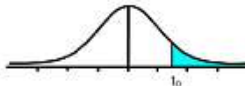
$$n = \frac{t^2 * CV^2}{E^2 + \frac{t^2 * CV^2}{N}}$$


Tabla t-Student

Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6559
2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250
3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.6041
5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4995
8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498
10	0.6998	1.3722	1.8126	2.2281	2.7638	3.1693
11	0.6974	1.3634	1.7959	2.2010	2.7181	3.1058
12	0.6955	1.3562	1.7823	2.1788	2.6810	3.0545
13	0.6938	1.3502	1.7709	2.1604	2.6503	3.0123
14	0.6924	1.3450	1.7613	2.1448	2.6245	2.9768
15	0.6912	1.3406	1.7531	2.1315	2.6025	2.9467
16	0.6901	1.3368	1.7459	2.1199	2.5835	2.9208
17	0.6892	1.3334	1.7396	2.1098	2.5669	2.8982
18	0.6884	1.3304	1.7341	2.1009	2.5524	2.8784
19	0.6876	1.3277	1.7291	2.0930	2.5395	2.8609
20	0.6870	1.3253	1.7247	2.0860	2.5280	2.8453

Basado en lo anterior, para el trabajo de muestreo se realizaron 157 sitios Gamma más 107 en el sistema Alfa resultando 264 sitios de muestreo en total, al resultar estadísticamente representativa, cantidad que satisface la suficiencia estadística que un estudio ecológico de esta naturaleza requiere.

Tabla III.24. Datos alimentados para el análisis de la representatividad de muestreo de flora en el predio Alfa y Gamma

Estrato	Dimensiones del sitio de muestreo	Número de sitios mínimos según el análisis de la representatividad	Número de sitios realizados
Arbóreo, arbustivo, cactáceas y herbáceas	Sitios circulares de 18m de radio resultando 1,000 m ² (0.1 ha).	MST= 190 sitios	264 sitios

De acuerdo con lo anterior, el esfuerzo de muestreo se concentró en áreas con vegetación natural, en donde se llevó a cabo un muestreo y el registro de los datos de las especies forestales identificadas para la identificación de la riqueza y diversidad vegetal de cada comunidad vegetal, así como el reconocimiento de especies catalogadas bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010 de existir. Con lo anterior se obtuvieron datos para el procesamiento y cumplimiento de los términos de referencia arriba señalados para este tipo de estudios. Las características resultantes de flora por tipo de vegetación se detallan más adelante.

Localización de los sitios de muestreo

Cada sitio de muestreo fue ser localizado con el apoyo del Sistema de Geoposicionamiento Global, de acuerdo a las coordenadas indicadas en el archivo correspondiente, considerando un error de ± 3 metros. Se registró la coordenada real en la que se ubica cada sitio.

**Tabla 10. Sitios de muestreo forestal
Gamma**

Coordenadas UTM Zona 12N Datum WGS84		
Sitio	X	Y
1	571007	3261009
2	570949	3261164
3	570947	3261406
4	570839	3261594
5	570746	3261841
6	570750	3262080
7	570545	3262230
8	570415	3262372
9	570352	3262145
10	570227	3261992
11	570280	3261710
12	570285	3261440
13	570432	3261226
14	570658	3261118
15	570896	3261026
16	571042	3260809
17	571232	3261457
18	571469	3261452
19	571724	3261358
20	571986	3261270
21	572211	3261161
22	572447	3261088
23	572448	3260825
24	572294	3260756
25	571431	3260123
26	571463	3260427
27	571517	3260236
28	571702	3260288
29	571949	3260318
30	572215.3	3260316
31	572354	3260268
32	572539	3260300
33	572457	3260425
34	572229	3260491
35	572039	3260552
36	571835	3260597
37	570606	3260970
38	570635.9	3261027
39	572174	3261207
40	570041	3261421
41	569943	3261662
42	569712	3261728
43	569831	3261966

Coordenadas UTM Zona 12N Datum WGS84		
Sitio	X	Y
44	569615	3262066
45	569363	3261975
46	569565	3266179.5
47	569932	3261199
48	569913	3260987
49	569975	3260818
50	570173	3260732
51	570371	3260584
52	570358	3260359
53	570188	3260191
54	570626	3260371
55	570604	3260671
56	572744	3259775
57	572615	3259887
58	572411	3259941
59	572331	3259735
60	572144	3259698
61	572076	3259525
62	572061	3259345
63	571861	3259385
64	571799	3259576
65	571668	3259774
66	571460	3259841
67	571288	3259991
68	571079	3260089
69	570866	3260165
70	570765	3260000
71	570711	3259805
72	572445	3260094
73	572238	3260042
74	572086	3259894
75	571904	3259765
76	571708	3259843
77	571613	3260622
78	572630	3260749
79	572664	3260590
80	572563	3260433
101	571686	3260038
102	571481	3250058
103	571305	3268129
104	571080	3260177
105	583027	3265605
108	583220	3264859
109	583351	3265292
114	573113	3260781

Coordenadas UTM Zona 12N Datum WGS84		
Sitio	X	Y
115	573306	3260913
116	573417	3261084
117	573593	3260995
143	577505	3262441
145	577904	3226240.5
146	577933	3262217
147	578152	3262221
148	578300	3262063
149	578108	3261978
150	578243	3261843
151	578186	3261649
152	578067	3261487
153	584763	3264290
154	584471.7	3264509
155	584564	3264616
156	584425	3264759
157	584305	3264918
158	584118	3265001
159	584083	3265231
160	584213	3265354
161	584390	3265468
162	584462	3265657
163	584635	3265825
164	584633	3266006
165	584669	3266221
166	584675	3266449
167	584800	3266612
168	584945	3266788
169	585011	3266965
170	585182	3267091
171	585342	3267235
172	580095	3263227
173	579889	3263240
174	579711	3263401
175	579485	3263465
203	574782	3259848

Coordenadas UTM Zona 12N Datum WGS84		
Sitio	X	Y
204	574707	3260077
208	575363	3260059
209	575577	3260057
210	575792	3220144
211	575760	3260367
213	575848	3260798
214	575667	3261012
234	573212	3260241
235	573412	3258931
236	573448	3259184
237	573418	3259412
238	573264	3259592
239	573063	3259654
240	573444	3260178
247	578525	3263062
248	580399	3264244
249	583836	3264434
250	582330	3265287
251	583718	3266550
252	585758	3268070
253	585718	3268278
254	585946	3268408
255	586140	3268533
256	586331	3268696
257	586537	3268839
258	586663	3269031
259	586759	3269284
260	586926	3269455
261	587298	3269509
262	584468	3268421
263	584220	3268566
264	584384	3268673
265	584676	3268506

Tabla 11. Sitios de muestreo forestal Alfa

Coordenadas UTM Zona 12N Datum WGS84		
Sitio	X	Y
81	575032	3261223
82	574783	3261208
83	574537	3261319
84	574352	3261487
85	574547	3261662
86	574757	3261630
87	574978	3261671
88	575105	3261856
89	575270	3261963
90	575459	3262015
91	575715	3261892
92	575817	3261726
93	575857	3261530
94	576035	3261350
95	576162	3261199
96	576368	3261130
97	576625	3261228
98	576873	3261352
99	577012	3261534
100	576991	3261767
106	582989	3265385
107	583159	3265173
110	582776	3265667
111	582868	3265898
118	573594	3260456
119	573841	3260550
120	574102	3260601
121	574338	3260479
122	573607	3260335
123	573372	3260446
125	577031	3261983
126	577048	3262191
127	577068	3262402
128	577164	3262601
129	577555	3262782
130	577506	3262808
131	577657	3262930
132	577758	3263142
133	577841	3263335
134	577962	3263494
135	578194	3263439
136	578417	3263446
137	578640	3263439
138	578845	3263507

Coordenadas UTM Zona 12N Datum WGS84		
Sitio	X	Y
139	579044	3263579
140	579208	3266860
141	579107	3263915
142	579225	3264063
144	577715	3262490
176	579310	3263588
177	579455	3264098
178	579692	3264191
179	579647	3264398
180	579528	3264582
181	579767	3264679
182	580021	3264705
183	580182	3264980
184	580423	3264528
185	580465	3264794
186	580414	3265030
187	580526	3265250
188	580825	3265227
189	581068	3265261
190	581325	3265445
191	581593	3265398
192	581836	3265416
193	581877	3265656
194	581879	3265938
195	582191	3265873
196	582469	3265720
197	574901	3260148
198	574683	3260255
199	574471	3260338
200	574509	3260178
201	574484	3254968
202	574589	3259786
205	574993	3259906
206	575198	3259978
207	575152	3260096
212	575684	3260582
215	575604	3261204
216	575481	3261359
217	575243	3261265
218	575279	3261028
219	575116	3260814
220	575110	3260541
221	575076	3260302
222	584842	3267023
223	584644	3266918
224	584388	3266944

Coordenadas UTM Zona 12N Datum WGS84		
Sitio	X	Y
225	584191	3266884
226	583991	3266778
227	583706	3266757
228	583397	3266857
229	583224	3266893
230	583029	3266819
231	582840	3266713
233	582712	3266457
241	574074	3260410

Coordenadas UTM Zona 12N Datum WGS84		
Sitio	X	Y
242	574329	3260262
243	576693	3260986
244	576849	3260775
245	577077	3261284
246	577226	3261263
266	582763	3266183
267	573555	3260741
332	582663	3266737

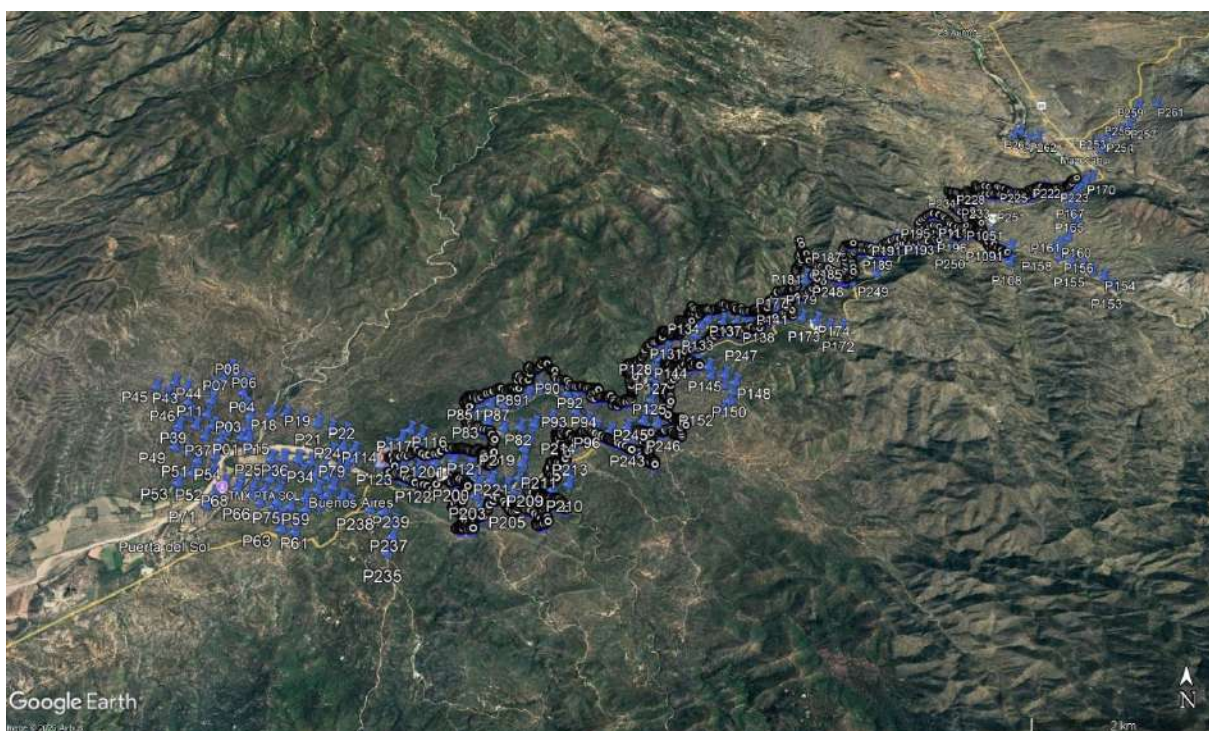


Figura 28. Distribución espacial de la nube de muestreo forestal en las comunidades Alfa y Gamma.

Una vez localizado el sitio, se colocó en cada vértice una estaca o piedra, además de un trozo de cinta flagging del mismo color, esto para su efectiva ubicación a la distancia, que permitan delimitar el sitio durante el conteo de individuos.

Parámetros poblacionales

Los parámetros poblacionales que se midieron fueron densidad, dominancia y frecuencia; de la suma de éstos se obtiene el valor de importancia de las especies, el cual revela la importancia ecológica relativa de cada especie en cada muestra (Müller-Dumbois & Ellenberg, 1974; Franco, 1991). Se obtuvo además el índice de diversidad de Shannon-Weiner, equidad de Pielou y abundancia del proyecto, asociado a las estimaciones de biomasa forestal por producto, estrato y especie inventariada. En cualquier comunidad vegetal existen un diferente número de especies (con abundancia variable), que caracterizan a la misma, pero cada una de ellas compete en luz, CO₂, agua, nutrientes, espacio y otros elementos. La (s) especie (s) que sea (n) más eficiente (s) en lograr aprovechar esta energía será (n) la (s) dominante (s). Entonces, cada una de las especies que conforma dicha comunidad en una forma descendente, serán incluidas desde las más eficientes hasta las menos eficientes, en aprovechar la energía del sistema.

La forma práctica de determinar este comportamiento ecológico en las comunidades, es por medio de los valores de importancia de cada una de las especies que componen la comunidad. El valor de importancia de es la suma de la frecuencia relativa, la densidad relativa y la cobertura relativa o área basal relativa de cada especie. El índice de valor de importancia es un parámetro que mide el valor de las especies, en base a tres parámetros principales: dominancia (ya sea en forma de cobertura o área basal), densidad y frecuencia. Este valor revela la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad vegetal. El I.V.I. es un mejor descriptor que cualquiera de los parámetros utilizados individualmente (Mostacedo y otros, 2000, pág 51). Es un índice que expresa la suma de las mediciones relativas de una especie, tiene un rango de 0 a 300%, este valor da una estimación de la influencia o la importancia de las especies vegetales en la comunidad.

$$\text{Valor de Importancia} = \text{Densidad relativa} + \text{Frecuencia relativa} + \text{Dominancia relativa}$$

A continuación, se describe el significado de cada parámetro poblacional calculado.

Dominancia. - La **dominancia** es la proporción de terreno ocupado por una proyección vertical del contorno de las partes aéreas del vegetal hacia el suelo, otra forma de expresarla, es también por el área cubierta por la extensión foliar del vegetal (cobertura). La dominancia relativa es la proporción de la dominancia de una especie comparada con la dominancia total de todas las especies (IPN, 2014).

$$\text{Dominancia} = \frac{\text{Cobertura de una especie}}{\text{Área muestreada}}$$

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{Dominancia de una especie}}{\text{Dominancia total de las especies}} \times 100$$

Densidad. - Es el número de individuos expresado por unidad de área o volumen. La densidad relativa se refiere al número de individuos de una especie expresado como una proporción de la densidad total de todas las especies (IPN, 2014).

$$\text{Densidad de una especie} = \frac{\text{Número de individuos de una especie}}{\text{Área muestreada}}$$

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Densidad de una especie}}{\text{Densidad total de las especies}} \times 100$$

Frecuencia. - La **frecuencia** es el número de veces que una especie ocurre en las distintas muestras. La frecuencia relativa se refiere a la aparición de una especie, expresada como una proporción de la frecuencia total de todas las especies (IPN, 2014).

$$\text{Frecuencia} = \frac{\text{Número de ocurrencia de una especie}}{\text{Número total de sitios muestreados}}$$

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{Frecuencia de una especie}}{\text{Frecuencia total de las especies}} \times 100$$

Con los resultados obtenidos en campo, se determinó el número de organismos de cada especie identificada y a partir de ello, se obtuvo la densidad relativa, la frecuencia relativa y la cobertura relativa, a través de los cuales fue posible obtener el IVI de cada especie por tipo de vegetación y estrato vegetal, como se muestra en el diagrama siguiente:



Figura 29. Esquema de la composición del Índice de valor de importancia

Valores de diversidad

Un índice de diversidad es una medida matemática de la diversidad de especies en una comunidad. Los índices de diversidad proporcionan más información sobre la composición de la comunidad que simplemente la riqueza de especies (por ejemplo, el número de especies presentes), sino que también de la abundancia relativa de las diferentes especies. Además, expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies muestreadas. Mide el grado, promedio de incertidumbre en predecir a cuál especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colecta.

Uno de los índices más utilizados para cuantificar la biodiversidad específica es el de Shannon, también conocido como Shannon-Weaver, derivado de la teoría de información como una medida de la entropía. El índice refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa.

Conceptualmente es una medida del grado de incertidumbre asociada a la selección aleatoria de un individuo en la comunidad. Esto es, si una comunidad de S especies es muy homogénea, por ejemplo, porque existe una especie claramente dominante y las restantes S-1 especies apenas presentes, el grado de incertidumbre será más bajo que si todas las S especies fueran igualmente abundantes. O sea, al tomar al azar un individuo, en el primer caso tendremos un grado de certeza mayor (menos incertidumbre, producto de una menor entropía) que en el segundo; porque mientras en el primer caso la probabilidad de que pertenezca a la especie dominante será

cercana a 1, mayor que para cualquier otra especie, en el segundo la probabilidad será la misma para cualquier especie. El índice de diversidad de Shannon (H) emplea la siguiente fórmula:

$$H = - \sum_{i=1}^S P_i \log P_i$$

Donde:

H=Índice de diversidad de Shannon.

Pi=Abundancia relativa de especies.

En este sentido es importante mencionar que la diversidad es un concepto que se utiliza, sobre todo, centrándose en el hecho de la relación entre la diversidad y las perturbaciones, ya que puede ser visto como una disminución en la diversidad cuando las perturbaciones aumentan.

Es así como el índice puede tomar valores entre 0 y 5. Los valores máximos son rara vez mayor a 5. La diversidad es una medida logarítmica que hace que, en cierta medida, un índice sensible en el rango de valores al lado del límite superior. Como una base ordinaria, en la literatura, los valores bajos de este índice se consideran indicación de la contaminación y/o perturbación consecuencia de la modificación o alteración de las condiciones naturales de esta comunidad vegetal. Una forma de evaluar estas condiciones es mediante la asignación de un estado de valoración de la calidad de la comunidad vegetal a partir del índice de diversidad asignando:

Tabla 12. Rango de valoración de la diversidad de acuerdo a la Índice Shannon-Weiner.

Rango numérico resultante	Condición de la población vegetal
>4	Muy buen estado
3-4	Buen estado
2-3	Estado moderado
1-2	Estado pobre
0-1	Mal estado

Esta calificación del estado (bueno – mal estado) se refiere a las condiciones de la comunidad en base a los valores de diversidad, así como se indica en el diagrama:

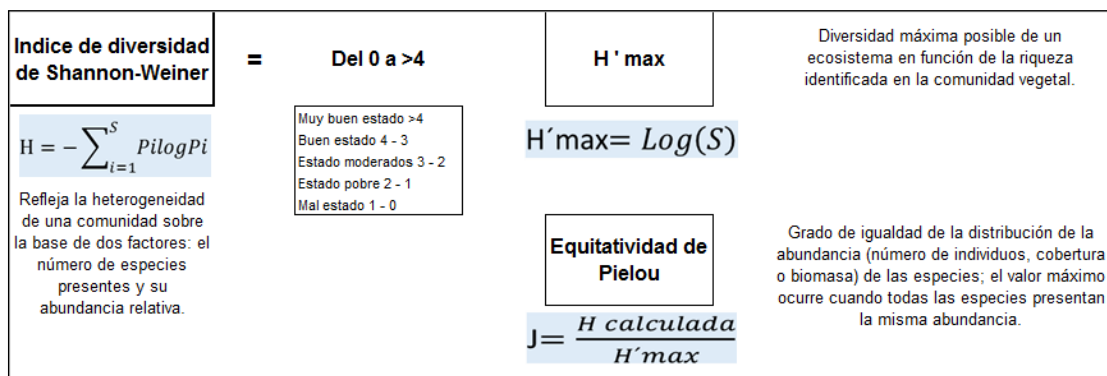


Figura 30. Representación del Índice de Diversidad de Shannon-Weiner.

Variables dasométricas

En cuanto al tamaño de la muestra, muy raras veces la comunidad vegetal es homogénea, por lo tanto, es necesario tomar muestras de tamaño y número adecuados para incluir toda la variación florística, cuantitativa y cualitativa de la comunidad. Esto es, en el sentido de la vegetación siempre se confronta el problema de determinar qué tamaño y número de parcelas (cuadros o transectos) son necesarias para obtener una muestra representativa.

El volumen por unidad muestral se obtiene a partir de los árboles medidos y se expande a la unidad de superficie utilizando el factor de expansión definido por el tamaño de la unidad muestral. La determinación del volumen se realizó por individuos. Durante las actividades de muestreo y registro de información necesaria para la estimación del volumen maderable del Proyecto, se levantaron las variables dasométricas que permitieron obtener el volumen por especie a remover para cada predio que compone el área solicitada para cambio de uso de suelo, en este sentido se presentan las variables cuantitativas que fueron consideradas para cada especie maderable encontrada, lo cuales son:

Altura

La altura de un árbol se define como la distancia del suelo a la punta o ápice del Árbol, a lo largo del fuste se mide en metros, los instrumentos utilizados para medir las alturas en los árboles son: Hipsómetros, Silva, Blumeleiss, clinómetros, etc. Las herramientas utilizadas fueron el clinómetro y la cinta métrica para árboles pequeños.

Se anotaron los datos por especie y en los casos en que el árbol presentaba más de un fuste superior a 10 centímetros diamétricos se contabilizó como individuos independientes.

Diámetro

Una forma muy utilizada para cubicar madera es medir el diámetro del árbol a 1.30 mts sobre el nivel del suelo, a este se le conoce como Diámetro a la Altura del Pecho (DAP). Para la obtención de esta medida se utiliza la forcípula o la cinta diamétrica. La forcípula es más cómoda para medir árboles hasta 50 cm de DAP, para árboles más gruesos, se utiliza la cinta diamétrica. La cinta diamétrica, comparada con la forcípula proporciona una lectura más exacta. La herramienta utilizada fue la cinta diamétrica y se contabilizaron solo los especímenes con un DAP igual o mayor a 10 cm.

Para la toma de estos datos, se empleó el siguiente equipo:

- Cintas métricas de 30 y 50 m
- Cuerda compensada
- Receptor de GPS
- Cintas flaggings
- Cintas diamétricas
- Clinómetro
- Altimetro
- Plano general de la obra

Para registrar las variables particulares de los diferentes individuos del total del sitio de muestreo, se siguieron las recomendaciones propuestas por Husch y colaboradores (2003):

- La medición del diámetro de un árbol, cuando exista pendiente es por la parte alta o superior de esta.
- La medición de la altura se realiza en un plano horizontal a su base, no se realiza por la parte superior ó inferior.
- Si presenta una anomalía, la medición deberá ser por la parte inferior de esta
- Cuando un árbol presenta tallos múltiples, cada tallo se registra por separado, no se deberán sumar los diámetros.

El volumen forestal es un parámetro muy utilizado por los profesionales forestales para establecer la cantidad de madera de una o varias especies existentes en una determinada zona. El volumen de la madera cosechable se obtiene a partir del área basal y la altura comercial o total del tronco de un árbol. El tronco generalmente tiene forma cónica y, por lo tanto, es inevitable tomar esto en cuenta para lograr una mayor exactitud en el cálculo.

El volumen del fuste es el aumento que presenta un árbol o una masa forestal en un tiempo determinado, como resultado de su crecimiento y es una variable útil para el manejo de los terrenos forestales. Es un valor conferido por las dimensiones (diámetro normal y altura), así como por la forma del individuo, por lo que para su estimación es necesaria la utilización de un Coeficiente de Forma o Mórico (CM) que, de acuerdo con Cailliez (1980), resulta difícil establecer, ya que depende de la configuración del crecimiento de cada especie.

De acuerdo con Corral (2011), cuando no se tienen tablas de volumen de las especies encontradas, se sugiere utilizar una ecuación estandarizada para no incurrir en sub o sobreestimaciones. Por otra parte, Romahn (1999), menciona que la utilización de coeficientes móricos resulta particularmente útil para el caso de las zonas en las que no se cuenta con tablas de volumen para las especies de interés.

El volumen de los árboles se calculará utilizando un factor de forma, como se describe a continuación:

$$V = (ab)(h)(0.45)$$
$$ab = \left(\frac{DN}{100}\right)^2 (0.7854)$$

Dónde:

V = Volumen

ab = área basal

h = altura

0.45 = Coeficiente de forma

DN = Diámetro normal (en cm)

0.7854 = Factor resultante de la relación $\frac{\pi}{4}$; siendo $\pi=3.1416$

Se calculó el volumen de forma individual, posteriormente se realizó la sumatoria de cada uno de los sitios de muestreo, se dividió entre el número de sitios, se obtuvo el volumen por hectárea para posteriormente extrapolarlo a la superficie total del arreglo vegetativo. Se obtuvo la estimación del volumen forestal por especie.

La memoria de datos forestales se encuentra disponible en el anexo **ANEXO IV.1 1 BD COORD Y DATOS BASE PREDIO ALFA** y **ANEXO IV.2 1 BD COORD Y DATOS BASE SAR GAMMA**.

Inventario florístico

En cuanto al inventario florístico, todas las especies presentes la comunidad vegetal Alfa se encuentran en el ambiente Gamma, siendo ésta última más biodiversa al poseer mayor número de especies. Así, en el estrato arbóreo existen las mismas 13 especies arbóreas en la comunidades Alfa y Gamma, pero es mayor el número de arbustivas, cactáceas y herbáceas en la comunidad Gamma, y en la comunidad Alfa aún con menor número de especies, todas ellas están en la comunidad Gamma. Ver ANEXO IV.1 y ANEXO IV.2

Tabla 13. Inventario florístico comparativo entre las comunidades Alfa y Gamma.

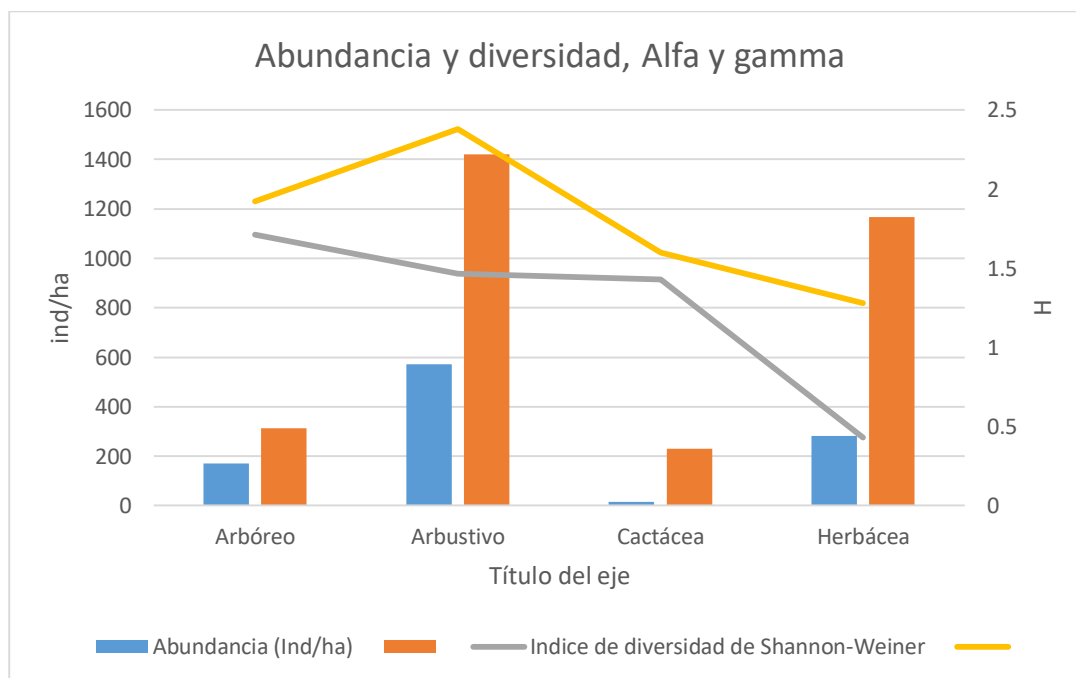
Inventario florístico en el sistema ambiental regional (SAR) GAMMA						Inventario florístico en el predio ALFA						
No.	Familia	Género	Especie	Nombre común	Estrato	No.	Familia	Género	Especie	Nombre común	Estrato	No.
1	Fabaceae	Acacia	occidentalis	Tesota	Arbóreo	13	Fabaceae	Acacia	occidentalis	Tesota	Arbóreo	13
2	Malvaceae	Ceiba	acuminata	Pochote	Arbóreo		Malvaceae	Ceiba	acuminata	Pochote	Arbóreo	
3	Moraceae	Ficus	petiolaris	Chalate, ficus	Arbóreo		Moraceae	Ficus	petiolaris	Chalate, ficus	Arbóreo	
4	Fabaceae	Havardia	mexicana	Palo Chino	Arbóreo		Fabaceae	Havardia	mexicana	Palo Chino	Arbóreo	
5	Fabaceae	Olneya	tesota	Palo Fierro	Arbóreo		Fabaceae	Olneya	tesota	Palo Fierro	Arbóreo	
6	Fabaceae	Parkinsonia	microphylla	Palo Verde	Arbóreo		Fabaceae	Parkinsonia	microphylla	Palo Verde	Arbóreo	
7	Fabaceae	Parkinsonia	praecox	Brea	Arbóreo		Fabaceae	Parkinsonia	praecox	Brea	Arbóreo	
8	Fabaceae	Prosopis	velutina	Mezquite	Arbóreo		Fabaceae	Prosopis	velutina	Mezquite	Arbóreo	
9	Salicaceae	Salix	baylonica	Zaus Llorón	Arbóreo		Salicaceae	Salix	baylonica	Zaus Llorón	Arbóreo	
10	Convolvulaceae	Ipomoea	arborescens	Palo Blanco	Arbustivo		Convolvulaceae	Ipomoea	arborescens	Palo Blanco	Arbustivo	
11	Fabaceae	Lysiloma	divaricatum	Mauto	Arbóreo		Fabaceae	Lysiloma	divaricatum	Mauto	Arbóreo	
12	Fabaceae	Lysiloma	acapulcense	Tepehuaje	Arbóreo		Fabaceae	Lysiloma	acapulcense	Tepehuaje	Arbóreo	
13	Salicaceae	Populus	fremontii	Alamo	Arbóreo		Salicaceae	Populus	fremontii	Alamo	Arbóreo	
1	Fabaceae	Acacia	cochliacantha	Chírahui	Arbustivo	25	Fabaceae	Acacia	cochliacantha	Chírahui	Arbustivo	16
2	Fabaceae	Acacia	constricta	Huizache	Arbustivo		Fabaceae	Acacia	constricta	Huizache	Arbustivo	
3	Asparagaceae	Agave	angustifolia	Bacanora	Arbustivo							
4	Asparagaceae	Agave	palmeri	Lechugilla	Arbustivo		Asparagaceae	Agave	palmeri	Lechugilla	Arbustivo	
5	Asteraceae	Ambrosia	ambrosioide	Chicura	Arbustivo		Asteraceae	Ambrosia	ambrosioide	Chicura	Arbustivo	
6	Asteraceae	Ambrosia	deltoidea	Chicurilla	Arbustivo		Asteraceae	Ambrosia	deltoidea	Chicurilla	Arbustivo	
7	Malvaceae	Anoda	cristata	Pitapan	Arbustivo		Malvaceae	Anoda	cristata	Pitapan	Arbustivo	
8	Asteraceae	Baccharis	salicifolia	Batamote	Arbustivo							
9	Burseraceae	Bursera	fagaroides	Copal	Arbustivo							
10	Burseraceae	Bursera	laxiflora	Torote Prieto	Arbustivo		Burseraceae	Bursera	laxiflora	Torote Prieto	Arbustivo	
11	Leguminosae	Caesalpinia	palmeri	Palo Piojo	Arbustivo							
12	Cannabaceae	Celtis	pallida	Garambullo	Arbustivo		Cannabaceae	Celtis	pallida	Garambullo	Arbustivo	
13	Fabaceae	Coursetia	glandulosa	Sámota	Arbustivo							
14	Fabaceae	Erythrina	flabelliformis	Chilicote	Arbustivo		Fabaceae	Erythrina	flabelliformis	Chilicote	Arbustivo	
15	Fabaceae	Eysenhardtia	orthocarpa	Palo Dulce	Arbustivo		Fabaceae	Eysenhardtia	orthocarpa	Palo Dulce	Arbustivo	
16	Fouquieriaceae	Fouquieria	macdougalii	Ocotillo Macho	Arbustivo		Fouquieriaceae	Fouquieria	macdougalii	Ocotillo Macho	Arbustivo	

Inventario florístico en el sistema ambiental regional (SAR) GAMMA						Inventario florístico en el predio ALFA						
No.	Familia	Género	Especie	Nombre común	Estrato	No.	Familia	Género	Especie	Nombre común	Estrato	No.
17	Fouquieriaceae	<i>Fouquieria</i>	<i>splendens</i>	Ocotillo	Arbustivo							
18	Zygophyllalaceae	<i>Guaiacum</i>	<i>coulteri</i>	Guayacán	Arbustivo		Zygophyllalaceae	<i>Guaiacum</i>	<i>coulteri</i>	Guayacán	Arbustivo	
19	Primulaceae	<i>Jacquinia</i>	<i>macrocarpa</i>	San Juanico	Arbustivo							
20	Euphorbuaceae	<i>Jatropha</i>	<i>cardiophylla</i>	Torote	Arbustivo							
21	Euphorbuaceae	<i>Jatropha</i>	<i>cordata</i>	Torote Papelillo	Arbustivo		Euphorbuaceae	<i>Jatropha</i>	<i>cordata</i>	Torote Papelillo	Arbustivo	
22	Solanaceae	<i>Lycium</i>	<i>berlandieri</i>	Salicieso	Arbustivo		Solanaceae	<i>Lycium</i>	<i>berlandieri</i>	Salicieso	Arbustivo	
23	Fabaceae	<i>Mimosa</i>	<i>distachya</i>	Uña de Gato	Arbustivo		Fabaceae	<i>Mimosa</i>	<i>distachya</i>	Uña de Gato	Arbustivo	
24	Rubiaceae	<i>Randia</i>	<i>echinocarpa</i>	Papache	Arbustivo							
25	Tmaricaceae	<i>Tamarix</i>	<i>chinesis</i>	Pino Salado	Arbustivo		Tmaricaceae	<i>Tamarix</i>	<i>chinesis</i>	Pino Salado	Arbustivo	
1	Cactaceae	<i>Cylindropuntia</i>	<i>bigelovii</i>	Choya guerra	Cactáceo	9						6
2	Cactaceae	<i>Cylindropuntia</i>	<i>fulgida</i>	Choya	Cactáceo		Cactaceae	<i>Cylindropuntia</i>	<i>fulgida</i>	Choya	Cactáceo	
3	Cactaceae	<i>Cylindropuntia</i>	<i>thurberi</i>	Siviri	Cactáceo		Cactaceae	<i>Cylindropuntia</i>	<i>thurberi</i>	Siviri	Cactáceo	
4	Cactaceae	<i>Mammillaria</i>	<i>grahamii</i>	Viejito	Cactáceo		Cactaceae	<i>Mammillaria</i>	<i>grahamii</i>	Viejito	Cactáceo	
5	Cactaceae	<i>Mammillaria</i>	<i>miegiana</i>	Biznaga del rio sonora	Cactáceo		Cactaceae	<i>Mammillaria</i>	<i>miegiana</i>	Biznaga del rio sonora	Cactáceo	
6	Cactaceae	<i>Opuntia</i>	<i>gosselianiana</i>	Nopal Morado	Cactáceo							
7	Cactaceae	<i>Pachycereus</i>	<i>pecten-aboriginum</i>	Cardón Hecho	Cactáceo		Cactaceae	<i>Pachycereus</i>	<i>pecten-aboriginum</i>	Cardón Hecho	Cactáceo	
8	Cactaceae	<i>Stenocereus</i>	<i>gummosus</i>	Pitaya Agria	Cactáceo							
9	Cactaceae	<i>Stenocereus</i>	<i>thurberi</i>	Pitaya	Cactáceo		Cactaceae	<i>Stenocereus</i>	<i>thurberi</i>	Pitaya	Cactáceo	
1	Poaceae	<i>Bouteloua</i>	<i>aristidoides</i>	Pasto Navajita	Herbáceo	5	Poaceae	<i>Bouteloua</i>	<i>aristidoides</i>	Pasto Navajita	Herbáceo	3
2	Poaceae	<i>Bouteloua</i>	<i>barbata</i>	Pasto Liebrero	Herbáceo		Poaceae	<i>Bouteloua</i>	<i>barbata</i>	Pasto Liebrero	Herbáceo	
3	Brassicaceae	<i>Nasturtium</i>	<i>officinale</i>	Berro	Herbáceo		Brassicaceae	<i>Nasturtium</i>	<i>officinale</i>	Berro	Herbáceo	
4	Cucurbitaceae	<i>Ibervillea</i>	<i>sonorae</i>	Wereke	Herbáceo							
5	Poaceae	<i>Pennisetum</i>	<i>ciliare</i>	Zacate Buffel	Herbáceo							
						52						38

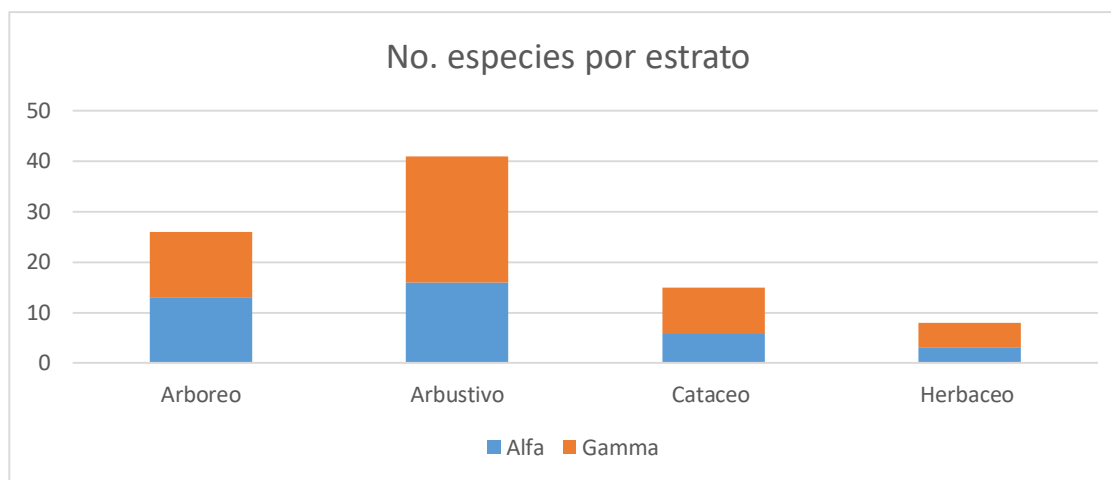
ANEXO IV.3

Análisis de la riqueza, estructura y diversidad por tipos de vegetación

Así, en el terreno natural del proyecto, la comunidad Gamma contiene todas las especies del predio Alfa, siendo además más abundante y diverso, toda vez que la población vegetal Gamma posee 24 familias taxonómicas, de las cuales 19 de ellas están en el predio Alfa. La población Gamma posee 52 especies en inventario contra 38 en la comunidad Alfa. Tanto en las comunidades Alfa y Gamma existen las mismas 3 especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Se trata de palo fierro (*Olneya tesota*) en estatus de sujeta a protección especial (Pr) no endémica (NE); así como la arbustiva guayacán (*Guaiaacum coulteri*), que se encuentra en estatus de Amenazada (A) no endémica (NE); y la Biznaga del río Sonora (*Mammillaria miegiana*), que se encuentra sujeta a protección especial (Pr) endémica (E). Las poblaciones vegetales Gamma son por mucho más abundante que el predio Alfa, así como más diversas y homogéneas en todos sus estratos, aportando mayor biomasa forestal, que el predio Alfa, de acuerdo a la siguiente tabla resumen:



Gráfica 8. Diversidad y abundancia Alfa y Gamma por estrato vegetal.
Alfa = abundancia azul, diversidad gris; Gamma = abundancia naranja, diversidad amarillo.



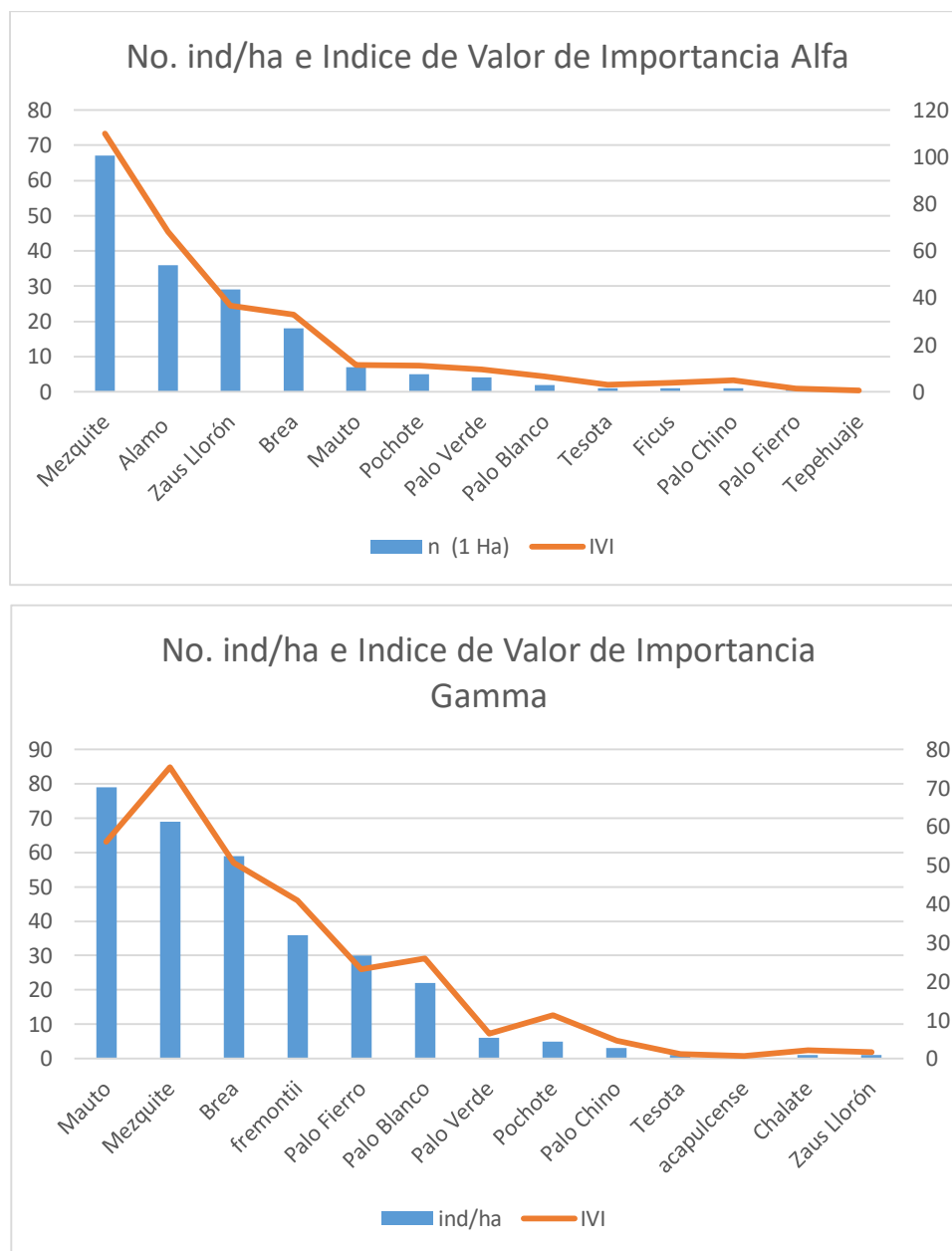
Gráfica 9. Especies población vegetal Alfa y Gamma

Tabla 14. Resumen de parámetros poblacionales de flora en las comunidades Alfa y Gamma

Estrato / forma de vida	Familias taxonómicas (No.)		Especies (No.)		NOM-059-SEMARNAT-2010		Abundancia (Ind/ha)		Índice de diversidad de Shannon-Weiner		Equidad		Biomasa (m3/ha tipo)	
	Predio (Población Alfa)	SAR población GAMMA	Predio (Población Alfa)	SAR población GAMMA	Predio (Población Alfa)	SAR población GAMMA	Predio (Población Alfa)	SAR población GAMMA	Predio (Población Alfa)	SAR población GAMMA	Predio (Población Alfa)	SAR población GAMMA	Predio (Población Alfa)	SAR población GAMMA
Arbóreo	5	6	13	13	1 (Pr, NE)	1 (Pr, NE)	171	314	1.713	1.921	0.668	0.749	14.990	15.850
Arbustivo	11	14	16	25	1 (A, NE)	1 (A, NE)	571	1,421	1.467	2.378	0.529	0.739	1.050	6.520
Cactácea	1	1	6	9	1 (Pr, E)	1 (Pr, E)	16	231	1.430	1.600	0.798	0.798	0.375	2.680
Herbácea	2	3	3	5			282	1,166	0.430	1.280	0.391	0.795		
	19	24	38	52										

En detalle a lo anterior, tenemos que, en el **estrato arbóreo**, existen 13 especies florísticas perennes tanto en las comunidades Gamma como Alfa. Con una abundancia en la población Gamma es de 314 ind/ha y una diversidad pobre de 1.921, pero más pobre en la población Alfa con 1.713 en la escala del índice de diversidad Shannon-Weiner. Así mismo, en equidad, el estrato arbóreo es más homogéneo en la población Gamma, por el valor más cercano a 1 (0.749), apoyado esta aseveración por el valor de la riqueza de especies, prácticamente en valor de 1 (estable u homogéneo). Finalmente, el estrato arbóreo de la comunidad Gamma

aporta 15.85 m³/ha de volumen forestal, contra 14.99 15.85 m³/ha en la comunidad vegetal Alfa.



Gráfica 10. No de individuos arbóreos por ha e Índice de Valor de Importancia Alfa y Gamma.

Tabla 15. Parámetros poblacionales y de diversidad del estrato arbóreo de las comunidades Alfa y Gamma

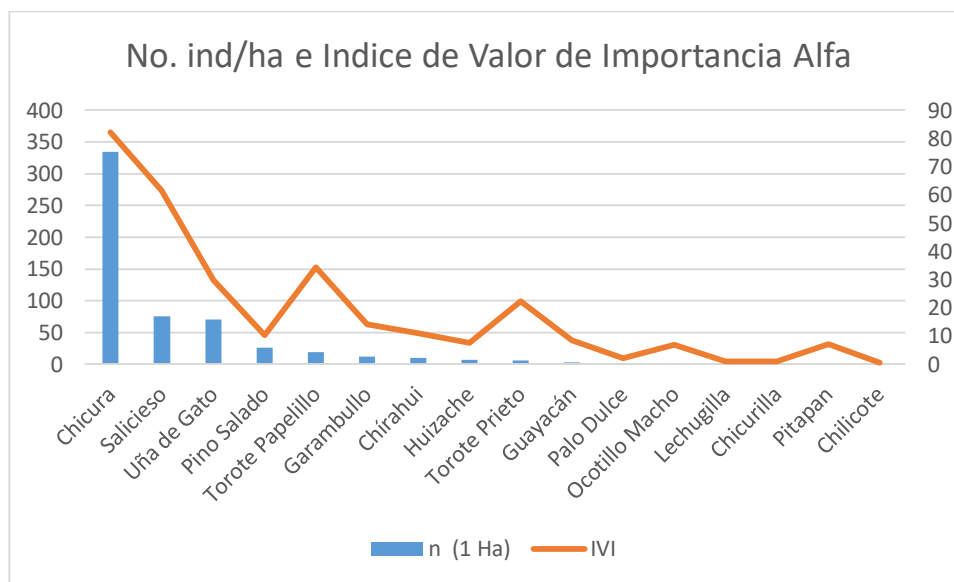
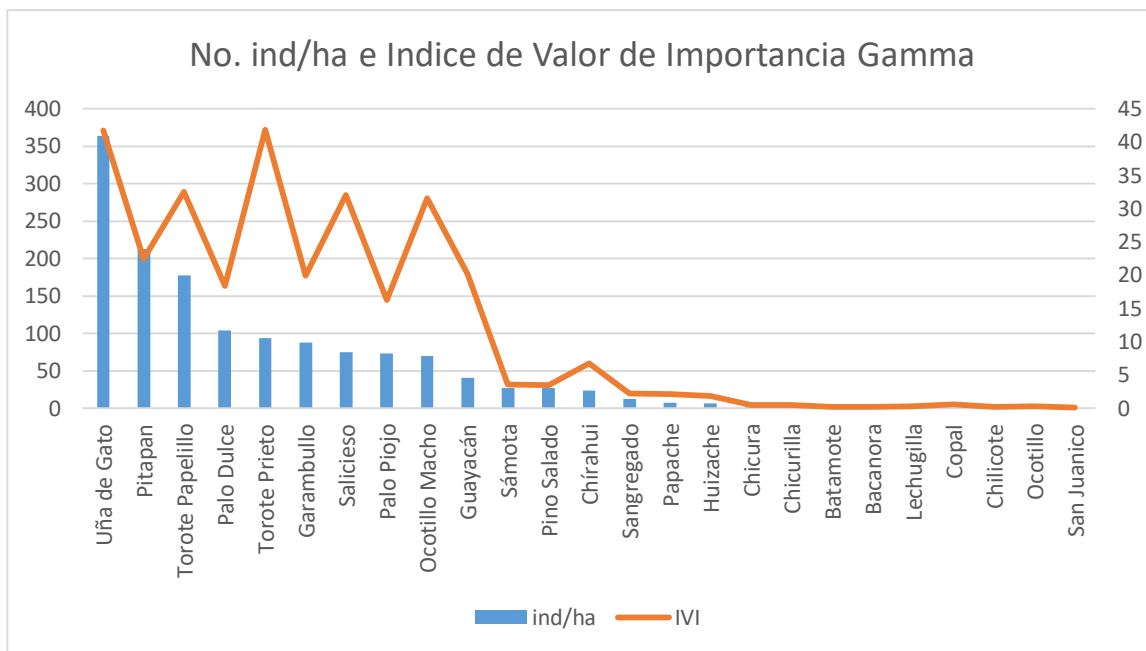
a) Comunidad vegetal Gamma

No.	Familia	Genero	Especie	Nombre común	n (1 Ha)	Índice de valor de Importancia (IVI)				Índice de diversidad de Shannon				Volumen estimado en ha- tipo (m3) R.T.A.
						Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	IVI	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)	
1	Fabaceae	Acacia	occidentalis	Tesota	1	0.328	0.101	0.721	1.15	1	0.003	-5.721	-0.019	0.036
2	Malvaceae	Ceiba	acuminata	Pochote	5	1.668	5.73	3.846	11.244	5	0.017	-4.094	-0.068	0.525
3	Tepehuaje	Fabaceae	Lysiloma	acapulcense	1	0.319	0.175	0.24	0.734	1	0.003	-5.749	-0.018	0.003
4	Moraceae	Ficus	petiolaris	Chalate	1	0.319	1.577	0.24	2.136	1	0.003	-5.749	-0.018	0.009
5	Fabaceae	Havardia	mexicana	Palo Chino	3	0.983	2.161	1.442	4.586	3	0.01	-4.622	-0.045	0.147
6	Convolvulaceae	Ipomoea	arborescens	Palo Blanco	22	7.088	8.767	10.096	25.952	22	0.071	-2.647	-0.188	1.011
7	Fabaceae	Lysiloma	divaricatum	Mauto	79	25.226	13.867	17.067	56.161	79	0.252	-1.377	-0.347	1.072
8	Fabaceae	Olneya	tesota	Palo Fierro	30	9.709	3.002	10.337	23.048	30	0.097	-2.332	-0.226	1.399
9	Fabaceae	Parkinsonia	microphylla	Palo Verde	6	1.995	1.097	3.365	6.458	6	0.02	-3.914	-0.078	0.314
10	Fabaceae	Parkinsonia	praecox	Brea	59	18.719	10.29	21.635	50.643	59	0.187	-1.676	-0.314	1.350
11	Fabaceae	Prosopis	velutina	Mezquite	69	21.98	27.186	26.202	75.368	69	0.22	-1.515	-0.333	6.714
12	Alamo	Salicaceae	Populus	fremontii	36	11.347	24.951	4.567	40.866	36	0.113	-2.176	-0.247	3.226
13	Salicaceae	Salix	baylonica	Zaus Llorón	1	0.319	1.095	0.24	1.654	1	0.003	-5.749	-0.018	0.048
13					314	100	100	100	300	314	1	-47.321	-1.921	15.852
I. Shannon H =													1.921	
Máxima diversidad del ecosistema H' max =													2.565	
Equitatividad (J) H/H' max =													0.749	

b) Comunidad vegetal Alfa

No.	Familia	Genero	Especie	Nombre común	n (1 Ha)	Índice de valor de Importancia (IVI)				Índice de diversidad de Shannon				Volumen estimado en ha-tipo (m3) R.T.A.
						Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	IVI	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)	
1	Fabaceae	Acacia	occidentalis	Tesota	1	0.382	1.561	1.02	2.964	1	0.004	-5.567	-0.021	0.235
2	Malvaceae	Ceiba	acuminata	Pochote	5	2.675	2.732	5.612	11.019	5	0.027	-3.621	-0.097	0.313
3	Moraceae	Ficus	petiolaris	Ficus	1	0.584	2.801	0.51	3.895	1	0.006	-5.143	-0.03	0.053
4	Fabaceae	Havardia	mexicana	Palo Chino	1	0.584	3.729	0.51	4.823	1	0.006	-5.143	-0.03	0.106
5	Convolvulaceae	Ipomoea	arborescens	Palo Blanco	2	1.092	2.509	3.061	6.662	2	0.011	-4.517	-0.049	0.218
6	Fabaceae	Lysiloma	acapulcense	Tepehuaje	0	0.109	0.05	0.51	0.669	0	0.001	-6.82	-0.007	0.003
7	Fabaceae	Lysiloma	divaricatum	Mauto	7	3.93	2.258	5.102	11.29	7	0.039	-3.237	-0.127	0.258
8	Fabaceae	Olneya	tesota	Palo Fierro	1	0.584	0.265	0.51	1.359	1	0.006	-5.143	-0.03	0.006
9	Fabaceae	Parkinsonia	microphylla	Palo Verde	4	2.402	0.017	7.143	9.562	4	0.024	-3.729	-0.09	0.07
10	Fabaceae	Parkinsonia	praecox	Brea	18	10.425	10.65	11.735	32.81	18	0.104	-2.261	-0.236	0.721
11	Salicaceae	Populus	fremontii	Alamo	36	20.796	37.767	9.694	68.257	36	0.208	-1.57	-0.327	3.226
12	Fabaceae	Prosopis	velutina	Mezquite	67	39.299	27.879	42.857	110.036	67	0.393	-0.934	-0.367	7.431
13	Salicaceae	Salix	baylonica	Zaus Llorón	29	17.139	7.781	11.735	36.655	29	0.171	-1.764	-0.302	2.353
13					171	100	100	100	300	171	1	-49.45	-1.713	14.993
I. Shannon H = 1.713														
Máxima diversidad del ecosistema H' max = 2.565														
Equitatividad (J) H/H' max = 0.668														

El **estrato arbustivo** con 25 especies florísticas perennes en la comunidad Gamma contra 16 especies de la población Alfa, con una abundancia de 1,421 ind/ha contra 571 ind/ha refleja un arreglo de porte medio, donde la diversidad de especies se encuentra en condición moderada en la con 2.378 en la escala del índice de diversidad Shannon-Weiner y en condición pobre en la comunidad Alfa. Así mismo, en equidad, el estrato arbustivo es homogéneo con un valor de 0.739, apoyada esta aseveración por el valor de la riqueza de especies, prácticamente en valor de 1 (estable u homogéneo). Finalmente, el estrato arbustivo aporta 6.521 m³/ha de volumen forestal contra 1.05 6.521 m³/ha en la comunidad vegetal Alfa.



Gráfica 11. No de individuos arbustiva por ha e Índice de Valor de Importancia Alfa y Gamma

Tabla 16. Parámetros poblacionales y de diversidad del estrato arbustivo de las comunidades Alfa y Gamma

a) Comunidad vegetal Gamma

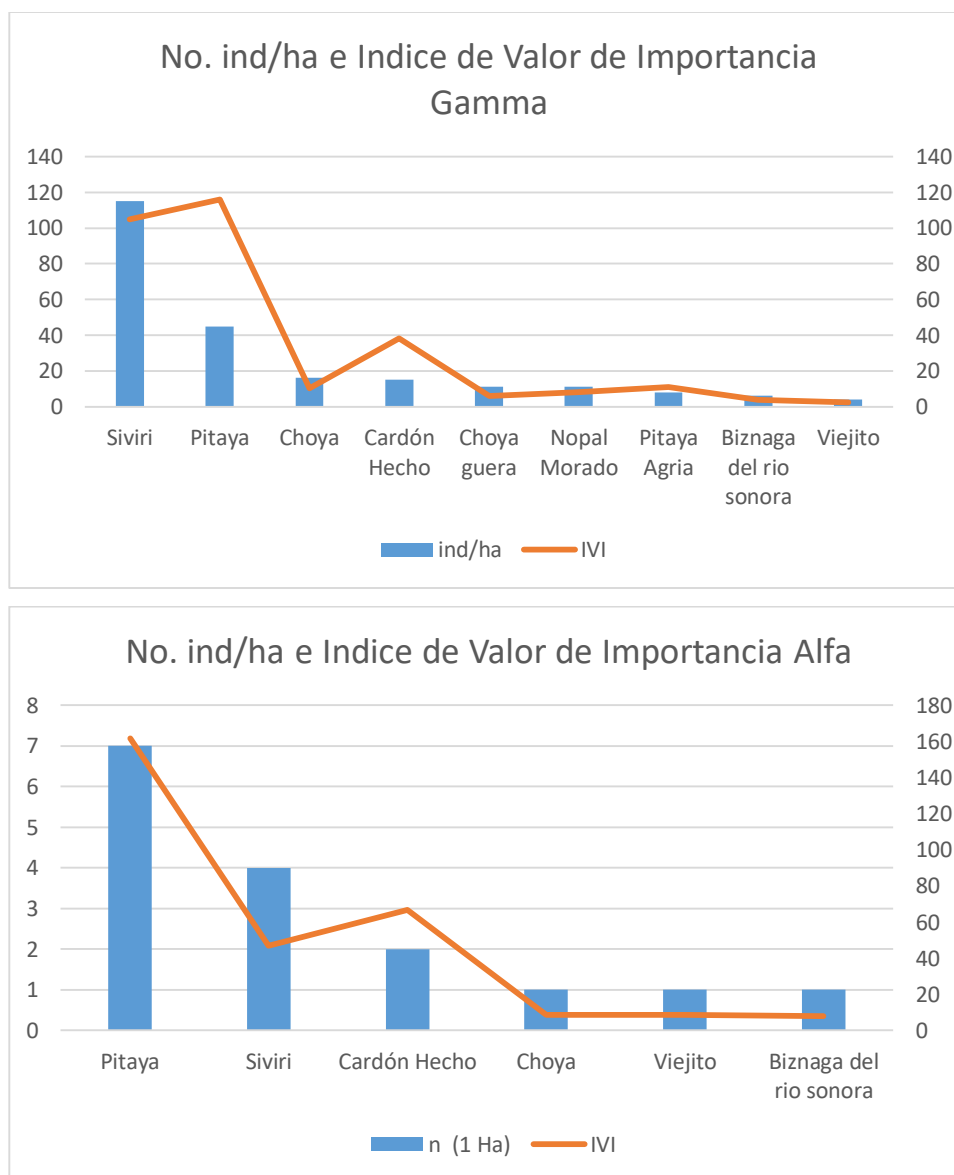
No.	Familia	Genero	Especie	Nombre común	n (1 Ha)	Índice de valor de Importancia (IVI)				Índice de diversidad de Shannon				Volumen estimado en ha-tipo (m3) R.T.A.
						Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	IVI	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)	
1	Fabaceae	Acacia	cochliacantha	Chirahui	24	1.71	1.562	3.501	6.774	24	0.017	-4.068	-0.070	0.120
2	Fabaceae	Acacia	constricta	Huizache	7	0.493	0.451	0.875	1.819	7	0.005	-5.312	-0.026	0.011
3	Asparagaceae	Agave	angustifolia	Bacanora	1	0.07	0.004	0.109	0.184	1	0.001	-7.259	-0.005	0.000
4	Asparagaceae	Agave	palmeri	Lechugilla	1	0.07	0.004	0.219	0.293	1	0.001	-7.259	-0.005	0.000
5	Asteraceae	Ambrosia	ambrosioides	Chicura	4	0.276	0.003	0.219	0.498	4	0.003	-5.891	-0.016	0.002
6	Asteraceae	Ambrosia	deltoidea	Chicurilla	3	0.191	0.011	0.328	0.53	3	0.002	-6.262	-0.012	0.000
7	Malvaceae	Anoda	cristata	Pitapan	213	14.999	0.308	7.112	22.419	213	0.15	-1.897	-0.285	0.014
8	Asteraceae	Baccharis	salicifolia	Batamote	2	0.118	0.007	0.109	0.235	2	0.001	-6.739	-0.008	0.000
9	Burseraceae	Bursera	fagaroides	Copal	1	0.053	0.003	0.547	0.603	1	0.001	-7.550	-0.004	0.017
10	Burseraceae	Bursera	laxiflora	Torote Prieto	94	6.605	24.129	11.16	41.894	94	0.066	-2.717	-0.179	1.385
11	Leguminosae	Caesalpinia	palmeri	Palo Piojo	73	5.171	7.379	3.72	16.269	73	0.052	-2.962	-0.153	0.067
12	Cannabaceae	Celtis	pallida	Garambullo	88	6.184	5.648	8.096	19.928	88	0.062	-2.783	-0.172	0.058
13	Fabaceae	Coursetia	glandulosa	Sámota	27	1.908	0.436	1.204	3.547	27	0.019	-3.959	-0.076	0.013
14	Fabaceae	Erythrina	flabelliformis	Chilicote	1	0.053	0.048	0.109	0.21	1	0.001	-7.550	-0.004	0.000
15	Fabaceae	Eysenhardtia	orthocarpa	Palo Dulce	104	7.342	6.705	4.376	18.423	104	0.073	-2.612	-0.192	0.082
16	Fouquieriaceae	Fouquieria	maddougallii	Ocotillo Macho	70	4.947	16.311	10.284	31.542	70	0.049	-3.006	-0.149	2.048
17	Fouquieriaceae	Fouquieria	splendens	Ocotillo	1	0.07	0.145	0.109	0.324	1	0.001	-7.259	-0.005	0.000
18	Zygophyllaceae	Guaiacum	coulteri	Guayacán	41	2.875	8.041	9.3	20.215	41	0.029	-3.549	-0.102	0.546
19	Primulaceae	Jacquinia	macrocarpa	San Juanico	1	0.039	0.013	0.109	0.162	1	0	-7.837	-0.003	0.000
20	Euphorbiaceae	Jatropha	cardiophylla	Sangregado	13	0.928	0.212	1.094	2.233	13	0.009	-4.680	-0.043	0.003
21	Euphorbiaceae	Jatropha	cordata	Torote Papelillo	178	12.512	2.857	17.177	32.546	178	0.125	-2.078	-0.260	1.932
22	Solanaceae	Lycium	berlandieri	Saliciego	75	5.282	19.298	7.44	32.021	75	0.053	-2.941	-0.155	0.057
23	Fabaceae	Mimosa	distachya	Uña de Gato	364	25.636	5.854	10.284	41.774	364	0.256	-1.361	-0.349	0.144
24	Rubiaceae	Randia	echinocarpa	Papache	8	0.585	0.535	0.985	2.105	8	0.006	-5.140	-0.030	0.006
25	Tmaricaceae	Tamarix	chinesis	Pino Salado	27	1.881	0.039	1.532	3.452	27	0.019	-3.973	-0.075	0.016
					1421	100	100	100	300	1421	1	-116.646	-2.378	6.521
													I. Shannon H = 2.378	
													Máxima diversidad del ecosistema H' max = 3.219	
													Equitatividad (J) H/H' max = 0.739	

b) Comunidad vegetal Alfa

No.	Familia	Genero	Especie	Nombre común	n (1 Ha)	Índice de valor de Importancia (IVI)				Índice de diversidad de Shannon				Volumen estimado en ha-tipo (m3) R.T.A.
						Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	IVI	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)	
1	Fabaceae	Acacia	cochliacantha	Chirahui	10	1.783	4.649	4.58	11.012	10	0.018	-4.027	-0.072	0.02
2	Fabaceae	Acacia	constricta	Huizache	7	1.227	3.199	3.053	7.479	7	0.012	-4.401	-0.054	0.011
3	Asparagaceae	Agave	palmeri	Lechugilla	1	0.175	0.029	0.763	0.967	1	0.002	-6.348	-0.011	0
4	Asteraceae	Ambrosia	ambrosioides	Chicura	334	58.416	1.523	22.137	82.076	334	0.584	-0.538	-0.314	0.116
5	Asteraceae	Ambrosia	deltoidea	Chicurilla	1	0.175	0.456	0.382	1.013	1	0.002	-6.348	-0.011	0
6	Malvaceae	Anoda	cristata	Pitapan	1	0.237	0.003	6.87	7.111	1	0.002	-6.044	-0.014	0
7	Burseraceae	Bursera	laxiflora	Torote Prieto	6	1.047	17.061	4.198	22.307	6	0.01	-4.559	-0.048	0.085
8	Cannabaceae	Celtis	pallida	Garambullo	12	2.094	5.46	6.489	14.042	12	0.021	-3.866	-0.081	0.01
9	Fabaceae	Erythrina	flabelliformis	Chilicote	1	0.131	0.085	0.382	0.598	1	0.001	-6.639	-0.009	0
10	Fabaceae	Eysenhardtia	orthocarpa	Palo Dulce	2	0.376	0.245	1.527	2.148	2	0.004	-5.583	-0.021	0.001
11	Fouquieriaceae	Fouquieria	maddougallii	Ocotillo Macho	2	0.409	4.265	2.29	6.964	2	0.004	-5.499	-0.022	0.054
12	Zygophyllaceae	Guaiacum	coulteri	Guayacán	3	0.556	3.263	4.58	8.399	3	0.006	-5.192	-0.029	0.067
13	Euphorbiaceae	Jatropha	cordata	Torote Papelillo	19	3.386	17.305	13.74	34.432	19	0.034	-3.385	-0.115	0.36
14	Solanaceae	Lycium	berlandieri	Saliciego	75	13.12	34.208	14.122	61.45	75	0.131	-2.031	-0.266	0.283
15	Fabaceae	Mimosa	distachya	Uña de Gato	70	12.237	7.976	9.542	29.756	70	0.122	-2.101	-0.257	0.027
16	Tmaricaceae	Tamarix	chinesis	Pino Salado	26	4.63	0.272	5.344	10.245	26	0.046	-3.073	-0.142	0.016
					571	100	100	100	300	571	1	-69.632	-1.467	1.05
													I. Shannon H = 1.467	
													Máxima diversidad del ecosistema H' max = 2.773	
													Equitatividad (J) H/H' max = 0.529	

El **grupo de cactáceas** por su parte, posee 9 especies florísticas perennes con una abundancia de 231 ind/ha en la comunidad gamma, pero 6 especies y 16 ind/ha en el predio Alfa. La comunidad Gamma posee una diversidad de especies en condición pobre con 1.600 y en igual condición pobre en el predio Alfa, de acuerdo

a la escala del índice de diversidad Shannon-Weiner. Así mismo, en equidad, el grupo de cactáceas es homogéneo con un valor de 0.798, prácticamente en valor de 1 (estable u homogéneo). Finalmente, las cactáceas aportan 2.687 m³/ha de volumen forestal en la comunidad Gamma, contra apenas 0.375 m³/ha de volumen forestal en la comunidad Alfa.



Gráfica 12. No de individuos cactáceo por ha e Índice de Valor de Importancia Alfa y Gamma

Tabla 17. Parámetros poblacionales y de diversidad del grupo de cactáceas de las comunidades Alfa y Gamma

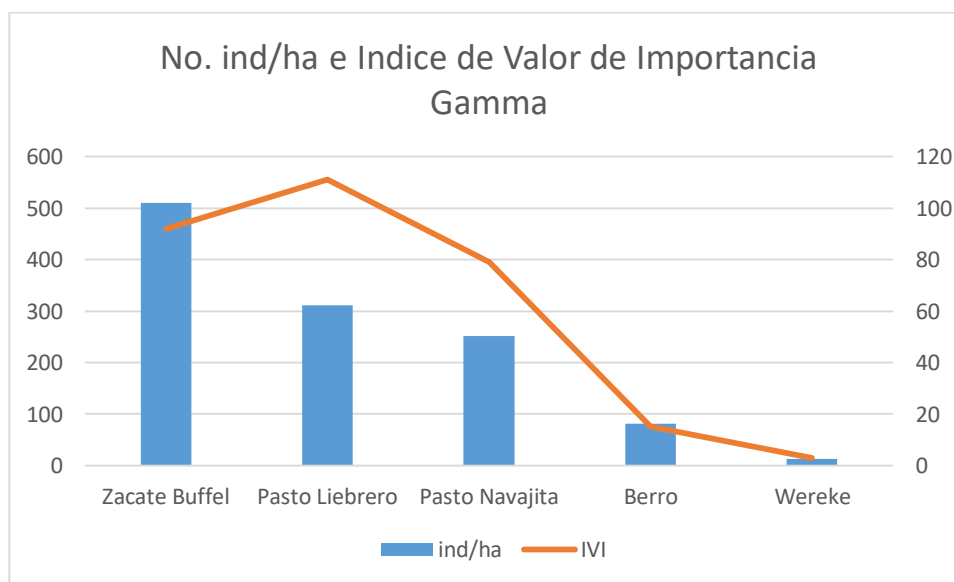
a) Comunidad vegetal Gamma

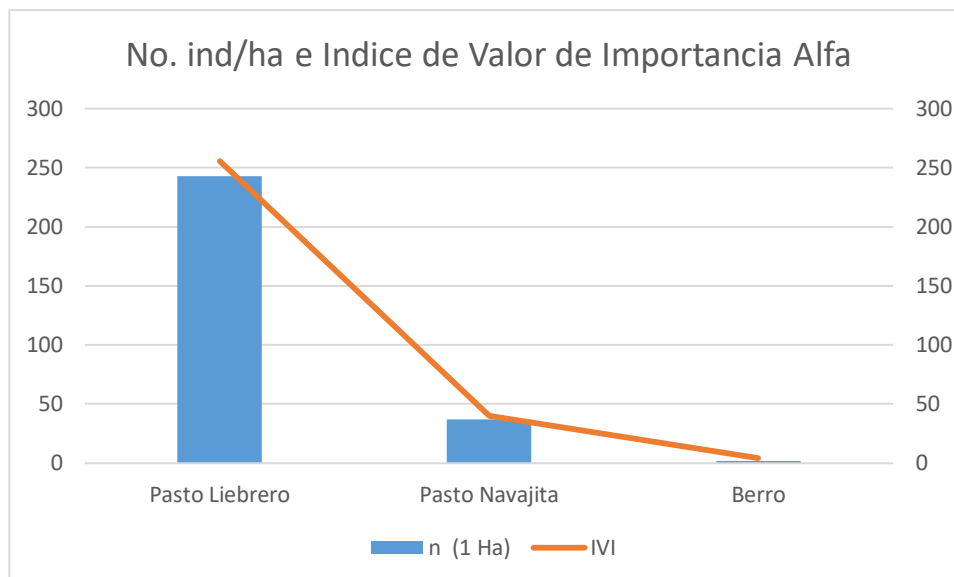
No.	Familia	Genero	Especie	Nombre común	n (1 Ha)	Indice de valor de Importancia (IVI)				Indice de diversidad de Shannon				Volumen estimado en ha-tipo (m3) R.T.A.
						Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	IVI	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)	
1	Cactaceae	Cylindropuntia	bigelovii	Choya guera	11	4.762	0.088	1.02	5.871	11	0.048	-3.045	-0.145	0.000
2	Cactaceae	Cylindropuntia	fulgida	Choya	16	6.926	0.913	2.551	10.391	16	0.069	-2.670	-0.185	0.002
3	Cactaceae	Cylindropuntia	thurberi	Siviri	115	49.784	6.565	48.469	104.818	115	0.498	-0.697	-0.347	0.038
4	Cactaceae	Mammillaria	grahamii	Viejito	4	1.732	0.004	0.51	2.245	4	0.017	-4.056	-0.070	0.000
5	Cactaceae	Mammillaria	miegiana	Biznaga del rio sonora	6	2.597	0.021	1.02	3.639	6	0.026	-3.651	-0.095	0.000
6	Cactaceae	Opuntia	gosselianiana	Nopal Morado	11	4.762	0.353	3.061	8.176	11	0.048	-3.045	-0.145	0.000
7	Cactaceae	Pachycereus	pecten-aboriginum	Cardón Hecho	15	6.494	21.408	10.204	38.106	15	0.065	-2.734	-0.178	0.789
8	Cactaceae	Stenocereus	gummosus	Pitaya Agria	8	3.463	6.422	1.02	10.906	8	0.035	-3.363	-0.116	0.001
9	Cactaceae	Stenocereus	thurberi	Pitaya	45	19.481	64.224	32.143	115.848	45	0.195	-1.636	-0.319	1.856
9					231	100	100	100	300	231	1	-24.896	-1.600	2.687
													I. Shannon H = 1.600	
													Máxima diversidad del ecosistema H' max = 2.197	
													Equitatividad (J) H/H' max = 0.798	

b) Comunidad vegetal Alfa

No.	Familia	Genero	Especie	Nombre común	n (1 Ha)	Indice de valor de Importancia (IVI)				Indice de diversidad de Shannon				Volumen estimado en ha-tipo (m3) R.T.A.
						Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	IVI	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)	
1	Cactaceae	Cylindropuntia	fulgida	Choya	1	6.206	0.016	2.222	8.445	1	0.062	-2.78	-0.173	0
2	Cactaceae	Cylindropuntia	thurberi	Siviri	4	26.682	0.153	20	46.835	4	0.267	-1.321	-0.353	0.01
3	Cactaceae	Mammillaria	grahamii	Viejito	1	6.206	0.004	2.222	8.433	1	0.062	-2.78	-0.173	0
4	Cactaceae	Mammillaria	miegiana	Biznaga del rio sonora	1	3.48	0.009	4.444	7.934	1	0.035	-3.358	-0.117	0
5	Cactaceae	Pachycereus	pecten-aboriginum	Cardón Hecho	2	12.181	27.887	26.667	66.735	2	0.122	-2.105	-0.256	0.144
6	Cactaceae	Stenocereus	thurberi	Pitaya	7	45.244	71.931	44.444	161.619	7	0.452	-0.793	-0.359	0.221
6					16	100	100	100	300	16	1	-13.137	-1.43	0.375
													I. Shannon H = 1.43	
													Máxima diversidad del ecosistema H' max = 1.792	
													Equitatividad (J) H/H' max = 0.798	

Finalmente, en el **estrato herbáceo**, se mantiene la tendencia de mejor condición de los atributos de diversidad y abundancia en comunidad Gamma sobre el proyecto que en el predio Alfa de acuerdo a la siguiente estimación:





Gráfica 13. No de individuos herbáceo por ha e Índice de Valor de Importancia Alfa y Gamma

Tabla 18. Parámetros poblacionales y de diversidad del estrato herbáceo de las comunidades Alfa y Gamma

a) Comunidad vegetal Gamma

No.	Familia	Genero	Especie	Nombre común	Estrato	n (1 Ha)	Índice de valor de Importancia (IVI)				Índice de diversidad de Shannon				Volumen estimado en ha-tipo (m3) R.T.A.
							Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	IVI	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)	
1	Poaceae	Bouteloua	aristoides	Pasto Navajita	Herbáceo	251	21.527	21.527	36	79.053	251	0.215	-1.536	-0.331	
2	Poaceae	Bouteloua	barbata	Pasto Liebrero	Herbáceo	311	26.672	26.672	57.714	111.059	311	0.267	-1.322	-0.352	
3	Brassicaceae	Nasturtium	officinale	Berro	Herbáceo	81	6.947	6.947	1.143	15.037	81	0.069	-2.667	-0.185	
4	Cucurbitaceae	Ibervillea	sonorae	Wereke	Herbáceo	13	1.115	1.115	0.571	2.801	13	0.011	-4.496	-0.05	
5	Poaceae	Pennisetum	ciliare	Zacate Buffel	Herbáceo	510	43.739	43.739	4.571	92.05	510	0.437	-0.827	-0.362	
5						1166	100	100	100	300	1166	1	-10.8476168	-1.280195022	
I. Shannon H = 1.28															
Máxima diversidad del ecosistema H' max = 1.609															
Equitatividad (J) H/H' max = 0.795															

b) Comunidad vegetal Alfa

No.	Familia	Genero	Especie	Nombre común	n (1 Ha)	Índice de valor de Importancia (IVI)				Índice de diversidad de Shannon				Volumen estimado en ha-tipo (m3) R.T.A.
						Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	IVI	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)	
1	Poaceae	Bouteloua	aristoides	Pasto Navajita	37	13.245	13.245	13.636	40.126	37	0.132	-2.022	-0.268	
2	Poaceae	Bouteloua	barbata	Pasto Liebrero	243	86.093	86.093	83.333	255.519	243	0.861	-0.15	-0.129	
3	Brassicaceae	Nasturtium	officinale	Berro	2	0.662	0.662	3.03	4.355	2	0.007	-5.017	-0.033	
3					282	100	100	100	300	282	1	-7.189	-0.43	
I. Shannon H = 0.43														
Máxima diversidad del ecosistema H' max = 1.099														
Equitatividad (J) H/H' max = 0.391														

No se detectó vegetación acuática endémica en la comunidad Alfa y Gamma, la vegetación dulceacuícola identificada corresponde a la especie *Nasturtium Officinale* de nombre común Berro en estrato herbáceo, esta especie es exótica introducida. El Berro de agua es una especie exótica bien establecida en México que se cultiva a nivel comercial por sus hojas comestibles. En forma silvestre se

presenta en cuerpos de agua en muchas partes del país, también en ambientes poco perturbados.

Esta especie tiene un índice de valor de importancia (IVI) de 12.037 en la comunidad Gamma y 4.355 en la comunidad Alfa, con una densidad relativa de 6.947 y 0.662 respectivamente. Puesto que se trata de una especie exótica, no se compromete su integridad dentro del ecosistema.

Listado de especies sujetas a protección

En base a la “Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010”, que determina las especies y subespecies de flora y fauna nativas de México sujetas a protección ambiental-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de diciembre de 2010, tanto en la comunidad vegetal Gamma como Alfa, la especie Palo Fierro (*Olneya tesota*) se encuentra en estatus de sujeta a protección especial (Pr) no endémica (NE); así como la arbustiva guayacán (*Guaiaecum coulteri*), que se encuentra en estatus de Amenazada (A) no endémica (NE); y la Biznaga del río Sonora (*Mammillaria miegiana*), que se encuentra sujeta a protección especial (Pr) endémica (E). Las demás especies identificadas están bajo Preocupación menor (LC) por la UICN, salvo por el Palo Fierro que se encuentra casi amenazado (NT) y el Guayacan en estado vulnerable (VU). Las especies de cactáceas se encuentran bajo el Apéndice II de la CITES, siendo estas últimas las que se dará mayor prioridad para su rescate durante la ejecución del proyecto ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

Tabla 19. Especies de vegetación identificadas sujetas a protección Alfa y Gamma.
a) Comunidad vegetal Gamma

No.	Genero	Especie	Nombre común	NOM-059	IUCN 2025-1	DOF 2014	CITES 2022	ENDEMICIDAD
Arbórea								
1	<i>Acacia</i>	<i>occidentalis</i>	Tesota	*	LC	*	*	NE
2	<i>Ceiba</i>	<i>acuminata</i>	Pochote	*	LC	*	*	E

Presa Puerta del Sol
Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

3	<i>Ficus</i>	<i>petiolaris</i>	Ficus	*	LC	*	*	NE
4	<i>Havardia</i>	<i>mexicana</i>	Palo Chino	*	LC	*	*	E
5	<i>Ipomoea</i>	<i>arborescens</i>	Palo Blanco	*	LC	*	*	E
6	<i>Lysiloma</i>	<i>acapulcense</i>	Tepehuaje	*	LC	*	*	NE
7	<i>Lysiloma</i>	<i>divaricatum</i>	Mauto	*	LC	*	*	NE
8	<i>Olneya</i>	<i>tesota</i>	Palo Fierro	Pr	NT	MEDIA	*	NE
9	<i>Parkinsonia</i>	<i>microphylla</i>	Palo Verde	*	LC	*	*	NE
10	<i>Parkinsonia</i>	<i>praecox</i>	Brea	*	LC	*	*	NE
11	<i>Populus</i>	<i>fremontii</i>	Alamo	*	LC	*	*	NE
12	<i>Prosopis</i>	<i>velutina</i>	Mezquite	*	LC	*	*	NE
Arbustivo								
1	Agave	<i>angustifolia</i>	Bacanora	*	LC	*	*	NE
2	Agave	<i>palmeri</i>	Lechugilla	*	LC	*	*	E
3	<i>Baccharis</i>	<i>salicifolia</i>	Batamote	*	LC	*	*	NE
4	<i>Bursera</i>	<i>fagaroides</i>	Copal	*	LC	*	*	NE
5	<i>Bursera</i>	<i>laxiflora</i>	Torote Prieto	*	NT	*	*	E
6	<i>Caesalpinia</i>	<i>palmeri</i>	Palo Piojo	*	LC	*	*	E
7	<i>Celtis</i>	<i>pallida</i>	Garambullo	*	LC	*	*	NE
8	<i>Coursetia</i>	<i>glandulosa</i>	Sámota	*	LC	*	*	NE
9	<i>Erythrina</i>	<i>flabelliformis</i>	Chilicote	*	LC	*	*	NE
10	<i>Eysenhardtia</i>	<i>orthocarpa</i>	Palo Dulce	*	LC	*	*	NE
11	<i>Fouquieria</i>	<i>macdougalii</i>	Ocotillo Macho	*	LC	*	*	E
12	<i>Guaiacum</i>	<i>coulteri</i>	Guayacán	A	VU	*	APENDICE II	NE
13	<i>Jacquinia</i>	<i>Bonellia macrocarpa</i>	San Juanico	*	LC	*	*	NE
14	<i>Jatropha</i>	<i>cordata</i>	Torote Papelillo	*	LC	*	*	E
15	<i>Randia</i>	<i>echinocarpa</i>	Papache	*	LC	*	*	NE
Cactáceo								
1	<i>Cylindropuntia</i>	<i>bigelovii</i>	Choya guera	*	LC	*	APENDICE II	NE
2	<i>Cylindropuntia</i>	<i>fulgida</i>	Choya	*	LC	*	APENDICE II	NE
3	<i>Cylindropuntia</i>	<i>thurberi</i>	Siviri	*	LC	*	APENDICE II	NE
4	<i>Mammillaria</i>	<i>grahamii</i>	Viejito	*	LC	*	APENDICE II	NE
5	<i>Mammillaria</i>	<i>miegiana</i>	Biznaga del rio sonora	Pr	LC	*	APENDICE II	E
6	<i>Opuntia</i>	<i>gosseliniana</i>	Nopal Morado	*	LC	*	APENDICE II	NE
7	<i>Pachycereus</i>	<i>pecten-aboriginum</i>	Cardón Hecho	*	LC	*	APENDICE II	E
8	<i>Stenocereus</i>	<i>gummosus</i>	Pitaya Agria	*	LC	*	APENDICE II	E
9	<i>Stenocereus</i>	<i>thurberi</i>	Pitaya	*	LC	*	APENDICE II	NE
Herbáceo								
1	Nasturtium	<i>officinale</i>	Berro	*	LC	*	*	EX

b) Comunidad vegetal Alfa

No.	Genero	Especie	Nombre común	NOM-059	IUCN 2025-1	DOF 2014	CITES 2022	ENDECIMIDAD
Arbóreo								
1	<i>Acacia</i>	<i>occidentalis</i>	Tesota	*	LC	*	*	NE
2	<i>Ceiba</i>	<i>acuminata</i>	Pochote	*	LC	*	*	E
3	<i>Ficus</i>	<i>petiolaris</i>	Ficus	*	LC	*	*	NE
4	<i>Havardia</i>	<i>mexicana</i>	Palo Chino	*	LC	*	*	E
5	<i>Ipomoea</i>	<i>arborescens</i>	Palo Blanco	*	LC	*	*	E
6	<i>Lysiloma</i>	<i>acapulcense</i>	Tepehuaje	*	LC	*	*	NE
7	<i>Lysiloma</i>	<i>divaricatum</i>	Mauto	*	LC	*	*	NE
8	<i>Olneya</i>	<i>tesota</i>	Palo Fierro	Pr	NT	MEDIA	*	NE
9	<i>Parkinsonia</i>	<i>microphylla</i>	Palo Verde	*	LC	*	*	NE
10	<i>Parkinsonia</i>	<i>praecox</i>	Brea	*	LC	*	*	NE
11	<i>Populus</i>	<i>fremontii</i>	Alamo	*	LC	*	*	NE
12	<i>Prosopis</i>	<i>velutina</i>	Mezquite	*	LC	*	*	NE
Arbustivo								
1	<i>Agave</i>	<i>palmeri</i>	Lechugilla	*	LC	*	*	E
2	<i>Bursera</i>	<i>laxiflora</i>	Torote Prieto	*	NT	*	*	E
3	<i>Celtis</i>	<i>pallida</i>	Garambullo	*	LC	*	*	NE
4	<i>Erythrina</i>	<i>flabelliformis</i>	Chilicote	*	LC	*	*	NE
5	<i>Eysenhardtia</i>	<i>orthocarpa</i>	Palo Dulce	*	LC	*	*	NE
6	<i>Fouquieria</i>	<i>macdougalii</i>	Ocotillo Macho	*	LC	*	*	E
7	<i>Guaiacum</i>	<i>coulteri</i>	Guayacán	A	VU	*	APENDICE II	NE
8	<i>Jatropha</i>	<i>cordata</i>	Torote Papelillo	*	LC	*	*	E
Cactáceo								
1	<i>Cylindropuntia</i>	<i>fulgida</i>	Choya	*	LC	*	APENDICE II	NE
2	<i>Cylindropuntia</i>	<i>thurberi</i>	Siviri	*	LC	*	APENDICE II	NE
3	<i>Mammillaria</i>	<i>grahamii</i>	Viejito	*	LC	*	APENDICE II	NE
4	<i>Mammillaria</i>	<i>miegiana</i>	Biznaga del rio sonora	Pr	LC	*	APENDICE II	E
5	<i>Pachycereus</i>	<i>pecten-aboriginum</i>	Cardón Hecho	*	LC	*	APENDICE II	E
6	<i>Stenocereus</i>	<i>thurberi</i>	Pitaya	*	LC	*	APENDICE II	NE
Herbáceo								
1	<i>Nasturtium</i>	<i>officinale</i>	Berro	*	LC	*	*	EX

Pr= sujeta a protección especial, A= amenazada, NOM-059-SEMARNAT-2010; LC= preocupación menor, NT= casi amenazado, VU= vulnerable, Red List of Threatened Species IUCN; Apéndice II= especies que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que se controle estrictamente su comercio y aquellas otras especies no afectadas por el comercio, que también deberán sujetarse a reglamentación con el fin de permitir un eficaz control del comercio en las especies, CITES; DOF-2014, ACUERDO por el que se da a conocer la lista de especies y poblaciones prioritarias para la conservación; ENDECIMIDAD: NE=NO ENDÉMICO, E=ENDÉMICO, EX=EXÓTICO.

* = Sin categoría de riesgo.

IV.2.2.3 Caracterización de fauna

En materia de **fauna silvestre**, si bien el espacio físico de Sistema Ambiental Regional (SAR) delimitada no puede ser muestreada de manera representativa, se analizaron 161 sitios en el Sistema ambiental regional (SAR) y un número equivalente en el predio cumpliendo con la representatividad requerida (se describe más adelante).

Derivado del trabajo de campo en sitio, no existe identificado en el polígono que componen al SAR corredores biológicos, toda vez que el área se encuentra ya alterada en su hábitat producto de las actividades agrícolas, pecuarias, asentamientos humanos, la carretera estatal contigua, de los caminos internos existente, al tránsito constante y modificación antecedente del terreno, además de la condición de corriente intermitente y sequía en estiaje, que inciden en el desplazamiento de fauna hacia mejores condiciones de hábitat.

A nivel nacional, la **mastofauna** sobresale por su riqueza y el elevado número de especies endémicas. Sin contar las especies marinas, habitan cerca de 450 especies, de las cuales más del 30% son exclusivas del país (Rodríguez & Arita, 2003). En particular la nación se desglosa en 20 provincias mastofaunísticas agrupadas en dos regiones (Neártica y Neotropical) registrando la presencia o ausencia de cada una de las 449 especies de mamíferos conocidas desde 1758 hasta 1988.



Figura III.38 Provincia mastogeográfica Sonorense donde se ubica el proyecto

Dentro de esta regionalización, el área de estudio pertenece a la Provincia mastogeográfica llamada Sierra Sonorense (Ramírez-Pulido, y Castro-Campillo, 1990).

En **avifauna**, aún cuando fue destacada la presencia de siete Áreas de importancia para la conservación de las aves (AICA) se encuentra totalmente fuera de alguna área siendo las más cercana la No.226. Isla Tiburón-Canal del Infiernillo-Estero Santa Cruz y No 126. Sistema de Islas Sierra Madre Occidental (CIPAMEX-CONABIO, 1999).

En cuanto a las poblaciones **herpetofaunísticas**, existen provincias herpetofaunísticas a nivel nacional que no poseen un sistema jerárquico y sólo divide al territorio mexicano en 15 provincias bióticas, basado en la presencia de reptiles y anfibios con requerimientos similares. El proyecto pertenece a la Provincia Herpetofaunística llamada Desierto del Colorado-Sonorense



**Figura III.39 Provincia herpetofaunística
Desierto del Colorado-Sonorense donde se
ubica el proyecto**

(Casas-Andreu & Reyna-Trujillo, 1990), donde los elementos de este grupo tienen amplia distribución por toda la región. Esta condición se refleja en una variedad de especies, que, por una parte, tienen alta resistencia a la humedad, y por otro, hay elementos xéricos que pueden desarrollarse en la región.

Aun así, las poblaciones de la fauna en el predio sujeto a CUSTF se encuentran mejor representadas en el SAR, no comprometiendo la diversidad ni abundancia de las mismas. Así, todas las especies presentes en el predio, se encuentran a su vez en SAR sólo que en mayor abundancia, diversidad y equidad. Por otro lado, el sistema ambiental regional queda totalmente fuera de alguna unidad de manejo para la conservación de vida silvestre (UMA).

Metodología de Análisis de diversidad de la fauna

Sitios de muestreo

Previo a los muestreos, se instalaron cámaras trampa en las coordenadas siguientes.

Tabla 20. Coordenadas UTM zona 12N Datum WGS84 cámaras trampa.

	X	Y
Sitio 1	577818.06	3263223.26
Sitio 2	577783.00	3263249.00
Sitio 3	577068.00	3262021.00
Sitio 4	576714.61	3260924.04

En el sitio 1 se pudieron observar dos especies, una de mamíferos (Venado Cola Blanca *Odocoileus virginianus*) y otra de aves (tecolote *Strigidae*).



Venado Cola Blanca (Odocoileus virginianus).



Tecolote (Strigidae).

Figura 31. Especies captadas en la cámara trampa del sitio 1.

Por su parte, el sitio 2 fue el que mostro mayor actividad de fauna, observando se siete especies; cinco de mamíferos, Pecarí de collar (*Dictyles tajacu*), Venado Cola Blanca (*Odocoileus virginianus*), Zorrillo de Espalda Blanca Norteño (*Conepatus leuconotus*), Mapache (*Procyon lotor*) y Coyote (*Canis latrans*); y dos de aves, Paloma Alas Blancas (*Zenaida asiática*) y una de la familia *Strigidae* Tecolote.



Tecolote (Strigidae).



Venado Cola Blanca (Odocoileus virginianus).



Pecarí de collar (Dicotyles tajacu).



Paloma Alas Blancas (Zenaida asiática).



Zorrillo de espalda blanca nortño (Conepatus leuconotus).



Mapache (Procyon lotor).



Coyote (Canis latrans).

Figura 32. Especies captadas en la cámara trampa del sitio 2.

Mientras que en el sitio 3 se observaron 4 especies de mamíferos, Coatí (*Nasua narica*), Coyote (*Canis latrans*), Zorra Gris (*Urocyon cinereogenteus*) y Venado Cola Blanca (*Odocoileus virginianus*).



Coatí (Nasua narica).



Zorra gris (Urocyon cinereoargenteus).



Coyote (Canis latrans).



Venado Cola Blanca (Odocoileus virginianus).

Figura 33. Especies captadas en la cámara trampa del sitio 3.

Por último, en el sitio cuatro donde se ubicó la cámara trampa, se observó una especie mamíferos, Zorra Gris (*Urocyon cinereoargenteus*) y una especie de aves, Correcaminos norteño (*Geococcyx californianus*).



Zorra gris (Urocyon cinereoargenteus).



Correcaminos norteño (Geococcyx californianus).

Figura 34. Especies captadas en la cámara trampa del sitio 4.

Las cámaras trampa se instalaron en primera instancia para realizar un diagnóstico previo, con ello identificar los sitios o regiones con mayor representatividad dentro del trazo del proyecto. Con esto se obtuvo una idea general de los sitios con mayor índice de individuos. Se anexa imágenes de las cámaras trampa. Ver anexo fotográfico cámaras trampa (capítulo VIII.1.2)

Si bien se analizaron 161 sitios para el muestreo, debido a la densidad vegetal de los ecosistemas y considerando los sitios en donde se colocaron las cámaras trampa, se optó por los sitios donde los estratos vegetales fueran más representativos. Por ello, se seleccionaron 20 sitios de muestreo para la comunidad Alfa y 20 sitios para la comunidad Gamma, coincidentes con los sitios de muestreo de la flora, con un total de 40 sitios de muestreo. Cada sitio de muestreo abarco una superficie de 1,000 m² circular, cubriendo una superficie total de 40,000 m². A continuación, se anexan las coordenadas de los sitios muestreados en el SAR y predio.

Tabla 21. Sitios de muestreo fauna Alfa y Gamma
a) Comunidad faunística Gamma

Coordenadas UTM Zona 12N Datum WGS84			
No.	X	Y	Sitio flora
1	570949	3261164	2
2	569565	3266180	46
3	572744	3259775	56
4	572238	3260042	73
5	571613	3260622	77
6	583220	3264859	108
7	573593	3260995	117
8	584635	3265825	163
9	584800	3266612	167
10	585342	3267235	171
11	580095	3263227	172
12	579485	3263465	175
13	574782	3259848	203
14	575363	3260059	208
15	575848	3260798	213
16	573448	3259184	236
17	577933	3262217	246

18	578525	3263062	247
19	583836	3264434	249
20	582330	3265287	250

b) Comunidad faunística Alfa

Coordenadas UTM Zona 12N Datum WGS84			
No.	X	Y	Sitio flora
1	575857	3261530	93
2	582868	3265898	111
3	573594	3260456	118
4	573841	3260550	119
5	574102	3260601	120
6	573372	3260446	123
7	577031	3261983	125
8	577555	3262782	129
9	577758	3263142	132
10	577841	3263335	133
11	578194	3263439	135
12	579225	3264063	142
13	579647	3264398	179
14	580465	3264794	185
15	581593	3265398	191
16	575243	3261265	217
17	575279	3261028	218
18	582712	3266457	233
19	573212	3260241	234
20	576693	3260986	243

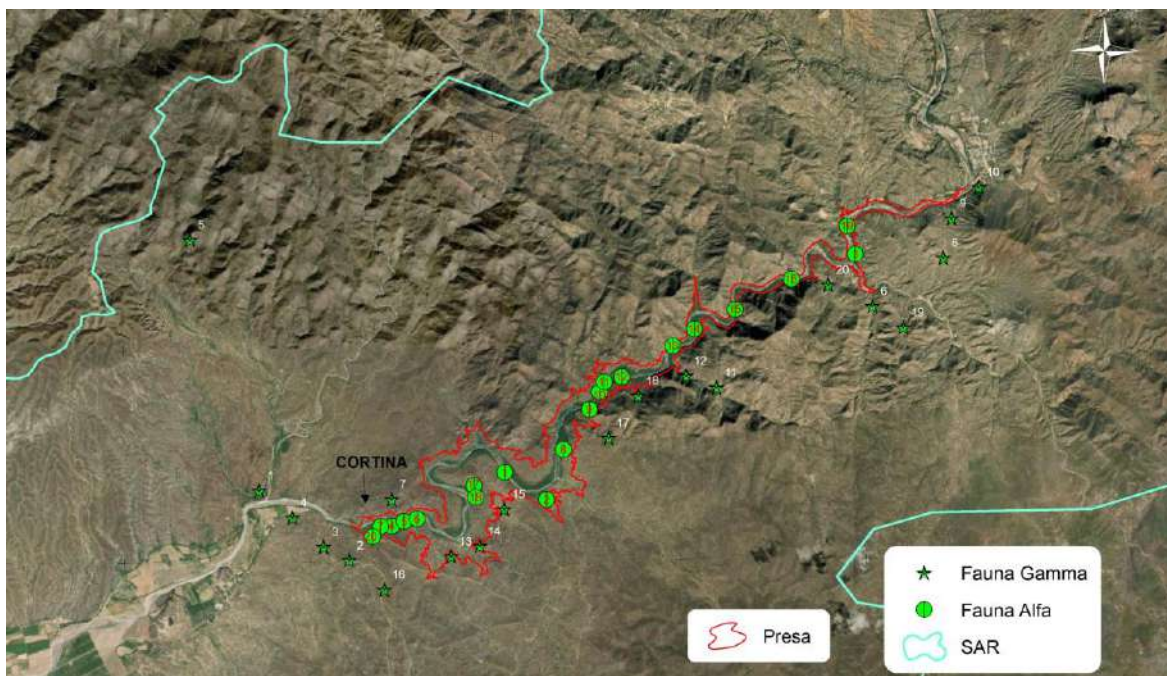


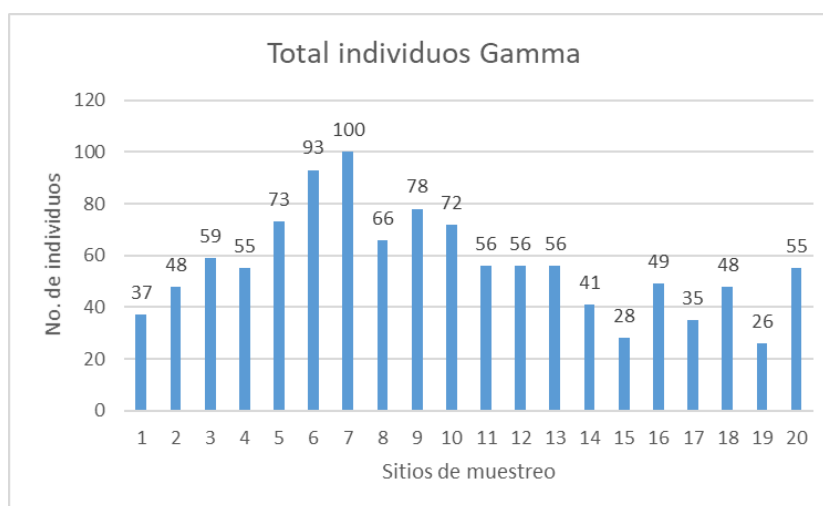
Figura 35. Ubicación de sitios de muestreo fauna Alfa y Gamma.

Para la caracterización de la fauna silvestre se usó la carta topográfica escala 1:250,000 del INEGI (1985) empleándose un Sistema de Posicionamiento Global (GPS modelo Garmin, utilizando el Datum WGS94) para ubicar y registrar los sitios revisados dentro del SAR. En general, para la descripción de la fauna se consideraron exclusivamente cuatro grupos de vertebrados terrestres (anfibios, reptiles, aves y mamíferos). En el caso de ictiofauna, la condición de estiaje de varios años, así como la condición intermitente del mismo cauce, impidió realizar un muestreo en sitio, señalando por separado sólo tres géneros de peces, *Oreochromis*, *Ictalurus* y *Poeciliinae* en sitio.

Para la elaboración del inventario faunístico se utilizó el método de monitoreo directo, basado principalmente en la visualización de los individuos presentes en su hábitat natural. Para esto se utilizaron binoculares para la observación de aves y mamíferos, así como las guías de campo de fauna regional para la identificación de los individuos avistados. Asimismo, con base a la experiencia de los técnicos de campo, se buscaron evidencias como la presencia de huellas, madrigueras, excretas, etc. para inferir la presencia de las especies de fauna no observadas

directamente. Se conformaron dos brigadas, cada una con un especialista en fauna los cuales recorrieron el área en busca de indicios o avistamientos directos de especies, se muestrearon los mismos puntos tanto para vegetación como para fauna en las coordenadas antes mencionadas, cada sitio fue de 1,000 m² de forma circular. Después de la ubicación de cada sitio de muestreo y una vez delimitada el área se dio paso a muestrear primero la fauna y después la vegetación, para evitar ahuyentar las posibles especies presentes dentro del sitio o alterar la presencia de indicios.

El muestro se realizó en cuatro periodos del año, para los cuatro grupos de vertebrados, respetando la representatividad de las 4 estaciones del año. El primer periodo abarco los meses de agosto a octubre del año 2024; el segundo periodo fue de noviembre de 2024 a enero de 2025; el tercer periodo en los meses de febrero a abril del 2025; y el último periodo de mayo a julio del 2025. Los mayores registros de individuos totales se observaron en los sitios 6 y 7, pese a que las ubicaciones de Alfa y Gamma son diferentes, la coincidencia en los mayores registros se debe a que son las superficies respectivas con mayor densidad vegetal. La memoria de datos se encuentra disponible en la hoja Registro estacional de los ANEXO IV.6 y ANEXO IV.7.



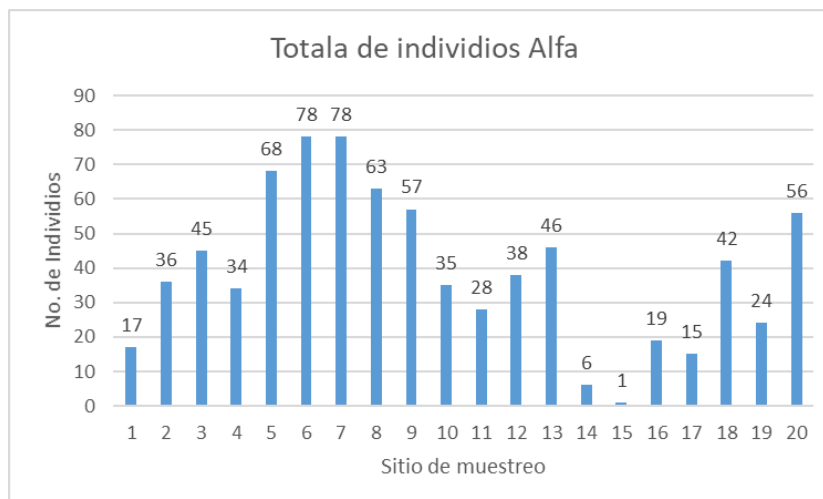


Figura 36. Total de individuos registrados en los sitios de muestreo Alfa y Gamma

Considerando la etología de los grupos taxonómicos y la alta movilidad que llegan a presentar, es muy difícil delimitar el área que ocupa una población y determinar el tamaño poblacional real; por lo que se usan muestreos para estimar la abundancia, siendo fundamental el elegir una muestra suficientemente representativa de la población. Para estimar la densidad poblacional de diversas especies de fauna se han utilizado métodos de conteo directo y métodos de conteo indirecto. Los métodos directos se pueden separar en dos: transectos y captura; mientras que los métodos indirectos consisten en: conteo de huellas, excrementos, madrigueras, cantos, entre otros.

La elaboración del inventario faunístico se realizó mediante el método de monitoreo directo, basado principalmente en la visualización de los individuos presentes en su hábitat natural. Para esto se utilizaron binoculares para la observación de aves y mamíferos, así como las guías de campo de fauna regional para la identificación de los individuos avistados. Asimismo, con base a la experiencia de los técnicos de campo, se buscaron evidencias como la presencia de huellas, madrigueras, excretas, etc. para inferir la presencia de las especies de fauna no avistadas directamente.

La medida más simple para cuantificar la diversidad es mediante el recuento del número de especies presentes en la comunidad de estudio, lo que se conoce con el término de riqueza de especies, atributo que junto a la abundancia relativa permite analizar y medir la diversidad biológica de una comunidad.

Dentro del conjunto de especies que componen una comunidad no todas son igualmente abundantes, la abundancia relativa de una especie se refiere a la fracción con la que contribuye dicha especie a la abundancia total. Del inventario obtenido, se obtuvo la composición faunística y la abundancia relativa /ha obtenida de la proporción del muestreo.

Índice de valor de importancia

En la estimación del Índice de Valor de Importancia (IVI) valorado para para jerarquizar la dominancia de cada especie que corresponde a un porcentaje que va de 0 a 100 por lo que la escala de valores de importancia para cada especie abarca de 0 a 300. Para ello El IVI se calculó de la siguiente manera:

$$IVI = \text{Abundancia relativa (\%)} + \text{Dominancia relativa (\%)} + \text{Frecuencia relativa (\%)}$$

Donde:

$$Ar = \frac{N^{\circ} \text{ ind}x}{\text{Total ind}} 100$$

Ar = Abundancia relativa

N° Indx = Número de individuos de la especie "x"

Total ind = Total de individuos de todas las especies

$$Dr = \frac{Sx}{\sum S} 100$$

Dr = Dominancia relativa

Sx = Valor de Simpson de la especie "x"

ΣS = Sumatoria de los valores de Simpson de todas las especies

$$Fr = \frac{Fx}{\sum F} 100$$

Fr = Frecuencia relativa

Fx = Frecuencia de la especies "x"

ΣF = Suma de los valores de frecuencia de todas las especies

Diversidad de especies

Estudiar la biodiversidad implica conocer la abundancia relativa y establecer un indicador de diversidad para las especies de fauna, por grupo faunístico (mamíferos, aves, reptiles y anfibios), para derivar en un análisis. Los métodos comúnmente utilizados para evaluar la diversidad de especies se encuentran enfocados a determinar la diversidad alfa o dentro de las comunidades. Moreno (2001) propone dividir los métodos en dos grupos, de acuerdo a las variables biológicas que miden: 1) los métodos basados en la cuantificación del número de especies presentes (riqueza específica); y 2) los métodos basados en la estructura de la comunidad, los cuales, a su vez pueden clasificarse según se basen en la dominancia o equidad de la comunidad. Como indicadores de la diversidad faunística presente en la unidad de análisis se determinó la riqueza, el índice de Shannon y el Índice de Valor de Importancia (IVI), los cuales se describen a continuación.

Riqueza de especies: es la medida más simple para cuantificar la diversidad mediante el recuento del número de especies presentes en una comunidad de estudio.

Índice de Shannon-Wiener: mide el grado de incertidumbre de un sistema, entre mayor sea el valor de la diversidad mayor será el grado de incertidumbre. El índice refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa.

Esto es, si una comunidad de S especies es muy homogénea, por ejemplo, porque existe una especie claramente dominante y las restantes $S-1$ especies apenas presentes, el grado de incertidumbre será más bajo que si todas las S especies fueran igualmente abundantes. O sea, al tomar al azar un individuo, en el primer caso tendremos un grado de certeza mayor (menos incertidumbre, producto de una menor entropía) que en el segundo; porque mientras en el primer caso la probabilidad de que pertenezca a la especie dominante será cercana a 1, mayor que para cualquier otra especie, en el segundo la probabilidad será la misma para

cualquier especie (Rocha et al., 2009). El índice de diversidad de Shannon (H) emplea la siguiente fórmula:

$$H = - \sum_{i=1}^S P_i * \ln P_i$$

Donde:

H = Índice de diversidad de Shannon.

P_i = Abundancia relativa de especies.

S = número de especies en la muestra.

Es así como el índice puede tomar valores entre cero, cuando hay una sola especie, y 5 cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos. Al valor máximo de diversidad se le conoce como H' max y rara vez es mayor a 5. En este sentido, es importante mencionar que la diversidad es un concepto que se relaciona con las perturbaciones, ya que la disminución en la diversidad puede ser consecuencia de un incremento en las perturbaciones ambientales. Los valores bajos de este índice se consideran indicadores de la contaminación y/o perturbación consecuencia de la modificación o alteración de las condiciones naturales; así pues, si el valor del índice es igual a:

5, refleja condiciones óptimas / diversidad muy alta.

4, refleja muy buen estado / diversidad alta.

3 a 4, refleja buen estado / diversidad media-alta.

2 a 3, refleja estado moderado / diversidad media.

1 a 2, refleja perturbación / diversidad baja.

0 a 1, refleja mal estado / diversidad muy baja.

En este contexto, el índice de equidad de Pielou ($J = H' / H'_{\max}$) mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada, su valor máximo de 1, el cual corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes.

Finalmente, el inventario obtenido, fue revisado de acuerdo al Sistema Integrado de Información Taxonómica (SIIT) de la CONABIO, que representa una interfaz mexicana de ITIS (Integrated taxonomic information system-North America) cuyo propósito es establecer un estándar taxonómico mundial. El arreglo de la información en fauna, incluye el nombre del Orden y Familia taxonómico, nombre científico y común para cada una de las especies evidenciando las más representativas en el lugar. El inventario obtenido, se comparó con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, por sus siglas en inglés) para identificar el estatus de protección de las especies.

Derivado del trabajo de campo en sitio, no existe corredores biológicos identificado en el polígono que componen el SAR, toda vez que el área se encuentra ya alterada en su hábitat producto del mismo camino ya existente y al tránsito y modificación antecedente del terreno debido a la actividad carretera colindante, asentamientos humanos, caminos internos y zonas agropecuarias aún existentes en el área, que inciden en el desplazamiento de fauna hacia mejores condiciones de hábitat.

MASTOFAUNA

En particular el muestreo de este grupo fue realizado en sitios de forma circular, de 1000 m² equivalentes a los sitios y ubicación de los sitios de muestreo. La revisión de fauna silvestre se realizó previamente en cada sitio delimitado y una vez concluido, se procedía al muestreo de flora. Para obtener el inventario de mamíferos permitieron registrar el mayor número de individuos presentes de acuerdo a sus hábitos y actividad. El registro de mamíferos se hizo revisando todo el polígono de 1000 m² en la búsqueda de organismos mayores (a simple vista) y mamíferos menores (roedores, principalmente) o sus evidencias como excretas, huellas y madrigueras.

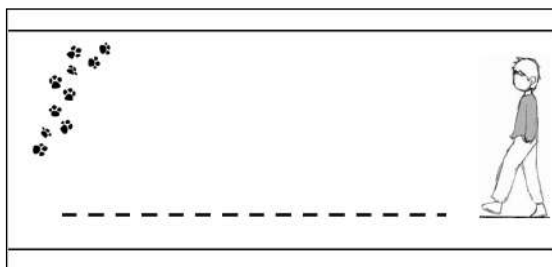


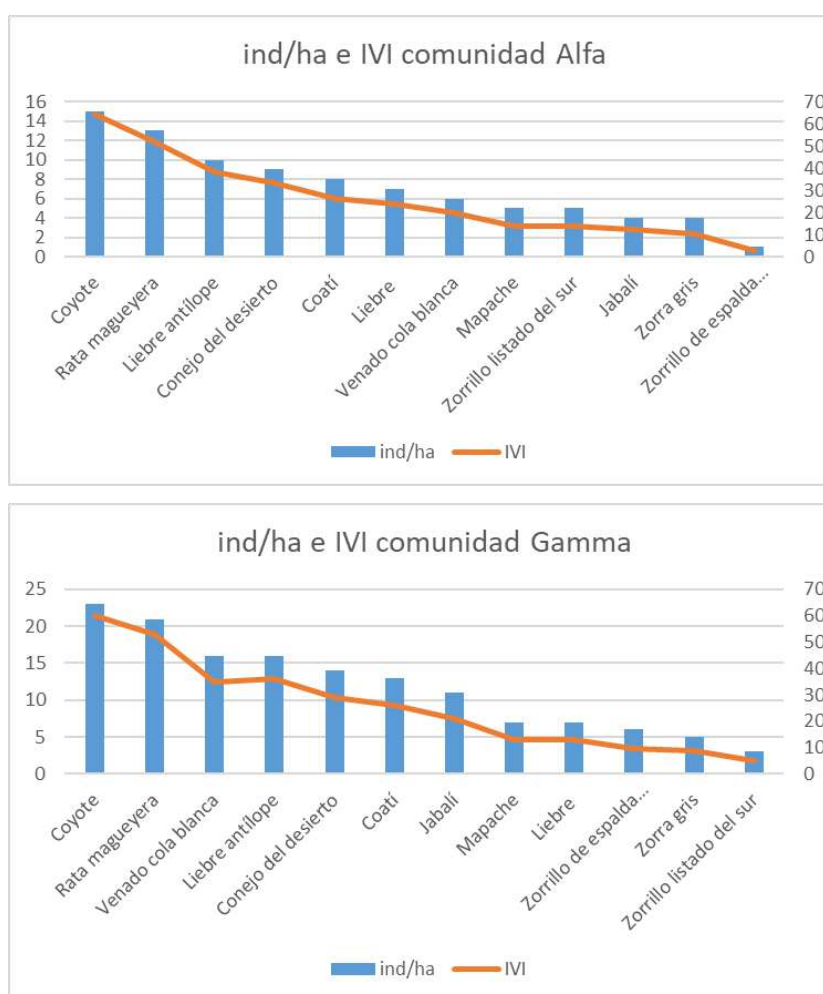
Figura III.41. Esquema de recorrido en el sitio de muestreo en la búsqueda de mamíferos y/o evidencias

Los mamíferos observados vivos, fueron identificados con las claves para la identificación de “Los Mamíferos de México” (Villa y Cervantes, 2003) y “The mammals of North America” (Hall, 1981), después de ser identificadas las especies, los ejemplares fueron Figuragrafiados y liberados. Respecto a la identificación de rastros y huellas: Se recorrió cada sitio de muestreo, detectando huellas, excretas y otros rastros (esqueletos, desecho de la alimentación de mamíferos). La técnica de colecta de rastros permite detectar y determinar la presencia de mamíferos medianos, así como su uso de hábitat y alimentación (Aranda, 2012). Las huellas y excretas registradas se identificaron con la ayuda de las guías: “Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México” (Aranda, 2012) y “Mammals Tracks and Sign” (Elbroch, 2003). La información obtenida de las observaciones directas de fauna silvestre fue complementada con el registro de la ocurrencia de señales indirectas en la trayectoria, tales como huellas, excretas, carcazas y/o restos de partes de individuos.

La identificación de las especies evidenciadas en campo se realizó in situ mediante observación y con el apoyo de las guías taxonómicas, en especial de las guías de campo de: Aranda-Sánchez & Jaime-Marcelo (1981), Burt & Grossenheider (1980), Caire (1978), Fa & Morales (1998), Grossenheider & Buró (1976), Hall (1981), Watanabe (2002) y Whitaker (1980).

De lo anterior, resulta que para el grupo de los mamíferos se identificaron 12 especies, registrando un total de 279 individuos en el muestreo, mayormente de ratas y coyotes. El mayor valor de importancia lo tiene el coyote (*Canis latrans*) y en cuanto a valor de diversidad obtenido del grupo de 2.222 es indicador es de una

pobre diversidad y reflejo de un ambiente perturbado, sin embargo, la diversidad máxima, $H'_{max}=2.485$, indica que no hay muchas especies faltantes por registrar en el medio. No existen especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010, a nivel subespecie la liebre *Lepus alleni tiburonensis* con distribución en Isla Tiburón, aproximadamente a 197 kilómetros de distancia del proyecto, se encuentra en protección especial (Pr) endémica (E). Destacando los muestreos ocurridos a nivel de la MHF, tenemos los siguientes valores para la mastofauna del entorno al proyecto:



Gráfica 14. No de individuos mastofauna por ha e Índice de Valor de Importancia Alfa y Gamma.

Tabla 22. Estimación a detalle de mastofauna en la comunidad Alfa y Gamma
a) Comunidad faunística Gamma

Especie	Nombre común	TOTAL MUESTREO	Abundancia (ind/ha)	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Abundancia relativa (%)	IVI	pi	Ln (pi)	(pi) x Ln (pi)
<i>Canis latrans</i>	Coyote	46	23	17.1	25.777	17.1	59.977	0.165	-1.803	-0.297
<i>Nasua narica</i>	Coatí	25	13	9.294	7.614	9.294	26.201	0.09	-2.412	-0.216
<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	31	16	11.524	11.707	11.524	34.755	0.111	-2.197	-0.244
<i>Dicotyles tajacu</i>	Jabalí	21	11	7.807	5.372	7.807	20.986	0.075	-2.587	-0.195
<i>Conepatus leuconotus</i>	Zorrillo de espalda blanca norteño	11	6	4.089	1.474	4.089	9.652	0.039	-3.233	-0.127
<i>Procyon lotor</i>	Mapache	14	7	5.204	2.388	5.204	12.797	0.05	-2.992	-0.15
<i>Lepus alleni</i>	Liebre antílope	32	16	11.896	12.474	11.896	36.266	0.115	-2.165	-0.248
<i>Lepus californicus</i>	Liebre	14	7	5.204	2.388	5.204	12.797	0.05	-2.992	-0.15
<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo listado del sur	6	3	2.23	0.439	2.23	4.9	0.022	-3.839	-0.083
<i>Neotoma albigula</i>	Rata magueyera	42	21	15.613	21.489	15.613	52.715	0.151	-1.894	-0.285
<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejo del desierto	27	14	10.037	8.88	10.037	28.955	0.097	-2.335	-0.226
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	10	5	3.717	1.218	3.717	8.653	0.036	-3.329	-0.119
12		279	140	100	100	100	300	1	-28.4503	-2.222

I. Shannon H = 2.222
Máx diversidad del ecosistema H' max = 2.485
Equitatividad (J) H/H' max = 0.914

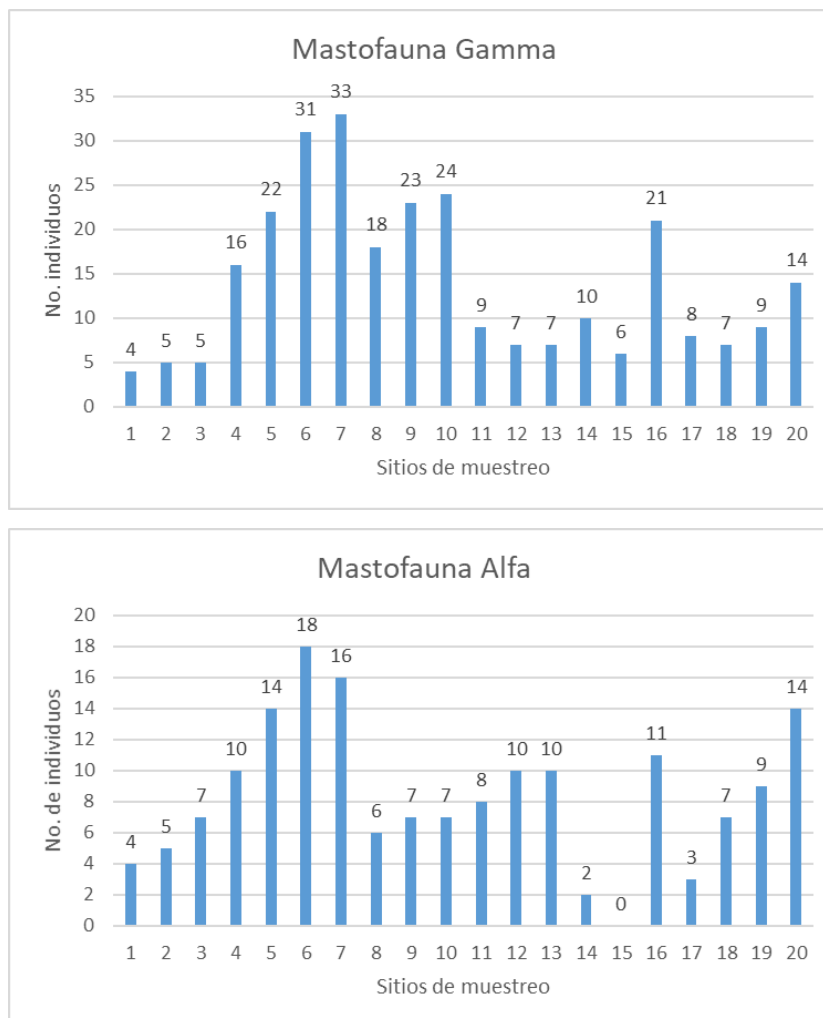
b) Comunidad faunística Alfa

Especie	Nombre común	TOTAL MUESTREO	Abundancia (ind/ha)	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Abundancia relativa (%)	IVI	pi	Ln (pi)	(pi) x Ln (pi)
<i>Canis latrans</i>	Coyote	29	15	18.012	28.174	18.012	64.199	0.173	-1.757	-0.303
<i>Nasua narica</i>	Coatí	15	8	9.317	7.538	9.317	26.171	0.089	-2.416	-0.216
<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	12	6	7.453	4.824	7.453	19.731	0.071	-2.639	-0.189
<i>Dicotyles tajacu</i>	Pecarí de collar	8	4	4.969	2.144	4.969	12.082	0.048	-3.045	-0.145
<i>Conepatus leuconotus</i>	Zorrillo de espalda blanca norteño	2	1	1.242	0.134	1.242	2.618	0.012	-4.431	-0.053
<i>Procyon lotor</i>	Mapache	9	5	5.59	2.714	5.59	13.894	0.054	-2.927	-0.157
<i>Lepus alleni</i>	Liebre antílope	20	10	12.422	13.4	12.422	38.245	0.119	-2.128	-0.253
<i>Lepus californicus</i>	Liebre cola negra	14	7	8.696	6.566	8.696	23.957	0.083	-2.485	-0.207
<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo listado del sur	9	5	5.59	2.714	5.59	13.894	0.054	-2.927	-0.157
<i>Neotoma albigula</i>	Rata magueyera	25	13	15.528	20.938	15.528	51.994	0.149	-1.905	-0.283
<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejo del desierto	18	9	11.18	10.854	11.18	33.215	0.107	-2.234	-0.239
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	7	4	4.348	1.642	4.348	10.337	0.042	-3.178	-0.132
12		168	84	100	100	100	300	1	-28.892276	-2.202

I. Shannon H = 2.202
Máx diversidad del ecosistema H' max = 1.946
Equitatividad (J) H/H' max = 0.914

Dentro del SAR (Gamma), el mayor número de individuos totales identificadas se realizó en los sitios de muestreo 6 y 7, con un total de 31 y 33 especies identificadas. Mientras que los sitios con menor número de individuos identificadas corresponden a los sitios 1 (4 especies) y, los sitios 2 y 3 con 5 e individuos cada uno.

Para el sitio del proyecto (Alfa), los mayores registros de individuos totales fueron en los sitios 6 y 7, con 18 y 16 respectivamente, mientras que el sitio 15 tuvo 0 registros.



Gráfica 15. Número de individuos mastofauna Alfa y Gamma registradas por sitio

AVIFAUNA

Área de Estudio y Sitios de Muestreo

Se definieron 40 sitios circulares de muestreo, distribuidos como sigue: 20 sitios dentro del polígono del proyecto y 20 sitios en el sistema ambiental adyacente. Cada sitio tenía un área de 1,000 m². Las visitas se efectuaron durante las cuatro estaciones del año y todos los sitios fueron georreferenciados para garantizar su repetibilidad en futuros muestreos. Los sitios son coincidentes a los sitios de muestreo de la mastofauna.

Muestreo de Aves

Para el monitoreo de la avifauna, se aprovechó la fase de muestreo de flora en cada sitio. El objetivo principal fue determinar la presencia-ausencia de especies diurnas, así como estimar su riqueza, abundancia y diversidad. El muestreo para este grupo se llevó a cabo principalmente mediante observaciones directas y la detección de cantos.

Método de Censo por Puntos de Radio Fijo

El método principal empleado fue el censo en puntos de radio fijo de 25 metros (Hutto et al., 1986). Este método fue seleccionado por su alta resolución para cuantificar la abundancia y diversidad de aves, tanto residentes como migratorias, permitiendo comparaciones entre diferentes hábitats y la correlación de resultados para obtener información de especies por área (Moore et al., 2005). Además, ofrece un amplio espectro de observación tanto en el plano vertical como horizontal (Ugalde-Lezama, 2009).

El censo consistió en las siguientes fases:

- **Visitas a los Sitios:** Se visitaron los sitios de muestreo en las 4 diferentes estaciones del año.
- **Horario de Observación:** Las observaciones se realizaron entre las **08:00 y las 17:00 horas**. Sin embargo, se priorizaron las primeras horas de la mañana para maximizar la detectabilidad de las aves debido a su mayor actividad.
- **Posicionamiento:** El técnico encargado se ubicó en uno de los vértices del sitio de muestreo.
- **Tiempo de conteo:** Se realizó un periodo de **30 minutos de conteo** en cada punto. Durante este tiempo, se escanearon todas las direcciones (360 grados) para observar las aves presentes dentro del radio fijo de 25 metros.
- **Registro de Indicios:** Adicionalmente a la observación directa, se tomaron en cuenta la presencia de indicios como plumas, cantos y llamados durante los recorridos a pie dentro del sitio.

Equipamiento y Materiales

Para las observaciones en campo, se utilizó equipo óptico que incluyó binoculares (7x21) y telescopios con capacidad de 15-45x y 15-60x III. La identificación de los individuos avistados se realizó con ayuda de guías de campo especializadas para la avifauna regional y mexicana (Alden, 1969; Fitzpatrick, 2002; Howell & Webb, 1995; National Geographic, 1987; Petterson & Chalif, 1989; Russell & Monson, 1998).

Arreglo Taxonómico

Para la elaboración de las listas de especies, se siguió el arreglo taxonómico de la American Ornithologists' Union (AOU), en cuanto a orden, familia, género y especie, actualizado a julio de 2015 con el suplemento "56th supplement" (Chesser et al., 2015). A cada especie se le asignó el nombre común en español de acuerdo con la "Red de Conocimientos sobre las Aves de México" de la CONABIO (Berlanga et al., 2008).

Análisis de Datos

Para obtener la información de la valoración de la riqueza, abundancia y diversidad, se empleó el método de censo en puntos. La riqueza de especies se determinó por el número total de especies identificadas. La abundancia se calculó como el número de individuos por unidad de área. La diversidad de especies se estimó utilizando el índice de Shannon-Wiener (H'), mientras que la diversidad máxima posible ($H'_{\max}$) se calculó para comparar la diversidad observada con la teórica.

Resultados

Riqueza y Abundancia General

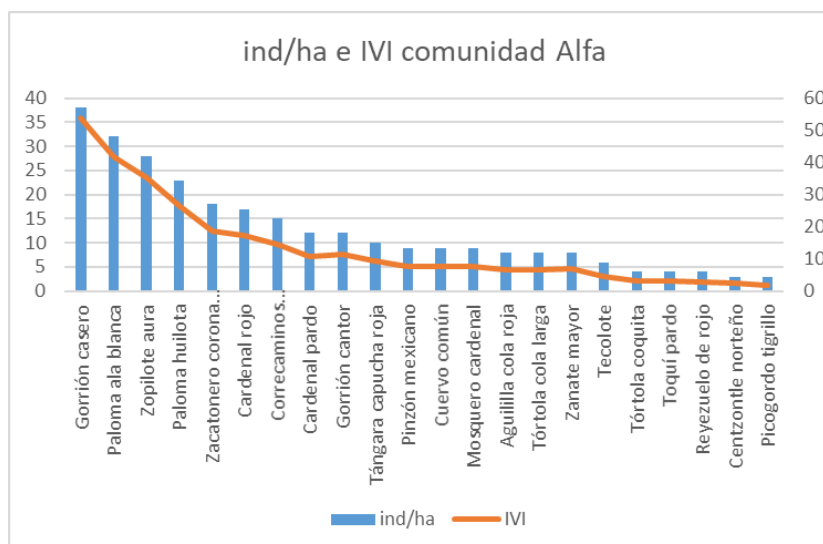
El grupo de aves fue el grupo faunístico con el mayor número de especies identificadas (22 especies), así como el mayor número de individuos registrados durante los muestreos. El inventario resultante arrojó una abundancia total de 273 individuos por hectárea (ind/ha).

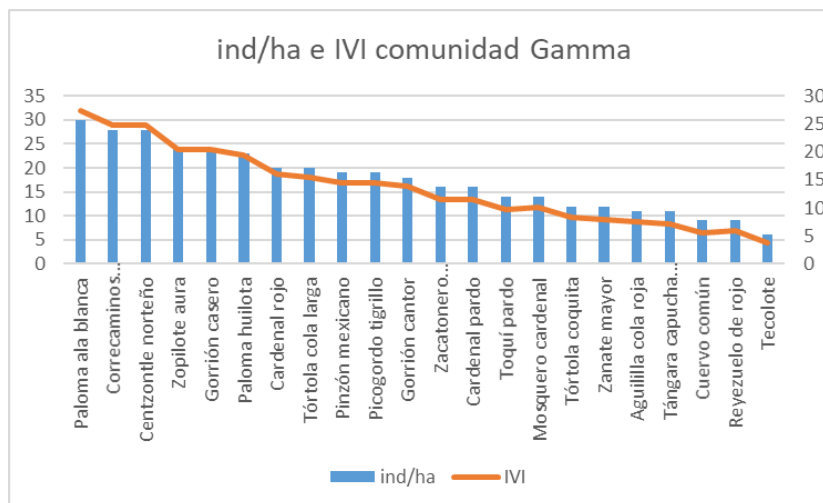
Diversidad de Aves

En cuanto al índice de diversidad, se obtuvo un valor moderado de 2.833 y 3.016 (H) para la comunidad Alfa y Gamma respectivamente. La diversidad máxima posible (H'max) resultó ligeramente mayor, con un valor de 3.091 para la comunidad Alfa y Gama. La diferencia entre la diversidad observada y la máxima indica que aún es posible que existan especies por registrar en el ambiente de estudio.

Especies Dominantes y Estatus de Conservación

La especie con mayor valor de importancia en el polígono del proyecto fue el **Gorrion casero (*Passer domesticus*)**, también identificada como la más abundante en todos los sitios muestreados. Esta especie, de origen exótico-introducido, está adaptado al hábitat urbano hasta el punto de ser el pájaro más frecuente y conocido en esas áreas, aunque en términos absolutos, en Europa, es más abundante. Vive como comensal del ser humano. Es originario de Eurasia y el Norte de África, pero actualmente se encuentra distribuido por áreas urbanas en las zonas templadas de casi todo el mundo, pues ha sido introducido por el ser humano en el resto de los continentes excepto en la Antártida.





Gráfica 16. No de individuos avifauna por ha e Índice de Valor de Importancia Alfa y Gamma.

Tabla 23. Estimación a detalle de avifauna en la comunidad Alfa y Gamma
a) Comunidad faunística Gamma

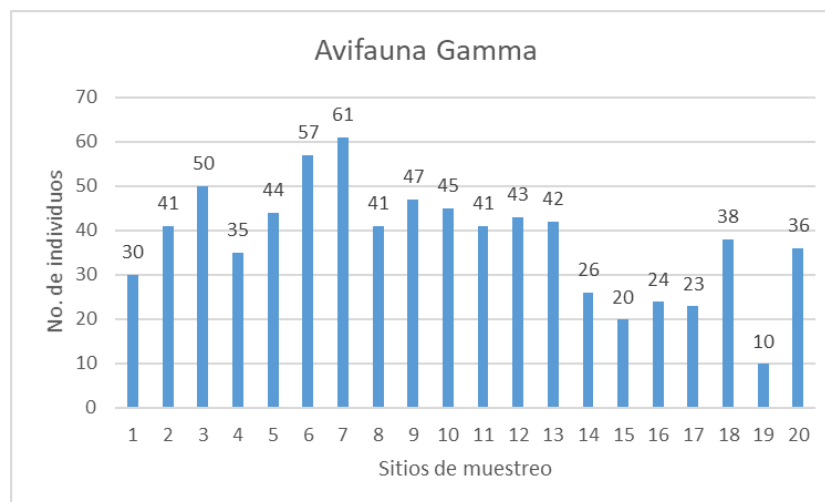
Especie	Nombre común	TOTAL MUESTREO	Abundancia (ind/ha)	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Abundancia relativa (%)	IVI	pi	Ln (pi)	(pi) x Ln (pi)
<i>Aimophila ruficeps</i>	Zacatonero corona rufa	31	16	4.111	3.243	4.111	11.466	0.041	-3.191	-0.131
<i>Strigidae</i>	Tecolote	12	6	1.592	0.486	1.592	3.669	0.016	-4.14	-0.066
<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguillita cola roja	22	11	2.918	1.633	2.918	7.469	0.029	-3.534	-0.103
<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal rojo	40	20	5.305	5.4	5.305	16.01	0.053	-2.937	-0.156
<i>Cardinalis sinuatus</i>	Cardenal pardo	31	16	4.111	3.243	4.111	11.466	0.041	-3.191	-0.131
<i>Carpodacus mexicanus</i>	Pinzón mexicano	37	19	4.907	4.62	4.907	14.434	0.049	-3.014	-0.148
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	48	24	6.366	7.775	6.366	20.507	0.064	-2.754	-0.175
<i>Columbina inca</i>	Tórtola cola larga	39	20	5.172	5.133	5.172	15.478	0.052	-2.962	-0.153
<i>Columbina passerina</i>	Tórtola coquita	24	12	3.183	1.944	3.183	8.31	0.032	-3.447	-0.11
<i>Corvus corax</i>	Cuervo común	17	9	2.255	0.975	2.255	5.485	0.023	-3.792	-0.086
<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos norteño	55	28	7.294	10.209	7.294	24.797	0.073	-2.618	-0.191
<i>Melospiza melodia</i>	Gorrión cantor	36	18	4.775	4.374	4.775	13.923	0.048	-3.042	-0.145
<i>Mimus polyglottos</i>	Centzontle norteño	55	28	7.294	10.209	7.294	24.797	0.073	-2.618	-0.191
<i>Passer domesticus</i>	Gorrión casero	48	24	6.366	7.775	6.366	20.507	0.064	-2.754	-0.175
<i>Pheucticus melanocephalus</i>	Picogordo tigrillo	37	19	4.907	4.62	4.907	14.434	0.049	-3.014	-0.148
<i>Pipilo fuscus</i>	Toquí pardo	27	14	3.581	2.46	3.581	9.622	0.036	-3.33	-0.119
<i>Piranga ludoviciana</i>	Tángara capucha roja	21	11	2.785	1.488	2.785	7.059	0.028	-3.581	-0.1
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero cardenal	28	14	3.714	2.646	3.714	10.073	0.037	-3.293	-0.122
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mayor	23	12	3.05	1.785	3.05	7.886	0.031	-3.49	-0.106
<i>Regulus calendula</i>	Reyezuelo de rojo	18	9	2.387	1.093	2.387	5.868	0.024	-3.735	-0.089
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca	59	30	7.825	11.747	7.825	27.397	0.078	-2.548	-0.199
<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huihota	46	23	6.101	7.141	6.101	19.343	0.061	-2.797	-0.171
22		754	377	100	100	100	300	1	-69.784	-3.016

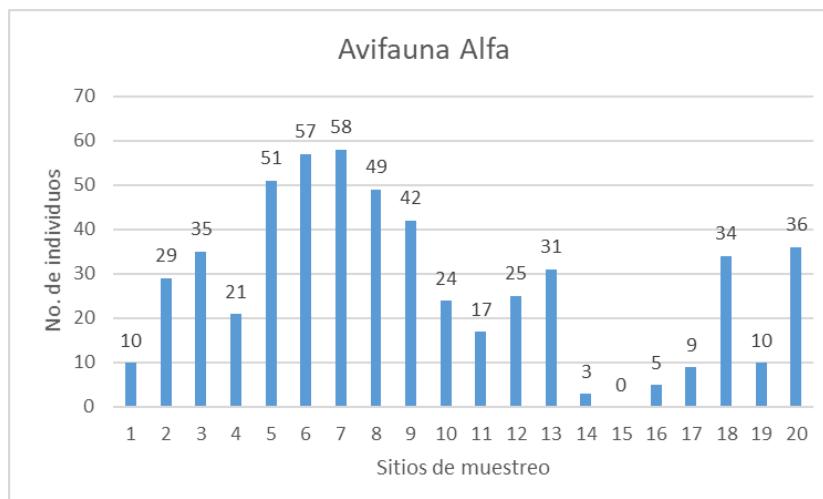
I. Shannon H = 3.016
Máx diversidad del ecosistema H' max = 3.091
Equitatividad (J) H/H' max = 0.976

b) Comunidad faunística Alfa

Especie	Nombre común	TOTAL MUESTREO	Abundancia (ind/ha)	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa	Abundancia relativa	IVI	pi	Ln (pi)	(pi) x Ln (pi)
<i>Aimophila ruficeps</i>	Zacatonero corona rufa	35	18	6.41	5.714	6.41	18.535	0.064	-2.747	-0.176
<i>Strigidae</i>	Tecolote	11	6	2.015	0.564	2.015	4.594	0.02	-3.905	-0.079
<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguiluilla cola roja	15	8	2.747	1.05	2.747	6.544	0.027	-3.595	-0.099
<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal rojo	33	17	6.044	5.08	6.044	17.168	0.06	-2.806	-0.17
<i>Cardinalis sinuatus</i>	Cardenal pardo	23	12	4.212	2.468	4.212	10.892	0.042	-3.167	-0.133
<i>Carpodacus mexicanus</i>	Pinzón mexicano	17	9	3.114	1.348	3.114	7.575	0.031	-3.469	-0.108
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	56	28	10.256	14.628	10.256	35.141	0.103	-2.277	-0.234
<i>Columbina inca</i>	Tórtola cola larga	15	8	2.747	1.05	2.747	6.544	0.027	-3.595	-0.099
<i>Columbina passerina</i>	Tórtola coquita	8	4	1.465	0.299	1.465	3.229	0.015	-4.223	-0.062
<i>Corvus corax</i>	Cuervo común	17	9	3.114	1.348	3.114	7.575	0.031	-3.469	-0.108
<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos norteño	29	15	5.311	3.923	5.311	14.546	0.053	-2.935	-0.156
<i>Melospiza melodia</i>	Gorrión cantor	24	12	4.396	2.687	4.396	11.478	0.044	-3.125	-0.137
<i>Mimus polyglottos</i>	Centzontle norteño	6	3	1.099	0.168	1.099	2.366	0.011	-4.511	-0.05
<i>Passer domesticus</i>	Gorrión casero	75	38	13.736	26.238	13.736	53.711	0.137	-1.985	-0.273
<i>Pheucticus melanocephalus</i>	Picogordo tigrillo	5	3	0.916	0.117	0.916	1.948	0.009	-4.693	-0.043
<i>Pipilo fuscus</i>	Toquí pardo	8	4	1.465	0.299	1.465	3.229	0.015	-4.223	-0.062
<i>Piranga ludoviciana</i>	Tángara capucha roja	20	10	3.663	1.866	3.663	9.192	0.037	-3.307	-0.121
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero cardenal	17	9	3.114	1.348	3.114	7.575	0.031	-3.469	-0.108
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mayor	16	8	2.93	1.194	2.93	7.055	0.029	-3.53	-0.103
<i>Regulus calendula</i>	Reyezuelo de rojo	7	4	1.282	0.229	1.282	2.793	0.013	-4.357	-0.056
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca	63	32	11.538	18.514	11.538	41.591	0.115	-2.159	-0.249
<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huijota	46	23	8.425	9.87	8.425	26.72	0.084	-2.474	-0.208
22		546	273	100	100	100	300	1	-74.022	-2.833
I. Shannon H =										2.833
Máx diversidad del ecosistema H' max =										3.091
Equitatividad (J) H/H' max =										0.917

Dentro del SAR, el mayor número de individuos totales identificadas se realizó en los sitios de muestreo 6 y 7, con un total de 57 y 61 respectivamente. Mientras que el sitio con menor número de individuos identificadas corresponde al sitio 19 con 10 individuos identificados. Para el sitio del proyecto, el mayor número de registro se obtuvieron en los sitios 6 y 7 con 57 y 58 individuos respectivamente, y el menor registro fue el sitio 15, con 0 registros.





Gráfica 17. Número de individuos avifauna Alfa y Gamma registradas por sitio

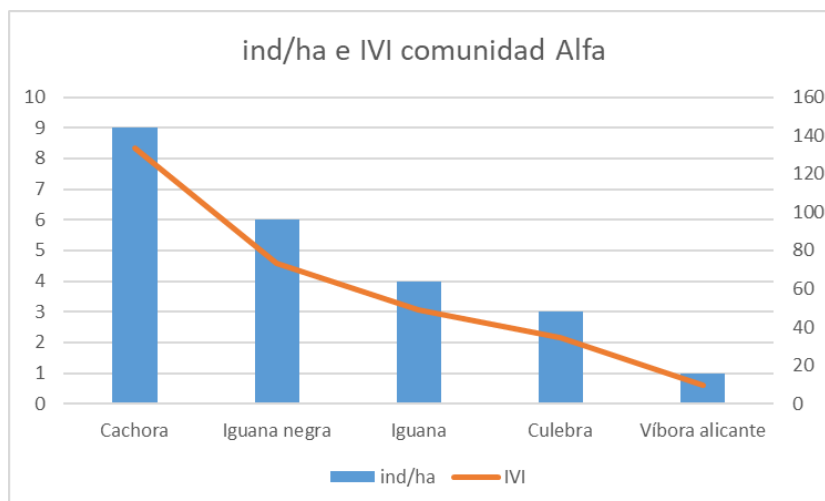
Con respecto al estatus de conservación, se determinó que ninguna de las especies identificadas durante el muestreo se encuentra listada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Es importante aclarar que, si bien la aguililla cola roja (*Buteo jamaicensis*) como especie tiene un amplio rango de distribución, las subespecies insulares de la aguililla cola roja (subespecies de isla Socorro e islas Marías), que están clasificadas en protección especial (Pr) y son endémicas (E), no se distribuyen en el área de estudio en Sonora, siendo poblaciones restringidas a dichas islas.

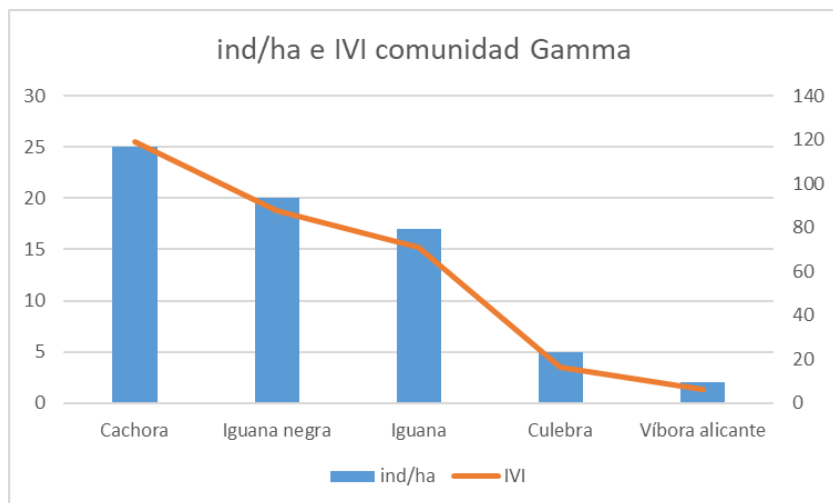
REPTILES Y ANFIBIOS

En la búsqueda del inventario del grupo de anfibios y reptiles se aprovecharon los recorridos a pie, se cuestionó a los guías de apoyo sobre la presencia-ausencia de este grupo, además buscando indicios revisando exhaustivamente en el área circundante. Se identificaron y registraron todos los individuos. Los muestreos se realizaron con la metodología de búsqueda directa de ejemplares, la búsqueda de las especies con actividad diurna se realizó de 07:00 a 17:00 hrs removiendo piedras, troncos de árboles caídos y revisando la vegetación y cortezas de tocones de árboles secos que sirven como refugios para anfibios y reptiles (Vite-Silva et al., 2010). El esfuerzo de muestreo se realizó con dos personas en el sitio de 1,000m².

El manejo de los organismos hallados en campo fue de forma manual, para lagartijas y serpientes no venenosas se sostienen de la cabeza y miembros anteriores para no dañar al organismo y poder realizar la identificación, para serpientes venenosas se utiliza un gancho herpetológico inmovilizando la cabeza para su manipulación segura (Casas-Andreu, et al., 1991). Los ejemplares capturados fueron identificados in situ y se registró las coordenadas de ubicación con un GPS (Garmin, 60CSx). Para la elaboración de las listas de especies se siguió el arreglo taxonómico de la Reptile Database (Uetz, 2016), en cuanto a orden, familia género y especie, actualizado a la fecha con los suplementos. A cada especie se le asignó el nombre común en español de acuerdo con CONABIO. El inventario se apoyó con registro del sitio (dada la naturaleza de anfibios y reptiles), comparando los ejemplares con las guías de campo de los autores Bogert & Oliver (1945); Flores-Villela (1992); Lowe & Frost (1992); y Stebbins (1985).

El grupo de reptiles inventariados ascendió a 5, mismos que arrojó una abundancia de 6 ind/ha. En cuanto al índice de diversidad se obtuvo un valor pobre de 1.365 y 1.436 para la comunidad Gamma y Alfa respectivamente. Asimismo, la diversidad máxima (H'max) resultó ligeramente mayor 1.609 (para la comunidad Alfa y Gamma), lo que indica que hay especies que quedan aún por registrar en el ambiente. La especie con el valor de importancia mayor fue la cachora (*Uta stansburiana*), la cual también fue la más abundante.





Gráfica 18. No de individuos reptiles por ha e Índice de Valor de Importancia Alfa y Gamma.

Tabla 24. Estimación a detalle de reptiles en la comunidad Alfa y Gamma
a) Comunidad faunística Gamma

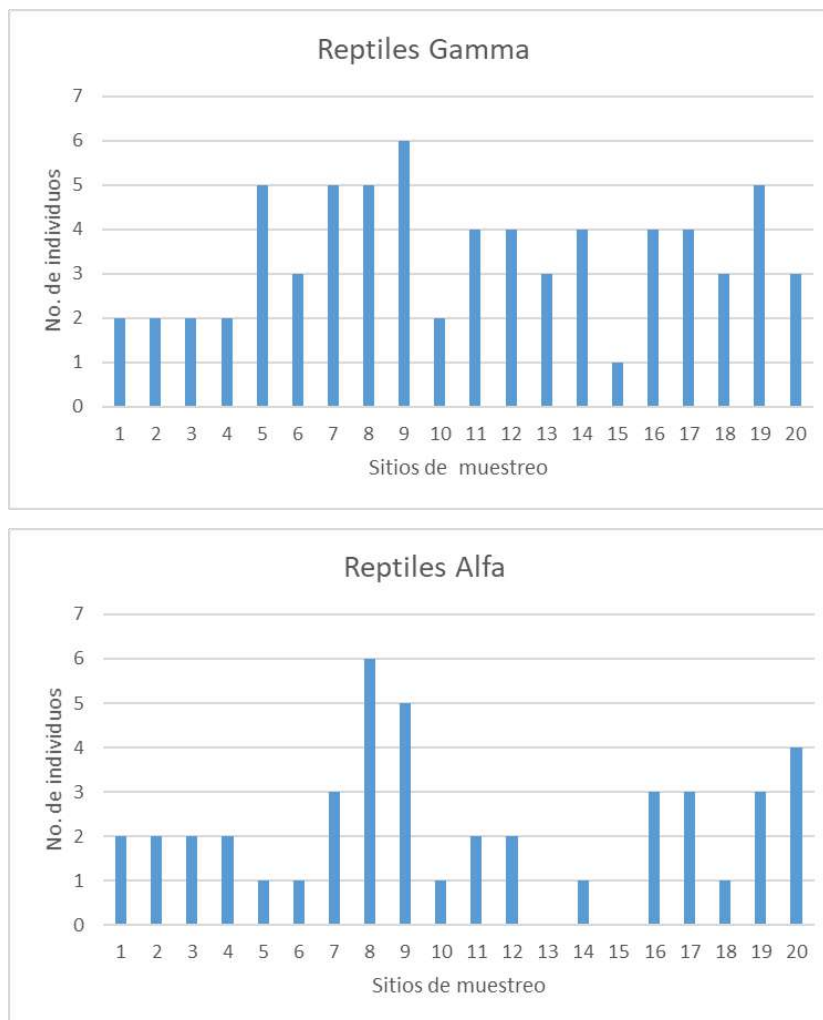
Especie	Nombre común	TOTAL MUESTREO	Abundancia (ind/ha)	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Abundancia relativa (%)	IVI	pi	Ln (pi)	(pi) x Ln (pi)
<i>Sauromalus obesus</i>	Iguana negra	20	10	28.986	29.784	28.986	87.755	0.29	-1.238	-0.359
<i>Uma notata</i>	Iguana	17	9	24.638	21.519	24.638	70.794	0.246	-1.401	-0.345
<i>Uta stansburiana</i>	Cachora	25	13	36.232	46.538	36.232	119.001	0.362	-1.015	-0.368
<i>Masticophis (= Coluber) flagellum</i>	Culebra	5	3	7.246	1.862	7.246	16.354	0.072	-2.625	-0.19
<i>Crotalus atrox</i>	Víbora alicante	2	1	2.899	0.298	2.899	6.095	0.029	-3.541	-0.103
5		69	6	100	100	100	300	1	-9.82	-1.365
										I. Shannon H = 1.365
										Máx diversidad del ecosistema H' max = 1.609
										Equitatividad (J) H/H' max = 0.848

b) Comunidad faunística Alfa

Especie	Nombre común	TOTAL MUESTREO	Abundancia (ind/ha)	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa	Abundancia relativa	IVI	pi	Ln (pi)	(pi) x Ln (pi)
<i>Sauromalus obesus</i>	Iguana negra	11	6	25	23.541	25	73.541	0.25	-1.386	-0.347
<i>Uma notata</i>	Iguana	8	4	18.182	12.451	18.182	48.815	0.182	-1.705	-0.31
<i>Uta stansburiana</i>	Cachora	17	9	38.636	56.226	38.636	133.498	0.386	-0.951	-0.367
<i>Masticophis (= Coluber) flagellum</i>	Culebra	6	3	13.636	7.004	13.636	34.277	0.136	-1.992	-0.272
<i>Crotalus atrox</i>	Víbora alicante	2	1	4.545	0.778	4.545	9.869	0.045	-3.091	-0.141
5		44	6	100	100	100	300	1	-9.125	-1.436
										I. Shannon H = 1.436
										Máx diversidad del ecosistema H' max = 1.609
										Equitatividad (J) H/H' max = 0.892

* la subespecie ater, en Pr, Ne

El mayor número de registros de individuos totales Gamma de reptiles se registró en el sitio 9, con 6 individuos, y el sitio con menor registro fue el sitio 15, con un solo individuo. Mientras que, para el sitio del proyecto, los mayores registros corresponden a los sitios 8 y 9 con 6 y 5 respectivamente, y los sitios 13 y 15 tuvieron 0 registros.

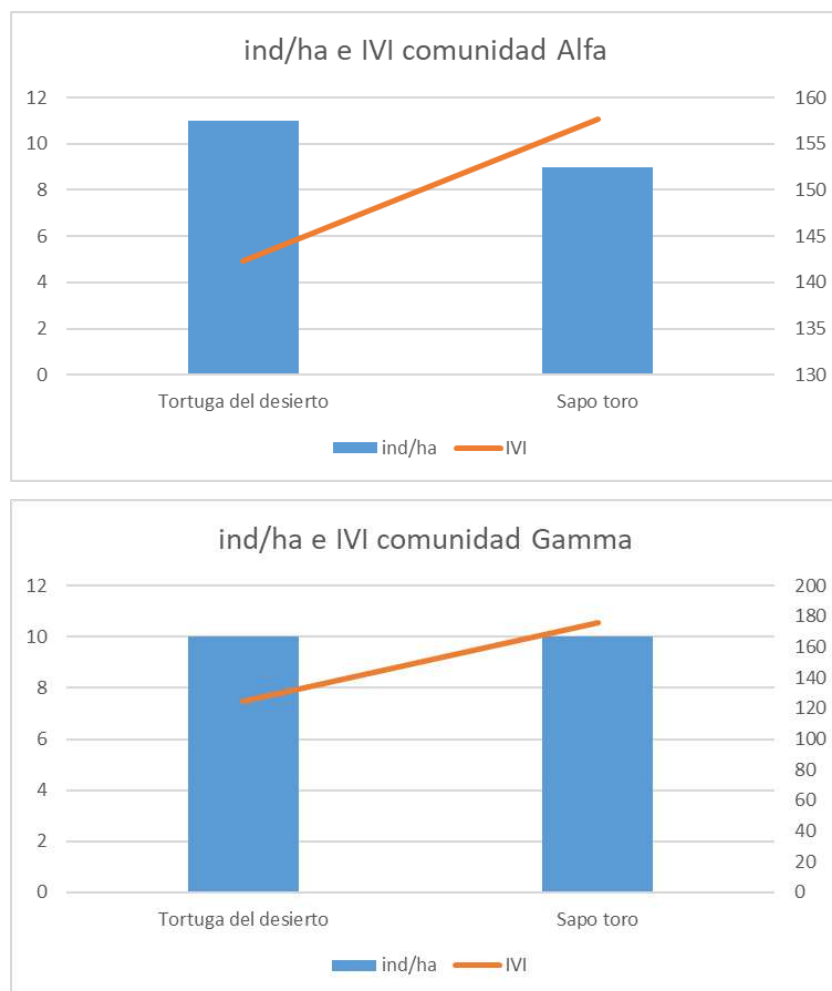


Gráfica 19. Número de individuos reptiles Alfa y Gamma registradas por sitio.

La subespecie ater de Iguana negra (*Sauromalus obesus*) se encuentra en protección especial (Pr) no endémica (NE) y en sitio la iguana (*Uma notata*) está en peligro de extinción (P) no endémica (NE), la cachora (*Uta stansburiana*) amenazada (A), endémica (E), la Culebra (*Masticophis (= Coluber) flagellum*) también amenazada (A), no endémica (NE) y la víbora alicante (*Crotalus atrox*) en protección especial (Pr) no endémica (NE), de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. (Tabla 27).

Finalmente, el grupo de anfibios presentó 2 especies y un total de 3 ejemplares en los muestreos. De acuerdo al índice de Shannon se obtuvo un valor de 0.644 (Gamma) y 0.67 (Alfa), indicador de un ambiente en mal estado, aunado al periodo

de muestreo, al final del invierno. Sólo la tortuga del desierto (*Gopherus agassizi*) se encuentra Amenazada (A) no endémica (NE) según la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Gráfica 20. No de individuos anfibios por ha e Índice de Valor de Importancia Alfa y Gamma.

Tabla 25. Estimación a detalle de anfibios en la comunidad Alfa y Gamma
a) Comunidad faunística Gamma

Especie	Nombre común	TOTAL MUESTREO	Abundancia (ind/ha)	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Abundancia relativa (%)	IVI	pi	Ln (pi)	(pi) x Ln (pi)
<i>Bufo alvarios</i>	Sapo toro	19	10	48.718	78.308	48.718	175.744	0.655	-0.423	-0.277
<i>Gopherus agassizi</i>	Tortuga del desierto	10	10	51.282	21.692	51.282	124.256	0.345	-1.065	-0.367
2		29	20	100	100	100	300	1	-1.488	-0.644
I. Shannon H =										0.644
Máx diversidad del ecosistema H' max =										0.693
Equitatividad (J) H/H' max =										0.929

b) Comunidad faunística Alfa

Especie	Nombre común	TOTAL MUESTREO	Abundancia (ind/ha)	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa	Abundancia relativa	IVI	pi	Ln (pi)	(pi) x Ln (pi)
<i>Bufo alvarios</i>	Sapo toro	17	9	43.59	70.488	43.59	157.667	0.607	-0.499	-0.303
<i>Gopherus agassizi</i>	Tortuga del desierto	11	11	56.41	29.512	56.41	142.333	0.393	-0.934	-0.367

2

28

20

100

100

100

300

1

-1.433

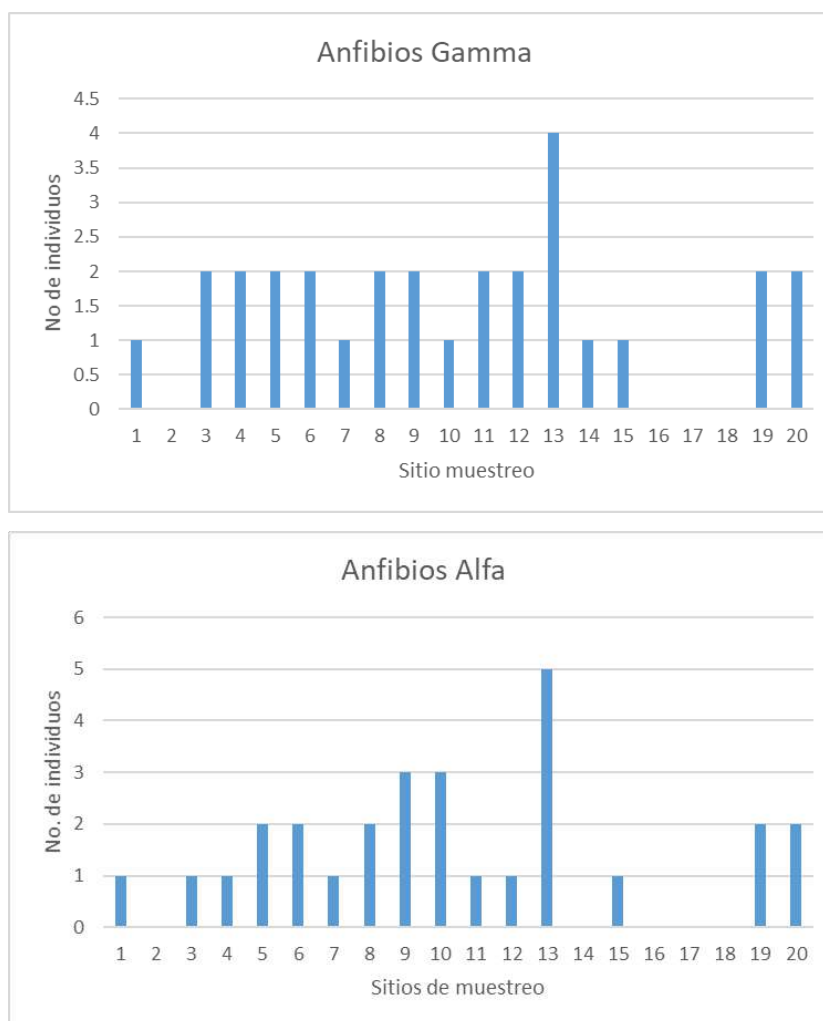
-0.67

I. Shannon H = 0.67

Máx diversidad del ecosistema H' max = 0.693

Equitatividad (J) H/H' max = 0.967

Finalmente, el mayor número de registros totales de individuos de anfibios en el SAR se registró en el sitio 13, con 4 individuos, y los sitios con 0 registros fueron los sitios 2, 16, 17 y 18. Para el sitio del proyecto, el sitio 13 también fue el sitio con mayor número de registros con 5 individuos, mientras que los sitios 2, 14, 16, 17 y 18 no se obtuvieron registros.



Gráfica 21. Número de individuos anfibios Alfa y Gamma registradas por sitio.

Hábito de las especies

En estacionalidad, las especies muestreadas son mayormente residentes, tanto en el SAR como en el predio, seguido del hábito transitorio (todos los registros migratorios en aves) y finalmente transitorio, principalmente en las especies con requisito de mayor ámbito hogareño, como son los mamíferos mayores.

En abundancia, las especies son mayormente comunes, asociadas al grupo de aves y luego mamíferos; le siguen la condición escasa y ocasional y finalmente el hábito abundante. La sociabilidad entre las especies es mayormente de condición gregaria (en especial el grupo de aves, seguido de mamíferos) y solitario apenas una tercera parte de la población muestreada. En alimentación, las especies muestreadas son primariamente insectívoros (involucradas algunas especies de aves y reptiles), seguido de herbívoros (algunas especies de mamíferos y aves), omnívoros, carnívoros (algunas especies de mamíferos y aves) y finalmente un frugívoro del grupo de aves.

En hábitat (relativo al componente de sitio de descanso y/o refugio), la preferencia es por nidos (todas las aves muestreadas), seguido de madrigueras (mayormente algunas especies de mamíferos y reptiles), cuevas (algunas especies de mamíferos) y en menor de los casos, echaderos (algunas especies de mamíferos).

En cuanto al estrato de preferencia para la fauna silvestre, es el estrato herbáceo, involucrando especies de todos los grupos, seguido por el arbóreo (donde las especies involucradas son aves), son los estratos dominantes.

Tabla 26. Habito de especies

Nombre común	Estacionalidad /1	Abundancia /2	Sociabilidad /3	Alimentación /4	Hábitat /5	Estrato de distribución /6
Mastofauna						
Coyote	Residente	Ocasional	Solitario	Carnívoro	Cuevas	Herbáceo
Liebre antílope	Residente	Común	Gregario	Omnívoro	Cuevas	Herbáceo
Liebre	Residente	Común	Gregario	Omnívoro	Cuevas	Herbáceo
Zorrillo listado del sur	Residente	Ocasional	Solitario	Omnívoro	Madriguera	Herbáceo

Nombre común	Estacionalidad /1	Abundancia /2	Sociabilidad /3	Alimentación /4	Hábitat /5	Estrato de distribución /6
Rata magueyera	Residente	Común	Gregario	Herbívoro	Cuevas	Herbáceo
Conejo del desierto	Residente	Común	Gregario	Omnívoro	Cuevas	Herbáceo
Zorra gris	Residente	Común	Gregario	Omnívoro	Cuevas	Herbáceo
Avifauna						
Zacatonero corona rufa	Residente	Común	Gregario	Frugívoro	Nido	Herbáceo
Aguililla cola roja	Transitoria	Ocasional	Solitario	Carnívoro	Nido	Arbóreo
Cardenal rojo	Residente	Abundante	Gregario	Insectívoro	Nido	Arbóreo
Cardenal pardo	Residente	Común	Gregario	Insectívoro	Nido	Arbóreo
Pinzón mexicano	Residente	Común	Gregario	Insectívoro	Nido	Arbóreo
Zopilote aura	Residente	Abundante	Gregario	Carnívoro	Nido	Arbóreo
Tórtola cola larga	Residente	Común	Gregario	Herbívoro	Nido	Herbáceo
Tórtola coquita	Residente	Común	Gregario	Herbívoro	Nido	Herbáceo
Cuervo común	Residente	Común	Gregario	Omnívoro	Nido	Arbóreo
Correcaminos norteño	Residente	Común	Gregario	Omnívoro	Nido	Herbáceo
Gorrión cantor	Migratoria	Común	Gregario	Herbívoro	Nido	Arbustivo
Centzontle norteño	Migratoria	Común	Gregario	Insectívoro	Nido	Arbustivo
Gorrión casero	Residente	Común	Gregario	Insectívoro	Nido	Arbóreo
Picogordo tigrillo	Migratoria	Común	Gregario	Insectívoro	Nido	Arbóreo
Toquí pardo	Migratoria	Escaso	Gregario	Insectívoro	Nido	Arbóreo
Tángara capucha roja	Migratoria	Común	Gregario	Insectívoro	Nido	Arbóreo
Mosquero cardenal	Residente	Común	Gregario	Insectívoro	Nido	Arbóreo
Zanate mayor	Residente	Común	Gregario	Insectívoro	Nido	Arbóreo
Reyezuelo de rojo	Migratoria	Escaso	Gregario	Insectívoro	Nido	Arbóreo
Paloma ala blanca	Residente	Común	Gregario	Herbívoro	Nido	Arbóreo
Paloma huilota	Residente	Común	Gregario	Herbívoro	Nido	Arbóreo
Reptiles						
Iguana negra	Residente	Común	Solitario	Insectívoro	Madriguera	Herbáceo
Iguana	Residente	Escaso	Solitario	Insectívoro	Madriguera	Herbáceo
Cachora	Residente	Escaso	Solitario	Insectívoro	Madriguera	Herbáceo
Culebra	Residente	Escaso	Solitario	Insectívoro	Madriguera	Herbáceo
Víbora alicante	Residente	Ocasional	Solitario	Carnívoro	Madriguera	Herbáceo
Anfibios						
Sapo toro	Residente	Ocasional	Solitario	Insectívoro	Madriguera	Herbáceo
Tortuga del desierto	Residente	Ocasional	Solitario	Herbívoro	Cueva	Herbáceo

Tabla 27. Especies de fauna identificadas sujetas a protección.

Especie	Nombre común	NOM0-59- SEMARNAT-2010	SITES	IUCN	DOF 14	ENDEMICIDAD
Mastofauna						
<i>Canis latrans</i>	Coyote	*	*	LC	*	NE
<i>Nasua narica</i>	Coatí	*	II	LC	*	NE
<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	*	*	LC	ALTA	NE
<i>Conepatus leuconotus</i>	Zorrillo de espalda blanca norteño	*	*	LC	*	NE
<i>Procyon lotor</i>	Mapache	*	*	LC	*	NE

Presa Puerta del Sol
Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

Especie	Nombre común	NOM0-59- SEMARNAT-2010	SITES	IUCN	DOF 14	ENDEMICIDAD
<i>Lepus alleni</i>	Liebre antílope	*	*	LC	*	NE
<i>Lepus californicus</i>	Liebre cola negra	*	*	LC	*	NE
<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo listado del sur	*	*	LC	*	NE
<i>Neotoma albigula</i>	Rata magueyera	*	*	LC	*	NE
<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejo del desierto	*	*	LC	*	NE
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	*	*	LC	*	NE
Avifauna						
<i>Aimophila ruficeps</i>	Zacatonero corona rufa	*	*	LC	*	NE
<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja	*	II	LC	*	NE
<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal rojo	*	*	LC	*	NE
<i>Cardinalis sinuatus</i>	Cardenal pardo	*	*	LC	*	NE
<i>Carpodacus mexicanus</i>	Pinzón mexicano	*	*	LC	*	NE
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	*	*	LC	*	NE
<i>Columbina inca</i>	Tórtola cola larga	*	*	LC	*	NE
<i>Columbina passerina</i>	Tórtola coquita	*	*	LC	*	NE
<i>Corvus corax</i>	Cuervo común	*	*	LC	*	NE
<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos norteño	*	*	LC	*	NE
<i>Melospiza melodia</i>	Gorrión cantor	*	*	LC	*	NE
<i>Mimus polyglottos</i>	Centzontle norteño	*	*	LC	*	NE
<i>Passer domesticus</i>	Gorrión casero	*	*	LC	*	EXI
<i>Pheucticus melanocephalus</i>	Picogordo tigrillo	*	*	LC	*	NE
<i>Pipilo fuscus</i>	Toquí pardo	*	*	LC	*	NE
<i>Piranga ludoviciana</i>	Tángara capucha roja	*	*	LC	*	NE
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero cardenal	*	*	LC	*	NE
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mayor	*	*	LC	*	NE
<i>Regulus calendula</i>	Reyezuelo de rojo	*	*	LC	*	NE
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca	*	*	LC	ALTA	NE
<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota	*	*	LC	ALTA	NE
Reptiles						
<i>Sauromalus obesus</i>	Iguana negra	Pr	*	LC	ALTA	NE
<i>Uma notata</i>	Iguana	P	*	NT	*	NE
<i>Uta stansburiana</i>	Cachora	A	*	LC	*	E
<i>Masticophis (= Coluber) flagellum</i>	Culebra	A	*	LC	*	NE
<i>Crotalus atrox</i>	Víbora alicante	Pr	*	LC	*	NE
Anfibios						
<i>Bufo alvarios</i>	Sapo toro	*	*	LC	*	NE
<i>Gopherus agassizi</i>	Tortuga del desierto	A	*	*	*	NE

DISTRIBUCIÓN: E- ENDEMICA; NE- NO ENDÉMICA; EXI- EXÓTICA INVASORA; I- INTRODUCIDA; NOM-059-SEMARNAT-2010 (actualización 2019): E: probablemente extinta en el medio silvestre; P: peligro de extinción; A: amenazadas; Pr: sujetas a protección especial; IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, 2023): LC- least concern (preocupación menor); DD- data deficient (datos insuficientes); NT- near threatened (casi amenazado); VU- vulnerable (vulnerables); EN-endangered (en peligro); CR-critically endangered (en peligro crítico); EW- Extinct in the wild (extinto en estado salvaje); EX-Extinct (extinto); CITES (Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, 2023): I- Se encuentra en apéndice I; II-Se encuentra en apéndice II; III-Se encuentra en apéndice III. DOF-2014, ACUERDO por el que se da a conocer la lista de especies y poblaciones prioritarias para la conservación.

* = sin clasificación

Ictiofauna

De acuerdo al reporte de muestreo de ictiofauna, el cual fue llevado a cabo en el Río Sonora a la altura de Mazocahui, se documentó los hallazgos de ictiofauna durante un periodo de estiaje severo.

Esta condición climática drásticamente redujo el caudal del río, resultando en la formación de charcos aislados que representaron los únicos remanentes acuáticos disponibles. El objetivo principal de este estudio fue determinar la presencia de peces en esta sección específica del río y documentar las especies encontradas en dichos remanentes acuáticos.

Si bien el estudio estuvo condicionado por las circunstancias ambientales, proporciona información valiosa sobre la capacidad de supervivencia de las especies frente a un estrés hidrológico severo.

Los muestreos se realizaron en los siguientes puntos de muestreo:

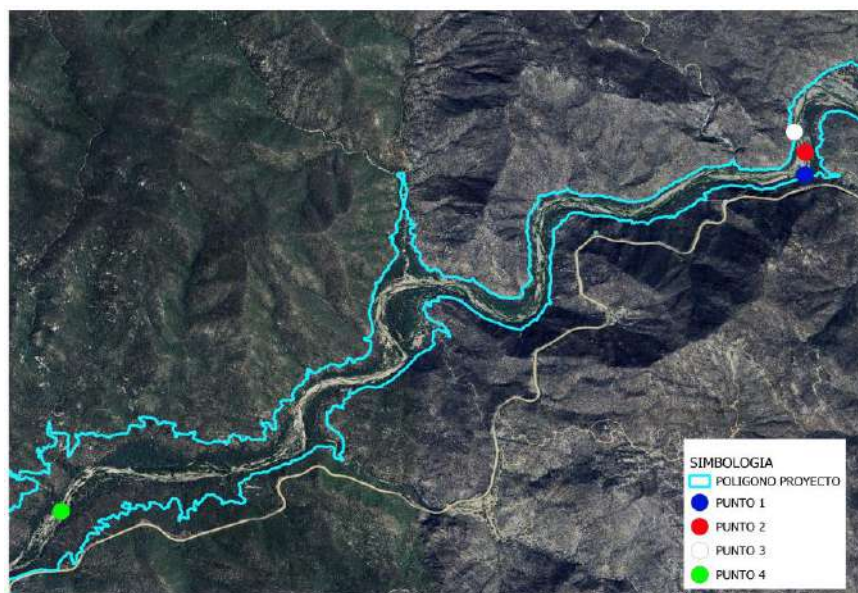


Figura 37. Puntos de muestreo Ictiofauna.

Tabla 28. Coordenadas de los Puntos de Muestreo y Presencia de Ictiofauna

Punto	X	Y	Presencia de Ictiofauna
1	581923.00	3265439.00	Sí

2	581925.00	3265587.00	Sí
3	581862.00	3265721.00	Sí
4	577771.00	3263198.00	No



Punto 1



Punto 3



Punto 2



Punto 4

Figura 38. Sitios puntos de muestreo ictiofauna.

Se detectó ictiofauna con éxito en tres de los cuatro puntos de muestreo examinados (Puntos 1, 2 y 3), lo que confirmó la persistencia de poblaciones de peces dentro de estos remanentes acuáticos aislados durante la severa estación seca. Cabe destacar que el Punto 4, a pesar de ser un cuerpo de agua, no arrojó ictiofauna.

Durante el muestreo se identificaron un total de tres géneros de peces: *Oreochromis*, *Ictalurus* y *Poeciliinae*. La siguiente tabla detalla la abundancia de individuos por género y día de monitoreo:

Tabla 29. Abundancia de Ictiofauna por Género y Día de Monitoreo

Género/Subfamilia	Cantidad de Individuos (Monitoreo día 1)	Cantidad de Individuos (Monitoreo día 2)
<i>Oreochromis</i>	8	0
<i>Ictalurus</i>	1	0
<i>Poeciliinae</i>	20	42

Esta tabla representa el resultado cuantitativo central del muestreo. Su inclusión es fundamental, ya que presenta visualmente las abundancias observadas y resalta las notables variaciones en la detección entre los dos días de monitoreo para diferentes géneros. Esta comparación visual inmediata plantea preguntas cruciales sobre las respuestas específicas de las especies a la perturbación, las distribuciones altamente localizadas o la influencia de las limitaciones metodológicas.

Cálculo de la Biodiversidad de Ictiofauna

Monitoreo Día 1

Para el Día 1, se registraron 8 individuos de *Oreochromis*, 1 de *Ictalurus* y 20 de *Poeciliinae*, sumando un total de 29 individuos de 3 géneros.

- **Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H')**
 - **H' = 0.728**

- Este valor indica una diversidad relativamente baja, lo cual es esperable dado el número limitado de géneros y la dominancia de *Poeciliinae* en la muestra del Día 1. Un valor de 0.728 sugiere que, aunque hay tres géneros presentes, la distribución de individuos entre ellos no es muy equitativa.
- **Índice de Dominancia de Simpson (D):**
 - **D = 0.537**
 - Este índice mide la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar de la muestra pertenezcan al mismo género. Un valor de 0.537 es relativamente alto, lo que indica una dominancia considerable de uno o más géneros (en este caso, *Poeciliinae*) en la comunidad.
- **Índice de Diversidad de Simpson (1-D):**
 - **1-D = 0.463**
 - Este índice es la inversa del índice de dominancia y es más intuitivo, ya que un valor más alto indica mayor diversidad. Un valor de 0.463 confirma una diversidad moderada a baja para el Día 1, reflejando la dominancia observada.

Monitoreo Día 2

Para el Día 2, solo se registraron individuos de *Poeciliinae* (42 individuos), mientras que *Oreochromis* e *Ictalurus* no fueron detectados. Esto significa que, para esta muestra, solo se encontró un género.

- **Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H'):**
 - **H' = 0**
 - Un valor de 0 en el índice de Shannon-Wiener indica que solo hay un género presente en la muestra, lo que se traduce en una ausencia total de diversidad en términos de riqueza y equitatividad.
- **Índice de Dominancia de Simpson (D):**
 - **D = 1**
 - Un valor de 1 en el índice de dominancia de Simpson significa que un solo género es completamente dominante, es decir, es el único género presente en la muestra.
- **Índice de Diversidad de Simpson (1-D):**
 - **1-D = 0**

- Un valor de 0 en el índice de diversidad de Simpson confirma la ausencia de diversidad,
- ya que solo se encontró un género en la muestra del Día 2.

En resumen, este estudio encontró que, a pesar de una sequía en algunas temporadas en el Río Sonora, algunos peces lograron sobrevivir en los pocos charcos de agua que quedaron. Los géneros *Oreochromis*, *Ictalurus* y, especialmente, *Poeciliinae* fueron los que se encontraron, siendo *Poeciliinae* el más abundante y resistente.



Nombre común: Tilapia
Género: *Oreochromis*



Nombre común: Bagre
Género: *Ictalurus*



Subfamilia: *Poeciliinae*

Figura 39. Especies de ictiofauna identificados en el trazo del proyecto.

Estos charcos son cruciales porque actúan como refugios temporales para la vida acuática en condiciones extremas. Sin embargo, la diversidad de peces fue muy baja, lo que sugiere que solo las especies más fuertes y adaptadas pueden sobrevivir en estas condiciones tan difíciles.

Se anexa REPORTE DE ICTIOFAUNA

IV.2.3 Medio socioeconómico

Baviácora

El municipio de Baviácora, tiene una superficie de 842 km² y una población de 3,191 habitantes, su densidad de población de 3,79 (hab./km²).

La población total de Baviácora en 2020 fue 3,191 habitantes, siendo 47.9% mujeres y 52.1% hombres, de los cuales 1886 habitantes) viven en la cabecera municipal, en Mazocahui (383 habitantes), en San José (San José de Baviácora) (312 habitantes) y en el poblado de La Aurora (222 habitantes).

Tabla 30. Población total por rango de Baviácora.

Sexo	Rango de Edad	Población	%
Hombre	0 a 4 años	102	3.20
	5 a 9 años	117	3.67
	10 a 14 años	141	4.42
	15 a 19 años	128	4.01
	20 a 24 años	97	3.04
	25 a 29 años	72	2.26
	30 a 34 años	75	2.35
	35 a 39 años	92	2.88
	40 a 44 años	132	4.14
	45 a 49 años	129	4.04
	50 a 54 años	110	3.45
	55 a 59 años	99	3.10
	60 a 64 años	97	3.04
	65 a 69 años	98	3.07
	70 a 74 años	58	1.82
	75 a 79 años	51	1.60
	80 a 84 años	42	1.32
	85 años o más	22	0.69
Mujer	0 a 4 años	91	2.85
	5 a 9 años	112	3.51
	10 a 14 años	144	4.51
	15 a 19 años	127	3.98
	20 a 24 años	69	2.16
	25 a 29 años	82	2.57
	30 a 34 años	68	2.13
	35 a 39 años	95	2.98
	40 a 44 años	96	3.01
	45 a 49 años	129	4.04
	50 a 54 años	105	3.29
	55 a 59 años	93	2.91
	60 a 64 años	64	2.01
	65 a 69 años	80	2.51

Sexo	Rango de Edad	Población	%
	70 a 74 años	67	2.10
	75 a 79 años	50	1.57
	80 a 84 años	25	0.78
	85 años o más	32	1.00

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2020 - Cuestionario Básico.

Taza de crecimiento	Edad mediana	Índice de envejecimiento	Taza global de fecundidad	Mortalidad
-1.1	39	97.03	2.57	5.3

Fuente: Censo de población y vivienda 2020. INEGI.

En Baviácora hay un total de 1040 hogares. En ellas habitan 3177 personas, con un promedio de 3.05 personas /hogar, y un total de 1619 viviendas. De estas 1619 viviendas, el 64 % están habitadas, el 15.6 % deshabitadas, y un 24.4 son de uso temporal, 15 tienen piso de tierra y 19 consisten de una sola habitación., todas las viviendas tienen instalaciones sanitarias, 99.6 % son conectadas al servicio público de agua potable, 99.6 % tienen acceso a la luz eléctrica., 98.2 tienen sanitario, 98.3 tienen drenaje, y solo el 1.9 % tiene tinaco aljibe.

La población de 3 años y más que habla al menos una lengua indígena fue 0 personas, lo que corresponde a 0% del total de la población de Baviácora.

La mayor cantidad de migrantes que ingresó a Baviácora en los últimos 5 años provino de Estados Unidos (3 personas), Venezuela (1 personas) y Italia (1 personas). Las principales causas de migración a Baviácora en los últimos años fueron legales (1 personas), personales (1 personas) y laborales (1 personas).

La estructura económica permite a 97.4 % tener refrigerador, 82.7 % lavadora, 58.3 % horno de microondas, 68.8 % automóvil, el 30.7 % no tiene medio de transporte. Las TIC`s por vivienda habitada se distribuye de la siguiente manera: Radio el 31.8 %, televisor 90.1 %, PC, laptop o Tablet 19.8%, teléfono fijo 87.8%, internet 44.9 %, TV de paga 79.2, servicios de streaming, 6.0 %, consola de videojuegos 4.8%, y sin acceso a las TIC`s el 2.6 %.

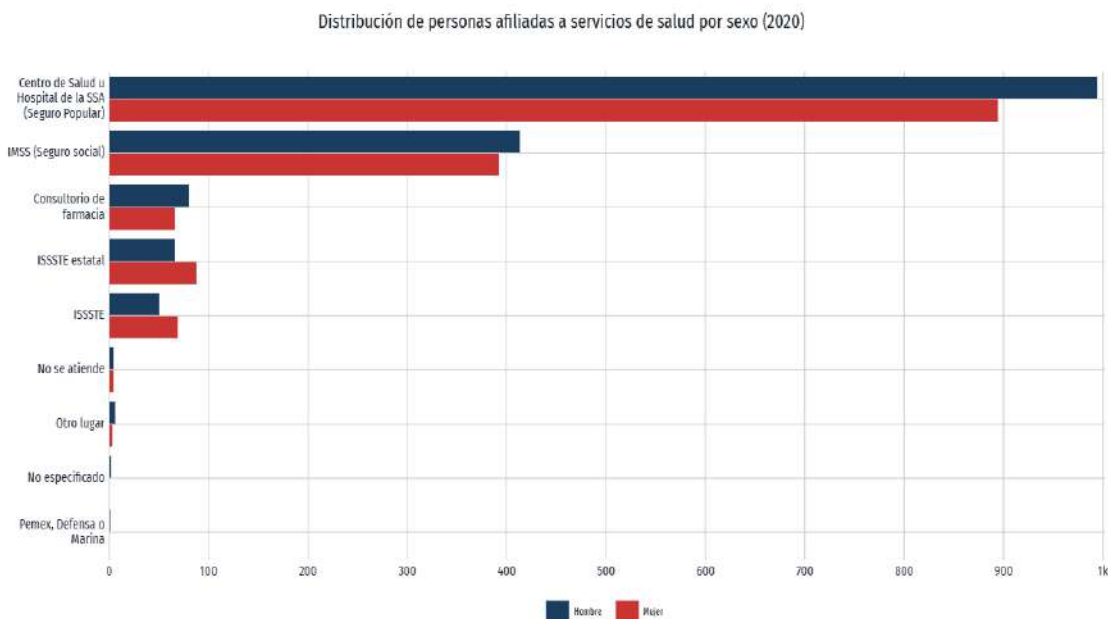
En 2020, la mayoría de las viviendas particulares habitadas contaba con 4 y 3 cuartos, 27.6% y 25.5%, respectivamente. En el mismo periodo, destacan de las viviendas particulares habitadas con 2 y 3 dormitorios, 41.1% y 28.5%, respectivamente.

Referente a Educación se tiene que el 1.9 % de la población de Baviácora no cuenta con escolaridad, 21.9 % poseen básica incompleta, 43 % cursaron educación básica, 22 % media superior, 10 % superior y 1% curso estudios de posgrado.

En Baviácora, el tiempo promedio de traslado del hogar al trabajo fue 26.5 minutos, 67.2% de la población tarda menos de una hora en el traslado, mientras que 8.93% tarda más de 1 hora en llegar a su trabajo. Por otro lado, el tiempo promedio de traslado del hogar al lugar de estudios fue 26.2 minutos, 78.3% de la población tarda menos de una hora en el traslado, mientras que 7.63% tarda más de 1 hora.

No hay datos sobre la población económicamente activa para el municipio de Baviácora. En Sonora, en el tercer trimestre de 2024, la tasa de participación laboral fue 60.6%, lo que implicó una disminución de 1.3 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior (61.9%). La tasa de desocupación fue de 3.57% (51.5k personas), lo que implicó una disminución de 0.048 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior (3.62%).

En Baviácora, las opciones de atención de salud más utilizadas en 2020 fueron Centro de Salud u Hospital de la SSA (Seguro Popular) (1.89k), IMSS (Seguro social) (805) y ISSSTE estatal (154). En el mismo año, los seguros sociales que agruparon mayor número de personas fueron Pemex, Defensa o Marina (1.51k) y Seguro Popular o para una Nueva Generación (Siglo XXI) (892).



www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/baviacora

Ures

El municipio de Ures, tiene una superficie de 3,088.1 km² y una población de 8,548 habitantes, su densidad de población de 2.8 (hab./km²).

La población total de Ures en 2020 fue 8,548 habitantes, siendo 47.9% mujeres y 52.1% hombres. Los rangos de edad que concentraron mayor población fueron 10 a 14 años (646 habitantes), 15 a 19 años (637 habitantes) y 50 a 54 años (633 habitantes). Entre ellos concentraron el 22.4% de la población total.

Tabla 31. Población total por rango de Ures.

Sexo	Rango de Edad	Población	%
Hombre	0 a 4 años	258	3.02
	5 a 9 años	267	3.12
	10 a 14 años	353	4.13
	15 a 19 años	335	3.92
	20 a 24 años	221	2.59
	25 a 29 años	236	2.76
	30 a 34 años	225	2.63
	35 a 39 años	265	3.10
	40 a 44 años	285	3.33
	45 a 49 años	323	3.78

Sexo	Rango de Edad	Población	%
	50 a 54 años	331	3.87
	55 a 59 años	326	3.81
	60 a 64 años	302	3.53
	65 a 69 años	211	2.47
	70 a 74 años	208	2.43
	75 a 79 años	145	1.70
	80 a 84 años	84	0.98
	85 años o más	76	0.89
Mujer	0 a 4 años	236	2.76
	5 a 9 años	267	3.12
	10 a 14 años	293	3.43
	15 a 19 años	302	3.53
	20 a 24 años	210	2.46
	25 a 29 años	231	2.70
	30 a 34 años	236	2.76
	35 a 39 años	226	2.64
	40 a 44 años	255	2.98
	45 a 49 años	310	3.63
	50 a 54 años	302	3.53
	55 a 59 años	268	3.14
	60 a 64 años	264	3.09
	65 a 69 años	220	2.57
	70 a 74 años	201	2.35
	75 a 79 años	125	1.46
	80 a 84 años	86	1.01
	85 años o más	65	0.76

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2020 - Cuestionario Básico.

Los rangos de edad que concentraron mayor población fueron 10 a 14 años (646 habitantes), 15 a 19 años (637 habitantes) y 50 a 54 años (633 habitantes). Entre ellos concentraron el 22.4% de la población total.

En 2020, la población en Ures fue de 8,548 habitantes (52.1% hombres y 47.9% mujeres). En comparación a 2010, la población en Ures decreció un -6.94%.

La población de 3 años y más que habla al menos una lengua indígena fue 18 personas, lo que corresponde a 0.21% del total de la población de Ures. Las lenguas indígenas más habladas fueron Yaqui (7 habitantes), Zapoteco (6 habitantes) y Mayo (3 habitantes). La población que se considera afroamericana negra o afrodescendiente es del 0.67%

En 2020, la mayoría de las viviendas particulares habitadas contaba con 4 y 5 cuartos, 28.1% y 22.1%, respectivamente. En el mismo periodo, destacan de las viviendas particulares habitadas con 2 y 3 dormitorios, 43.1% y 27.5%, respectivamente. El número de viviendas era de 2,944, el promedio de ocupantes por vivienda era de 2.9, el promedio de ocupantes por cuarto de 0.7, y el porcentaje de viviendas con piso de tierra era del 1.1%.

Para la disponibilidad de servicios y equipamiento; el 94.5% contaban con agua entubada; el 98.5% con servicio de drenaje; el 98.5% con servicio sanitario; el 98.8 con energía eléctrica; el 88.6% con tinacos; y, el 5.0% con cisterna o aljibe.

En la disponibilidad de bienes; el 96.2% de la población total contaban con refrigerador; el 78.5% con lavadora; el 65.1% con automóvil o camioneta; el 4.1% con motocicleta o motoneta; y, el 24.6% de la población contaban con bicicleta. En cuanto a la disponibilidad de TIC; el 25% de la población total contaban con computadora; el 24.7% con línea telefónica fija; el 87.9% con teléfono celular; el 39.3% con internet; y, el 57.9% con televisión de paga.

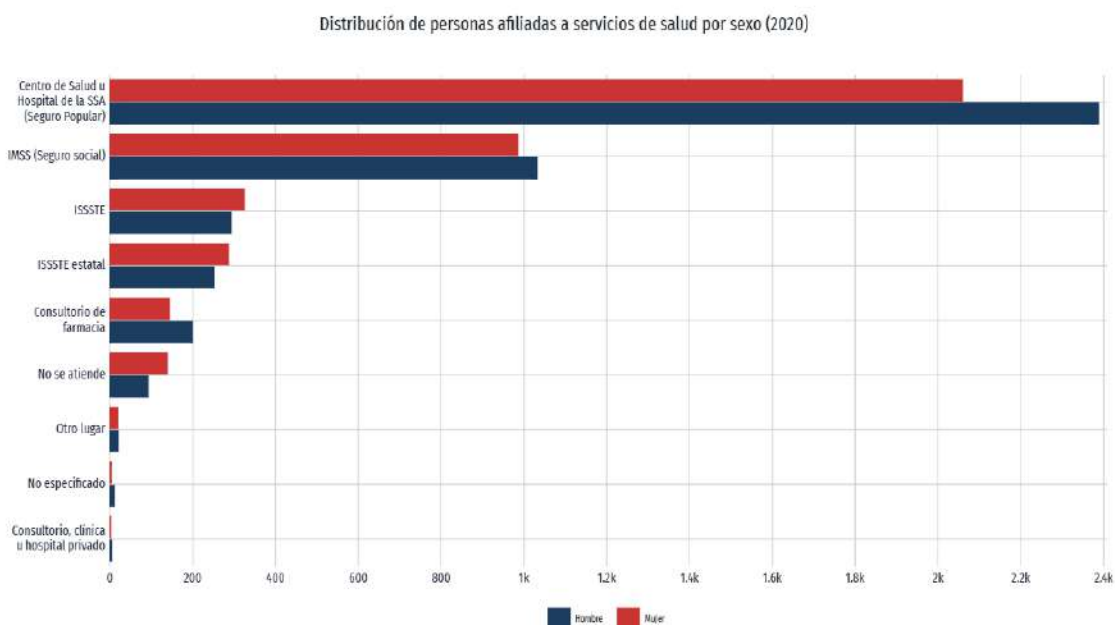
Sobre las causas de migración, según la población de residencia en marzo de 2015 distinto al actual, el 30.9% fue por trabajo, el 47.1% por causas familiares, el 6.9 por estudios, el 2.6% por inseguridad y el 12.5% por otras causas.

Sobre las características económicas; el 55.9% es población económicamente activa, donde el 33.6% son mujeres y el 66.4% son hombres; el 43.8% es población no económicamente activa, donde el 27.2% son estudiantes, el 43.5% son personas dedicadas a los quehaceres de su hogar, el 13.1% son pensionados o jubilados, el 5.7% son personas con alguna limitación física o mental que les impide trabajar, y el 10.5% son personas en otras actividades no económicas.

Sobre las características educativas, de la población según nivel de escolaridad (de 15 años y mas) el 2.5% no tienen escolaridad, el 57.4% tienen estudios básicos, el

25.2% media superior, el 14.8% escolaridad superior y el 0.1% no está especificado. La tasa de alfabetización entre la población de 15 a 24 años es de 99.2%, y de entre 25 años y más es del 96.8%.

En Ures, las opciones de atención de salud más utilizadas en 2020 fueron Centro de Salud u Hospital de la SSA (Seguro Popular) (4.45k), IMSS (Seguro social) (2.02k) y ISSSTE (620). En el mismo año, los seguros sociales que agruparon mayor número de personas fueron Pemex, Defensa o Marina (3.99k) y Seguro Popular o para una Nueva Generación (Siglo XXI) (2.22k). *(se incluyen afiliaciones multiples)*

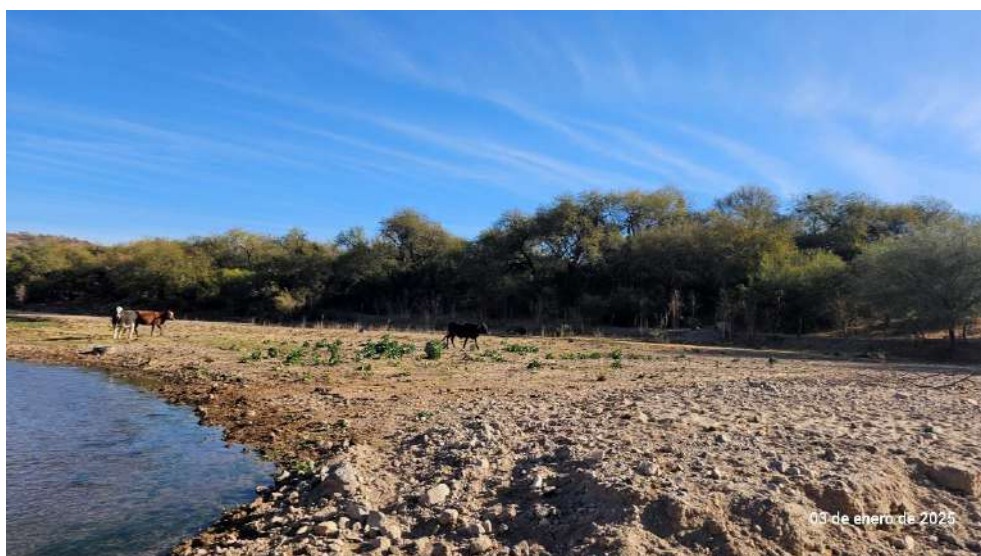


www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/ures

IV.2.4 Paisaje

Las condiciones en las que se encuentra el lugar donde se situará la presa Puerta del Sol, presenta una zona de calidad media, ya que la zona se presenta como un mosaico entremezclado de terrenos de cultivos, potreros, vegetación secundaria arbustiva, mezquite y matorral, los puntos mejor conservados dentro del SAR corresponden a los cerros de la zona ya que es posible registrar en estos vegetación que no ha sido alterada, sin embargo, por las actividades que se desarrollan en el área, cada vez más estas se han ido reduciendo para dar paso a terrenos de cultivo y asentamientos humanos. Tales condiciones del lugar han provocado que los ecosistemas se encuentren fragmentados y los recursos naturales del área se estén agotando.





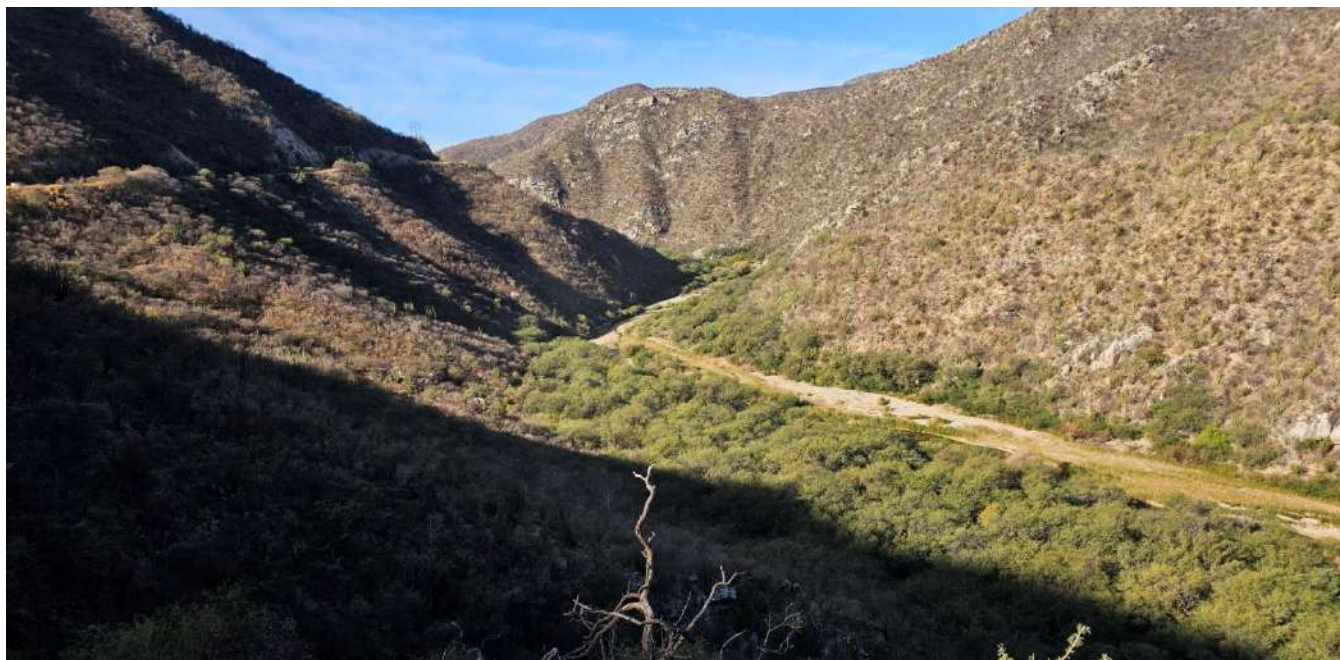
El sitio presenta una mediana variedad de colores que contrastan armoniosamente con el paisaje circundante del asentamiento humano, no obstante, el área presenta singularidad solamente a nivel de algunos elementos que componen el lugar, pero a nivel regional resulta casi como un paisaje homogéneo. Los elementos antrópicos resultan abundantes en esta cuenca visual lo que le resta fuertemente su calidad, sin embargo, aún conserva elementos que hacen que este sitio de evaluación presente una categoría de calidad media.





Paisajísticamente el sitio donde se construirá la presa si sufrirá modificaciones, sin embargo se pretende que estas sean mínimas y que las afectaciones se reduzcan, minimicen o mitiguen con la ejecución de las medidas propuestas en este estudio y de los programas ambientales, asimismo, se podrá atraer más fauna al lugar, ya que la conformación de cuerpo de agua puede permitir la creación de nuevos hábitats para anfibios principalmente, aunado a ello las aves podrían utilizar a la presa como un sitio de descanso o bien como una zona de alimentación.

IV.3 Gasto Ecológico



Para mantener el equilibrio de los elementos naturales que intervienen en el ciclo hidrológico, así como permitir la protección de los ecosistemas riparios, ecosistemas acuáticos terrestres y costeros, es necesario que se garantice un régimen de caudal ecológico en las corrientes o escurrimientos.

Existe una problemática nacional relativa a la disminución del agua en los cauces, derivada de la competencia entre usos y la falta de regulación conforme la disponibilidad del recurso, como, por ejemplo, la demanda de agua en sitios aguas arriba de las cuencas hidrológicas, no considera la conservación de un escurrimiento hacia las partes bajas, así como en el caso del agua subterránea no considera la descarga del acuífero hacia cuerpos de agua superficiales.

Al no existir una normatividad específica con respecto al caudal ecológico, las concesiones y asignaciones, así como los permisos de descarga, no han considerado plenamente la necesidad de establecer un régimen de caudal, que es de gran importancia para la preservación de los ecosistemas: fluviales, lacustres, lagunares y estuarinos.

La definición de caudal ecológico es la cantidad, calidad y variación del gasto o de los niveles de agua reservada para preservar servicios ambientales, componentes, funciones, procesos y la resiliencia de ecosistemas acuáticos y terrestres que dependen de procesos hidrológicos, geomorfológicos, ecológicos y sociales. Esto

implica que además proveer agua para los usos doméstico, público urbano, pecuario y agrícola, es posible mantener caudales provenientes tanto del escurrimiento, como de las descargas de los acuíferos para la conservación de los ecosistemas lóticos (ríos perenes, intermitentes y efímeros), lénticos (lagos, lagunas, y humedales) y riparios con la aportación de los acuíferos al ecosistema, que sirven para conservar la biodiversidad y los servicios ambientales.

El presente trabajo se propone para estimar el caudal ecológico que se debe de respetar para resguardar el equilibrio de los ecosistemas, aguas debajo de la presa denominada Puerta del Sol, conforme a lo establecido en la norma mexicana, **NMX-AA-159-SCFI-2012, que establece el procedimiento para la determinación del caudal ecológico en cuencas hidrológicas.**

Antes de entrar en materia se revisará el estatus de la cuenca hidrológica donde se encuentra el proyecto de la Presa Puerta del Sol.

Como se mencionó con anticipación este proyecto se encuentra ubicado en la región hidrológica número 9, denominada Río Sonora Sur; cuenca 901, Río Sonora 1.

La disponibilidad media calculada en el año de 2023 y publicada el 28 de diciembre de 2023 en el diario oficial de la federación, indica que la cuenca 901 se encuentra sin disponibilidad y con déficit, ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

Es de hacer notar que en la norma anterior no considera las reservas de aguas superficiales para, cuestiones como el gasto ecológico.

Esta disponibilidad fue calculada por la Comisión Nacional del Agua, conforme en lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015, "Conservación del recurso agua - Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales".

A continuación, se presenta la secuela de cálculo de los principales parámetros del Caudal ecológico.

Tabla 32. Disponibilidad media anual de las aguas nacionales superficiales, sistema de cuencas del río Sonora, fuente, Diario Oficial de la Federación, 28 de diciembre de 2023.

Sistema	Tipo	Cuenca	Nombre y descripción	Cp	Ar	Uc (a)	Uc (b)	Uc (c)	R	Im	Ex	Ev	Av	Ab	Rxy	D	Clasificación
Río Sonora	I	901	Río Sonora 1: Desde el nacimiento del Río Sonora, hasta la EH El Orégano II.	127.614	0	37.298	0	0	0	0	0	0	0	90.316	90.508	-0.192	Déficit
	I	902	Río San Miguel: Desde el nacimiento del Río San Miguel, hasta la EH El Cajón.	33.38	0	5.525		0	0	0	0	0	0	27.855	27.914	-0.059	Déficit
	I	903	Río Sonora 2: Desde donde se localizan las EH El Orégano II y El Cajón, hasta la presa Abelardo Rodríguez Luján (Hermosillo).	75.358	118.171	74.694	0	0	0	60.485	86.648	30.099	-0.21	62.783	63.323	-0.54	Déficit
	DE-I	904	Río Sonora 3: Desde donde se localiza la presa Abelardo Rodríguez Luján (Hermosillo), hasta su desembocadura en el Mar de Cortés.	98.872	62.783	163.045	0	0	0	0	0	0	0	-1.39	0	-1.39	Déficit



Apéndice Normativo A, objetivos ambientales para las cuencas hidrológicas de México.

De este apéndice normativo de la norma mexicana, se obtuvieron los datos que clasifican a la cuenca hidrológica, Río Sonora Sur, el cual se obtuvo de la tabla A.1, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 33. Cuencas hidrológicas, importancia ecológica, presión de uso, estado de conservación deseado y objetivo ambiental

Clave de Región Hidrológica	Nombre de Región Hidrológica	Nombre de cuenca con estudio de disponibilidad	Importancia ecológica	Presión de uso	Estado de conservación deseado	Objetivo ambiental
9	Sonora Sur	Río Sonora 1	Alta	Muy Alta	Deficiente	D

Apéndice normativo B; procedimiento para la determinación de la alteración del régimen hidrológico natural en una corriente por la presencia de infraestructura.

Para determinar la alteración del régimen hidrológico se tomaron dos periodos significativos, el primero que va de 1941 a 1989, este último año fue el que dio inicio la comisión Nacional del Agua y el segundo periodo se formó de 1990 a 2014, el último año con que se cuentan registros aforados de la estación hidrométrica el Orégano.

Es de hacer notar que la construcción de la Presa Abelardo L Rodríguez la cual se encuentra en el cauce del río Sonora, data del año 1931, por lo que el periodo de registro no puede demostrar el cambio o afectación del régimen hidrológico, por esta estructura.

Como se puede observar en el análisis de los caudales promedios mensuales, al aplicarle los percentiles correspondientes al 10% y al 90%, se tiene que, si existe una alteración al régimen hidrológico presente, esto por el crecimiento de la frontera agrícola, así como la demanda del vital líquido por los centros de población, como lo es el caso de la capital del estado de Sonora, Hermosillo.

Esta alteración se acentúa principalmente en los meses de estiaje, comprendidos de enero a junio y de noviembre a diciembre, ver **Tabla 34**.

Tabla 34. Alteración del régimen hidrológico natural en una corriente por la presencia de infraestructura

RHN			RHA		
1941-1989	10%	90%	1990-2014	10%	90%
Enero	0.13	6.88	Enero	0.07	0.77
Febrero	0.10	6.51	Febrero	0.05	2.20
Marzo	0.07	2.36	Marzo	0.02	0.44
Abril	0.03	0.28	Abril	0.00	0.21
Mayo	0.00	0.12	Mayo	0.00	0.05
Junio	0.00	0.29	Junio	0.00	0.04
Julio	1.21	20.47	Julio	0.06	10.30
Agosto	3.68	33.52	Agosto	0.44	16.36
Septiembre	0.28	13.56	Septiembre	0.25	15.72
Octubre	0.11	4.54	Octubre	0.00	6.85
Noviembre	0.11	1.25	Noviembre	0.05	3.95
Diciembre	0.09	3.88	Diciembre	0.06	1.73

Apéndice normativo c, metodología hidrológica para determinar el régimen de caudal ecológico en corrientes o cuerpos de agua nacionales a nivel de cuenca hidrológica.

Para la aplicación de este apéndice normativo, se tiene que, con la información de la Estación hidrométrica en la zona en estudio, se presentan los gastos máximos, mínimos y medios, de toda la muestra los cuales se presentan en las siguientes figuras.

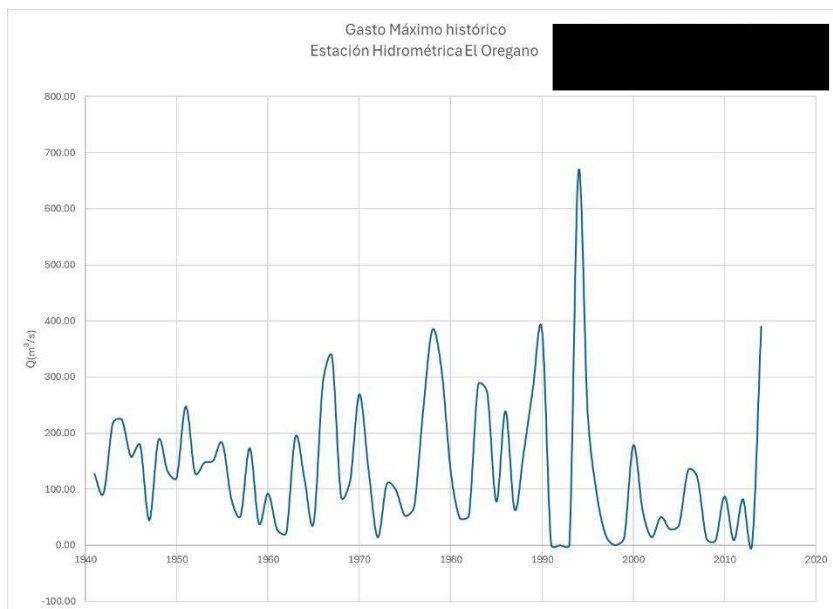


Figura 40. Gastos máximos por año

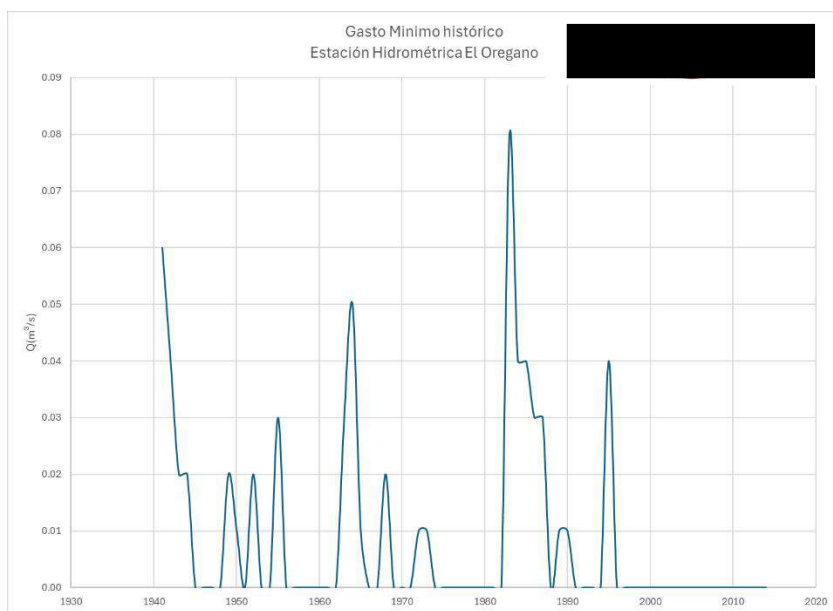


Figura 41. Gastos mínimos por año

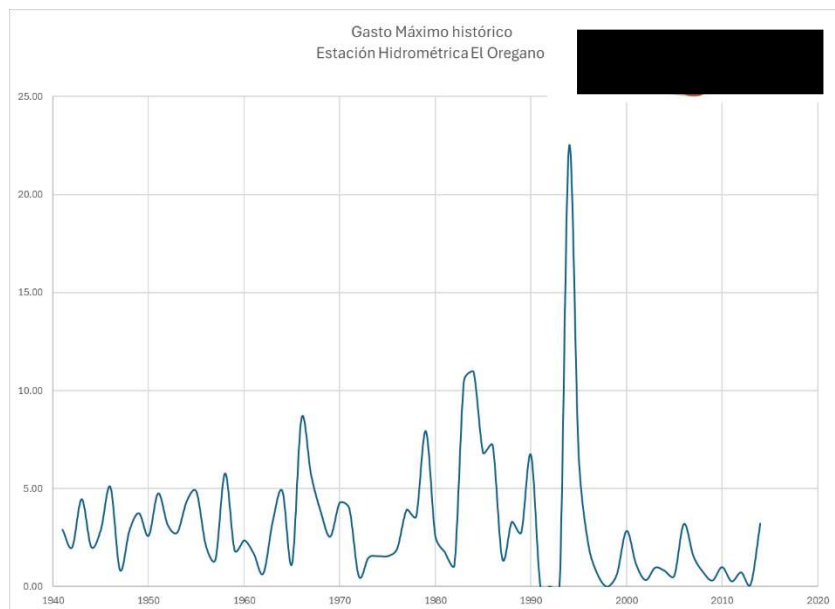


Figura 42. Gastos medios por año.

Así mismo, se ordenaron de mayor a menor los escurrimientos medios anuales, para determinar los tres grandes grupos, año húmedo, medio y seco, ver siguiente tabla.

Tabla 35. Orden de la muestra en años húmedos, medios y secos.

año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual
Años Húmedos													
1994	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	220.14	51.47	22.63
1984	6.81	1.10	0.25	0.12	0.10	0.07	22.68	60.91	8.30	2.20	1.35	25.80	10.81
1983	0.60	10.80	23.06	0.57	0.13	0.13	10.13	15.10	18.21	39.02	3.97	3.88	10.47
1966	0.55	0.19	0.18	0.13	0.06	0.06	24.39	65.74	6.65	2.19	0.71	0.47	8.44
1979	57.39	12.99	2.36	0.28	0.07	0.00	2.30	17.69	1.30	0.22	0.10	0.05	7.89
1986	0.56	2.40	0.12	0.07	0.20	0.04	32.04	30.11	11.11	1.97	1.25	5.57	7.12
1995	21.39	40.80	9.46	3.71	1.04	0.23	0.81	2.53	2.01	0.24	0.65	0.50	6.95
1985	18.68	12.30	3.74	0.78	0.82	0.07	6.93	19.00	8.00	7.96	1.48	2.07	6.82
1990	0.16	0.17	0.12	0.09	0.04	0.02	16.67	39.74	12.21	7.73	0.73	1.85	6.63
1958	0.23	0.26	0.25	0.16	0.10	0.23	4.12	33.82	23.36	4.74	0.96	0.59	5.73
1967	0.95	0.35	0.20	0.12	0.06	0.22	11.33	18.15	1.73	2.75	0.81	30.60	5.61
1946	0.23	0.22	0.20	0.10	0.06	0.02	20.47	22.11	14.42	1.91	0.21	0.39	5.03
1964	0.20	0.21	0.20	0.13	0.10	0.09	13.01	33.52	9.71	0.24	0.21	0.22	4.82
1955	0.30	0.28	0.22	0.13	0.09	0.05	11.77	42.51	1.07	0.23	0.18	0.20	4.75
1951	0.19	0.16	0.21	0.13	0.05	0.00	11.28	26.41	3.98	11.69	1.42	0.65	4.68
1943	0.32	0.28	0.19	0.13	0.06	0.37	9.20	25.13	13.87	2.50	0.27	0.64	4.41

Presa Puerta del Sol
Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual
1954	0.15	0.13	0.12	0.07	0.03	0.00	12.58	26.44	11.54	0.35	0.18	0.17	4.31
1970	0.27	0.18	0.15	0.10	0.06	0.03	18.82	25.94	4.37	0.20	0.21	0.21	4.21
1971	0.24	0.27	0.21	0.10	0.06	0.05	12.92	28.40	3.84	0.30	0.31	0.33	3.92
1977	0.13	0.07	0.04	0.03	0.00	0.00	12.20	29.87	1.92	1.55	0.33	0.09	3.85
1968	7.49	5.57	16.88	2.18	0.18	0.08	5.75	5.05	2.16	0.16	0.13	0.20	3.82
1949	6.72	17.78	0.47	0.19	0.10	0.13	11.65	5.90	2.36	0.15	0.11	0.28	3.82
1978	0.13	0.10	7.23	0.18	0.09	0.01	2.36	5.03	1.45	0.16	0.27	25.18	3.52
1963	0.16	0.18	0.18	0.14	0.09	0.07	16.56	18.13	3.40	0.28	0.23	0.18	3.30
1988	0.15	0.16	0.10	0.04	0.02	0.00	12.67	10.52	13.56	1.03	0.22	0.87	3.28
Años Medios													
2014	0.06	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	2.59	0.93	34.94	0.16	0.20	0.08	3.25
2006	0.11	0.12	0.10	0.03	0.00	0.00	1.40	18.88	16.60	0.36	0.33	0.22	3.18
1952	0.45	0.25	0.25	0.28	0.12	0.04	14.36	20.11	0.28	0.06	0.10	0.84	3.10
1941			0.15	0.14	0.12	0.08	4.25	12.95	7.68	2.82	0.30	0.41	2.89
1945	0.24	0.20	0.17	0.12	0.06	0.01	9.79	18.28	0.20	4.54	0.19	0.20	2.83
1948	0.16	0.18	0.15	0.09	0.04	0.01	14.06	14.77	2.54	1.42	0.18	0.31	2.83
2000	0.21	0.18	0.17	0.04	0.00	0.00	1.91	2.00	1.40	21.80	4.76	1.28	2.81
1989	0.86	0.41	0.15	0.08	0.06	0.03	12.43	15.26	2.99	0.25	0.16	0.16	2.74
1953	0.24	0.21	0.45	0.18	0.10	0.07	23.93	6.77	0.21	0.09	0.09	0.14	2.71
1980	0.09	0.78	0.03	0.00	0.00	0.00	6.61	20.75	1.94	0.15	0.14	0.13	2.55
1950	0.18	0.15	0.13	0.08	0.03	0.29	19.65	8.64	1.07	0.10	0.11	0.15	2.55
1969	1.22	1.31	0.26	0.12	0.05	0.02	2.92	21.47	2.29	0.15	0.13	0.22	2.51
1960	14.12	1.59	0.31	0.09	0.03	0.04	1.16	6.62	3.44	0.16	0.17	0.30	2.34
1996	0.51	0.61	0.30	0.09	0.01	0.00	11.57	5.57	5.58	0.49	0.51	0.57	2.15
1956	0.27	0.31	0.19	0.15	0.10	0.07	17.77	4.40	0.83	0.13	0.14	0.18	2.05
1944	0.51	0.39	0.34	0.16	0.08	0.06	4.68	14.80	2.51	0.13	0.14	0.17	2.00
1942	0.36	0.28	0.23	0.35	0.10	0.06	4.70	14.99	1.82	0.26	0.21	0.29	1.97
1976	0.11	0.10	0.04	0.01	0.00	2.65	9.21	4.03	6.47	0.17	0.12	0.10	1.92
1959	0.69	0.44	0.24	0.18	0.11	0.00	5.13	13.06	1.58	0.13	0.16	0.19	1.83
1981	1.50	0.11	0.09	0.01	0.03	0.68	10.42	3.65	3.34	0.70	0.13	0.11	1.73
1961	1.41	0.41	0.27	0.12	0.08	0.76	3.83	9.19	3.27	0.14	0.23	0.28	1.67
1975	0.08	0.10	0.07	0.04	0.00	0.00	10.00	3.68	4.08	0.15	0.11	0.07	1.53
1974	0.12	0.08	0.07	0.03	0.01	0.02	9.82	5.78	0.42	0.73	1.16	0.09	1.53
1973	0.22	6.03	0.75	0.11	0.04	0.03	1.17	9.12	0.17	0.10	0.07	0.07	1.49
Años Secos													
2007	0.22	0.21	0.13	0.07	0.00	0.00	1.22	4.60	9.68	0.44	0.24	0.37	1.43
1987	2.12	0.67	0.83	0.06	0.05	0.04	3.55	9.00	0.23	0.13	0.13	0.14	1.41
1957	0.21	0.18	0.17	0.12	0.09	0.02	7.72	3.92	2.49	0.67	0.65	0.20	1.37
1965	0.24	0.24	0.19	0.14	0.10	0.06	1.02	4.53	3.11	0.19	0.15	3.73	1.14
2001	0.83	0.87	0.48	0.17	0.02	0.00	1.19	5.09	0.86	3.34	0.37	0.41	1.13

año	Ener o	Febrer o	Marz o	Abri l	May o	Juni o	Julio	Agost o	Septiembr e	Octubr e	Noviembr e	Diciembr e	Anual
1982	0.13	0.10	0.05	0.01	0.00	0.00	2.20	1.54	5.07	0.12	0.13	3.69	1.09
2010	0.17	0.24	0.16	0.06	0.00	0.00	3.28	3.35	3.74	0.40	0.21	0.19	0.98
2003	0.30	0.32	0.22	0.07	0.00	0.00	3.64	5.17	0.96	0.38	0.21	0.14	0.95
1947	0.56	0.23	0.22	0.11	0.07	0.02	1.14	6.14	1.19	0.11	0.13	0.14	0.84
2004	0.20	0.29	0.28	0.23	0.00	0.00	5.21	1.83	1.02	0.20	0.10	0.13	0.79
2012	0.11	0.07	0.05	0.01	0.00	0.00	0.84	6.30	0.91	0.13	0.09	0.06	0.71
1962	2.24	0.59	0.24	0.14	0.08	0.05	1.21	1.15	0.91	0.63	0.15	0.54	0.66
1999	0.24	0.18	0.13	0.06	0.00	0.00	2.50	2.66	1.11	0.26	0.14	0.19	0.62
2008	0.39	0.36	0.20	0.08	0.00	0.00	0.33	2.60	2.64	0.52	0.18	0.17	0.62
1997	0.55	0.37	0.21	0.08	0.05	0.00	1.11	1.65	1.51	0.21	0.26	1.12	0.59
2005	0.17	2.54	0.24	0.08	0.01	0.00	0.44	2.71	0.36	0.07	0.04	0.08	0.56
1972	0.34	0.16	0.10	0.06	0.04	0.05	1.54	2.64	0.50	0.46	0.15	0.17	0.52
2002	0.43	0.55	0.27	0.10	0.01	0.00	0.00	1.22	0.33	0.16	0.62	0.28	0.33
2011	0.19	0.16	0.11	0.08	0.00	0.00	0.29	1.17	0.29	0.00	0.69	0.18	0.26
2009	0.19	0.21	0.15	0.02	0.00	0.00	0.56	0.66	0.24	0.71	0.19	0.15	0.26
2013	0.08	0.09	0.10	0.02	0.00	0.00	0.37	0.38	0.42	0.01	0.00	0.02	0.12
1991	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1992	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1993	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1998	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Una vez procesada la información se procede a revisarla la propuesta por Tennant, 1976, para determinar los porcentajes de gasto ecológico que se deben de respetar, ver tabla siguiente

Tabla 36. Recomendaciones de porcentaje de caudales con objetivos ambientales relacionados (Tennant, 1976), modificado por Garcia et al.1999 y propuesto por CONAGUA, 2011

Objetivo Ambiental	Periodo			
	Estiaje		Avenida	
	%EMA	%Qmi	%EMA	%Qmi
A	30	100	60	50
B	20	80	40	40
C	15	60	30	30
D	5	40	10	20

Con esta información el cálculo del gasto ecológico queda de la siguiente manera.

Tabla 37. Cálculo del caudal ecológico

Mes	Temporada	Qi(m3/s)	Qe(m3/s)
Enero	Estiaje	2.160	0.864
Febrero	Estiaje	1.779	0.711
Marzo	Estiaje	1.021	0.408
Abril	Estiaje	0.188	0.075
Mayo	Estiaje	0.072	0.029
Junio	Estiaje	0.096	0.038
Julio	Avenidas	7.370	1.474
Agosto	Avenidas	12.591	2.518
Septiembre	Avenidas	4.375	0.875
Octubre	Avenidas	1.812	0.362
Noviembre	Avenidas	3.393	0.679
Diciembre	Estiaje	2.313	0.925

Con los datos de la tabla anterior se tienen que respetar, para considerar marcar una descarga de la presa hacia aguas abajo y mantener estos caudales calculados de manera inter anual.

IV.4 Diagnóstico Ambiental

IV.4.1 Grado de conservación y/o deterioro

De acuerdo a las características del área de influencia del proyecto y las propias del SAR (dimensión, presencia de recursos bióticos como flora y fauna, abióticos como recursos hídricos: arroyo y edafológicos, etc.), se observa que sitio de estudio presenta algunos elementos ambientales de importancia dentro del sistema ambiental, en especial la de vegetación y el escurrimiento.

Particularmente por las condiciones del escenario actual, el cual ya existía antes de considerar las actividades que se realizaran durante las etapas de construcción, operación y mantenimiento, el SAR en varias de sus partes ya ha sido modificado por la intervención humana.

Actualmente se presentan problemas de deterioro ambiental en la región (aunque no graves) como son la contaminación por residuos, la contaminación atmosférica por gases y partículas provenientes de la actividad de diversos usos de suelo en la región.

De acuerdo a los registros del total de individuos de las especies de fauna, el sitio mantiene diferentes estados de conservación, para el área del proyecto, los sitios de muestreo marcan una mejor tendencia de conservación cercana a la ubicación de la cortina (sitios 5, 6 y 7), sitios donde los registros de mastofauna, y avifauna fueron mayores. Mientras que los sitios con menor tendencia de conservación fueron los sitios 14 y 15, los cuales curiosamente se encuentran más alejados de los centros poblacionales, ya que se localiza en la parte media del trazo del proyecto, pero que en estos sitios la vegetación registrada fue mayormente arbustiva y con pocos individuos. Mientras que, para el SAR, los sitios con mayor conservación corresponden a los sitios 6, 7 y 9, donde el sitio 6 se localiza sobre el cauce del arroyo la Junta, el sitio 7 cercano a la cortina, y el sitio 9 cercano al poblado de Mazocahui, en estas zonas también las poblaciones de mastofauna y avifauna fueron mayores al resto de los sitios; por su parte, los sitios de menor

conservación en base a los registros de fauna corresponden a los sitios 15 y 19, donde el sitio 15 fue mayormente de mastofauna y el 19 de avifauna y reptiles.

Sin embargo, hay que recordar que de acuerdo al índice de Shannon-Weiner, el Sistema ambiental (Gamma), mantienen un estado de diversidad pobre, donde el estrato arbóreo tiene un índice de 1.921 con un volumen de 15.85 m³/ha R.T.A; estrato cactáceo tiene un índice de 1.6 con un volumen de 2.687 m³/ha R.T.A. y el estrato herbáceo tiene un índice de diversidad de 1.28. Por otro lado, el estrato arbustivo tiene un mejor índice de diversidad, tenido un índice moderado de 2.378, y un volumen de 6.521 m³/ha R.T.A. lo que es de esperar, ya que prevalece el uso de suelo y vegetación de tipo matorral y mezquital.

En el sitio del proyecto (Alfa), la situación no es muy diferente, siendo menos diversa que el estrato Gamma, encontrando un índice I. Shannon H para el estrato arbóreo de 1.713 y un volumen de 14.99 m³/ha R.T.A.; en el estrato arbustivo se observa un índice de diversidad de 1.467 y un volumen R.T.A de 1.05 m³/ha, el estrato cactáceo cuenta con un índice de diversidad de 1.43 y un volumen de 0.375 m³/ha R.T.A.; y el estrato herbáceo cuenta con un índice de diversidad de 0.43. En general el sitio del proyecto tiene un índice de diversidad pobre y menos abundante que el estrato Gamma.

Pese a todo lo anterior, el SAR y el predio del proyecto han sufrido pocos cambios a lo largo del tiempo, la tendencia a los terrenos de cultivo se ha mantenido bajas, en principio puede deberse a la disponibilidad del recurso hídrico. Un indicador de la calidad del suelo es la erosión eólica e hídrica, que de acuerdo al conjunto de datos erosión del suelo, escala 1:250 000 serie I continuo nacional, la erosión es baja. Los mayores cambios se han manifestado por el crecimiento de la zona periurbana.

Especies indicadoras

Se puede reconocer como bioindicadores aquellas especies centinelas (sensibles a contaminantes, a la degradación de sus hábitats o disturbios antropogénicos), pioneras (especies que colonizan ecosistemas que han sufrido perturbaciones), acumuladoras (capaces de acumular contaminantes en el interior o exterior de sus cuerpos), focales (especies que pueden reemplazar los roles de otras especies) y claves (de ellas depende la presencia o ausencia de otras especies). Actualmente no existe un bioindicador ideal es por ello que se suelen utilizar especies o grupo de especies que más convenga para llevar a cabo su evaluación.

Las especies indicadoras poseen características particulares como sensibilidad a contaminantes, distribución, abundancia, éxito reproductivo. En consecuencia, son clasificadas y se utilizan para estimar atributos de otras especies o condiciones ambientales.

Anfibios. Dentro del predio del proyecto, se registraron dos especies, lo cual talvez no es suficiente para ser considerado como un indicador, sin embargo, tomando en cuenta las dimensiones del predio del proyecto, así como su ubicación zona con climas secos y mancha suburbana, estos registros pudieran considerarse importantes, ya que aun cuando el predio del proyecto presenta cobertura vegetal, las condiciones no son las mejores para la sobrevivencia de especies de este grupo. Es importante destacar que este grupo, resulta ser susceptible a la fragmentación del hábitat, aunque algunas especies principalmente de la familia Bufonidae han desarrollado una mayor resistencia de sensibilidad a cambios, ya que se les puede observar en áreas semiurbanas y urbanas, adaptándose a un alto grado a la fragmentación. Por otro lado, la especie *Gopherus agassizi*, puede ser un mejor indicador, debido a que, al tratarse de una especie de lento desplazamiento, es más susceptible a los cambios dentro de su ecosistema y su presencia puede ser un buen indicador del estado del ecosistema.

Reptiles. Al igual que los anfibios, los reptiles son susceptibles a la fragmentación del hábitat, principalmente especies donde un solo organismo necesita de zonas amplias, como puede ser el caso de las serpientes, o aquellos organismos que requieren características muy específicas de humedad, temperatura, y radiación solar. Por ello cuando un hábitat se encuentra fuertemente fragmentado, es común la presencia y dominancia de especies generalistas, las cuales tiene un amplio grado de adaptabilidad a cambios provocados por la pérdida de cobertura vegetal principalmente por actividades de agricultura, ganadería y por la ampliación o establecimiento de urbanización. Es por ello que gran número de los registros efectuados durante el trabajo de campo correspondieron a especies consideradas como generalistas, ya que aun cuando se registraron en un sitio con cierto grado de conservación, la presencia de actividad humana es evidente, considerando tambien que las especies registradas se encuentra listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, las cuales se han adaptado a dichas condiciones.

Durante los trabajos de campo, por medio de entrevistas a personas locales se obtuvo información en cuanto al aprovechamiento de este grupo, de las especies registradas durante el trabajo de campo, en donde ninguna de ellas tiene algún tipo de consumo o algún otro tipo de aprovechamiento por parte de la población local. No se documentó ningún tipo de aprovechamiento de reptiles, pero si una fuerte repulsión a las víboras de alicante (*Crotalus atrox*), y culebras (*Masticophis (= Coluber) flagellum*). Donde, se tiene un falso conocimiento, así como temor ya que la población local piensa que todas las víboras, serpientes y/o culebras son venenosas, es por ello que por lo general son asesinadas cuando se les encuentra alguna.

Aves. Las aves al igual que los otros tres grupos de vertebrados terrestres (anfibios, reptiles y mamíferos), son un grupo que funciona como buen indicador, ya que es un grupo ampliamente estudiado, de fácil identificación, que se distribuye alrededor del mundo y son sensibles a cambios ambientales, por ello el grupo de las aves ha sido empleado como indicador biológico ampliamente estudiado.

Entre las aves más susceptibles son aquellas con hábitos solitarios como lo es el águila de cola roja (*Buteo jamaicensis*), mientras que las familias *Corvus*, *Zenaida* y la especie *Passer domesticus*, se han adaptado a la presencia humana, siendo avistados en zonas urbanas.

Mamíferos. Como ya se mencionó anteriormente, los grupos faunísticos juegan un papel esencial como indicadores, por ello los mamíferos también han sido utilizados como bioindicadores, principalmente como acumuladores de contaminantes, los cuales asimilan a lo largo del tiempo y de una determinada zona, pero a diferencia de otros grupos animales, estos resultan especialmente útiles como bioindicadores, por poseer una serie de características específicas (Tataruch y Kierdorf, 2003), las cuales se mencionan a continuación: i) se conoce más parámetros fisiológicos y alimenticios; ii) las técnicas para determinar la edad son más fidedignas; iii) el tamaño de los organismos es mayor, lo cual facilita la toma de muestras; iv) en muchos casos no es necesario sacrificarlos; debido a sus ciclos de vida largos, los efectos pueden ser más evidentes y pueden ser estudiados durante más tiempo. Bajo dichas características es evidente que no todos los mamíferos son los indicados para funcionar como acumuladores de contaminantes, los principales son los organismos de consumo primario, pero de talla grande (herbívoros grandes) como los de consumo secundario (carnívoros medianos a gran tamaño), por lo que dentro del predio del proyecto no se registró la presencia de ninguna especie grande, solo hubo registros de especies chicas (*Urocyon cinereoargenteus*) y medianas (*Canis latrans*).

Por otro lado, los herbívoros cumplen con un papel fundamental dentro de los ecosistemas, ya que son dispersores naturales de las semillas las cuales consumen y dispersan lejos del punto de consumo, un papel semejante realizan los roedores y murciélagos, además de ayudar en el control de poblaciones de insectos, lo cual ayuda a mantener un equilibrio dentro de los ecosistemas, no obstante cuando hay una reducción o pérdida del hábitat natural por efecto de la ganadería o principalmente de la agricultura, puede provocar un alza en las poblaciones, ya que

la disponibilidad de alimento incrementa, lo cual se ve como un desequilibrio. La presencia de roedores en el predio del proyecto, considerando las dimensiones de este es poca, sin embargo, no se puede descartar la presencia de más especies que estén adaptadas a las condiciones actuales de perturbación.

IV.4.2 Capacidades de respuesta ambiental del SAR

El sistema ambiental ha tenido una capacidad de respuesta ambiental buena, en tanto que la región no ha sufrido modificaciones constantes de alto impacto. Ya que las principales actividades que se desarrollan dentro del SAR son actividades agrícolas y ganaderas con expansiones ligeras teniendo en cuenta la extensión de la superficie de estudio. La fauna (aves y mamíferos) se ha mantenido con un índice de diversidad y estado moderado, presente en la mayoría de los puntos de muestreo, indicativo de que se han adaptado a las perturbaciones por la presencia de terrenos agrícolas y por la presencia de ganado bobino en los márgenes del Río Sonora.

Sin embargo hay que tener en cuenta que el Río Sonora sufrió un derrame de sustancias tóxicas en el 2014, procedente de la Mina Buenavista del Cobre, que de acuerdo al “Análisis de dispersión de metales pesados en la cuenca del Río Sonora” (IMTA, 2024), indican que aún persiste la contaminación de algunos metales pesados como el Arsénico, Cobre, Manganeseo, Níquel y Plomo en altas concentraciones, en el sentido de que no corresponden a valores normales de la geoquímica de la región. Indicativo de que, con altos valores de exposición de contaminantes, los impactos ambientales pueden persistir en el tiempo sobre la región. Si bien no se tiene registros sobre las poblaciones de flora y fauna correspondiente a la zona de estudio, se puede observar que las especies presentes se han adaptado a los cambios que se han presentado, pero siendo los más afectados las especies de anfibios, la cual podría ser la causante de la poca diversidad que se encontró en el SAR y en el sitio del proyecto.

IV.4.3 Áreas vulnerables

Para identificar aquellas áreas que son más vulnerables a los impactos ambientales, se consideró el tipo de vegetación, principalmente el mezquite por su importancia en ecosistémica, las áreas donde fueron identificadas las especies sujetas a protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010, la erosión de la zona, y los caminos y carretera que por su presencia causan efecto barrera sobre los ecosistemas.

Para ello se realizó una sobrexposición de capas vectoriales disponibles en el INEGI con el programa ArcMap Ver. 10.5, utilizando las capas topográficas H12D22, H12D23, H12D24, H12D32, H12D33 y H12D34 escala 1:1250 000; el “Conjunto de datos vectoriales de uso del suelo y vegetación. Escala 1:250 000. Serie VII. Conjunto Nacional”; el Conjunto de Datos de Erosión del Suelo, Escala 1: 250 000 Serie I Continuo Nacional; el polígono del proyecto y el SAR; y los sitios de flora y fauna donde se identificaron especies sujetas a protección.

A cada componente se le asignó un valor a criterio propio en virtud de su importancia, siendo los componentes de flora y fauna los que se consideraron con un mayor valor, ya que incluyen especies que están dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla 38. Valor porcentual para cálculo de áreas vulnerables.

COMPONENTE	%
SITIOS FAUNA	30
SITIOS FLORA	30
USO DE SUELO	10
EROSIÓN	10
CAMINOS Y CARRETERAS	10
PROYECTO	10

A cada uno de las capas antes mencionadas, a los polígonos que intersectaban con el área analizada, dentro de la tabla de atributos se agregó una nueva fila y se le asignó un valor representativo de 5 a cada polígono dentro de ella. Luego se realizó

la unión de todas las capas consideradas, posteriormente dentro de la tabla de atributos de este Layer creado, en una fila nueva fila nombrada “AV” con la ayuda de la herramienta Field Calculator, se realizó la operación para realizar los cálculos para obtener las áreas vulnerables en donde los factores son más acumulativos.

La fórmula consiste en multiplicar cada una de las capas con su valor porcentual correspondiente de la tabla 38, y sumar los resultados.

$$AV = \text{SITIOS FAUNA} \times 0.3 + \text{SITIOS FLORA} \times 0.3 + \text{USO DE SUELO} \times 0.1 + \text{EROSIÓN} \times 0.1 + \text{CAMINOS Y CARRETERAS} \times 0.1 + \text{PROYECTO} \times 0.1$$

AV: Áreas vulnerables

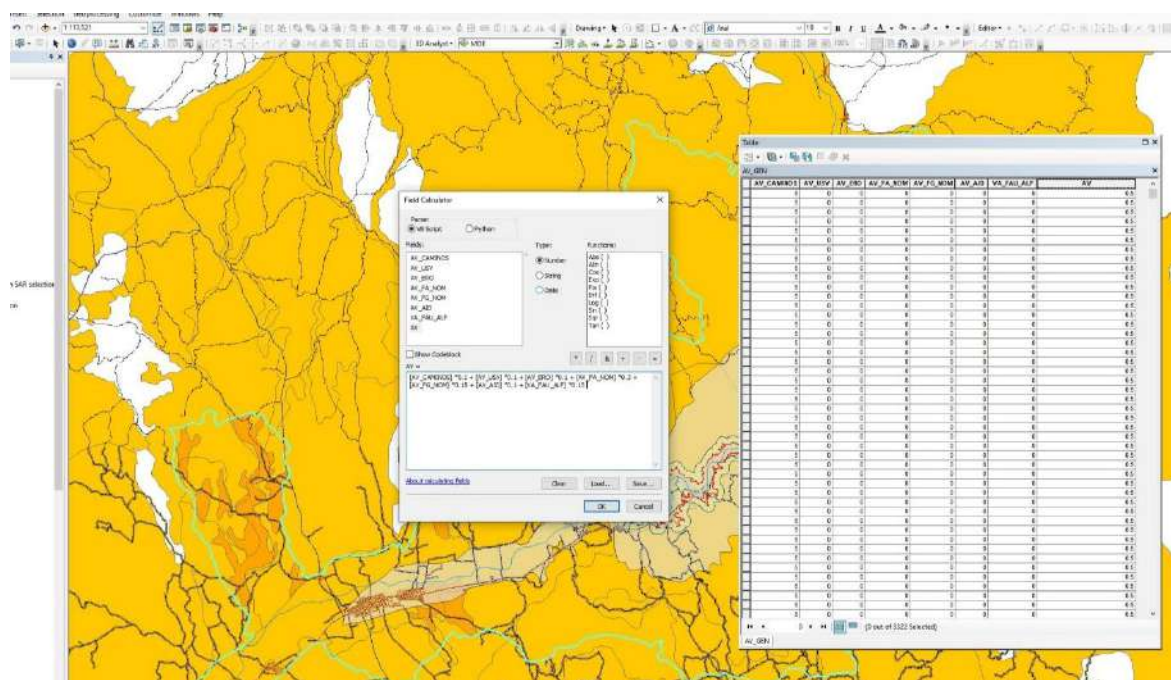


Figura 43. Calculo de AV para el proyecto.

Resultados

Los resultados obtenidos, nos indican que, por los efectos acumulativos dentro del área de estudio, provocan la existen áreas más vulnerables.

Considerando una escala de 1 al 5, donde 1 son áreas menos vulnerables y 5 áreas con mayor grado de vulnerabilidad.

Tabla 39. Grado de vulnerabilidad

Valor	Grado
1-2	Bajo
3-4	Medio
5	Alto

Los sitios con grado de vulnerabilidad bajo son los correspondientes a los sitios de muestreo de fauna Alfa 20, 7, 4, 5, 6, 18, 1, 2, 8, 10, 11, 12, 14, 16, 3 y 19; los sitios de muestreo flora Alfa 267, 206, 212, 83, 90 y las zonas de intersección entre la carretera Fed. 14 y el embalse del proyecto. Por su parte, los sitios con una vulnerabilidad media son más puntuales, localizando se en los sitios de muestreo flora Alfa 242, 202, 221, 81, 216, 193, y el sitio de muestreo 17 del componente Fauna Alfa. Ver **Figura 44**.

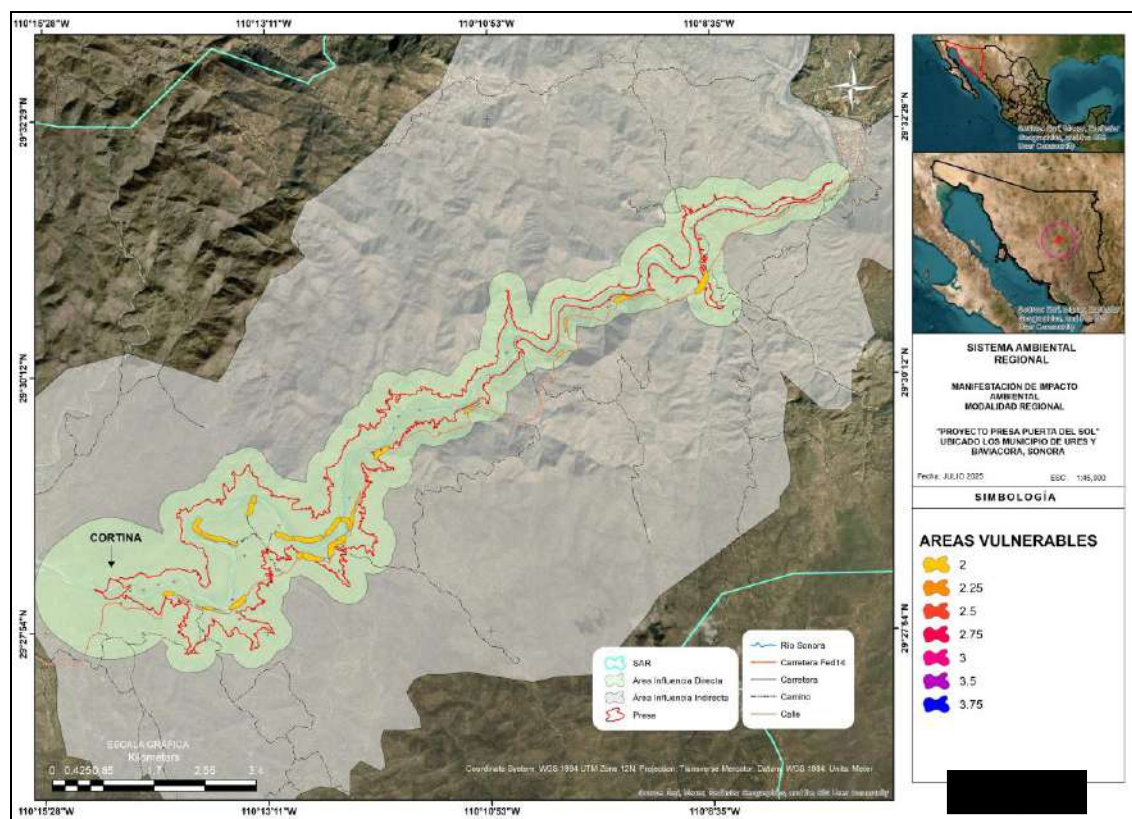


Figura 44. Áreas vulnerables por la ejecución del proyecto.

Se puede observar que las áreas mal vulnerables se localizan en las superficies donde se encontraron especies sujetas a protección, por lo que aplicar las medidas de mitigación y la aplicación del programa de ayuntamiento y rescate de fauna, así como el programa de rescate de germoplasma, será parte primordial para evitar que los efectos negativos y acumulativos por la ejecución del proyecto, afecten negativamente a los ecosistemas que se encuentran en la región. Por otro lado, las superficies correspondientes a los tramos carreteros que serán afectados por el embalse de la presa, como se mencionó anteriormente, se realizará un estudio específico para la modificación del trazo de esta carretera.

IV.4.4 Índice de vulnerabilidad

Para estimar el índice de la vulnerabilidad que presenta el sitio en donde se llevará a cabo el proyecto, obtuvo mediante una serie de variables que permiten jerarquizar los sitios o áreas. Dentro de los parámetros utilizados, se incluyeron fenómenos meteorológicos, entre ellos el índice de peligro por inundación, el grado de peligro por sequía, el grado de riesgo por ciclones tropicales, y el grado de riesgo por bajas temperaturas; para integrar la variable de geomorfología, se utilizó la variable de pendiente de terreno; así mismo, por su interacción, se incluyeron las superficies del Sistema Ambiental Regional y el Área de Influencia Indirecta.

Para su análisis, se utilizó una escala de fácil interpretación, utilizando valores que van del 1 al 5, con grados de vulnerabilidad de muy bajo a muy alto.

Tabla 40. Índice de vulnerabilidad

Grado	Índice
Muy bajo	1
Bajo	2
Medio	3
Alto	4
Muy alto	5

El primer paso consistió en realizar la unión de las capas de los fenómenos meteorológicos antes mencionados, para luego establecer los valores índices de grado de peligro por fenómenos meteorológicos, para ello se realizó una interpolación de datos en el programa ArcMap Ver 10.5 en base a la tabla 2 que se incluye en el documento “Identificación de peligros y riesgos a nivel municipal que permita contar con información básica para el desarrollo posterior de atlas municipales en todo el país. Tema inundaciones” del CENAPRED (2021). Obteniendo un índice de 2 en las fracciones que corresponden a los municipios de Ures y Baviácora, y un índice de 1.75 en la fracción del municipio de Moctezuma.

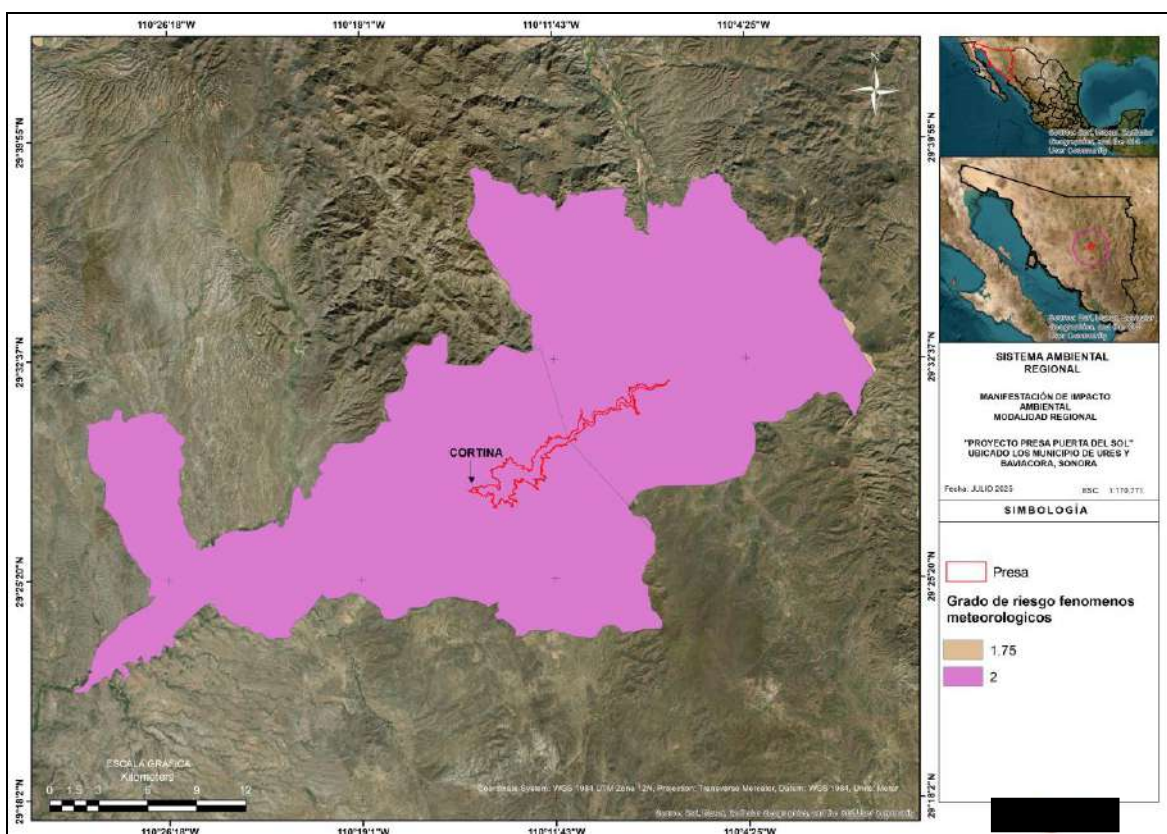


Figura 45. Índice de grado de peligro por fenómenos meteorológicos.

Para obtener el valor de la pendiente, se utilizó el Modelo Digital de Elevación que se obtuvo con anterioridad. Se utilizó la función Slope del programa ArcMap Ver.10.5 para obtener la pendiente en grados, luego se realizó la reclasificación para obtener una clasificación de los rangos del pendiente como se muestran a continuación.

Old values	New values
0 - 5	1
5 - 15	2
15 - 25	3
25 - 45	4
45 - 65.072594	5
NoData	NoData

Como se puede observar en la tabla anterior, el SAR tiene pendientes que van de 0 a 65 grados de inclinación. De acuerdo a la figura siguiente, las menores pendientes se presentan aguas debajo de la cortina, por su parte las mayores pendientes son coincidentes con el sistema de topo formas de lomeríos y sierras.

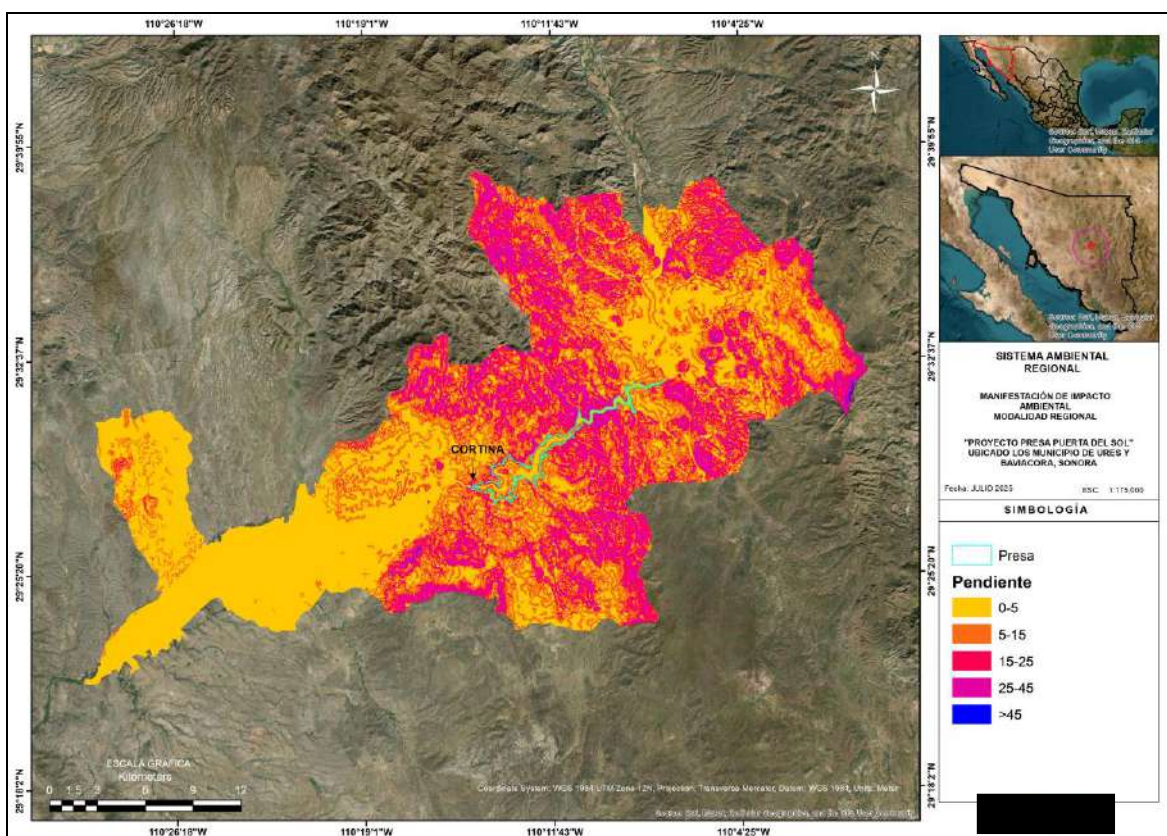


Figura 46. Pendientes en el SAR.

Se hizo la unión de los polígonos del SAR, el AII y el polígono de la presa, donde a cada uno se le asignó un valor de 5 por su relación directa con el proyecto,

posteriormente se utilizó la herramienta field calculator haciendo una multiplicación de los valores asignados. se obtuvo un índice de 2 para el SAR y 3 para el AI y el trazo del proyecto.

Para el cálculo del índice de vulnerabilidad se utilizó una variante de la ecuación del índice de vulnerabilidad social incluida en el documento “índice de vulnerabilidad Social” (2017).

Al realizar la conversión de acuerdo a las necesidades del proyecto la ecuación queda como:

$$IV=(0.5)GRM+(0.3)VP+(0.2)VS$$

Donde

IV: índice de vulnerabilidad

GRM: grado de riesgo por fenómenos meteorológicos

VP: valor clasificación de la pendiente

VS: valor de superficie a evaluar

Resultados

De acuerdo a los resultados obtenidos en la valoración del índice de vulnerabilidad, se obtuvo que para el Sistema Ambiental Regional prevalece un índice de vulnerabilidad que va de **muy bajo a medo**.

Los valores medios se focalizan en las secciones cercanas al vaso del proyecto, en donde las pendientes son mayores y donde hubieron menores registros de vegetación, también se observa este índice cercano a la población de Mazocahui, y zonas dispersas cercanas a la cortina de la presa, que coincidiría en parte sobre el trazo de la carretera federal 14.

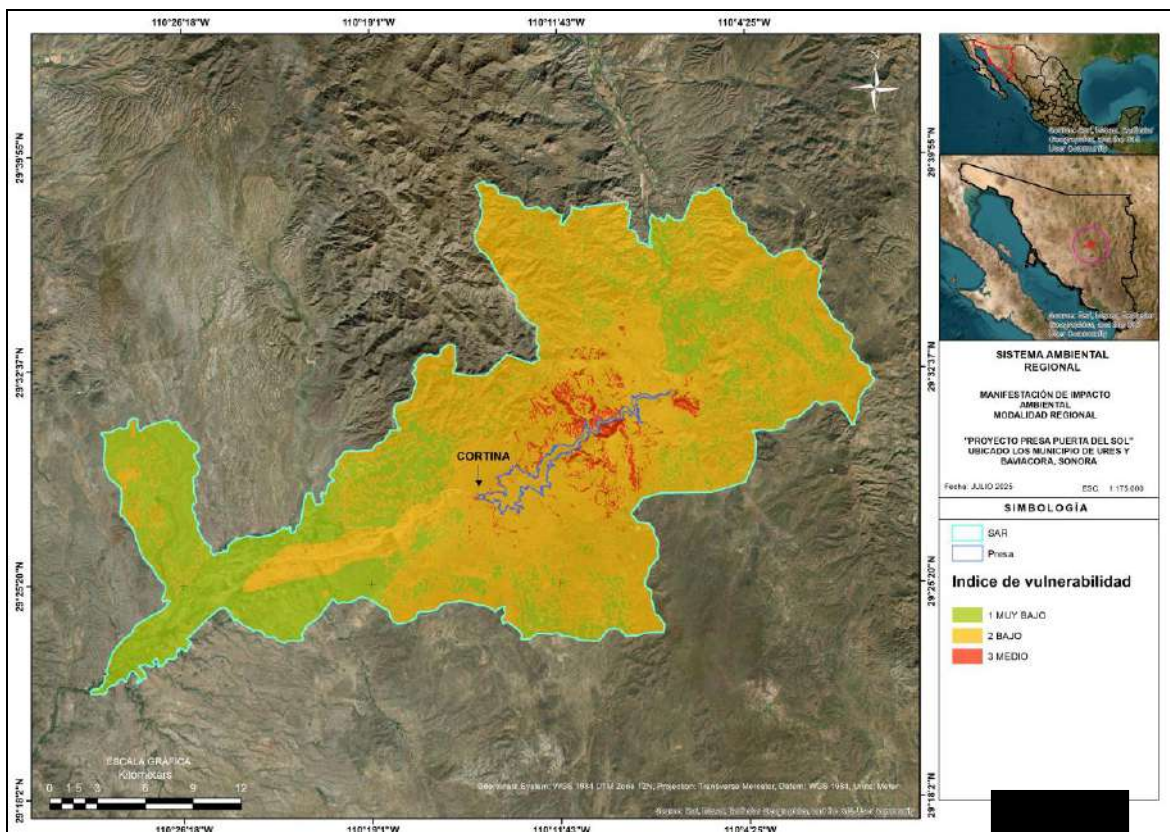


Figura 47. Índice de vulnerabilidad en el Sistema Ambiental Regional.

Por su parte, como se observa en la figura anterior, el índice de mayor frecuencia corresponde al índice medio, el proyecto y el área de influencia indirecta se encuentran en esta clasificación, también se distribuye sobre las áreas donde los cauces de los arroyos desembocan directamente sobre el vaso del proyecto.

Finalmente, en su mayoría las áreas que quedan fuera del área de influencia indirecta, tienen un índice de vulnerabilidad bajo. Por lo que en estas regiones el riesgo por la ejecución del proyecto son menores

IV.4.5 Grado de vulnerabilidad del SAR

De acuerdo con la Ley General de Cambio Climático la vulnerabilidad se define como “el grado en que los sistemas pueden verse afectados adversamente por el cambio climático, dependiendo de si éstos son capaces o incapaces de afrontar los impactos negativos del cambio climático, incluyendo la variabilidad climática y los

eventos extremos”. La vulnerabilidad no sólo depende de las condiciones climáticas adversas, sino también de la capacidad de la sociedad de anticiparse, enfrentar, resistir y recuperarse de un determinado impacto.

La vulnerabilidad está en función del carácter, magnitud y velocidad de la variación climática a la que se encuentra expuesto un sistema, su sensibilidad y su capacidad adaptativa (IPCC, 2007; LGCC, 2012):

$$V=E+S-CA$$

Donde:

E = Exposición: Amenazas climáticas que afectan al objeto vulnerable (actual y futura).

S = Sensibilidad: Condiciones susceptibles del objeto vulnerable.

CA= Capacidad Adaptativa: Capacidades institucionales para atender los impactos potenciales del cambio climático.

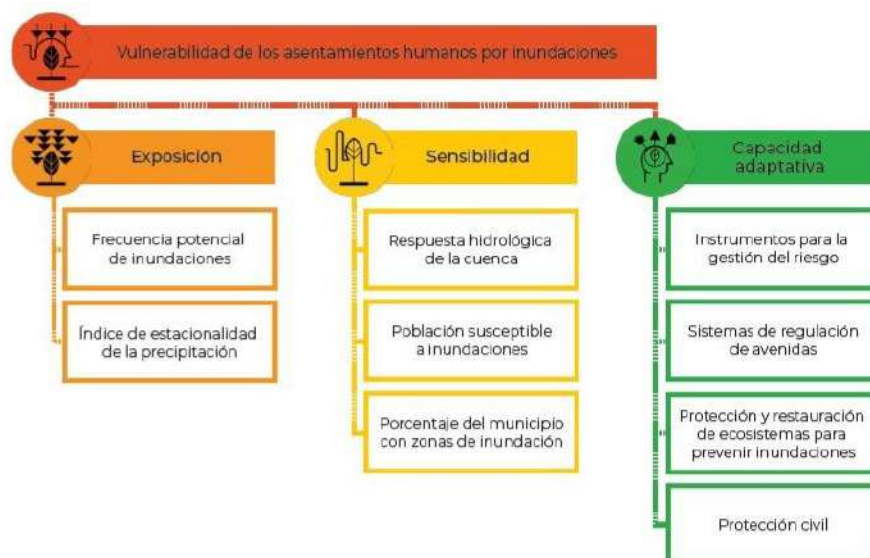
Por la ubicación del SAR, se consultó el Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático (ANVCC) para los municipios de Ures y Baviácora. En donde el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) muestra resultados de los escenarios RCP²4.5 y RCP8.5, lo cual se traduce en tener un escenario de estabilización media y un escenario de altas emisiones, respectivamente. Debido a la naturaleza del proyecto, se consultó la vulnerabilidad a la población al potencial de dengue, a la vulnerabilidad de los asentamientos humanos por inundaciones y deslaves.

Vulnerabilidad de los asentamientos humanos por inundaciones

De manera natural las inundaciones ocurren en el territorio, sin embargo, cuando los asentamientos humanos o las zonas de actividad productiva están involucrados, éstas pueden afectar las vidas humanas y las propiedades (Rodríguez-Vázquez, 2012). Las inundaciones generan el mayor número de devastaciones y pérdidas

² Representative Concentration Pathways/ Trayectorias de Concentraciones Representativas

económicas a nivel global; en 2012, afectaron a 178 millones de personas, lo que las cataloga como los eventos extremos más frecuentes (Cavazos, 2015). De acuerdo con cifras del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), del total de la estimación de pérdidas y daños reportada por eventos extremos, el 62% (10 678 millones de pesos) correspondió a lluvias e inundaciones (Cavazos, 2015). Tan sólo en 2007, las inundaciones en Tabasco ocasionaron en conjunto daños y pérdidas que ascendieron a 3 100 millones de dólares. La vivienda fue el rubro con mayores mermas, con una afectación en 123 mil viviendas (CEPAL, 2008).



Gráfica 22. Configuración de índices inundación

Fuente: INECC

EXPOSICIÓN

Frecuencia potencial de inundaciones

El Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), en conjunto con la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), determinaron los umbrales de precipitación puntuales con duración de 12 horas y periodo de retorno de 5 años a escala municipal. Este umbral es útil para alertar a los municipios de la posible ocurrencia de una inundación en su territorio.

Índice de la estacionalidad de la precipitación

Los municipios donde el régimen de lluvias se concentra en pocos meses son más susceptibles a inundaciones, porque hay un mayor número de eventos continuos de precipitación, los cuales se acumulan exponiendo a la población a avenidas súbitas de agua de lluvia por escurrimiento.

SENSIBILIDAD

Respuesta hídrica de la cuenca

Considera el impacto de los procesos de regulación de inundaciones de las cuencas en la población ubicada en zonas inundables.

Población susceptible a inundaciones

Debido al crecimiento poblacional, los asentamientos humanos suelen establecerse en zonas no aptas para habitar, por lo tanto, son susceptibles a eventos hidrometeorológicos extremos, como las inundaciones ocasionadas por precipitaciones intensas y/o frecuentes.

Porcentaje del municipio con zonas de inundación

Se considera que, a mayor área de un municipio en zonas susceptibles a inundaciones, se tiene mayor potencial a que la población resulte afectada. Entre mayor sea el porcentaje de área susceptible a inundación mayor será su sensibilidad.

CAPACIDAD ADAPTATIVA

Instrumentos para la gestión de riesgos

La gestión del riesgo implica conocer los peligros a los que se está expuesto ante la variabilidad climática y el cambio climático, además permite integrar los mecanismos para afrontar los desafíos que conllevan los desastres asociados. Por lo tanto, el criterio de presencia de instrumentos para la gestión del riesgo, que toma en cuenta la formulación de planes y programas dirigidos a implementar medidas de prevención ante inundaciones, incrementa las capacidades de prevención y reacción ante estos eventos (Ulloa, 2011).

Sistema de regulación de avenidas

Las presas de control de avenidas funcionan como una especie de sistema de control y monitoreo, ya que se diseñan con el propósito de que siempre permanezcan vacías excepto durante los periodos relativamente cortos en que ocurren las avenidas ordinarias (horas), cuando los ingresos de agua al embalse (vacío) se regulan en el mismo y se desfogan a través de la obra de control. La capacidad máxima de descarga de la obra de control no debe exceder la capacidad máxima del cauce aguas abajo.

Protección y restauración de ecosistemas para prevenir inundaciones

Entre los instrumentos de conservación se cuentan con las Áreas Naturales Protegidas (ANP) y los Programas de Pagos por Servicios Ambientales (PSA). Estos programas proveen dos beneficios importantes ante la problemática de las inundaciones, los cuales son la infiltración del agua y el control de las inundaciones (OEA, 2008).

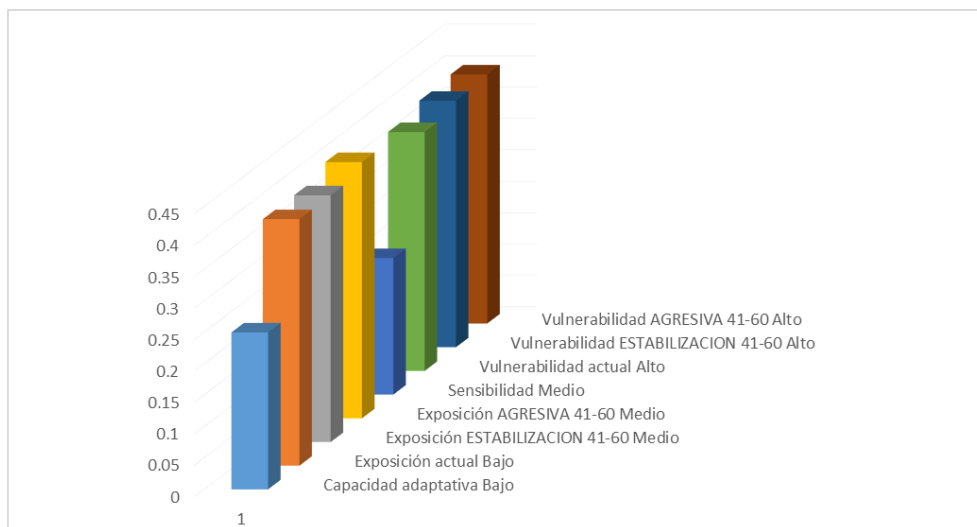
Protección civil

La existencia de unidades de protección civil, así como la capacitación en este rubro, permiten hacer frente a los efectos adversos de los desastres por fenómenos naturales y especialmente por inundaciones; al tener un personal mejor capacitado se podrá dar una mejor respuesta ante emergencias (OCDE, 2013). Los programas de protección civil o planes de contingencia con los que cuentan los municipios y las alcaldías, inciden en el aumento de la capacidad de respuesta ante inundaciones.

Vulnerabilidad Ures y Baviácora

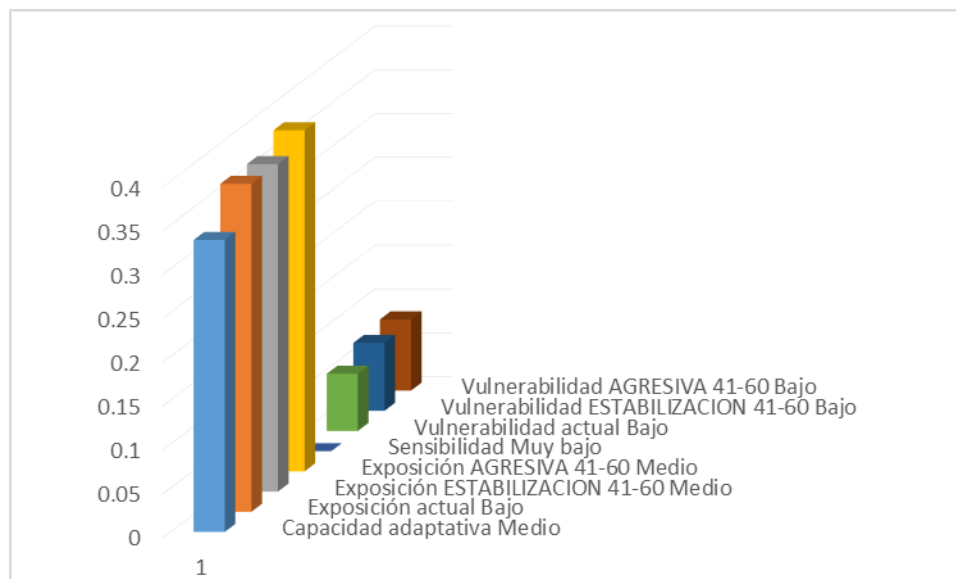
De acuerdo a los datos del INECC, el municipio de Ures tiene una vulnerabilidad por inundaciones actual Alta; con una proyección al periodo 2041-2060 al escenario de estabilización (RCP4.5) Alto, y un escenario agresivo (RCP8.5) Alto. Por otro lado, muestra una capacidad adaptativa Baja, con una exposición actual Baja y una

sensibilidad Media. Por lo que se puede observar que, para el municipio de Ures, aunque se tenga una vulnerabilidad alta, actualmente no se cuentan con los mecanismos óptimos para prevenir los posibles riesgos de inundación en los centros poblacionales.



Gráfica 23. Características generales de vulnerabilidad, INUNDACIONES (URES)

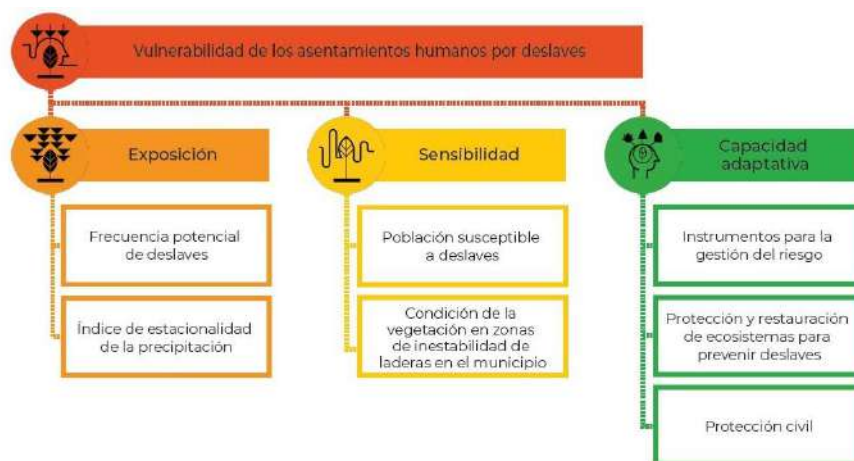
Para el municipio de Baviácora, se tiene una vulnerabilidad por inundaciones actual Bajo; con una proyección al periodo 2041-2060 al escenario de estabilización (RCP4.5) Bajo, y un escenario agresivo (RCP8.5) Bajo. Por otro lado, muestra una capacidad adaptativa Media, con una exposición actual Baja y una sensibilidad Muy Baja. Al contrario de Ures, Baviácora tienen una mejor capacidad de respuesta ante inundaciones, su ubicación geográfica y la topoforma, son componentes que influyen en su nivel de vulnerabilidad.



Gráfica 24. Características generales de vulnerabilidad, INUNDACIONES (BAVIÁCORA)

Vulnerabilidad de los asentamientos por deslaves

Una de las causas que contribuye a los deslaves son las precipitaciones intensas y prolongadas, debido a que saturan el terreno, aumentan el peso volumétrico del suelo y reducen la resistencia al esfuerzo cortante de los suelos (NASA, s/f; CENAPRED, 2004). Los deslaves arrastran grandes cantidades de rocas, tierra y escombros pesados, materiales que durante un impacto tienen la capacidad de provocar daños a infraestructura, viviendas e incluso cobrar vidas humanas. Las comunidades que se encuentran al pie o sobre las laderas y montañas (en zonas urbanas o rurales) tienen un mayor riesgo por este tipo de deslizamientos (EE, s/f). En México, los deslaves han causado cuantiosos daños materiales y han cobrado cientos de vidas humanas, especialmente en los estados de Baja California, Chiapas, Colima, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Puebla y Veracruz (CENAPRED, 2004).



Gráfica 25. Configuración de índices deslizaves

Fuente: INECC

EXPOSICIÓN

Frecuencia potencial de deslizaves

Para poder identificar municipios con potencial de deslizaves por precipitación, la subdirección de dinámica de suelos y procesos gravitacionales del Centro Nacional para la Prevención de Desastres (CENAPRED) realizó un análisis de umbrales de lluvia que detonan deslizaves, en el cual observaron una relación entre la lluvia acumulada y el promedio anual de precipitación aproximada de 0.244. La cantidad total varía entre regiones: 370 mm para el Pacífico, 340 mm para el Golfo y 35 mm para el norte de Baja California (Domínguez *et al.*, 2016), las cuales se usaron para definir la escala de peligro por deslizaves.

Índice de estacionalidad de la precipitación

La precipitación tiene un patrón de estacionalidad, por lo que se puede dividir entre meses secos y meses húmedos; en México, la temporada de lluvias, en promedio, se registra de mayo a octubre (Méndez *et al.*, 2008). Los municipios donde el régimen de lluvias se concentra en pocos meses son más susceptibles a deslizaves, porque hay un mayor número de eventos continuos de precipitación, los cuales se acumulan y saturan el suelo, lo que puede ocasionar deslizaves en terrenos de pendientes prolongadas y con presencia de asentamientos humanos.

SENSIBILIDAD

Población susceptible a deslaves

Los deslaves son de alta preocupación cuando hay asentamientos humanos en zonas inestables, por lo tanto, es importante establecer cuánta población puede ser afectada por este tipo de eventos. Las comunidades que se encuentran al pie o sobre las laderas y montañas (en zonas urbanas o rurales) tienen un mayor riesgo por deslaves (EE, s/f). Este tipo de eventos genera pérdidas de vidas humanas e infraestructura, por lo tanto, es necesario identificar las poblaciones que se encuentran en las zonas susceptibles a deslaves.

Condición de la vegetación en zonas de inestabilidad de laderas en el municipio

Hay varios estudios en los que la vegetación juega un rol importante para determinar la ocurrencia de deslaves (Kirschbaum, Stanley, y Yatheendradas, 2016; Peduzzi, 2010; Petley *et al.*, 2007; Stanley y Kirschbaum, 2017; Van Beek y Van Asch, 2004). La vegetación intercepta la precipitación antes de que alcance la superficie del suelo, la mayor parte de esta precipitación se evapora a la atmósfera y la que llega al suelo se puede infiltrar por el efecto de las raíces, mismas que mantienen la estructura de los suelos para evitar la erosión.

CAPACIDAD ADAPTATIVA

Instrumentos para la gestión de riesgos

Los deslaves, ocasionados por precipitaciones intensas, causan daños y pérdidas por lo que adquieren una connotación de peligrosidad, la cual es importante cuando se involucran los asentamientos humanos ubicados en áreas vulnerables de potencial afectación (Narváez *et al.*, 2009). Para afrontar los desafíos que conllevan los desastres asociados a deslaves es necesario integrar mecanismos de gestión del riesgo. En este sentido, los instrumentos para la gestión del riesgo, son importantes porque consideran la formulación de planes y programas dirigidos a implementar medidas de prevención y respuesta ante posibles desastres. Por lo que es fundamental el fortalecimiento de las capacidades de los municipios en materia de prevención de riesgos, a través de obras y acciones que reduzcan la

vulnerabilidad de la población ante los desastres provocados por eventos como los deslaves (Ulloa, 2011).

Protección y restauración de los ecosistemas ara prevenir deslaves

Los programas de conservación son importantes para el cuidado y la protección de las áreas cuyas características no han sido modificadas esencialmente, y que contribuyen al equilibrio y continuidad de los procesos ecológicos (OEA, 2008). Por ejemplo, los bosques y las selvas ayudan a conservar y proteger las zonas expuestas a precipitaciones. Las raíces profundas de los árboles funcionan mucho mejor que otro tipo de vegetación para prevenir deslaves (Manson, 2004), porque pueden estabilizar el terreno sobre todo en terrenos de laderas.

Protección civil

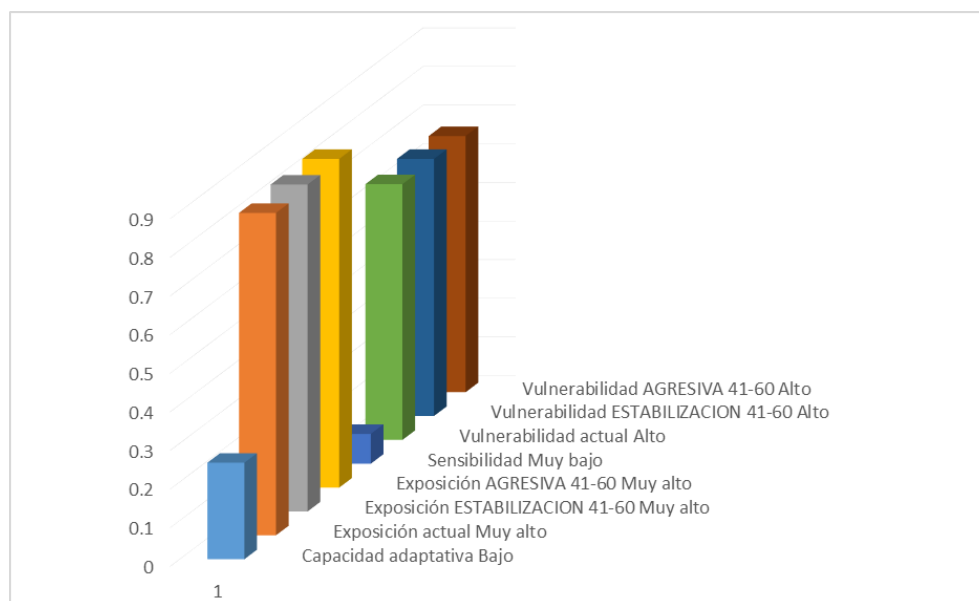
La existencia de unidades de protección civil y la capacitación en este rubro permite hacer frente a los efectos adversos de los desastres por fenómenos naturales y especialmente por deslaves; al contar con personal capacitado es posible dar una mejor respuesta ante las emergencias (OCDE, 2013). Asimismo, los programas de protección civil o planes de contingencia con los que cuentan los municipios y las alcaldías inciden en el aumento de la capacidad de respuesta ante deslaves.

Vulnerabilidad Ures y Baviácora

De acuerdo a los datos del INECC, el municipio de Ures tiene una vulnerabilidad por deslaves actual Alta; con una proyección al periodo 2041-2060 al escenario de estabilización (RCP4.5) Alto, y un escenario agresivo (RCP8.5) Alto. Se observa que, entre la condición de vulnerabilidad actual y un escenario extremo, la vulnerabilidad se mantiene dentro del mismo rango.

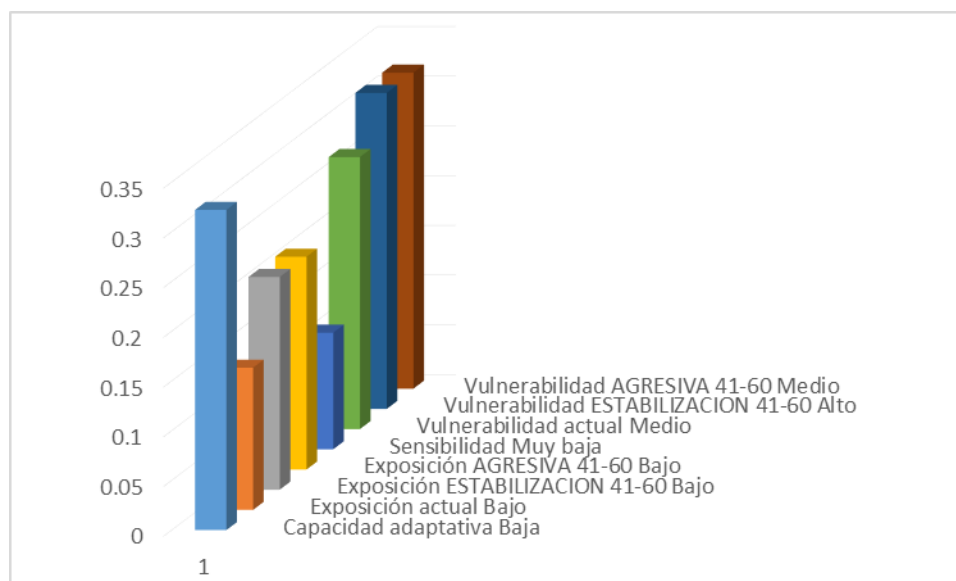
Por otro lado, muestra una capacidad adaptativa Baja, con una exposición actual Muy Alto y una sensibilidad Muy Bajo. Se puede observar también una relación

intrínseca en cuanto a la capacidad adaptativa igual a la vulnerabilidad por inundación.



Gráfica 26. Características generales de vulnerabilidad, DESLAVES (URES)

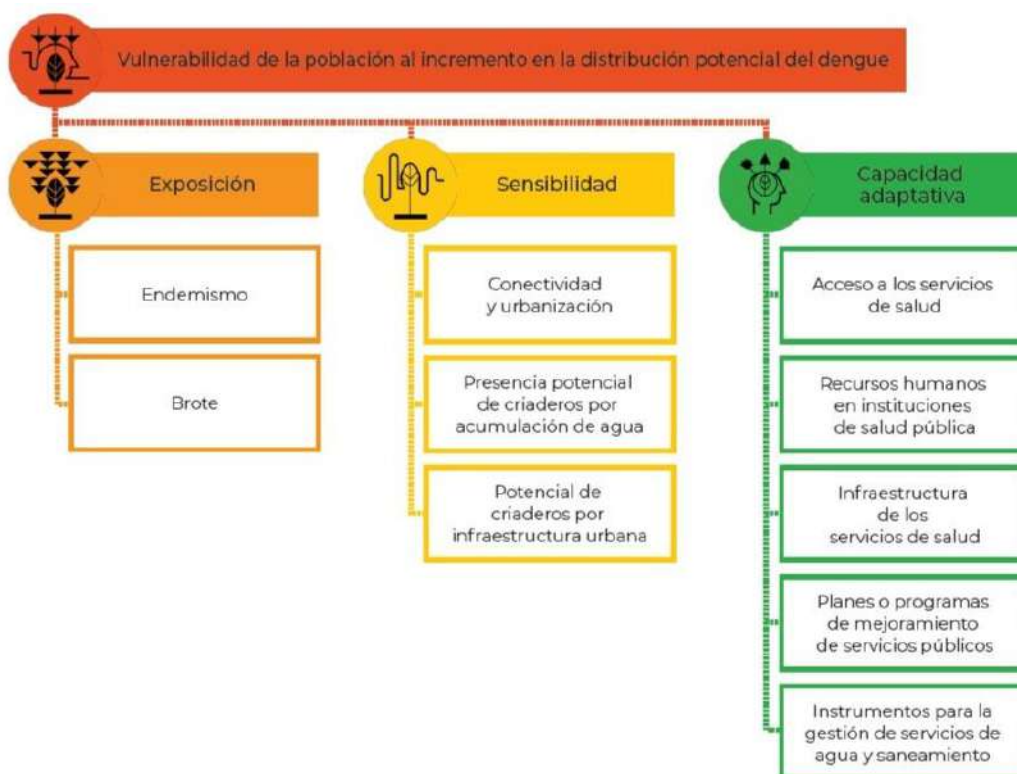
Para el municipio de Baviácora, muestra una capacidad adaptativa Baja, con una exposición actual Baja y una sensibilidad Muy Baja. Se tiene una vulnerabilidad por deslaves actual Baja; con una proyección al periodo 2041-2060 al escenario de estabilización (RCP4.5) Alto, y un escenario agresivo (RCP8.5) Medio. En el sitio que caracteriza el trazo del proyecto, no se observaron deslaves preocupantes, principalmente se debe al tipo de suelo y a la geología, el cual presenta un umbral pedregoso, y la vegetación cumple un papel muy importante, ya que retiene los suelos. Pese a ello se deberá considerar realizar acciones de estabilización de laderas y cárcavas para evitar deslizamientos de suelo.



Gráfica 27. Características generales de vulnerabilidad, DESLAVES (BAVIÁCORA)

Vulnerabilidad de la población al incremento en la distribución potencial del dengue

El dengue es una enfermedad causada por un virus que pertenece a la familia *Flaviviridae*. Es un arbovirus (Arthropod-Borne-Virus), es decir que es transmitido por artrópodos, a través de una picadura por mosquitos del género *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus*. Las zonas aptas para su desarrollo son los climas tropicales y subtropicales (Uribarren Berrueta, 2018; OMS, 2017; Dantés *et al.*, 2014), donde las heladas o el frío prolongado no mata a los transmisores ni daña a los huevos depositados o a las larvas durante el invierno (Githeko *et al.*, 2001). La variabilidad del clima puede acelerar la proliferación del virus, ya que variables como la temperatura y la precipitación afectan la distribución y abundancia de la enfermedad, a través de impactos biofísicos sobre el vector y el virus (Githeko *et al.*, 2001; Butterworth *et al.*, 2017).



Gráfica 28. Configuración de índices potencial dengue

Fuente: INECC

EXPOSICIÓN

Endemismo

América Latina, el Sureste de Asia y África Central son consideradas como regiones endémicas del dengue, afectando a grandes y pequeñas ciudades (Gubler, 2002; Hota, 2014). Las temperaturas cálidas, altos niveles de precipitación y humedad son condiciones características y propicias para el desarrollo del dengue, puesto que en latitudes altas donde las temperaturas son más frías o frescas la ovoposición es baja, además de que las larvas y huevecillos de los mosquitos no logran desarrollarse (Gubler, 2002; Hota, 2014; Estallo *et al.*, 2011). El factor endémico de la enfermedad juega un papel fundamental, ya que siempre pueden existir las condiciones latentes; sin embargo, es posible evitar los brotes con medidas de prevención.

Brote

Los periodos cálidos prolongados y la elevación de la precipitación acumulada son importantes precursores del brote de dengue (Banu *et al.*, 2011). De acuerdo con Sarfraz *et al.* (2014), los brotes de dengue (no sólo la presencia) tienen una mayor relación con el incremento de temperatura (máxima, mínima y media) que con la precipitación.

Además, en aquellos lugares donde se tiene una tendencia de incremento de temperatura es posible que la estacionalidad del vector se amplíe, es decir, que no sólo se presente en condiciones de meses cálidos (verano), sino que se pueda extender al invierno, por la ocurrencia de temperaturas más cálidas (Hales *et al.*, 2002).

SENSIBILIDAD

Conectividad y urbanización

la propagación del dengue en áreas urbanas se facilita debido a la movilidad humana; ya que la gente puede trasladarse libremente en grandes distancias comparadas con las que mosquitos pueden recorrer para esparcir la enfermedad. Incluso cuando una persona es picada por otros mosquitos, la enfermedad puede propagarse nuevamente (Abeyrathna *et al.*, 2016).

Potencial de criaderos por acumulación de agua

Los mosquitos prefieren las aguas tranquilas para desovar, por lo tanto, el agua acumulada en cualquier lugar disponible propicia su desarrollo (Johnsen, 2010). Los huevecillos necesitan estar sumergidos para desarrollarse, pero pueden sobrevivir por meses sin agua.

Potencial de criaderos por infraestructura urbana

El rápido crecimiento urbano y la nula regulación pueden desencadenar una falta de servicios públicos, por lo tanto, una mayor proliferación del vector de dengue en dichas poblaciones. La falta de agua entubada en las viviendas es un detonante, ya

que la población almacena agua en todo tipo de contenedores, los cuales son lugares donde los mosquitos pueden desovar y desarrollarse (Knudsen y Slooff, 1992).

CAPACIDAD ADAPTATIVA

Acceso a los servicios de salud

La población que tenga derecho a los servicios públicos de salud, enfrentará de una manera más satisfactoria los contagios por dengue, porque dispondrá de atención médica oportuna.

Recursos humanos en instituciones de salud pública

En la detección y el manejo del dengue se deben tener buenos servicios clínicos en todos los niveles, lo más importante es contar con el número de médicos y enfermeras suficiente. Una pronta atención y un diagnóstico oportuno de la enfermedad ayudarán en el tratamiento y en el manejo de la enfermedad, promoviendo así la recuperación del paciente (WHO, 2009).

Los lugares que no tienen o no cuentan con suficientes servicios de salud, no tendrán la suficiente capacidad adaptativa para enfrentar la ocurrencia de dengue.

Infraestructura de los servicios de salud

La disponibilidad de unidades médicas es uno de los elementos esenciales para prestar un servicio de salud a la población. La precariedad de la disponibilidad de infraestructura médica y su distribución dispareja implica desigualdad en el acceso a los servicios de salud, e incluso que amplios grupos de población se encuentren excluidos de ellos (Lavielle, s/f).

Planes o programas de mejoramiento de servicios públicos

Ante la problemática del dengue, los municipios deben contar con medidas ambientales para la reducción de criaderos de mosquitos, es necesario mejorar, mantener o bien generar servicios adecuados de agua potable y saneamiento, y de

manejo de residuos sólidos para tener entornos limpios y libres de criaderos. El abastecimiento de agua es esencial para prevenir el dengue, ya que la escasez del líquido obliga a la gente a almacenarlo en depósitos, los cuales pueden convertirse en criaderos. De la misma manera, acumular residuos sólidos de forma inadecuada también propicia la retención de agua y por tanto la propagación de criaderos (Secretaría de Salud, 2014).

Instrumentos para la gestión de servicios de agua y saneamiento

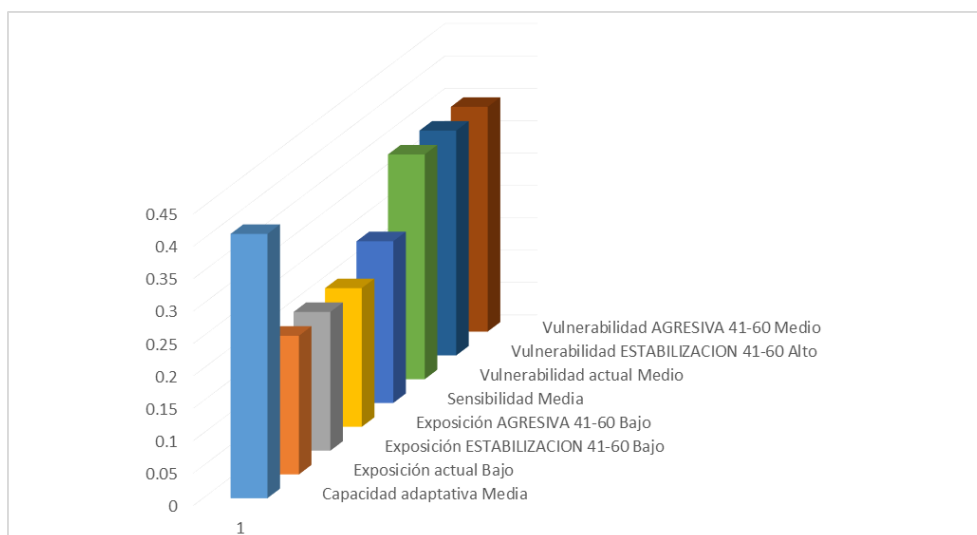
La falta de agua entubada en las viviendas obliga a sus habitantes a acarrearla, crear pozos artesianos y almacenarla en contenedores; la falta de drenaje genera la contaminación de cauces de agua superficial y la acumulación de desechos orgánicos, incluso las fugas en el sistema de agua entubada no sólo favorecen la escasez del líquido, sino también el encharcamiento; condiciones que favorecen la proliferación de enfermedades transmitidas por vector, como el dengue. Como el agua es un bien público, implica que el Estado está obligado a definir políticas públicas que aseguren el abasto de los usuarios en cada una de sus necesidades. De esta manera se garantiza el acceso a los servicios básicos, los cuales generan bienestar en el ambiente y la población, tanto en zonas urbanas como rurales (Hernández, 2007).

Vulnerabilidad Ures y Baviácora

De acuerdo a los datos del INECC, el municipio de Ures tiene una vulnerabilidad por vector dengue actual Media; con una proyección al periodo 2041-2060 al escenario de estabilización (RCP4.5) Alto, y un escenario agresivo (RCP8.5) Medio. Se observa que, entre la condición de vulnerabilidad actual y un escenario extremo, la vulnerabilidad se mantiene dentro del mismo rango.

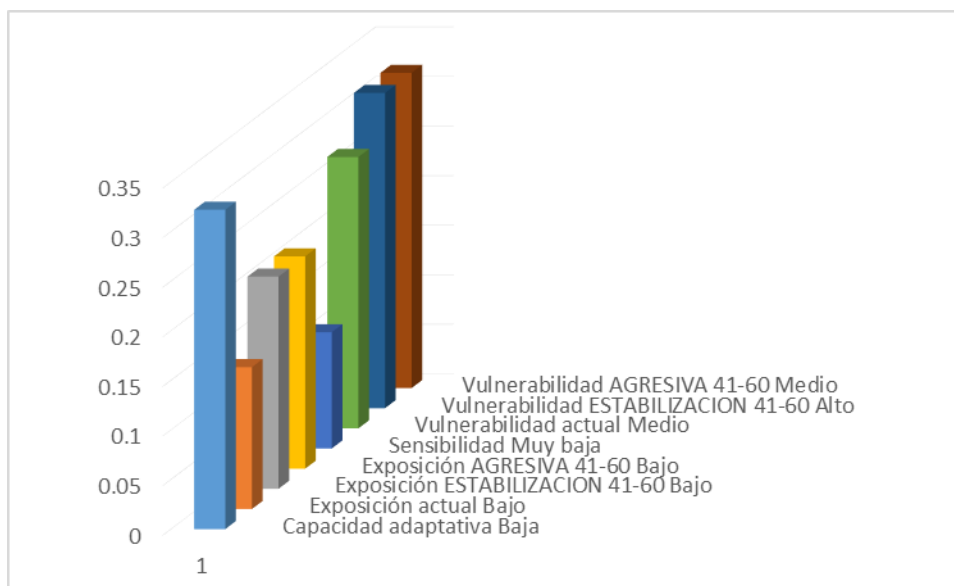
Por otro lado, el municipio muestra una capacidad adaptativa Media, con una exposición actual Muy Bajo y una sensibilidad Media. Se observa que el municipio mantiene una capacidad de respuesta media, por lo que para el almacenamiento de

agua en la presa se deberán adoptar medidas para prevenir el aumento en la vulnerabilidad por el vector dengue.



Gráfica 29. Características generales de vulnerabilidad, VECTOR DENGUE (URES)

Por su parte, para el municipio de Baviácora, se muestra una capacidad adaptativa Baja, con una exposición actual Baja y una sensibilidad Muy Baja. Se tiene una vulnerabilidad por vector dengue actual Media; con una proyección al periodo 2041-2060 al escenario de estabilización (RCP4.5) Alto, y un escenario agresivo (RCP8.5) Medio.



Gráfica 30. Características generales de vulnerabilidad, DENGUE (BAVIÁCORA)

Se puede que el para el vector dengue, el municipio de Ures tiene una mejor capacidad adaptativa que Baviácora, pero que es más sensible a los cambios ambientales. Ambos municipios mantienen una exposición actual baja, pero que se podría potenciar a partir de la instalación de la presa, por tanto, se deberán aplicar medidas para evitar que el vector dengue aumente. Se recomienda tomar medidas que no sean dañinas con el medio ambiente, por ejemplo, la reproducción de peces endémicos de forma controlada como medida de control biológico.

IV.4.6 Acciones que se implementarán

Por la naturaleza del proyecto la vegetación se verá afectada, aunque como se ha mencionado anteriormente el sitio presenta diversos grados de afectación como son zonas desprovistas de vegetación, caminos de terracería y brechas. Se considerará como medida de mitigación realizar la extracción y reubicación de especies vegetales, principalmente de aquellas que se encuentran dentro de alguna categoría de protección, donde se replantara en sitios dentro del SAR para que continúe existiendo este tipo de flora en la zona. También se pretende la reubicación de las especies de cactáceas hacia zonas fuera del trazo de del proyecto.

En cuanto a los ecosistemas aguas abajo, se mantendrá un caudal del 20% de las avenidas registradas para este proyecto, como se menciona en el apéndice normativo c, tabla **Tabla 37**, con ello se mantendrá los procesos ecológicos y ambientales aguas abajo.

Para la fauna, se llevará a cabo un programa de rescate, ayuntamiento y reubicación de especies, se darán pláticas para la concientización y manejo a los trabajadores. Se instruirá a los choferes a mantener velocidades bajas dentro de la zona del proyecto, así como su área de influencia.

Para la conservación de suelos, se dará prioridad a la rehabilitar los caminos existentes, a fin de evitar remover material vegetal en diferentes zonas del SAR. Se llevará a cabo un programa de mantenimiento de la maquinaria. Se tendrá un control

sobre los residuos sólidos de tipo urbano, sobre todo un control sobre los residuos peligrosos y de manejo especial que se puedan generar.

Para evitar la contaminación al agua, se mantendrá un control estricto sobre las grasas, aceites e hidrocarburos, en el entendido de que se evitará el contacto con los cauces de agua y el suelo. También se construirá en ataguías, que además de garantizar el trabajo en seco, sirve para evitar que las corrientes entren en contacto directo con la maquinaria, los sitios de almacenamiento temporal de residuos y escombros.

Entorno a la afectación que se tendrá sobre la carretera federal 14 Hermocillo-Moctezuma, se realizará la modificación del trazo, este se realizará mediante un estudio específico.

Si bien no hay centros poblacionales que sean afectados por el proyecto, si se identificaron dos usos habitacionales que se localizan sobre la carretera federal 14. Estos serán reubicados o en su caso adquiridos, los trámites administrativos para esto se realizarán previo al inicio de actividades. Esto también aplicara a los sitios identificados con cultivos.

Para evitar posibles incidentes entorno al funcionamiento de la presa, se tendrá un programa de seguridad vigilancia, el cual contemplará mantenimientos preventivos, procedimientos en caso de casos extraordinarios y seguimientos de las medidas implementadas. Esto servirá para prevenir incidentes a la sociedad y los ecosistemas.

Se dará prioridad a la contratación de personal local, con ello se espera mejorar la calidad de vida de la región.

Desde el punto de vista biológico se considera que no se presentarán amenazas significativas por la ejecución del proyecto, siempre y cuando se lleven a cabo todas

las medidas que se proponen en este estudio, así como ejecutar todos los programas ambientales con la finalidad de reducir, mitigar, compensar o evitar que ciertos impactos ambientales se generen o sean potenciados.

Si bien las obras de infraestructura de presa, ya sea para la producción de energía eléctrica o en este caso para aprovechamiento hídrico, provocan diversos problemas sociales, entre ellos el desplazamiento de la población, afectación en actividades sociales económicas y culturales por la reducción de tierras productivas, rediseño de la infraestructura (vías, construcciones, viviendas entre otras) que para mantener la conexión entre comunidades muchas veces cercanas, la distancia se incrementa sustancialmente. Como se ha mencionado en el presente documento, la selección del sitio fue realizado en base a la hidrología, la geomorfología de la región, y se consideraron aspectos socioculturales, de tal manera que los impactos a este sector y los demás involucrados sean minimizados o puedan ser controlados.

Por lo anterior, la actividad que se pretende desarrollar, se espera que no modifique significativamente las condiciones actuales del SAR, como se mencionó, pese a que tiene una vulnerabilidad de baja a alta, tiene una capacidad de respuesta buena a los cambios ambientales. Por lo que resulta viable su ejecución, lo que a su vez traerá beneficios sobre el sector social por la disponibilidad del agua, así como un incremento en la recarga del manto freático.

1. REFERENCIAS

- Boletín Oficial del estado de Sonora (2015). Decreto que aprueba el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Sonora. Consultado de; <http://hunting.sonora.gob.mx/forestal/POET%20BO%20210515.pdf>
- CENAPRED. Atlas Nacional de Riesgos. Consultado enero 2025. URL <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/app/mapa/?capa=vulnInund>
- CITES. Apéndices I, II y III. Para consulta de especies sujetas a protección. Consulta enero 2025. URL <https://cites.org/esp/app/appendices.php>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). enciclo vida. Para consulta de especies. Consultado enero 2025. URL <https://enciclovida.mx/>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), (1999). "Uso de suelo y vegetación modificado por CONABIO". Escala 1: 1000000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México, México.
- CONAGUA (2024). Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Río Sonora (2624), estado de Sonora. Consultado de; https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/sonora/DR_2624.pdf
- CONANP. Información Espacial de las Áreas Naturales Protegidas. Consultado enero 2025. URL <https://sig.conanp.gob.mx/Shape>
- Economía. Datos estadísticos de Biviácora. Consultado enero 2025. URL <https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/baviacora>
- Economía. Datos estadísticos de Ures. Consultado enero 2025. URL <https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/ures>
- IMTA (2024). Análisis de dispersión de metales pesados en la cuenca del Río Sonora. Consultado de; <https://www.imta.gob.mx/gobmx/doc/Metales-pesados-Sonora.pdf>
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). Aplicación. Atlas Nacional de Vulnerabilidad al cambio Climático (ANVCC. Consultado en agosto 2025. URL: <https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx/atlas/mapa>

- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). Libro digital. Atlas Nacional de Vulnerabilidad al cambio Climático (ANVCC. Consultado en agosto 2025. URL: <https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx/atlas/v/14>
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) (2022). GUÍA SOBRE ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO PARA TOMADORES DE DECISIONES. Consultado en agosto 2025. URL: <https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx/atlas/v/14>
- INEGI (2017). Estudio de información integrada de la Cuenca Rio Sonora y otras. Consultado de; https://www.inegi.org.mx/contenido/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825087470_1.pdf
- INEGI (2021). PANORAMA Sociodemográfico de México 2020. Consultado de; https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825197995.pdf
- INEGI. Geografía y Medio Ambiente. Climatología. Consultado enero 2025 URL <https://www.inegi.org.mx/temas/climatologia/>
- INEGI. Geografía y Medio Ambiente. Edafología. Consultado enero 2025. URL <https://www.inegi.org.mx/temas/edafologia/#mapas>
- INEGI. Geografía y Medio Ambiente. Fisiografía. Consultado enero 2025. URL <https://www.inegi.org.mx/temas/fisiografia/#mapas>
- INEGI. Geografía y Medio Ambiente. Hidrografía. Consultado enero 2025. URL <https://www.inegi.org.mx/temas/hidrografia/>
- INEGI. Geografía y Medio Ambiente. Hidrología. Consultado enero 2025. URL <https://www.inegi.org.mx/temas/hidrologia/#descargas>
- INEGI. Geografía y Medio Ambiente. Topografía. Consultado enero 2025. URL <https://www.inegi.org.mx/temas/topografia/>
- INEGI. Información Demográfica y Social. Censo de población y vivienda 2020. Consultado de; <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/#Microdatos>
- SEMARNAT (2014). ACUERDO por el que se da a conocer la lista de especies y poblaciones prioritarias para la conservación. Consultado en agosto 2025.

URL.http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/7425/1/lista_de_especies_y_poblaciones_prioritarias_para_la_conservacion.pdf

Servicio Geológico Mexicano. Datos vectoriales escala 1:250,000. Consultado enero 2025. URL <https://www.sgm.gob.mx/GeoInfoMexGobMx/#>

Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental, Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA). Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA). Consultado en junio 2025, de: <https://servicios.semarnat.gob.mx/sigeia-web/#/sigeia>

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. IUCN Red List of Threatened Species. Para consulta de especies sujetas a protección. Consultado enero 2024. URL <https://www.iucnredlist.org/es>

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

CAPÍTULO 5: IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

“PRESA PUERTA DEL SOL”

Agosto 2025

CONTENIDO

V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL	3
V.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS.....	3
V.1.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales	5
V.1.2 Identificación de los factores del medio susceptibles de recibir impactos ambientales y de las actividades del proyecto susceptibles de generarlos	7
V.1.3 Identificación de los impactos ambientales	9
V.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS ambientales identificados ...	15
V.3 VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS	22
V.4 DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS ..	24
V.4.1 MAGNITUD DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS ..	24
V.4.2 INCIDENCIA DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS .	25
V.5 IMPACTOS ACUMULATIVOS.....	35
V.6 IMPACTOS RESIDUALES	37
V.7 RESUMEN Y CONCLUSIONES	38
REFERENCIAS	40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 5.1. Factores del medio identificados en el SAR del proyecto y sus atributos medibles.	8
Tabla 5.2 Obras y actividades del proyecto con potencial de generar impactos ambientales en cada etapa de su desarrollo	8
Tabla 5.3. Lista de chequeo para la etapa de preparación.....	11
Tabla 5.4. Lista de chequeo para la etapa de construcción.	12
Tabla 5.5. Lista de chequeo para la etapa de operación y mantenimiento.....	14
Tabla 5.6. Matriz de identificación de impactos ambientales.....	17
Tabla 5.7. Escala de atributos de los impactos ambientales y su descripción según Gómez-Orea (2013).	19
Tabla 5.8. Matriz de caracterización de impactos ambientales.	20
Tabla 5.9. Rango de significancia de los impactos ambientales evaluados de acuerdo con su Índice de Incidencia.	23
Tabla 5.10. Matriz de Valoración de Impactos Ambientales.....	23
Tabla 5.11. Cuadro resumen de impactos significativos.	25
Tabla 5.12. Impactos ambientales residuales identificados para el proyecto.	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 5.1. Usos de suelo y vegetación en el SAR	6
Figura 5.1. Ubicación del Proyecto.....	7
Figura 5.3. Diagrama general de interacciones del proyecto.	10
Figura 5.4. Diagrama de interacciones sobre el medio físico.	10
Figura 5.5. Diagrama de interacciones sobre la vegetación.....	11
Figura 5.6. Diagrama de interacciones sobre la fauna.	11

V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

V.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

La identificación de impactos es parte esencial del proceso de Evaluación de Impacto Ambiental, necesario para que la autoridad competente establezca las condiciones a las que deben sujetarse las obras o actividades que puedan causar un daño al ambiente¹ (LGEEPA Art. 28). En esta etapa la MIA alcanza una de sus fases más importantes, ya que se definen las repercusiones del proyecto sobre el ambiente y sus elementos más significativos. Los impactos deben valorarse de manera lógica, medible y fácilmente identificable y se deben discutir las posibles alternativas del proyecto con base en sus repercusiones ambientales para fundamentar la opción seleccionada (SEMARNAT 2002).

¹ Ley Federal de Responsabilidad por Daño Ambiental (LFRA). "Artículo 2, fracción III. Daño al ambiente: Pérdida, cambio, deterioro, menoscabo, afectación o modificación adversos y mensurables de los hábitats, de los ecosistemas, de los elementos y recursos naturales, de sus condiciones químicas, físicas o biológicas, de las relaciones de interacción que se dan entre éstos, así como de los servicios ambientales que proporcionan. Para esta definición se estará a lo dispuesto por el artículo 6º de esta ley.

Artículo 6o.- No se considerará que existe daño al ambiente cuando los menoscabos, pérdidas, afectaciones, modificaciones o deterioros no sean adversos en virtud de:

- I. Haber sido expresamente manifestados por el responsable y explícitamente identificados, delimitados en su alcance, evaluados, mitigados y compensados mediante condicionantes, y autorizados por la Secretaría, previamente a la realización de la conducta que los origina, mediante la evaluación del impacto ambiental o su informe preventivo, la autorización de cambio de uso de suelo forestal o algún otro tipo de autorización análoga expedida por la Secretaría; o de que,
- II. No rebasen los límites previstos por las disposiciones que en su caso prevean las Leyes ambientales o las normas oficiales mexicanas.

La excepción prevista por la fracción I del presente artículo no operará, cuando se incumplan los términos o condiciones de la autorización expedida por la autoridad.

Según Gómez-Orea (2013) para la identificación de impactos se deben realizar análisis en dos líneas paralelas, una que analiza el proyecto y permite la identificación de las acciones susceptibles de producir impactos significativos y otra que analiza el entorno afectado para identificar los factores del medio que presumiblemente serán alterados por aquellas acciones. Ambas líneas deben confluir en un análisis de las relaciones causa-efecto entre las acciones y los factores.

Derivado de lo anterior se desprende el concepto de integración ambiental de Gómez-Orea (2013), que se basa en comprender el medio en el que se inserta el proyecto y considerar que, tanto éste último como el entorno, son subsistemas de un mismo conjunto. Para ello se deben utilizar cualquiera de las técnicas adecuadas y probadas de identificación y evaluación de impactos ambientales existentes. Las que fueron seleccionadas para el proyecto en cuestión se describen a continuación.

Para el caso específico de esta MIA-R, los aspectos ambientales relacionados con el proyecto que se verán afectados, se evalúan por medio de un análisis que considera las etapas del proyecto, así como las actividades que se realizarán en cada una de ellas. En este capítulo se desarrollan y presentan los resultados de la metodología empleada.

Para identificar los impactos ambientales del proyecto se usaron tres técnicas complementarias:

1. Análisis de la información geográfica disponible a través de plataformas y sistemas de información geográfica.
2. Análisis de las obras y actividades principales del proyecto en el contexto medioambiental actualizado en el que se desarrollarán por medio de listas de chequeo.
3. Juicio de expertos.

A continuación, se describe de manera detallada el procedimiento empleado para la identificación y evaluación de los impactos ambientales del proyecto.

V.1.1 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Como primer paso se analizaron fotografías de satélite de la zona del proyecto disponibles en las plataformas Google Earth. Dicho análisis permitió identificar áreas vulnerables en términos medioambientales, así como conocer el uso de suelo del SAR delimitado y de esta forma ligarlo con el aspecto social.

Posteriormente se realizó una caracterización de vegetación, un estudio de caracterización de fauna y un estudio de impacto social para determinar las condiciones naturales en el área del proyecto: Otros estudios como el Estudio Hidrológico y Análisis de Alternativas para el Manejo Integral de Sistema de Presas del Río Sonora para el Abastecimiento de Agua Potable de la Ciudad de Hermosillo (Ampliación Vado del Río Aguas Arriba de la Presa Abelardo L. Rodríguez), en el Estado de Sonora (CEA, 2023).

Del análisis con estas herramientas se desprendieron las siguientes conclusiones:

- El SAR (Figura 5.1) definido para el trazo del proyecto cuenta con una superficie de 67,415.926 ha y está representado en su mayor parte por zonas matorral subtropical, mezquital xerófilo y, agricultura de riego anual y semipermanente.
- La cota de inundación es la 480, lo que implica una superficie de 817.6276 ha.
- El envolvente de la cortina se contempla con una superficie de 8.7609 Ha.
- Las principales localidades cercanas al proyecto son: San Rafael, Guadalupe, El Sauz, Heroica Ciudad de Ures, Santiago de Ures, Puerta del Sol y Mazocahui (Figura 5.2).

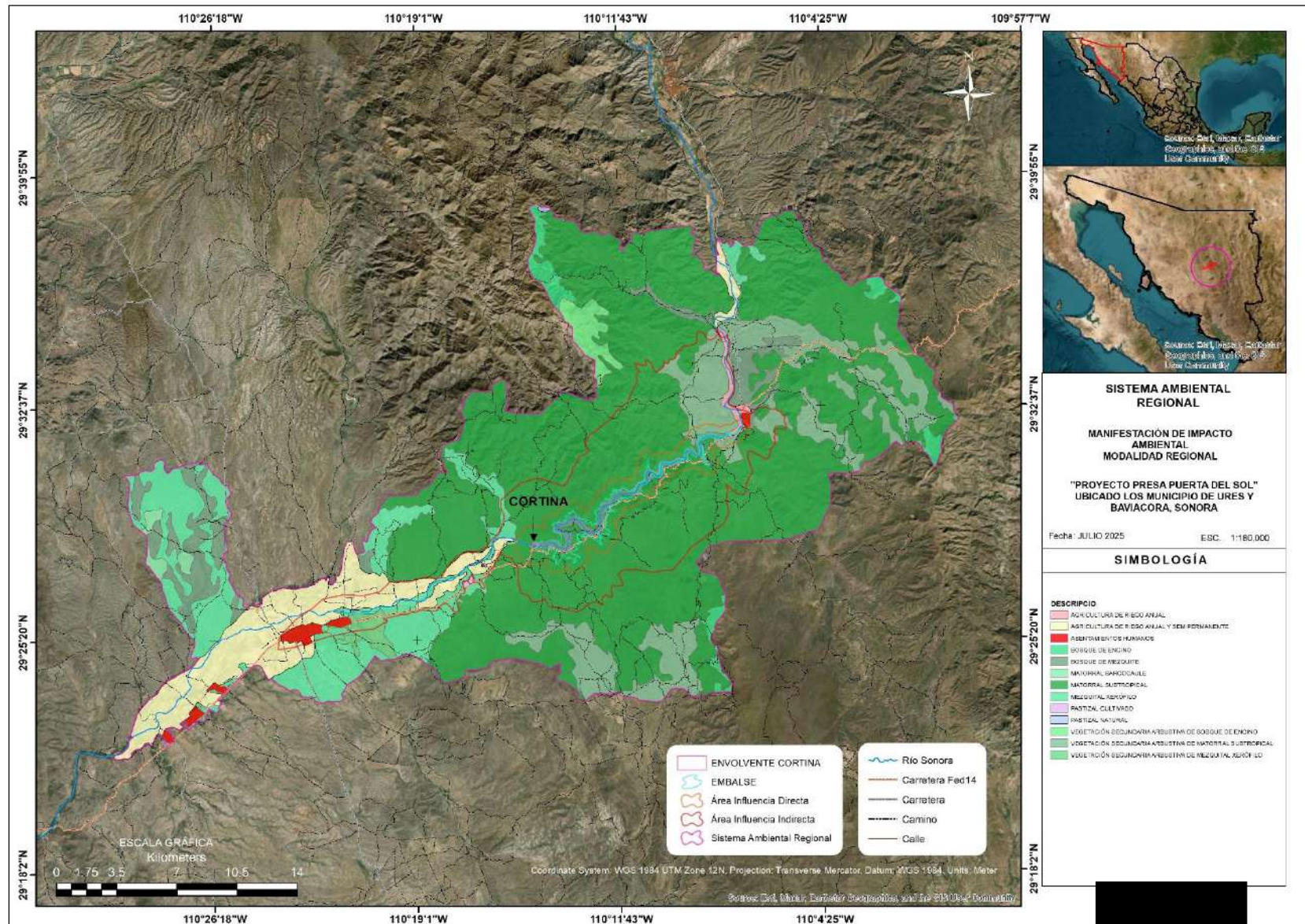


Figura 5.1. Usos de suelo y vegetación en el SAR

Fuente: Elaboración propia. 2025.

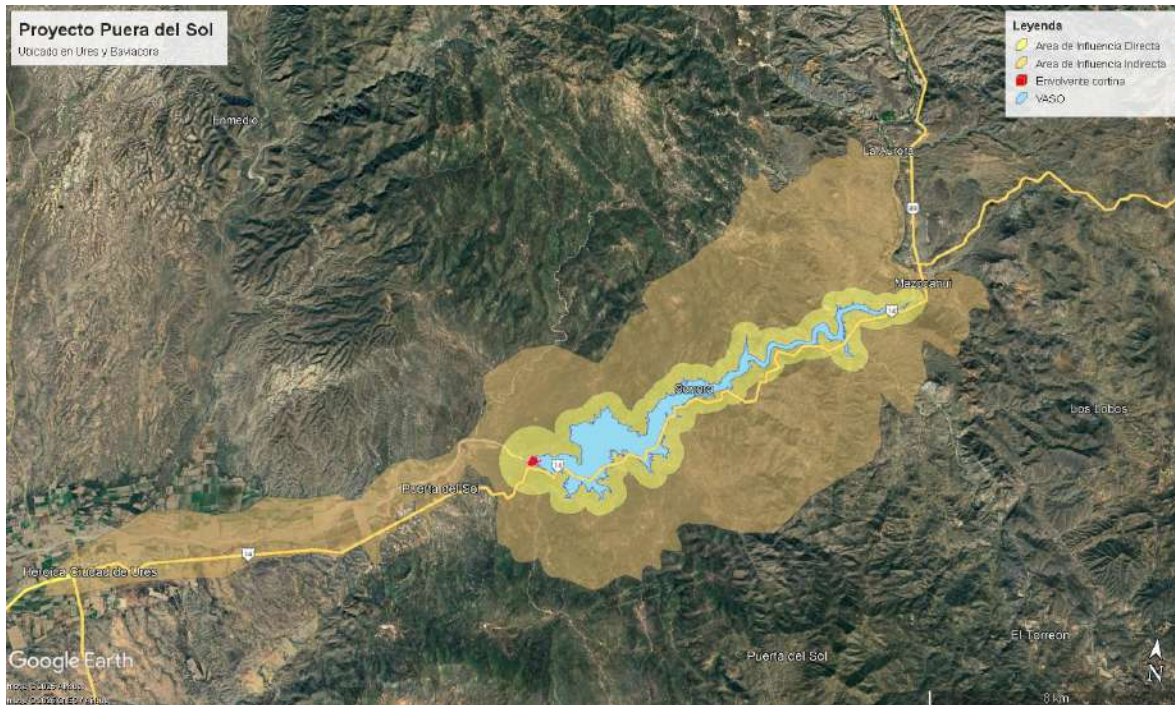


Figura 5.2. Ubicación del Proyecto.

Fuente: Elaboración propia 2025.

V.1.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES DEL MEDIO SUSCEPTIBLES DE RECIBIR IMPACTOS AMBIENTALES Y DE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO SUSCEPTIBLES DE GENERARLOS

Una vez caracterizados los factores bióticos y abióticos más relevantes del SAR (capítulo 4), fue posible proceder a la identificación de los factores del medio susceptibles de ser afectados, los cuales fueron divididos por su nivel de complejidad ecológica en tres tipos: elementos, procesos y ecosistemas.

Para cada factor del medio identificado se determinaron atributos medibles con potencial de indicar el estado de conservación del ecosistema, con el objeto de facilitar el diseño de un sistema de monitoreo de la calidad ambiental aplicable al proyecto (Tabla 5. 1).

Tabla 5.1. Factores del medio identificados en el SAR del proyecto y sus atributos medibles.

Nivel	Factor	Atributos
Elementos	Aire	Calidad
	Agua continental	Calidad
	Suelo	Textura, pH, contenido de materia orgánica
	Flora terrestre	Riqueza, densidad, especies enlistadas en la NOM-059
	Fauna terrestre	Riqueza, especies enlistadas en la NOM-059, diversidad y abundancia de especies migratorias
	Geoformas	Topografía, estabilidad del terreno
	Paisaje	Conectividad y contigüidad, calidad escénica
	Socioeconomía	No. de empleos directos, no. de empleos indirectos. Percepción del proyecto e impacto en disponibilidad de servicios (Necesidades Básicas).
Procesos	Hidrología superficial	Hidroperíodo, patrones de escorrentía
	Hidrología subterránea	Recarga del acuífero
Ecosistemas	Ecosistemas primarios	Superficie, composición, estructura, diversidad
	Ecosistemas secundarios	Superficie, composición, estructura, diversidad
	Ecosistemas antrópicos	Superficie, composición, diversidad

Asimismo, con base en la descripción del proyecto presentada en el capítulo 2 se analizaron las actividades y obras requeridas para el desarrollo del proyecto en cada una de sus etapas (preparación, construcción, operación y mantenimiento) las cuales se presentan en la Tabla 5. 2.

Tabla 5.2 Obras y actividades del proyecto con potencial de generar impactos ambientales en cada etapa de su desarrollo

Etapas	Acción
Preparación del Sitio	Rescate de flora y fauna
	Reconocimiento del sitio y trazo
	Desmonte y despalle
Construcción	Construcción e instalación de obras provisionales
	Instalación de señalización y dispositivos de seguridad
	Excavaciones
	Obra de desvío
	Construcción de la cortina
	Construcción de obra mecánica
	Obra eléctrica
	Tratamiento de cimentación

	Instrumentación de la cortina
	Retiro de obras provisionales
	Llenado del Vaso
	Mantenimiento de instalaciones
	Seguimiento del caudal y aforo de volúmenes
	Programa de seguridad y vigilancia

V.1.3 IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

La identificación de los posibles impactos ambientales se realizó a partir de listas de chequeo y diagramas de interacción. Las listas de chequeo o listas de control son relaciones categorizadas o jerárquicas de factores ambientales a partir de los cuales se identifican los impactos producidos por un proyecto o actividad específica. La mayor ventaja de este método es que permite cubrir o identificar caso todas las áreas posibles de impacto; sin embargo, es un método de identificación cualitativo, por lo que se recomienda su uso solo durante el proceso inicial de análisis de impactos ambientales (León Peláez 2004).

Los diagramas de interacción permiten identificar los factores del medio que tendrán el mayor número de interacciones con las diferentes acciones del proyecto en cada una de sus etapas, así como su ubicación con relación a otros factores del medio identificados como susceptibles de recibir impactos.

Con base en la descripción del proyecto y del SAR delimitado, se analizaron las posibles interacciones entre las obras y actividades del proyecto en sus diferentes etapas de desarrollo y cada uno de los factores del medio a través de diagramas de interacciones por etapa (Figura 5.3 a 5.6) y a partir de ellos se elaboraron listas de chequeo descriptivas para las obras y actividades de cada una de las etapas de desarrollo previamente identificadas. En esas listas se consideraron los factores del medio susceptibles de ser impactados por el desarrollo del proyecto (Tabla 5. 3 a Tabla 5. 5).

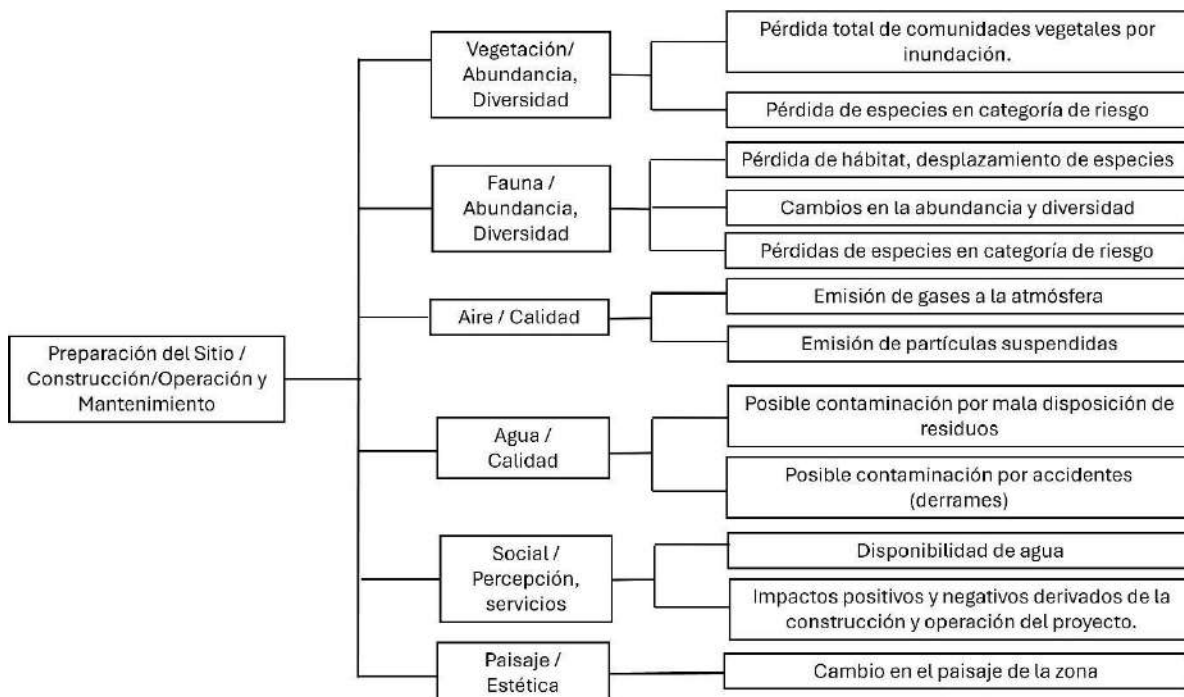


Figura 5.3. Diagrama general de interacciones del proyecto.

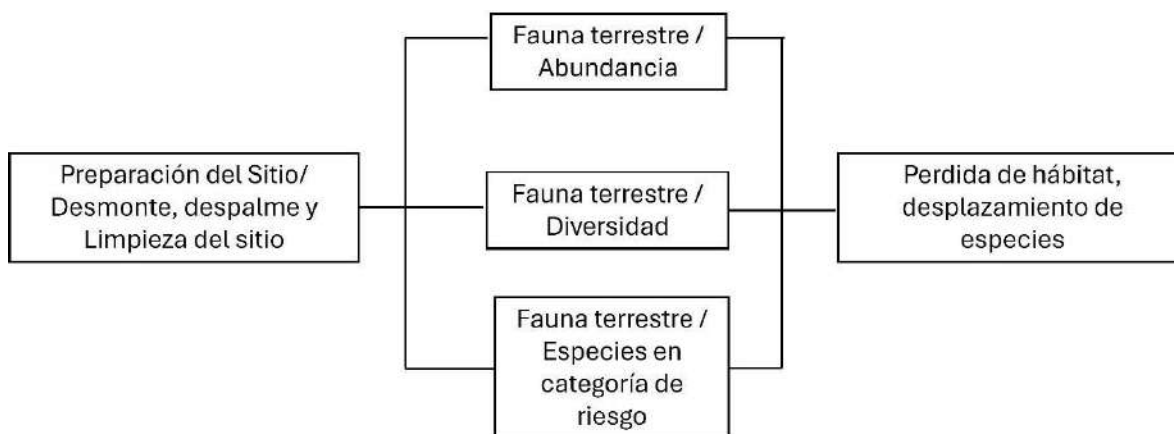


Figura 5.4. Diagrama de interacciones sobre el medio físico.

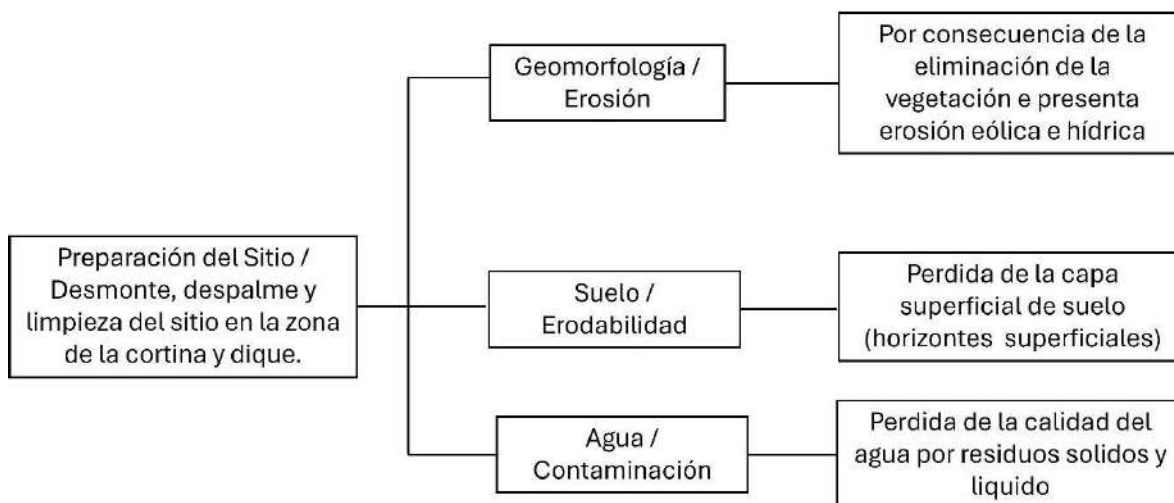


Figura 5.5. Diagrama de interacciones sobre la vegetación.

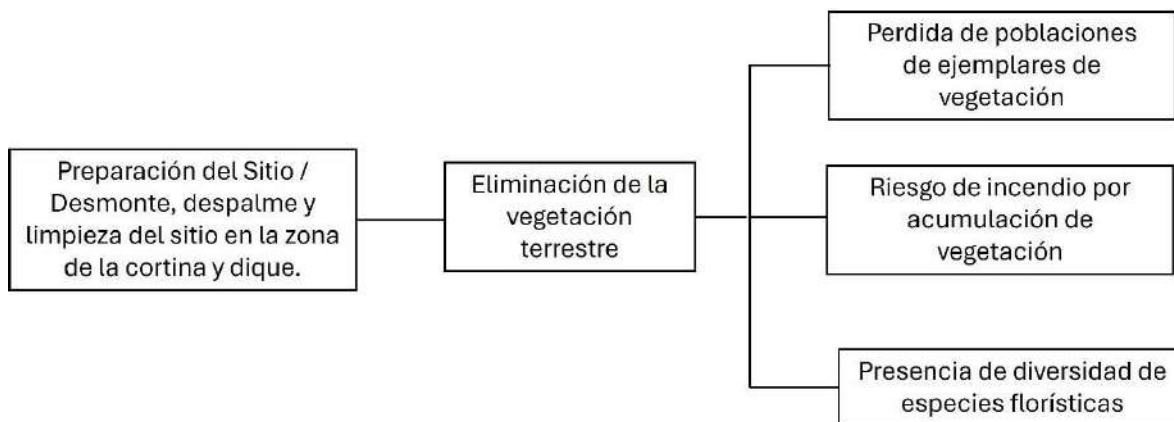


Figura 5.6. Diagrama de interacciones sobre la fauna.

Tabla 5.3. Lista de chequeo para la etapa de preparación.

Acción	Factor	Propiedad	Impacto	Signo	
Rescate de flora y fauna	Flora	Densidad y riqueza	Conservación de individuos		P
	Fauna	Densidad y riqueza	Conservación de individuos		P
	Socioeconómico	Empleos	Generación de empleos directos e indirectos		P
Desmonte y despalme	Aire	Calidad	Contaminación por ruido	N	
			Contaminación por gases y polvos	N	
	Flora	Densidad y riqueza	Pérdida de individuos	N	
	Fauna	Densidad y riqueza	Pérdida de individuos	N	
	Suelo	Calidad	Pérdida de suelo/erosión	N	

Acción	Factor	Propiedad	Impacto	Signo	
			Compactación/reducción de la capacidad de infiltración	N	
	Paisaje	Continuidad y contigüidad	Fragmentación del paisaje	N	
	Socioeconómico	Empleos	Generación de empleos directos e indirectos		P
Reconocimiento del sitio y trazo	Aire	Calidad	Contaminación por ruido	N	
			Contaminación por gases y polvos	N	
	Flora	Densidad y riqueza	Perdida de individuos	N	
	Fauna	Densidad y riqueza	Perturbación de hábitat	N	
	Socioeconómico	Empleos	Generación de empleos directos e indirectos		P
TOTAL				11	5

Tabla 5.4. Lista de chequeo para la etapa de construcción.

Acción	Factor	Propiedad	Impacto	Signo	
Construcción e instalación de obras provisionales	Aire	Calidad	Contaminación por ruido	N	
			Contaminación por gases y polvos	N	
	Flora	Densidad y riqueza	Conservación de individuos		P
	Fauna	Densidad y riqueza	Conservación de individuos		P
	Hidrología	Calidad	Contaminación por residuos	N	
	Suelo	Calidad	Pérdida de suelo/erosión	N	
			Compactación/reducción de la capacidad de infiltración	N	
			Contaminación por residuos	N	
	Paisaje	Calidad	Reducción de la calidad escénica	N	
Instalación de señalización y dispositivos de seguridad	Aire	Calidad	Generación de empleos directos e indirectos		P
			Contaminación por ruido	N	
	Flora	Densidad y riqueza	Contaminación por gases y polvos	N	
			Pérdida de individuos	N	
	Fauna	Densidad y riqueza	Pérdida de individuos	N	
			Pérdida de individuos	N	
	Suelo	Calidad	Pérdida de suelo/erosión	N	
			Compactación/reducción de la capacidad de infiltración	N	
	Paisaje	Calidad	Reducción de la calidad escénica	N	

Acción	Factor	Propiedad	Impacto	Signo	
	Socioeconómico	Empleos	Generación de empleos directos e indirectos		P
Excavaciones	Aire	Calidad	Contaminación por ruido	N	
			Contaminación por gases y polvos	N	
	Geoformas	Alteración	Alteración de geoformas	N	
	Suelo	Calidad	Contaminación por residuos	N	
	Paisaje	Continuidad y contigüidad	Impacto visual	N	
	Socioeconómico	Empleos	Generación de empleos directos e indirectos		P
Obra de desvío	Aire	Calidad	Contaminación por ruido	N	
			Contaminación por gases y polvos	N	
	Flora	Densidad y riqueza	Perdida de individuos	N	
	Fauna	Densidad y riqueza	Perdida de individuos	N	
	Geoformas	Alteración	Alteración de geoformas	N	
	Hidrología	Calidad	Contaminación por residuos	N	
		Patrones de flujo	Alteración de la hidrología superficial	N	
	Suelo	Calidad	Contaminación por residuos	N	
	Paisaje	Continuidad y contigüidad	Fragmentación del paisaje	N	
	Socioeconómico	Empleos	Generación de empleos directos e indirectos		P
Construcción de la cortina	Aire	Calidad	Contaminación por ruido	N	
			Contaminación por gases y polvos	N	
	Flora	Densidad y riqueza	Perdida de individuos	N	
	Fauna	Densidad y riqueza	Perturbación de hábitat	N	
	Hidrología	Calidad	Contaminación por residuos	N	
	Suelo	Calidad	Contaminación por residuos	N	
	Paisaje	Continuidad y contigüidad	Calidad	N	
	Socioeconómico	Empleos	Generación de empleos directos e indirectos		P
Obra mecánica y obra eléctrica	Aire	Calidad	Contaminación por ruido	N	
			Contaminación por gases y polvos	N	
	Fauna	Densidad y riqueza	Perturbación de hábitat	N	
	Hidrología	Calidad	Contaminación por residuos	N	
	Suelo	Calidad	Contaminación por residuos	N	
	Paisaje	Continuidad y contigüidad	Calidad	N	

Acción	Factor	Propiedad	Impacto	Signo	
	Socioeconómico	Empleos	Generación de empleos directos e indirectos		P
Tratamiento de cimentación	Aire	Calidad	Contaminación por ruido	N	
			Contaminación por gases y polvos	N	
	Fauna	Densidad y riqueza	Perturbación de hábitat	N	
	Hidrología	Calidad	Contaminación por residuos	N	
	Suelo	Calidad	Contaminación por residuos	N	
	Socioeconómico	Empleos	Generación de empleos directos e indirectos		P
Instrumentación de la cortina	Fauna	Densidad y riqueza	Perturbación de hábitat	N	
	Socioeconómico	Empleos	Generación de empleos directos e indirectos		P
Retiro de obras provisionales	Aire	Calidad	Contaminación por ruido	N	
			Contaminación por gases y polvos	N	
	Fauna	Densidad y riqueza	Perdida de individuos	N	
			Conservación de individuos		P
	Hidrología	Calidad	Contaminación por residuos	N	
	Suelo	Calidad	Contaminación por residuos	N	
	Paisaje	Continuidad y contigüidad	Calidad		P
	Socioeconómico	Empleos	Generación de empleos directos e indirectos		P
TOTAL				52	13

Tabla 5.5. Lista de chequeo para la etapa de operación y mantenimiento.

Acción	Factor	Propiedad	Impacto	Signo	
Llenado del Vaso	Aire	Calidad	Contaminación por ruido	N	
	Flora	Densidad y riqueza	Perdida de individuos	N	
	Fauna	Densidad y riqueza	Perdida de hábitat	N	
		Densidad y riqueza	Perdida de individuos	N	
	Hidrología	Calidad	Contaminación por residuos	N	
		Patrones de flujo	Alteración de la hidrología superficial	N	
		Patrones de infiltración	Aumento de la recarga		P
	Suelo	Calidad	Contaminación por residuos	N	
	Paisaje	Continuidad y contigüidad	Fragmentación del paisaje	N	
		Continuidad y contigüidad	Calidad		P

Acción	Factor	Propiedad	Impacto	Signo	
	Socioeconómico	Empleos	Generación de empleos directos e indirectos		P
		Servicios	Disponibilidad de agua		P
Mantenimiento de instalaciones	Agua	Calidad	Contaminación por mala gestión de residuos	N	
	Suelo	Calidad	Contaminación por mala gestión de residuos	N	
	Socioeconómico	Empleos	Generación de empleos directos e indirectos		P
		Servicios	Disponibilidad de servicios		P
Seguimiento del caudal y aforo de volúmenes	Flora	Densidad y riqueza	Conservación de individuos		P
	Fauna	Densidad y riqueza	Conservación de individuos		P
	Hidrología	Alteración de los patrones de flujo	Alteración de la hidrología superficial	N	
		Patrones de infiltración	Alteración de la recarga del acuífero		P
	Socioeconómico	Empleos	Generación de empleos directos e indirectos		P
Programa de seguridad y vigilancia	Aire	Calidad	Contaminación por ruido	N	
			Contaminación por gases y polvos	N	
	Flora	Densidad y riqueza	Perdida de individuos	N	
	Fauna	Densidad y riqueza	Perturbación de hábitat	N	
	Socioeconómico	Empleos	Generación de empleos directos e indirectos		P
		Servicios	Disponibilidad de servicios		P
TOTAL				15	12

V.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS

Para caracterizar los impactos se elaboraron matrices de interacción que permitieron identificar sus características, tales como signo, acumulación, sinergia, tiempo de la actividad generadora, duración del impacto y recuperabilidad.

Los métodos matriciales son técnicas bidimensionales que relacionan acciones con factores ambientales. Las más comunes muestran las acciones del proyecto en un eje y los factores del medio a lo largo del otro. Cuando se prevé que una actividad va a incidir en un factor ambiental, éste se señala en cada cruce y se describe en términos de su magnitud, signo o importancia (León Peláez 2004).

Con base en las listas de chequeo, se elaboró una Matriz de Identificación de Impactos Ambientales (Tabla 5. 6), la cual consiste en una tabla que confronta cada actividad prevista por el Proyecto con el factor sobre el que incide y el impacto que provoca en él. Según Gómez-Orea (2013), el signo de un impacto mide la gravedad de éste cuando es negativo y el “grado de bondad” cuando es positivo; en uno u otro caso, el valor se refiere a la cantidad, calidad, grado y forma en que un factor ambiental es alterado y al significado ambiental de dicha alteración.

Con base en lo anterior se generó una Matriz de Caracterización de Impactos Ambientales en la cual se enfrentaron los diferentes impactos identificados con sus atributos principales y se categorizaron de acuerdo con un código numérico asignado a cada carácter del atributo (Gómez-Orea 2013). El valor asignado se encuentra acotado entre un valor máximo para la más desfavorable y uno mínimo para la más favorable, de acuerdo con las características del factor ambiental y de la actividad generadora del impacto (Tabla 5. 7)

El resultado de este análisis es la Matriz de Caracterización de Impactos Ambientales que permite identificar los impactos ambientales acumulativos y residuales, asociados directamente con los atributos de *acumulación* y *recuperabilidad* que se presenta en la Tabla 5. 8.

Tabla 5.6. Matriz de identificación de impactos ambientales

		Preparación del Sitio			Construcción									Operación			
Factor	Impacto	Rescate de Flora y Fauna	Reconocimiento del sitio y trazó	Desmónte y Despalme	Construcción e instalación de obras provisionales	Instalación de señalización y dispositivos de seguridad	Excavaciones	Obra de desvíó	Construcción de la cortina	Obra mecánica y obra eléctrica	tratamiento de cimentación	instrumentación de la cortina	Retiro de obras provisionales	Llenado del Vaso	Mantenimiento de instalaciones	Seguimiento del caudal y aforo de volúmenes	Programa de seguridad y vigilancia
Aire	Contaminación por ruido		X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X			X
Aire	Contaminación por gases y polvos		X	X	X	X	X	X	X	X	X		X				X
Suelo	Contaminación por residuos		X	X	X	X	X	X	X	X	X		X				
Suelo	Pérdida de suelo/erosión			X			X										
Suelo	Compactación/disminución de la capacidad de infiltración				X		X								X		
Geoformas	Alteración por obra de desvíó						X	X									
Flora	Pérdida de individuos			X	X			X	X		X			X		X	X
Flora	Conservación de individuos	X															
Fauna	Pérdida de individuos			X	X			X			X			X		X	X
Fauna	Perturbación de hábitad								X	X		X					
Fauna	Conservación de individuos	X											X				
Hidrología	Contaminación por residuos		X	X		X	X	X	X	X	X		X	X	X		

		Preparación del Sitio			Construcción									Operación			
Factor	Impacto	Rescate de Flora y Fauna	Reconocimiento del sitio y trazo	Desmonte y Despalme	Construcción e instalación de obras provisionales	Instalación de señalización y dispositivos de seguridad	Excavaciones	Obra de desvío	Construcción de la cortina	Obra mecánica y obra eléctrica	tratamiento de cimentación	instrumentación de la cortina	Retiro de obras provisionales	Llenado del Vaso	Mantenimiento de instalaciones	Seguimiento del caudal y aforo de volúmenes	Programa de seguridad y vigilancia
Hidrología	Alteración de los patrones de escorrentía																
Hidrología	Alteración de la hidrología superficial							X						X		X	
Hidrología	Aumento de recarga del manto freático													X		X	
Paisaje	Fragmentación			X				X						X			
Paisaje	Impacto visual			X	X	X			X	X	X		X	X			
Bosque de Mezquite	Pérdida de cobertura	X		X													
Matorral subtropical	Pérdida de cobertura	X		X													
Socioeconómico	Disponibilidad de servicios														X		X
Socioeconómico	Generación de empleos directos e indirectos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Tabla 5.7. Escala de atributos de los impactos ambientales y su descripción según Gómez-Orea (2013).

Atributos	Escala		
	1	2	3
Consecuencia (C)	Indirecto: el impacto deriva de un impacto directo.	No aplica	Directo: el impacto se genera de manera inmediata.
Acumulación (A)	Simple: cuando el efecto se manifiesta en un solo componente ambiental y no induce efectos secundarios en el ambiente. No resulta de la suma de los efectos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.	No aplica	Acumulativo: incrementa progresivamente su gravedad cuando se prolonga la acción que lo genera. Cuando el efecto en la ambiente resulta de la suma de los efectos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.
Sinergia (S)	Poco Sinérgico: cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones no supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.	Medianamente sinérgico: cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental ligeramente mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.	Muy sinérgico: cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental considerablemente mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.
Momento o Tiempo (T)	Corto: cuando la actividad dura menos de un año.	Mediano: la acción dura más de 1 año y menos de 5.	Largo: la actividad dura más de 5 años.
Reversibilidad del impacto (R)	A corto plazo: la tensión puede ser revertida por las actuales condiciones del sistema en un período de tiempo relativamente corto, menos de un año.	A mediano plazo: el impacto puede ser revertido por las condiciones naturales del sistema, pero el efecto permanece de 1 a 3 años.	A largo plazo: el impacto podrá ser revertido naturalmente en un periodo mayor a tres años, o no sea reversible.
Periodicidad (P)	Aparición irregular: cuando el efecto	No aplica	Periódico: cuando el efecto se produce de manera

	ocurre de manera ocasional o impredecible.		reiterativa, cíclica o recurrente.
Permanencia (Pr)	Temporal: el efecto se produce durante un periodo definido de tiempo.	No aplica	Permanente: el efecto se mantiene al paso del tiempo con duración indefinida.
Recuperabilidad (Ri)	Fácil: que el componente afectado puede volver a contar con sus características ya sea por acción natural o humana.	Media: el componente afectado puede volver a contar con sus características, ya sea por acción natural o humana a mediano plazo.	Irrecuperable: que el componente afectado no puede volver a contar con sus características (efecto residual).
Frecuencia (F)	El número de interacciones que generarán el impacto de acuerdo con lo indicado en la Matriz de Identificación de Impactos Ambientales es menor a 1/3 de las interacciones reales totales.	El número de interacciones que generarán el impacto de acuerdo con lo indicado en la Matriz de Identificación de Impactos Ambientales es mayor a 1/3 pero menor a 2/3 de las interacciones reales totales.	El número de interacciones que generarán el impacto de acuerdo con lo indicado en la Matriz de Identificación de Impactos Ambientales es mayor a 2/3 de las interacciones reales totales.

Tabla 5.8. Matriz de caracterización de impactos ambientales.

Factor	Impacto	Signo del efecto	Consecuencia	Acumulación	Sinergia	Momento o tiempo	Reversibilidad	Periodicidad	Permanencia	Recuperabilidad	Frecuencia
Aire	Contaminación por ruido	n	3	1	3	3	1	3	1	1	3
Aire	Contaminación por gases y polvos	n	3	1	1	3	1	3	1	1	3
Suelo	Contaminación por residuos	n	1	3	3	3	2	3	1	1	3
Suelo	Pérdida de suelo/erosión	n	3	3	1	2	3	1	1	3	1
Suelo	Compactación/disminución de la capacidad de infiltración	n	3	1	1	2	3	1	1	1	2
Geoformas	Formación de pendientes o terraplenes inestables	n	3	1	1	2	3	1	3	3	1

Factor	Impacto	Signo del efecto	Consecuencia	Acumulación	Sinergia	Momento o tiempo	Reversibilidad	Periodicidad	Permanencia	Recuperabilidad	Frecuencia
Geoformas	Alteración de topografía/geoformas	n	3	1	3	2	3	1	3	3	1
Flora	Pérdida de individuos	n	3	3	3	1	3	1	1	3	3
Flora	Conservación de individuos (Rescate y Reforestación)	p	3	3	3	1	3	1	1	3	3
Fauna	Pérdida de individuos	n	3	3	3	1	3	1	1	1	3
Fauna	Perturbación de hábitad	n	1	3	2	2	2	3	1	2	1
Fauna	Conservación de individuos	p	3	1	1	1	1	1	1	1	1
Hidrología	Contaminación	n	1	3	3	3	2	3	1	1	2
Hidrología	Alteración de los patrones de escorrentía	n	3	1	1	2	3	1	3	3	1
Hidrología	Alteración de la hidrología subterránea	n	1	1	1	2	2	1	1	1	1
Hidrología	Aumento recarga del manto freático	p	3	3	1	3	2	3	1	1	1
Paisaje	Fragmentación	n	3	3	3	3	3	1	3	3	2
Paisaje	Impacto visual de infraestructura	n	3	1	1	2	3	3	3	3	1
Bosque de Mezquite	Pérdida de cobertura	n	3	3	3	2	3	1	1	3	1
Selva caducifolia	Pérdida de cobertura	n	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Socioeconomía	Disponibilidad de servicios (Satisfacción de necesidades básicas)	p	3	3	3	3	2	1	3	1	1
Socioeconomía	Generación de empleos directos e indirectos	p	3	3	2	3	1	3	3	1	3
Socioeconomía	Disponibilidad de servicios (Satisfacción de necesidades básicas)	n	3	3	1	3	1	3	3	1	3

V.3 VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS

Con los resultados de los análisis para la identificación y caracterización de los impactos ambientales se realizó su valoración por medio del Índice de Incidencia propuesto por Gómez-Orea (2013) a partir del siguiente algoritmo simple, que consiste en la sumatoria de los valores asignados a los atributos de cada impacto y sus rangos de valor o escala:

$$I = C + A + S + T + R + P + Pr + Ri + F \quad \text{Expresión V.1}$$

Se estandarizó cada valor de cada impacto entre 0 y 1 mediante la expresión V.2.

$$\text{Incidencia} = I - I_{\min} / I_{\max} - I_{\min} \quad \text{Expresión V.2}$$

Siendo:

I = el valor de incidencia obtenido por un impacto.

$I_{\max}$ = el valor de la expresión en el caso de que los atributos se manifestaran con el mayor valor, que para el caso de esta evaluación será 27, por ser 9 atributos con un valor máximo cada uno de 3.

$I_{\min}$ = el valor de la expresión en caso de que los atributos se manifiesten con el menor valor, que para el caso de esta evaluación será 9, por ser 9 atributos con un valor mínimo cada uno de 1.

Debido a que al estandarizar los valores obtenidos para el Índice de Incidencia el máximo valor posible es 1, los impactos se agruparon en 3 rangos de 0.33 como se muestran en la Tabla 5. 9. La descripción de cada rango y su interpretación se ajustan a las especificidades del SAR en cuanto a la integridad de sus componentes, así como a la definición de impacto ambiental relevante citada en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental.

Tabla 5.9. Rango de significancia de los impactos ambientales evaluados de acuerdo con su Índice de Incidencia.

Rango	Interpretación	Índice de Incidencia
Significativo	Se pueden generar alteraciones que sin medidas afecten el funcionamiento y/o estructura de los ecosistemas dentro del SA.	0.68 o mayor
No significativo	Se compromete la integridad de elementos o procesos sin poner en riesgo la estructura y función de los ecosistemas de los que forman parte.	0.34 a 0.67
Despreciables	Alteraciones de muy bajo impacto a elementos o procesos que no comprometen la integridad de estos.	0.33 o menor

El resultado es la Matriz de Valoración de Impactos Ambientales, que permite identificar los impactos de acuerdo con su índice de incidencia y agruparlos en las categorías de Despreciables, No Significativos y Significativos (Tabla 5. 10).

Tabla 5.10. Matriz de Valoración de Impactos Ambientales

Factor	Impacto	Signo del efecto	Incendencia	Índice de incidencia	Significancia
Aire	Contaminación por ruido	n	19	0.56	NS
Aire	Contaminación por gases y polvos	n	17	0.44	NS
Suelo	Contaminación por residuos	n	20	0.61	NS
Suelo	Pérdida de suelo/erosión	n	18	0.5	NS
Suelo	Compactación/disminución de la capacidad de infiltración	n	15	0.33	D
Geoformas	Alteración por obra de desvío	n	18	0.5	NS
Geoformas	Alteración de topografía/geoformas	n	20	0.61	NS
Flora	Pérdida de individuos	n	21	0.67	NS
Flora	Conservación de individuos	p	21	0.67	NS

Factor	Impacto	Signo del efecto	Incidencia	Índice de incidencia	Significancia
Fauna	Pérdida de individuos	n	19	0.56	NS
Fauna	Perturbación de hábitad	n	17	0.44	NS
Fauna	Conservación de individuos	p	11	0.11	D
Hidrología	Contaminación	n	19	0.56	NS
Hidrología	Alteración de los patrones de escorrentía	n	18	0.5	NS
Hidrología	Alteración de la hidrología superficial	n	18	0.5	NS
Hidrología	Aumento de recarga del manto freático	p	18	0.5	NS
Paisaje	Fragmentación	n	24	0.83	S
Paisaje	Impacto visual	n	20	0.61	NS
Bosque de Mezquite	Pérdida de cobertura	n	20	0.68	S
Selva caducifolia	Pérdida de cobertura	n	9	0	D
Socioeconomía	Generación de empleos directos e indirectos	p	22	0.72	S
Socioeconomía	Disponibilidad de servicios	p	23	0.72	S

V.4 DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS

A continuación, se describen los impactos ambientales identificados con base en su magnitud e incidencia.

V.4.1 MAGNITUD DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS

La magnitud se define como la cantidad y calidad del factor modificado en términos relativos al marco de referencia adoptado (Gómez-Orea 2013) y se calculó para la presente MIA-R a partir de las superficies por tipo de vegetación o ecosistema que serán alteradas y del estado de conservación de cada factor que será afectado de

acuerdo con lo manifestado en los estudios científicos particulares realizados para el SAR delimitado.

V.4.2 INCIDENCIA DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS

La incidencia se refiere a la severidad, grado y forma de la alteración que definen a cada impacto a través de sus atributos y cuyo valor se presenta en la Matriz de Valoración de Impactos Ambientales. En este apartado se describirán únicamente los impactos Significativos y No significativos con el objetivo de concentrar la atención en la información relevante, toda vez que los impactos ambientales despreciables no tendrán efectos apreciables en el entorno del proyecto.

Para facilitar el análisis e interpretación de los resultados, algunos factores se agruparon si su relación era lo suficientemente estrecha, y se excluyeron los impactos clasificados como despreciables ya que se consideró que ninguno de ellos podría alterar la integridad ecológica del SAR ni provocar sinergias negativas para el ambiente.

A pesar de que se señalaron los impactos a la Flora que representan la pérdida de individuos y la alteración a la Hidrología superficial como No Significativos, esto se debe al tipo de metodología utilizada y al ser de los impactos más relevantes se manejarán como significativos, situación que se indica en la Tabla 5.11.

Tabla 5.11. Cuadro resumen de impactos significativos.

Factor	Impacto	Índice de incidencia	Significancia
Aire	Contaminación por ruido	0.56	NS
Aire	Contaminación por gases y polvos	0.44	NS
Suelo	Contaminación por residuos	0.61	NS
Suelo	Pérdida de suelo/erosión	0.5	S

Factor	Impacto	Índice de incidencia	Significancia
Geoformas	Alteración por obra de desvío	0.5	NS
Geoformas	Alteración de topografía/geoformas	0.61	NS
Flora	Pérdida de individuos	0.67	S
Flora	Conservación de individuos	0.67	NS
Fauna	Pérdida de individuos	0.56	NS
Hidrología	Contaminación	0.56	NS
Hidrología	Alteración de los patrones de escorrentía	0.5	NS
Hidrología	Alteración de la hidrología superficial	0.5	S
Hidrología	Aumento de recarga del manto freático	0.5	NS
Paisaje	Fragmentación	0.83	S
Paisaje	Impacto visual	0.61	NS
Socioeconomía	Generación de empleos directos e indirectos	0.72	S
Socioeconomía	Disponibilidad de servicios	0.72	S

a) Aire

Impacto	Contaminación por ruido		Signo	Negativo	Factor afectado	Aire
Atributos	Índice de incidencia	0.56	Acumulativo		Si	
	Significancia	No significativo	Residual		No	
Descripción del impacto	Durante las etapas de preparación y construcción este impacto será generado por actividades relacionadas con el uso de maquinaria pesada con motores de combustión interna, tales como retroexcavadoras, tractores, camiones, zanjadoras, aplanadoras, etc. Asimismo, el manejo de material de gran peso y volumen y su depósito en las zonas de obra del proyecto también generará ruido durante la etapa de construcción. Durante las tres etapas de proyecto este impacto podrá ser generado también por otras actividades que impliquen el uso de maquinaria ligera con motores de combustión interna o eléctricos tales como motosierras, podadoras, desbrozadoras, etc. En la etapa de operación y mantenimiento el uso de las áreas públicas generará ruido debido a las diversas actividades que se llevarán a cabo					

Impacto	Contaminación por gases y polvos		Signo	Negativo	Factor afectado	Aire
Atributos	Índice de incidencia	0.44	Acumulativo		No	
	Significancia	No significativo	Residual		No	
Descripción del impacto	Durante las etapas de preparación y construcción este impacto será generado por actividades relacionadas con el uso de maquinaria pesada con motores de combustión interna, tales como retroexcavadoras, tractores, volquetes, zanjeadoras, aplanadoras, etc. Asimismo, el desmonte y despalme generarán áreas desprovistas de vegetación que podrán dispersar polvos a la atmósfera debido al viento o al tránsito de vehículos. De igual forma, el transporte de materiales para la en vehículos sin cobertura generará dispersión de partículas al aire. En la etapa de operación y mantenimiento se generarán emisiones de gases y partículas a la atmósfera debido al tránsito de vehículos automotores principalmente.					

b) Suelo

Impacto		Contaminación		Signo	Negativo	Factor de incidencia		Suelo
Atributos	Índice de incidencia	0.61		Acumulativo		Si		
	Significancia	No significativo		Residual		No		
Descripción del impacto	De igual forma en todas las etapas del proyecto puede existir contaminación del suelo derivada de la mala gestión de residuos tanto Sólidos Urbanos, de Manejo Especial y en particular de los Peligrosos, como se indica más abajo. Durante las actividades de preparación del sitio y construcción, la calidad del suelo se impactará de manera adversa, debido a que la maquinaria en su mayoría necesita de combustibles derivados del petróleo, por lo que, al existir alguna fuga o derrame de estos productos, se generaran principalmente óxidos de azufre y nitrógeno, que podrían acidificar el suelo.							

Impacto		Pérdida de suelo/erosión		Signo	Negativo	Factor de incidencia		Suelo	
Atributos	Índice de incidencia	0.50		Acumulativo		Si			
	Significancia	No Significativo		Residual		Si			
Actividades generadoras del impacto por etapa									
Preparación				Construcción			Operación y mantenimiento		
Desmonte y despalme Conformación del terreno									
Descripción del impacto	Durante las diferentes actividades de proyecto se generarán impactos adversos y permanentes, por el cambio en el uso de este. La mayor parte de los suelos al perder la cobertura vegetal, son mucho menos fértiles y resultan fácilmente erosionables ante el proceso de lixiviación, causado por la pluviosidad y el intemperismo, que impide la acumulación de nutrientes en el suelo.								

	Se produce una alteración de los procesos de formación y mantenimiento de los suelos (erosión), al tiempo que se modifican los ciclos biogeoquímicos, entre otros procesos de deterioro ambiental; al producirse compactación se provoca la erosión del suelo ya que estas obras requieren de la remoción algunas formaciones geomorfológicas, así como el relleno de posibles depresiones sobre el terreno. Se generará un impacto adverso debido a la compactación y erosión del suelo, al promover el uso del cambio del suelo y sobre la calidad de este. Como ya se explicó antes esta actividad lleva intrínseca la necesidad de nivelar el área, para lograr este objetivo hay que compactar el suelo, esto originara erosión de las capas superficiales del suelo. Es posible que el suelo resultara contaminado, por materiales de construcción, combustibles u otros agentes, si esta actividad no se realiza apegándose a la normatividad vigente.

c) Geoformas

Impacto		Formación de pendientes o terraplenes inestables	Signo	Negativo	Factor de incidencia	Geoformas
Atributos	Índice de incidencia		0.50		Acumulativo	No
	Significancia		No significativo		Residual	Si
Descripción del impacto		Este impacto tiene especial relevancia durante la construcción de la obra de desvío ya que la formación de cortes inestables y la acción erosiva del agua pueden ocasionar impactos adicionales, Se trata de un impacto no significativo porque el desvío se realizará en la zona del valle y no hay riesgo de tener grandes pendientes.				

Impacto		Alteración de geoformas	Signo	Negativo	Factor de incidencia	Geoformas
Atributos	Índice de incidencia		0.61		Acumulativo	No
	Significancia		No significativo		Residual	Si
Descripción del impacto		Se trata de un impacto residual ya que se alterará de forma definitiva la geoforma del río y este ocurrirá principalmente durante la obra de desvío y en el llenado del vaso .				

d) Flora y afectación a la vegetación en general

Impacto	Pérdida de individuos	Signo	Negativo	Factor de incidencia	Flora
Atributos	Índice de incidencia	0.67		Acumulativo	Si
	Significancia	Significativo		Residual	No
Descripción del impacto	En la etapa de operación se generará un impacto adverso significativo, permanente e irreversible, sobre la vegetación que se encuentra dentro del vaso y la cortina de la presa. La pérdida de la vegetación tiene como consecuencia inmediata la reducción del hábitat para las especies, lo que puede ocasionar una disminución de la fauna o desaparición parcial o total de comunidades de algunos grupos como insectos, aves y mamíferos. Las relaciones bióticas y abióticas de las comunidades también se pueden alterar en función del tamaño y la forma de los fragmentos, ya que, al modificarse la distribución espacial de los recursos, también se modifica su disponibilidad. El grado de interrelación de los fragmentos determinará entonces la viabilidad de estas especies en el mediano y largo plazo, ya que si ésta no existe pueden producirse procesos de aislamiento, favorecerse procesos endogámicos o bien llegar hasta la extinción local de algunas especies. La pérdida de la cobertura vegetal, por tanto, puede ocasionar la extinción local o regional de las especies, la pérdida de recursos genéticos, el aumento en la ocurrencia de plagas y la disminución en la polinización.				

e) Fauna

Impacto	Pérdida de individuos	Signo	Negativo	Factor de incidencia	Fauna
Atributos	Índice de incidencia	0.056		Acumulativo	Si
	Significancia	No Significativo		Residual	No
Descripción del impacto	En cuanto a la fauna, se presentará un impacto adverso significativo, ya que, al remover la vegetación, la fauna carecerá de zonas de resguardo y alimentación donde puedan desarrollar sus procesos básicos, se espera que toda la fauna que este en posibilidad de hacerlo migre hacia terrenos colindantes. También se impactará a la fauna de manera adversa debido al ruido que se originará por la operación de la maquinaria.				

f) Hidrología

Impacto	Contaminación	Signo	Negativo	Factor de incidencia	Hidrología
Atributo	Índice de incidencia	0.56	Acumulativo	Si	
	Significancia	No Significativo	Residual	Si	
Actividades generadoras del impacto por etapa					
Descripción del impacto	El desarrollo del proyecto podrá generar contaminación del agua de manera indirecta durante todas sus etapas debido a la generación de residuos, los cuales se acopiarán en sitios especialmente designados para ello, que deberán contar con todas las medidas necesarias para evitar los escurrimientos. Sin embargo, los residuos permanecerán dentro del predio por un periodo corto, ya que serán canalizados a sitios de disposición final designados por las autoridades competentes				

Impacto	Alteración de patrones de escorrentía	Signo	Negativo	Factor de incidencia	Hidrología
Atributo	Índice de incidencia	0.56	Acumulativo	No	
	Significancia	No Significativo	Residual	Si	
Actividades generadoras del impacto por etapa					
Descripción del impacto	Existirá una alteración del agua por el desvió y canalizaciones temporales del cauce de agua durante toda la fase de construcción. Habrá un incremento en la carga de sedimentos en el rio durante la fase de preparación y de construcción.				

Impacto	Alteración de la Hidrología superficial	Signo	Negativo	Factor de incidencia	Hidrología
Atributo	Índice de incidencia	0.5	Acumulativo	No	
	Significancia	No Significativo	Residual	Si	
Actividades generadoras del impacto por etapa					
Descripción del impacto	Habrà una alteración en la calidad del agua, aguas abajo, por la interrupción y modificaciones del cauce natural. Existirá modificaciones en el cauce natural del río durante todas sus fases. Habrà una disminución del cauce de agua, provocando desequilibrios ecológicos, por lo que se buscaran medidas para no alterar el gasto ecológico.				

Impacto	Aumento de recarga del manto freático	Signo	Positivo	Factor de incidencia	Hidrología
Atributo	Índice de incidencia	0.50	Acumulativo	No	
	Significancia	No Significativo	Residual	Si	
Actividades generadoras del impacto por etapa					
Descripción del impacto	Habrá un aumento del nivel freático por la construcción de la cortina y la retención del agua. Los suelos se mantendrán con mayor humedad, y se podría eliminar la excavación de pozos profundos para la extracción de agua en la región.				

g) Paisaje

Impacto	Fragmentación	Signo	Negativo	Factor de incidencia	Paisaje
Atributos	Índice de incidencia	0.83		Acumulativo	Si
	Significancia	Significativo		Residual	Si
Descripción del impacto	El paisaje se verá impactado de manera adversa significativa permanentemente, debido a las actividades de construcción, el impacto será mayor hasta el llenado del vaso, ya que un gran cuerpo de agua se espera que aumentará la calidad escénica del lugar.				

Impacto	Impacto visual de la infraestructura	Signo	Negativo	Factor de incidencia	Paisaje
Atributos	Índice de incidencia	0.61		Acumulativo	No
	Significancia	No Significativo		Residual	Si
Descripción del impacto	Este impacto cobra relevancia durante la construcción de la cortina ya que afectará de manera puntual el paisaje del SAR y a partir de ese momento se convertirá en infraestructura permanente				

h) Socioeconómico

Impacto	Generación de empleos y Disponibilidad de servicios	Signo	Positivo	Factor de incidencia	Socioeconómico
Atributos	Índice de incidencia	0.72		Acumulativo	Si
	Significancia	Significativo		Residual	No
Descripción del impacto	Durante todas las diversas etapas del proyecto, la economía se verá beneficiada debido a que generará una demanda económica importante a nivel regional con un carácter temporal. El material que se requerirá para las actividades y los servicios serán consumidos y/o adquiridos dentro de la región por lo que la economía local será favorecida.				

Asimismo, la mano de obra de la región se verá incrementada por la demanda de personal que se requiere para realizar las actividades que la conforman.

La operación de la presa representa un impacto benéfico en la región, debido a que se tendrán mejores oportunidades en el sector agrícola y servicios básicos (derecho al agua), y con ello la economía de los habitantes aumentará y por ende la calidad de vida de la zona.

Por otro lado, el mantenimiento de la presa traerá beneficios a la economía de la región por el requerimiento de mano de obra para realizar estas actividades

V.5 IMPACTOS ACUMULATIVOS

En atención a lo que establece la fracción V del Artículo 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente se deberán identificar, evaluar y describir los impactos acumulativos, entendidos como aquellos que resultan 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 (Art. 3 Fracción VII del mismo reglamento).

El análisis de los impactos ambientales de este tipo se basó en la determinación de las desviaciones de la “línea base o cero” originadas por efectos aditivos, considerando que el proyecto no es la única fuente de cambio en el SAR. Por ello fue importante identificar los cambios ocasionados en el ambiente que se están generando o que ocurrieron como resultado de otras actividades humanas en la región y que pueden tener un efecto aditivo o acumulativo sobre los mismos componentes ambientales con los que el proyecto interactúa.

En este contexto, la CONABIO aporta datos útiles sobre la problemática ambiental actual en el área del Proyecto a través de su Programa de Identificación de Regiones Prioritarias. El objetivo principal de este ejercicio es “incluir toda la heterogeneidad ecológica que prevalece dentro de un determinado espacio geográfico para, así, proteger hábitats y áreas con funciones ecológicas vitales para la biodiversidad, las cuales no hubiesen sido consideradas con otro tipo de análisis” (CONABIO 2008).

Con la información anterior y la presentada en cada una de las fichas correspondientes a los impactos no significativos, se explica el por qué se calificó como acumulativos a los siguientes impactos negativos:

- Contaminación del suelo
- Pérdida de suelo/erosión
- Contaminación del agua continental
- Pérdida de individuos de flora

- Pérdida de individuos de fauna
- Modificación de patrones de escurrentía
- Fragmentación del paisaje
- Pérdida de cobertura de vegetación

La mayoría de los impactos negativos acumulativos que serán generados por el proyecto son mitigables o prevenibles, por lo que éste aplicará diversas medidas para reducirlos al mínimo. Sin embargo, es importante resaltar que, para obtener una disminución significativa de los impactos acumulativos, es indispensable que las autoridades de los tres niveles de gobierno establezcan de manera coordinada normas que regulen su generación, así como límites claros y medibles, que impliquen a todos los posibles generadores de dichos impactos.

Asimismo, es necesario establecer medidas de saneamiento, recuperación o restauración de los factores del medio que ya se encuentran afectados, de tal manera que el efecto acumulativo de los impactos disminuya. En este sentido, el proyecto colaborará activamente con las autoridades en programas de manejo de residuos, cuidado de especies en riesgo o cualquier otro que tenga como objetivo disminuir los impactos acumulativos en la región donde se encuentra.

Si bien se contempla un programa de desarrollo de obras y actividades en donde define la duración de estas, la etapa de operación y mantenimiento no tiene definida la duración de las actividades, se contempla una vida útil de 50 años los cuales se pueden extender en medida de actividades de remodelación, es por ello que es de gran importancia considerar los impactos acumulativos. Las medidas de prevención y mitigación que se presentan en el capítulo 6 se basan en un escenario en el que coinciden un gran número de obras, en distintas etapas de desarrollo y durante un largo tiempo. De esta manera se evita subestimar posibles impactos acumulativos.

V.6 IMPACTOS RESIDUALES

Los impactos residuales son aquellos cuya total corrección no es posible (Gómez-Orea 2013). Según la fracción V del Artículo 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente se deberán identificar, evaluar y describir los impactos residuales, entendidos como aquellos que persisten después de la implementación de medidas de mitigación (Art. 3 Fracción X del mismo reglamento).

Dichos impactos representan el efecto inevitable y permanente del proyecto sobre el ambiente y a partir de ellos se determina el “costo ambiental” del proyecto, es decir la disminución real y permanente en calidad y/o cantidad de los bienes y servicios ambientales en el SAR.

La identificación de estos impactos se llevó a cabo en función al atributo de la recuperabilidad, el cual se entiende como la capacidad de los ecosistemas de recobrar su funcionalidad ambiental. Los impactos con calificación de 3 implican efectos en el ambiente que no le permitirán regresar a su estado original, aún con la aplicación de medidas de mitigación, por lo que se les consideró residuales. Los impactos con valores menores a 3 se consideraron recuperables siempre que se implementen las medidas de compensación y/o mitigación que se presentan en el Capítulo 6.

De acuerdo con los resultados del análisis de los impactos ambientales se identificaron 11 impactos ambientales negativos residuales, de los cuales uno fue Significativo, 8 fueron No Significativos y dos fueron Despreciables (Tabla 5. 12).

Tabla 5.12. Impactos ambientales residuales identificados para el proyecto.

Impacto residual	Significancia
Fragmentación del paisaje	Significativo
Pérdida de suelo/erosión	No Significativo
Formación de pendientes o terraplenes inestables	No Significativo
Alteración de topografía/geoformas	No Significativo

Alteración de los patrones de escorrentía	Significativo
Impacto visual de la infraestructura	No Significativo
Pérdida de cobertura de vegetación	Significativo
Alteración de los patrones de corrientes	Despreciable
Alteración de los patrones de sedimentación	Despreciable

Los impactos ambientales residuales Significativos y No Significativos se describen en las fichas del apartado V.4.2.

V.7 RESUMEN Y CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos del análisis de impactos ambientales para el proyecto, es posible aseverar que no afectará la capacidad de los ecosistemas presentes en área de influencia y en el SAR para ser utilizados o manejados y no comprometerá su estructura y funcionamiento básicos, siempre que se implementen las medidas de mitigación y compensación propuestas, así como las estrategias y criterios establecidos para cada una de sus fases de implementación.

Las conclusiones del presente capítulo permiten señalar que el Proyecto conservará la biodiversidad regional y respetará la integridad funcional de los ecosistemas ya que los componentes ambientales que por sí mismos son relevantes, no serán afectados de forma significativa. El análisis de impactos aporta elementos que demuestran que el proyecto no ocasionará que una o más especies sean declaradas como amenazadas o en peligro de extinción y que, si bien se afectará el hábitat de individuos de flora y fauna temporalmente, no se afecta a las especies de forma particular, quedando fuera del supuesto establecido en el artículo 35, numeral III, inciso b) de la LGEEPA.

Adicionalmente, en el siguiente capítulo 6 se presentarán las medidas necesarias para prevenir, mitigar, restaurar, controlar o compensar, según sea el caso, los impactos ambientales esperados en cada una de las etapas de implementación del proyecto. Dichas medidas se integran de manera precisa y coherente en el marco

de un Sistema de Manejo y Gestión Ambiental específico para el proyecto, cuya ejecución evitará la generación de impactos que, por sus atributos y naturaleza, provoquen desequilibrios ecológicos y afecten la continuidad de los procesos naturales que actualmente ocurren en el SAR delimitado.

REFERENCIAS

Bolaños O. B., Gómez F. C., Márquez G. A. 2013 Composición florística del ejido de Sayulita, Bahía de Banderas, Nayarit, México: Un análisis espacial. Revista Biociencias. 2(3): 172-188.

Gómez-Orea D., Gómez Villarino M. 2013 Evaluación de impacto ambiental. Ediciones Mundiprensa. España. 747 pags.

SEMARNAT 2022 Guía para la elaboración de la manifestación de impacto ambiental regional. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

CAPÍTULO 6: ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

“PRESA PUERTA DEL SOL”

Agosto 2025

Contenido

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.....	2
VI.1 Descripción de Medida o Programa de Medidas de Mitigación o Correctivas por Componente Ambiental	3
VI.1.1 Componentes ambientales.....	4
VI.1.2 Terrazas y presas filtrantes	13
VI.2 Programa de Vigilancia Ambiental.....	20
VI.2.1 El objetivo general:	21
VI.2.2 Objetivos específicos:.....	22
VI.2.3 Alcances:	22
VI.2.4 Estructura del Programa de Vigilancia Ambiental.....	24
VI.2.5 Cronograma de actividades.....	38
VI.3 Seguimiento y Control (monitoreo)	39
VI.3.1. Instrumentos de seguimiento y monitoreo	40
VI.3.2. Inspección Ambiental	41
VI.3.3. Información necesaria para la fijación de montos para fianzas	42
VI.4 REFERENCIAS.....	44

Figuras

Figura 1. Fases del Programa de Vigilancia Ambiental	21
Figura 2. Ubicación para la aplicación del Programa de Vigilancia Ambiental.	22

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

En el presente capítulo se dan a conocer el diseño y el programa de ejecución o aplicación de las medidas, acciones y políticas a seguir para prevenir, restaurar, mitigar y/o compensar los impactos que el proyecto generará en el ecosistema.

Las medidas que en el presente capítulo se establecen y están basadas en los resultados del análisis ambiental realizado en capítulos anteriores y en las disposiciones en la Normatividad Ambiental Mexicana para cada uno de los factores ambientales. De esta forma, cada medida descrita en este apartado tiene como fin prevenir, restaurar, mitigar y/o compensar las alteraciones ambientales agrupadas en diferentes subsistemas. Adicionalmente, se consideró la disposición que en materia de impacto ambiental establecen las distintas dependencias gubernamentales.

Se contemplan las etapas programadas para la ejecución de La Presa Puerta del Sol, como son la preparación del sitio, construcción y operación. Como se ha venido señalando a lo largo del estudio, que, para este tipo de proyectos, si bien se diseñan para operar durante 50 años, no se contempla su etapa de abandono, ya que son obras de infraestructura que deben de garantizar la demanda hídrica para la satisfacción de necesidades básicas y otras de índole productivo.

Para cumplir con el objetivo de prevenir, restaurar, mitigar y compensar los efectos sobre los diversos factores ambientales, de las diferentes acciones del Proyecto de Construcción de la Presa Puerta del Sol, se establecerá un Programa de Vigilancia Ambiental, mismo que se describe más adelante.

VI.1 Descripción de Medida o Programa de Medidas de Mitigación o Correctivas por Componente Ambiental

El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental en su artículo 3º del capítulo 1 fracción XIII y XIV define dos tipos de medidas las de prevención y las de mitigación.

XIII. Medidas preventivas (PREV).

Es el conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

XIV. Medidas de Mitigación

Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas. Entre las medidas de mitigación que se pueden considerar, están las siguientes:

- Evitar el impacto por no ejecución de la acción
- Disminuir el impacto al limitar su magnitud.
- Rectificar el impacto al restaurar o rehabilitar el ambiente.
- Eliminar el impacto con acciones de protección y mantenimiento.

La mitigación es un proceso continuo durante el proceso de evaluación de impacto ambiental, aplicado con la idea de disminuir o evitar los impactos significativos. Se inicia desde que se identifica y ajusta la acción, en la fase de diseño.

- Medidas de remediación (REM): Estas acciones tienen como fin contrarrestar los efectos negativos provocados por las actividades del proyecto.
- Medidas de rehabilitación (RH): Son programas de conservación y cuidado de los recursos naturales que se deberán de llevar a cabo una vez terminado el proyecto.

- Medidas de reducción (RED): Son aquellas obras o acciones propuestas para lograr que el factor ambiental bajo análisis se mantenga en una condición similar a la existente, siendo afectada lo menos posible por la incidencia del proyecto.
- Medidas de compensación (COM): Estas no evitan la aparición del efecto ni lo anula o atenúa, pero contrapesa de alguna manera la alteración del factor. Estas medidas deberán ser proporcionales al impacto ocasionado.

VI.1.1 Componentes ambientales

Componente: Aire

Impacto identificado	Etapas (Actividades)	Actividades que lo propicia
– Contaminación por ruido. – Contaminación por gases y polvos.	– Preparación del sitio. – Construcción.	Emisión de gases, partículas y ruido, por la operación y movimiento de equipo y maquinaria
Descripción de las medidas aplicables		
Preventivas y de reducción		
– Todo el equipo fijo que utilice motores de combustión interna y que será utilizado para alguna actividad en particular, y que se pueda considerar como una fuente de contaminación al ambiente, deberá de cumplir con las normas siguientes: NOM-041-SEMARNAT-2006 y NOM-045-SEMARNAT-2006, las cuales regulan los niveles máximos permitidos de emisiones a la atmósfera. – Con el fin de evitar emisiones de ruido excesivo o levantamiento de polvo, todo vehículo que entre al área del proyecto, así como en caminos de acceso, deberán circular a ≤ 15 km/h y, < 20 km/h en centros poblacionales (siempre y cuando la vialidad se encuentre pavimentada, de lo contrario la velocidad máxima será de 15 km/h). – Para evitar emisiones excesivas de partículas a la atmosfera por motores de combustión interna, se verificará el parque vehicular de acuerdo a la bitácora de mantenimiento preventivo, el cual se deberá realizar en función de las especificaciones técnicas de cada equipo. – Para reducir el incremento en los niveles de ruido ocasionado por el empleo de maquinaria pesada, se solicitará a los conductores de sus camiones la obligatoriedad de apagar los equipos mientras no estén en uso. – Para el transporte de materiales, los camiones deberán utilizar una cubierta (lona) para evitar que la dispersión de partículas.		

- En temporadas de seca, se deberá regar los caminos de acceso, con el fin de mantenerlos húmedos, preferentemente por las mañanas para evitar la evaporación por contacto con el suelo caliente.

Componente: Suelo

Impacto identificado	Etapas (Actividades)	Actividades que lo propicia
– Contaminación por residuos. – Perdida de suelo/erosión. – Compactación/disminución de la capacidad de infiltración.	– Preparación del sitio. – Construcción.	– Desmonte, despalle y limpieza del sitio. – Tránsito de vehículos y personas. – Excavaciones y compactación de cimientos.
Descripción de las medidas aplicables		
Preventivas y de reducción		
– Se deberán tener las precauciones necesarias para evitar derrames en caso de que se realicen reparaciones y suministro de combustible de vehículos en el área del proyecto, de esta manera se evitará modificar la calidad del suelo cumpliendo con la NOM-052-SEMARNAT-2005. – Los residuos que se generen durante el desarrollo del proyecto, así como los desperdicios de material utilizados por el promovente, serán recolectados y depositados en lugares adecuados para su correcta disposición. ○ Con la finalidad de recolectar aceites, grasas, y estopas impregnadas, el promovente deberá establecer contenedores con tapadera. Los contenedores deberán resguardarse en un área techada, y se colocara tarimas en las bases. Se podrá contactar a un centro de acopio especializado, para la recolección de los contenedores, para posteriormente dar su confinamiento o reciclaje por empresas autorizadas por SEMARNAT. La frecuencia de recolección será dictaminada por la empresa especializada. ○ Los residuos sólidos de tipo domésticos se deben de depositar en bolsas plásticas dentro de contenedores provistos de tapa, los cuales se deben ubicar en forma visible y estratégica. Los contenedores deberán estar señalizados y deberán indicar la clasificación de residuo (orgánica e inorgánica). Los residuos deberán ser recolectados o llevados al sitio de disposición final con los que cuente el municipio. Los contenedores y bolsas pudiendo ser de entre 120 a 200 litros o su equivalente en galones para un mejor manejo. Si se requiere el resguardo temporal, se deberá construir una galera de entre aproximadamente 8 m³ a 10 m³, pudiendo usar madera o malla ciclónica con cinta plástica rompe		

vientos en las paredes, para evitar el ingreso de la fauna y la dispersión por vientos; el piso deberá estar al menos a 15 cm sobre el nivel del suelo, pudiendo utilizar el material producto del despalme o tarimas, y sobre estos una cubierta plástica de polietileno calibre 600 para evitar filtraciones, al finalizar las actividades de construcción se deberán retirar las instalaciones. La frecuencia de recolección será en función de los máximos y mínimos que admita el camión recolector, en caso de los residuos sean trasladados por el promovente, el traslado se podrá realizar cada tres días o cada semana, evitando superar la capacidad máxima del cuarto de almacenamiento.

- Los residuos susceptibles de reutilizarse tales como: papel, madera, vidrio, metales en general y plásticos se deberán separar, pudiendo utilizar contenedores con tapa con bolsas plásticas o costales de rafia en caso de los metales y cristales. Se deberá transportar a los almacenes temporales previstos en el proyecto, para luego llevarlos a los centros de reciclaje y acopio. La frecuencia de traslado al centro de acopio lo podrá determinar el encargado de la obra o la persona que el delegue, y será en función a las capacidades de las bodegas temporales.
- Los residuos de la construcción y demolición (RCD), podrán ser transportados por el promovente o por el medio de transporte autorizado del centro de transferencia con el que cuente el municipio. El almacenamiento temporal deberá ubicarse en un sitio libre de corrientes de agua y lugares susceptibles a inundación, durante las lluvias deberá ser cubierto con una cubierta plástica de polietileno.
- El promovente deberá recolectar y almacenar diariamente los residuos peligrosos que se generen en las diferentes áreas de trabajo dentro y fuera del proyecto. Los recipientes para el almacenamiento de residuos peligrosos deben ser de un material adecuado a las características del residuo y deberán ser identificados. Se debe contar con un área específica para el almacenamiento temporal de los residuos peligrosos. Art. 46 fracc V, 82 y 83 del Reglamento de la LGPGIR. El almacenamiento temporal no debe rebasar un período máximo de seis meses Art. 56 de LGPGIR. Se deberá envasar, clasificar y etiquetar los residuos peligrosos. Art 45 de la LGPGIR y 46 fracciones I, III, IV, y V del Reglamento. Contar con plan de manejo de los residuos peligrosos que genera con bitácora de generación de residuos peligrosos y presentar ante la SEMARNAT la Cédula de Operación Anual. Art 46 y 47 de la LGPGIR y 70,71,72 y 73 del Reglamento. Los residuos peligrosos deberán ser transportados a centros de acopio, tratamiento y/ o disposición final por medio de empresas autorizadas por SEMARNAT. Para determinar las características de peligrosidad, se debe considerar la NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece características, procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos, así como las pruebas analíticas de la prueba CRIT.

- Se prohíbe el vertido de los residuos (aceite, diésel, cementos, entre otros) al terreno y se establece que deberán ser manejados de acuerdo con lo indicado anteriormente.
- Se deben promover acciones de educación ambiental, a fin de inducir a los usuarios a la separación de residuos y en su caso la reutilización de los mismos. Las pláticas las deberá dar un profesional del campo de estudio.

Mitigación

- Se deberán realizar obras de conservación de suelos se sugiere utilizar terrazas longitudinales y presas filtrantes, para mitigar la erosión del suelo en el área de influencia. En el apartado VI.1.2 se muestra los métodos.
- Se rehabilitaran caminos de acceso existentes, y se le dará mantenimiento conforme a los requerimientos de estos.

Componente: Agua continental

Impacto identificado	Etapas (Actividades)	Actividades que lo propicia
– Contaminación.	– Preparación del sitio. – Construcción.	– Derrames accidentales de grasas, aceites, lubricantes, etc.
Descripción de las medidas aplicables		
Preventivas		
– Se prohíbe el vertido de residuos (aceites, lubricantes, entre otros) a los cuerpos de agua, así mismo estos deberán ser manejados de acuerdo a lo establecido en las medidas preventivas del componente suelo. – Toda la maquinaria y equipo que se utilice en el proyecto deberá estar en buenas condiciones mecánicas, con el fin de evitar fugas de lubricantes y combustibles, evitando la posible contaminación a cuerpos de agua. – Las reparaciones y/o mantenimiento de la maquinaria, deberá realizarse en talleres especializados. En caso de requerir una reparación o mantenimiento no previsto, se podrá colocar una cubierta plástica de polietileno calibre 600 debajo de la maquinaria, evitando las ruedas u oruga para no romper el plástico, y de ser posible colocar cartón encima del plástico, principalmente en la zona de trabajo y en posibles áreas de fuga. Se sugiere la construcción de una capa de concreto con espesor de 10 cm para realizar las reparaciones y mantenimiento en caso de ser necesario, la capa de concreto deberá tener una inclinación que permita colocar un canal y dirigirlo a un recipiente recolector. Los líquidos resultantes deberán almacenarse e identificarse para su posterior disposición final. – Para movilizar los materiales combustibles y aceites utilizados durante la operación del proyecto, se propone utilizar un vehículo nodriza.		

- Para evitar la contaminación del agua superficial por residuos líquidos, se deberán utilizar baños móviles para el uso de los trabajadores; para lo cual se recomienda que sea una baño por cada 25 trabajadores. Dichas letrinas serán acondicionadas y mantenidas por empresas especializadas, las cuales serán las responsables de la disposición final de los residuos que se generen.
- Se mantendrá el flujo natural del cauce a través de una obra de desvío (ataguías) en el sitio de la cortina durante la etapa de construcción.

Componente: Geoformas

Impacto identificado	Etapas (Actividades)	Actividades que lo propicia
– Formación de pendientes o terraplenes. – Alteración de la topografía/geoformas.	– Preparación del sitio. – Construcción	– Despalme. – Excavaciones. – Movimiento de tierras.
Descripción de las medidas aplicables		
Preventivas		
– Los trazos para el despalme y las excavaciones en la etapa de preparación del sitio y de construcción, deberán estar bien establecidas y señalizadas esto con el fin de evitar la erosión que pueda modificar la geomorfología del terreno, los trazos serán delimitados con forme a los planos de construcción y personal técnico topografico. – Los productos de las excavaciones serán depositados en bancos de depósito temporal, con el fin de poder ser utilizados en la ejecución de las obras, como caminos, terraplenes, o para la obtención de agregados para concreto siempre que cumplan con las pruebas y especificaciones para tales actividades. El supervisor podrá determinar el sitio para los bancos de almacenamiento en función de no inferir en el desarrollo normal de los trabajos, el supervisor deberá contemplar no ponerlos sobre cauces de corrientes. – Los materiales que no cumpla con los requerimientos para la utilización en las obras, se depositaran en bancos de desperdicio. Estos bancos deberán ser aprobados por la CONAGUA, con el fin de evitar alteraciones en los patrones de escorrentía.		

Componente: Flora

Impacto identificado	Etapas (Actividades)	Actividades que lo propicia
– Pérdida de individuos.	– Preparación del sitio. – Construcción	– Actividades de desmonte.

– Conservación de individuos.		
Descripción de las medidas aplicables		
Preventivas		
– Todo personal que labore en el proyecto deberá recibir capacitaciones y acatar indicaciones de no cortar, colectar o dañar ningún ejemplar de flora silvestre que no estén dentro del programa de trabajo. El Promovente deberá establecer reglamentaciones internas que eviten cualquier afectación derivadas de las actividades del personal, sobre las poblaciones de flora silvestre, especialmente sobre aquellas bajo categoría de riesgo, de acuerdo al listado establecido en la NOM-059-SEMARNAT-2010, podrá contar con los servicios de un personal técnico para que desarrolle y ejecute un programa de capacitación. – Los residuos que sean generados se clasifican de acuerdo a la NOM-052-SEMARNAT-2005, con la finalidad de no afectar la vegetación adyacente al proyecto, serán dispuestos de acuerdo a lo estipulado por la normatividad y lo contemplado en el componente Suelo. – No deberán ejecutarse trabajos en áreas no contempladas en el proyecto, lo anterior con la finalidad de prevenir mayores modificaciones al ecosistema. En caso de requerir modificaciones en los trazos del proyecto, se deberá notificar a la autoridad conforme al artículo 28 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental. – Se recomienda no utilizar fuego en el área del proyecto para evitar incendios forestales.		
Reducción		
– Se considera la reubicación los ejemplares de cactáceas, por considerarse de importancia ecológica. – Se debe contemplar la reubicación o en su caso, la germinación de especies que estén sujetas a protección, con la finalidad de preservar la especie en la región. En el capítulo IV.2.3.1.1- Rescate de la flora del sitio del proyecto se sugiere algunos métodos para la extracción y recuperación de individuos vegetales.		

Componente: Fauna

Impacto identificado	Etapas (Actividades)	Actividades que lo propicia
– Pérdida de individuos. – Conservación de individuos.	– Preparación del sitio. – Construcción.	– Ahuyentamiento de la fauna silvestre por emisión de ruidos. – Modificación del terreno. – Presencia humana.

		– Perdida de la cobertura vegetal como parte del hábitat.
Descripción de las medidas aplicables		
Preventivas		
– Todo el personal que labore en el proyecto deberá recibir y acatar indicaciones de no atrapar, pescar o dañar ningún ejemplar de fauna silvestre. El promovente deberá establecer reglamentaciones internas que eviten cualquier afectación derivadas de las actividades del personal. – En caminos de acceso y área del proyecto, los vehículos automotores, deberán circular a velocidades bajas (≤ 15 km/h) y solo por los accesos establecidos, con la finalidad de prevenir el atropellamiento de fauna silvestre que transite dentro del área en donde se realizará el proyecto. En caso de identificar caminos de transito de la fauna sobre los caminos de acceso, se deberán señalizar e informar al personal y colaboradores. – El promovente deberá ejecutar acciones de ahuyentamiento de fauna mediante la generación de ruido, esto se llevará a cabo antes de las etapas de preparación del sitio y construcción. – Se instalarán señalizaciones en áreas más susceptibles de la presencia de fauna con la finalidad de aumentar las precauciones para evitar daños a su integridad. – Se aplicará un programa de rescate de fauna antes de la etapa de preparación de sitio para salvaguardar la especie que pudieran encontrarse dentro de la zona del proyecto. Se presenta el anexo VI.1 Programa de ahuyentamiento, rescate, protección y conservación de fauna silvestre.		

Componente: Hidrología

Impacto identificado	Etapas (Actividades)	Actividades que lo propicia
– Alteración de los patrones de escorrentía. – Alteración de hidrología subterránea. – Aumento de recarga del manto freático.	– Construcción – Operación	– Construcción de la cortina – Llenado del embalse
Descripción de las medidas aplicables		
Preventivas		
– Durante la etapa de preparación de sitio y construcción, se mantendrá el flujo natural del cauce del río a través de una obra de desvío mediante ataguías y tres conductos de		

desvió de 5 m de ancho por 6 m de alto cada uno, una pendiente de $s=0.005$ y una longitud aproximada de 63 metros.

- En temporada de lluvias, todo el material que se utilizará para la construcción, deberá ser cubierto con lonas a fin de evitar el arrastre por corrientes superficiales.
- Durante la etapa de operación, en temporada de avenidas se deberá dejar un flujo del 20% del caudal de ingreso mensual, para mantener un flujo aguas abajo. Mientras que en temporadas de estiaje se deberá dejar un flujo del 40% del caudal de ingreso mensual. Aplicara lo mismo para la actividad de llenado de la presa. Para ello se debe considerar el capítulo IV.3 Gasto ecológico-Apéndice normativo c.

Componente: Paisaje

Impacto identificado	Etapas (Actividades)	Actividades que lo propicia
– Fragmentación. – Impacto visual de infraestructura.	– Preparación – Construcción – Operación	– Desmonte. – Despalme. – Construcción de la cortina.
Descripción de las medidas aplicables		
Preventivas y de rehabilitación		
– Las alteraciones que se registraran en el paisaje, están asociadas a la ejecución del proyecto. El impacto que se producirá sobre los valores estéticos serán inevitables, sin embargo, el proyecto se realizara de forma ordenada y en base a un programa general de actividades. – Tras la finalización de la etapa de construcción, se deberá retirar todas las instalaciones que no formen parte del funcionamiento de la presa, su clasificación y disposición serán en base a lo mencionado en el componente Suelo.		
– A largo plazo, el proyecto podría dar una mejor calidad paisajística al área de influencia, ya que el aumento de la recarga del manto freático mantendrá el suelo con mayor humedad, y con ello la disponibilidad de agua para la comunidad vegetal, y por ende, mayor vegetación en los márgenes del vaso. Además de que la presencia de grandes volúmenes de agua genera un atractivo visual.		

Componente: Bosque de Mezquite

Impacto identificado	Etapas (Actividades)	Actividades que lo propicia
– Pérdida de cobertura.	– Preparación del sitio.	– Desmonte.

	– Construcción.	– Llenado del embalse.
Descripción de las medidas aplicables		
Reducción		
– Los trabajos de desmonte se realizarán solo en la superficie CUSTF que involucra el envoltorio de la cortina y el uso de suelo Bosque de mezquite (4.09 ha). Quedará prohibido realizar desmontes en superficies no sean previamente autorizadas por la autoridad. La delimitación de la envoltorio de la cortina se realizará de acuerdo a planos de construcción con ayuda de personal topográfico especializado. – Se propone serializar la extracción vegetal dentro del polígono del proyecto, y reubicarlos en el área de influencia directa. Pudiendo ser ubicarlos de forma complementaria en las terrazas que se proponen como conservación de suelos		

Componente: Matorral subtropical

Impacto identificado	Etapas (Actividades)	Actividades que lo propicia
– Pérdida de cobertura.	– Preparación del sitio. – Construcción.	– Desmonte. – Llenado del embalse.
Descripción de las medidas aplicables		
Reducción		
– Los trabajos de desmonte se realizarán solo en la superficie CUSTF que involucra el envoltorio de la cortina y el uso de suelo Matorral subtropical (4.67 ha). Quedará prohibido realizar desmontes en superficies no sean previamente autorizadas por la autoridad. – Al igual que para el componente Bosque de Mezquite, se propone serializar la extracción vegetal dentro del polígono del proyecto, y reubicarlos en el área de influencia directa, sobre las terrazas que se proponen.		

Componente: Socioeconómico

Impacto identificado	Etapas (Actividades)	Actividades que lo propicia
– Generación de empleos directos e indirectos. – Disponibilidad de servicios básicos (satisfacción de necesidades básicas).	– Preparación del sitio. – Construcción. – Operación y mantenimiento.	– Utilización de materiales. – Requerimiento de mano de obra. – Construcción de obra hidráulica y asociadas. – Retención de agua en el embalse.

Descripción de las medidas aplicables
Prevención
– El personal deberá contar con las medidas mínimas de seguridad que señala la Norma de la Secretaria del Trabajo y Previsión Social: NOM-017-STPS-2008 (referente al equipo de protección para los trabajadores en los centros de trabajo); la NOM-019-STPS-2004, relacionada a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo; y La NOM-006-STPS-2023, relacionado con el manejo de materiales- condiciones de seguridad y salud en el trabajo – Todo el equipo fijo con motores de combustión interna que será utilizado para alguna actividad en particular, que se pueda considerar como una fuente de contaminación al ambiente, deberá de cumplir con las normas siguientes: NOM-041-SEMARNAT-2006 Y NOM-042-SEMARNAT-2006. – El Promovente deberá capacitar a los trabajadores antes del inicio de actividades acerca de la importancia de la preservación ambiental en el área de trabajo, con el objetivo de minimizar los impactos que se pudieran causar. Podrá contar con los servicios de una persona con conocimientos sobre el tema. Las pláticas podrán realizarse previo al inicio de actividades, así como charlas durante el tiempo de ejecución del proyecto, el técnico especialista podrá programar las charlas con el personal, así como considerar platicas extra temporales en caso de incidentes. – Contar con un botiquín de primeros auxilios, contemplar el numeral 7.7.1 de la NOM-006-STPS-2023. Se debe tener localizado un hospital de emergencia, así como sus vías de comunicación más accesibles, en el supuesto de presentarse algún accidente, Contemplar numeral 7.7 de la NOM-006-STPS-2023.
– Para el desarrollo de este proyecto se contratará personal para ejecutar las diferentes obras y actividades descritas en capítulos anteriores, particularmente de las comunidades aledañas a la zona del proyecto con la finalidad de apoyar la economía local. – La construcción del proyecto beneficiará al sectores productivo y social, ya que esta estructura hidráulica, permitirá almacenar agua que podrá ser aprovechada en actividades como la agricultura y actividades de la industria, así como satisface la demanda del líquido a la población objetivo.

VI.1.2 Terrazas y presas filtrantes

Se consultó el Manual de Obras y Prácticas de Protección, Restauración y Conservación de Suelos Forestales de la CONAFOR, 6a edición (2023), los métodos a continuación descritos forman parte de dicho manual, para consultarlo se puede acceder mediante el siguiente URL:

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/910650/Manual_de_Obras_y_Prcticas_de_Proteccion_Restauracion_y_Conservacion_....pdf

La degradación del suelo se considera como un “grupo de procesos que ocasionan el deterioro del suelo, los cuales provocan una disminución de su productividad biológica o de su biodiversidad”

El proceso de degradación consiste en el desplazamiento de los materiales del suelo (erosión hídrica y eólica) que implica la remoción de los materiales del suelo por medio de las corrientes de agua o por el viento.

El nivel de afectación se evalúa en términos de la reducción de la productividad biológica de los terrenos, considerando los siguientes niveles:

NIVEL	DESCRIPCIÓN	VALOR
Ligero	Presentan alguna reducción apenas perceptible en su productividad, en la que se ha perdido hasta el 25% de la capa superficial; entre 10 y 20% de la superficie del área presenta problemas de canalillos y cárcavas pequeñas.	1
Moderado	Marcada reducción en su productividad. El suelo ha perdido de 26 a 50% de la capa superficial; presenta erosión en canalillos, canales y cárcavas pequeñas.	2
Fuerte	Se requieren grandes trabajos de ingeniería para su restauración, presenta pérdida de 51 a 75% de la capa superficial del suelo. Ocurre en manchones de material consolidado, tipo tepetate o afloramientos rocosos, así como cárcavas de todos los tamaños. Presenta niveles con degradación ligera o moderada en 25% del área total.	3
Extremo	Terrenos cuya productividad es irrecuperable, presenta pérdidas superiores a 75% de la capa de suelo superficial, con cárcavas profundas.	4

Valor asignado por la Metodología ASSOD.

De acuerdo a las observaciones de campo y al estudio realizado de la erosión hídrica y eólica, en la cortina y el embalse del proyecto, la erosión es de nivel ligero a moderado, coincidiendo con el Conjunto de Datos de Erosión del Suelo, Escala 1: 250 000 Serie I Continuo Nacional (2014) del INEGI.

Para el control de cárcavas se debe considerar

- Delimitar el área con cárcavas para definir las zonas de trabajo.
- Realizar un recorrido de campo a lo largo de la cárcava
- Definir cuál es el origen de los escurrimientos

Durante el recorrido se obtiene la información como el perfil longitudinal, las pendientes medias de los diferentes tramos y las secciones transversales.

Conociendo el origen de la problemática la primera acción a realizar es eliminar la causa que la originó, por lo que se consideran trabajos en dos niveles: nivel de ladera o nivel de la cárcava.

Los trabajos a nivel de ladera tienen como objetivo evitar, reducir o controlar el escurrimiento superficial y aumentar la filtración de agua en el suelo.

Los trabajos a nivel de cárcava se realizan siempre y cuando las practicas a nivel ladera no sean suficientes para controlar el escurrimiento. El objetivo de estas actividades es el de disminuir la velocidad del agua, favorecer la sedimentación de las partículas que lleva en suspensión y finalmente estabilizar la cárcava.

Terrazas

Terraza de forma sucesiva

Son terraplenes formados por el movimiento del suelo que se deposita en los bordos, dicho movimiento de suelo se debe a los escurrimientos. Este tipo de terrazas se construye a nivel

Proceso de construcción Primer paso. Calcular el espaciamiento entre curvas a nivel. Para conocer la distancia entre curvas a nivel, se pueden utilizar las metodologías a y b del anexo 1 del Manual de Obras y Prácticas de Protección, Restauración y Conservación de Suelos Forestales de la CONAFOR.

Calculado el espaciamiento entre terrazas, se traza la línea madre y se marcan las curvas a nivel.

Segundo paso. Excavar la zanja. Sobre la curva marcada se realiza la excavación, la profundidad y el ancho de corte dependerán de la profundidad del suelo, sin embargo, se recomienda que las dimensiones sean de 50 centímetros de ancho por 40 centímetros de profundidad. Puede realizarse la excavación con el uso de maquinaria, equipo de tracción animal, de forma manual (pico y pala) o de manera combinada, de acuerdo con las condiciones de cada lugar y los recursos disponibles. El material resultante de la excavación se coloca aguas arriba de la zanja.

Se aconseja construir tabiques divisores de 50 centímetros de longitud, cada 5 metros a lo largo de la zanja, para seccionar el agua almacenada, los cuales pueden quedar al nivel del suelo o rebajarse 10 centímetros del nivel original del mismo.

Tercer paso. Conformar y compactar el bordo.

Se recomienda realizar una plantación en el bordo (siempre y cuando esté bien compactado) con la finalidad de prolongar la vida útil de la obra.

Recomendaciones

Aplicar esta obra en terrenos con pendientes entre 5 y 20%.

Ya que este tipo de terrazas son a nivel, se recomienda evitar que se construyan en regiones con fuertes precipitaciones.

Cuando en el terreno exista una cárcava o arroyo, se debe terminar la obra antes de que cambie la pendiente, recorriendo el bordo aguas arriba y trasladando el nivel al otro lado de la cárcava o arroyo, con el fin de no provocar daños o derivación de flujos.

Se recomienda sembrar las especies que fueron susceptibles a su extracción en las terrazas, principalmente aquellas con un sistema radicular ramificada o fasciculadas

Presas filtrantes

Para este proyecto se sugiere la utilización de presas para el control de azolves, se pueden realizar con diferentes materiales, desde madera, piedra hasta mampostería, o de material reciclado como llantas.

Considerando la durabilidad relativa y proceso constructivo, se considera la presa de malla de alambre electrosoldada.

Las presas de malla electrosoldada se realizan con el tipo de malla de calibre 12 o 14, no se trata de la malla electrosoldada usada para construcción de pisos, banquetas o canchas, si no la utilizada para fabricar cancelas de jaulas para gallos.

Esta clase de presas es muy parecida a las presas de gaviones, sólo que en este caso la malla no es prefabricada, sino que se arma en el lugar, a partir de las características de las cárcavas.

Este tipo de presas resisten los embates de la escorrentía más que una presa de piedra, y es menos costosa que una presa de gaviones, por lo que se consideran estructuras intermedias.

Proceso de construcción

Primer paso. Realizar la zanja de empotramiento.

Las dimensiones de la zanja para el empotramiento dependen del tipo de presa y de la altura de la misma, su ancho se debe ajustar al grosor de la presa de que se trate, su profundidad está en función de la altura de la presa a la corona, se recomienda que sea de por lo menos 1/4 de dicha altura, siempre y cuando no se haya alcanzado una capa endurecida o roca madre.

Segundo paso. Armar los cajones.

Los cajones de malla electrosoldada se pueden construir de distintas dimensiones, el rollo de malla comercial es de 1.20 metros de altura por 20 metros de longitud y la abertura tradicional es de 5x5, 5x10 y 5x15 cm, y entre mayor es la amplitud de la malla, su costo es menor.

Tercer paso. Colocar y llenar los cajones.

Colocar los cajones en el fondo de la zanja realizada para el empotramiento, una vez colocada la primera hilera se procede al llenado de los mismos, se deberán buscar los lados más planos de la piedra lo más que se pueda y dejando la menor cantidad de espacios vacíos para que el cajón sea lo más pesado posible.

Al momento del llenado es importante que se coloquen tensores, ya que de no hacerlo los cajones se deformarán por el efecto de la fuerza de la escorrentía y esto ocasionará que la presa se debilite y se derrumbe.

Una vez llenados los cajones se cierran y se procede a la colocación de los cajones necesarios hasta formar el vertedor.

Cuarto paso. Construir el delantal.

Cuando las presas se construyen en forma piramidal, los escalones ejercen la función de delantal.

Cuando no haya escalones el delantal se formará acomodando, aguas abajo de la presa, piedras que formen una calzada para amortiguar la caída del agua que desaloja el vertedor.

Recomendaciones

Se recomienda su uso para el control de cárcavas menores a tres metros de altura y de igual manera se pueden usar con efectividad para el cabeceo de cárcavas de más de dos metros de profundidad. Si se requiere ver otras alternativas, se puede

consultar el Manual de Obras y Prácticas de Protección, Restauración y Conservación de Suelos Forestales de la CONAFOR, 6a edición (2023), capítulo 8. Otra alternativa que se puede utilizar tierras arriba de la Presa para evitar que la tierra se erosione y caiga al vaso, son los gaviones.

Los gaviones son estructuras flexibles formadas por cestas o jaulas de malla metálica rellenas de piedras, que se utilizan como muros de contención, protección contra la erosión. Son estructuras modulares y permeables que, al rellenarse in situ con roca o materiales reciclados, forman estructuras monolíticas estables y drenantes.

Los materiales son:

Malla metálica: Generalmente de acero galvanizado y doble torsión, que puede tener recubrimientos de PVC o polímeros para aumentar su durabilidad.

Relleno: Principalmente rocas de un tamaño adecuado, aunque también pueden usarse hormigón reciclado, vidrio, tierra o arena.

La utilización de los gaviones constituye una de las aplicaciones más utilizadas en los medios hidráulicos, esto debido a su versatilidad y resistencia son aptos para todo tipo de emplazamientos desde el nacimiento de los ríos hasta la desembocadura en lagos embalses o el mar. (A Bianchini, 2017).

Algunos ejemplos de soluciones en medios hidráulicos son: Albarrada, Diques de corrección, Defensas fluviales, Defensas de márgenes, Encauzamientos fluviales

En los medios hidráulicos las estructuras construidas con gaviones tienen grandes ventajas pues:

- Presentan amplia adaptabilidad, pues son fáciles de construir en zonas inundadas.

- Funcionan como presas filtrantes y permiten el flujo del agua y la retención de azolves.
- Tienen alta durabilidad.

Por si solas su principal objetivo es reducir la erosión hídrica, retención azolves y favorecer la retención e infiltración del agua. (López Martínez & Oropeza Mota, 2009).

En el documento “Gaviones” por Rafael E. Bolívar, se detalla las especificaciones y proceso rápido para la construcción. El documento se encuentra disponible en la pagina <https://gaviones.co/wp-content/uploads/2019/08/4.-GAVIONES.pdf>

VI.2 Programa de Vigilancia Ambiental

El programa de Vigilancia Ambiental (PVA) está estructurado de manera que cada medida se enfoca en mitigar, compensar o reducir al mínimo los impactos ambientales en los diversos factores del medio identificados, considerando siempre la temporalidad de cada etapa de El Proyecto.

Además, el diseño, aplicación y revisión de las medidas propuestas en este sistema siguen un orden lógico que permite corregir errores y eliminar problemas imprevistos, basándose en los resultados obtenidos. Por lo tanto, cada medida propuesta atraviesa por cuatro fases: gestión, implementación, supervisión y evaluación, donde se determina si es necesario modificarla para hacerla más efectiva (**Figura 1**).

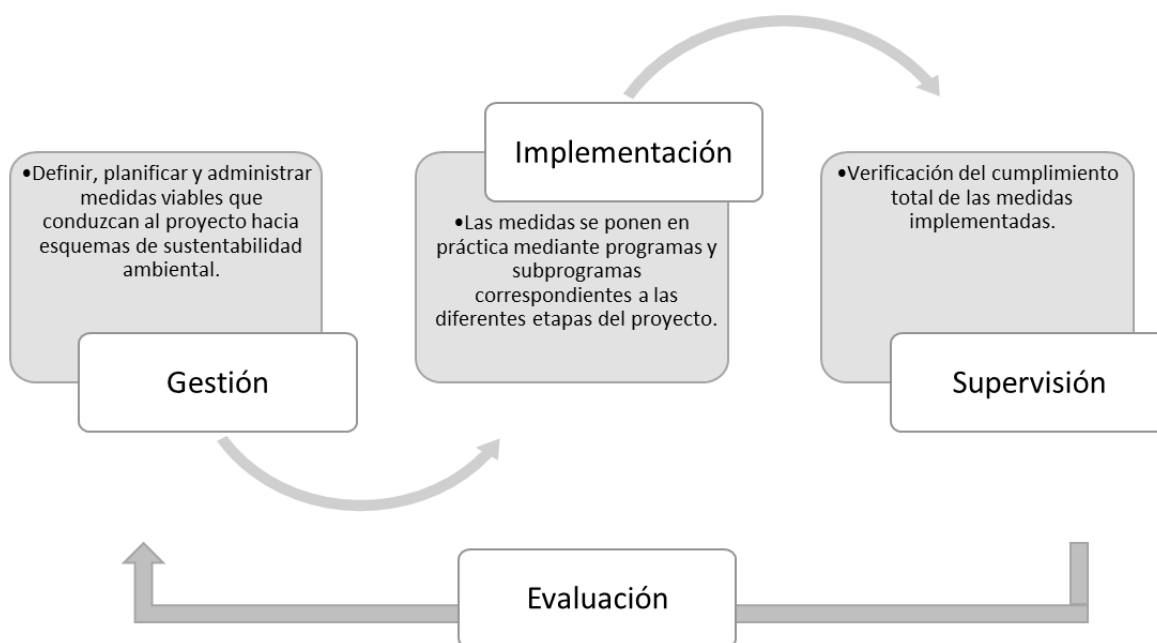


Figura 1. Fases del Programa de Vigilancia Ambiental

Fuente: Elaboración propia.

Para la construcción del proyecto, se considera llevar a cabo un Plan de Manejo y Monitoreo Ambiental, por medio del cual se verifique que las medidas propuestas y todas las recomendaciones generadas a partir de los datos recolectados en campo, sean ejecutadas en tiempo y forma.

En este apartado se describen de manera general los temas y medidas que incluirá el Plan de Vigilancia Ambiental, cuyo objetivo general es garantizar la protección y conservación de los recursos naturales identificados en el área del Proyecto. Este PVA no es limitativo, de modo que se podrán realizar modificaciones en virtud de mejorar los procesos.

VI.2.1 El objetivo general:

El programa de vigilancia ambiental será determinante para garantizar el cumplimiento de las medidas de mitigación, prevención y compensación, contenidas en el presente estudio de impacto ambiental, así como los términos y condicionantes que la autoridad considere pertinente.

VI.2.2 Objetivos específicos:

- La verificación oportuna y eficaz del cumplimiento de las medidas de prevención y mitigación que se aplicarán durante y después de la vida útil del proyecto para disminuir al mínimo los impactos ambientales.
- Comprobación de la eficacia de las medidas implementadas, para que cuando esta se considere insatisfactoria, se determinen las causas raíz y se realicen las acciones pertinentes.
- La detección de impactos no previstos para implementar medidas adicionales, así como alteraciones no previstas anteriormente.

VI.2.3 Alcances:

El presente PVA se llevará a cabo en las superficies que conforman el proyecto y su área de influencia.

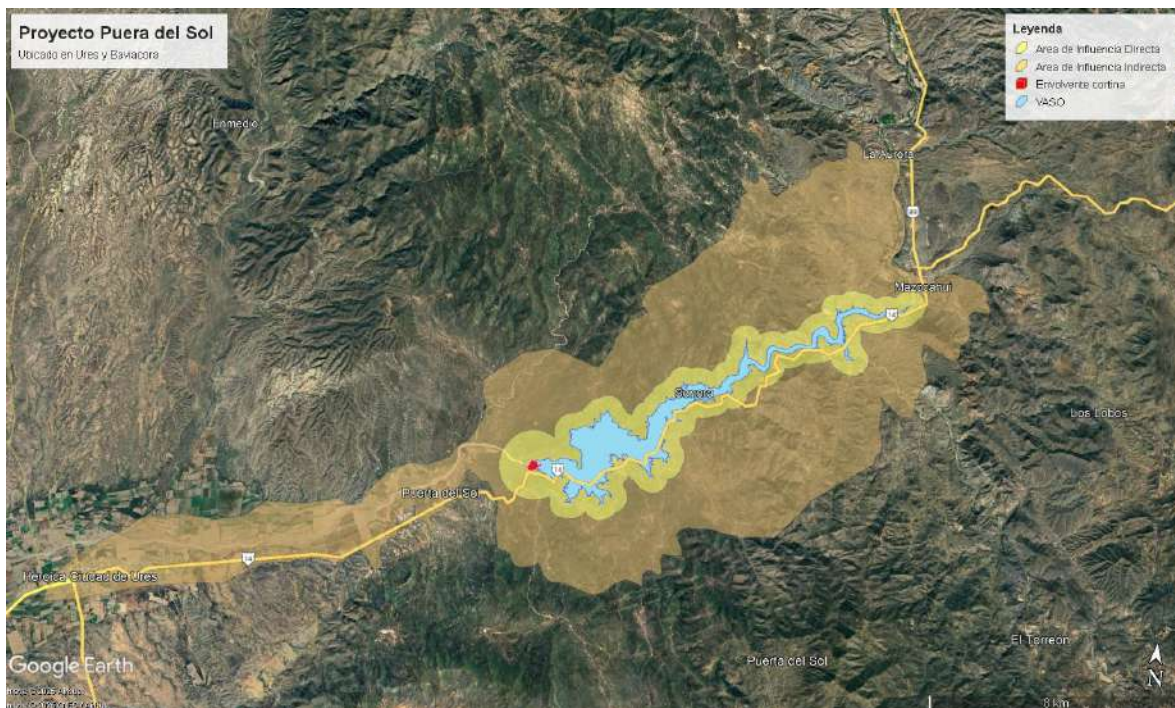


Figura 2. Ubicación para la aplicación del Programa de Vigilancia Ambiental.

Fuente: Propia

La aplicación del presente Programa de Vigilancia Ambiental tendrá como finalidad:

- Asegurar el cumplimiento de todas las medidas contempladas en el documento
- Facilitar la accesibilidad de la información
- Ubicar las acciones a implementar en cada etapa del desarrollo del proyecto
- Prevenir los impactos identificados por la ejecución del proyecto.

Tabla 1. Impactos identificados por la ejecución del proyecto.

Impacto identificado	Etapas (Actividades)	Actividades que lo propicia
Aire		
– Contaminación por ruido. – Contaminación por gases y polvos.	– Preparación del sitio. – Construcción.	Emisión de gases, partículas y ruido, por la operación y movimiento de equipo y maquinaria
Suelo		
– Contaminación por residuos. – Perdida de suelo/erosión. – Compactación/disminución de la capacidad de infiltración.	– Preparación del sitio. – Construcción.	– Desmante, despalle y limpieza del sitio. – Tránsito de vehículos y personas. – Excavaciones y compactación de cimientos.
Agua continental		
– Contaminación.	– Preparación del sitio. – Construcción.	– Derrames accidentales de grasas, aceites, lubricantes, etc.
Geoformas		
– Formación de pendientes o terraplenes. – Alteración de la topografía/geoformas.	– Preparación del sitio. – Construcción	– Despalle. – Excavaciones. – Movimiento de tierras.
Flora*		
– Pérdida de individuos. – Conservación de individuos.	– Preparación del sitio. – Construcción	– Actividades de desmante. – Llenado del vaso.
Fauna		
– Pérdida de individuos. – Conservación de individuos.	– Preparación del sitio. – Construcción.	– Ahuyentamiento de la fauna silvestre por emisión de ruidos. – Modificación del terreno. – Presencia humana. – Perdida de la cobertura vegetal como parte del hábitat.
Hidrología		
– Alteración de los patrones de esorrentía.	– Construcción – Operación	– Construcción de la cortina – Llenado del embalse

– Alteración de hidrología subterránea. – Aumento de recarga del manto freático.		
Paisaje		
– Fragmentación. – Impacto visual de infraestructura.	– Preparación – Construcción – Operación	– Desmonte. – Despalme. – Construcción de la cortina.
Socioeconómico		
– Generación de empleos directos e indirectos. – Disponibilidad de servicios básicos (satisfacción de necesidades básicas).	– Preparación del sitio. – Construcción. – Operación y mantenimiento.	– Utilización de materiales. – Requerimiento de mano de obra. – Construcción de obra hidráulica y asociadas. – Retención de agua en el embalse.

* Los impactos de los componentes Bosque de Mezquite y Matorral subtropical se incluyen en el componente Flora

VI.2.4 Estructura del Programa de Vigilancia Ambiental

Componente ambiental aire

COMPONENTE AMBIENTAL	
Aire	Descripción
Medida A1	Protección de los trabajadores ante el ruido y partículas generados
Tipo de medida	Preventivas y de reducción
Objetivo	Evitar riesgos a la salud de los trabajadores
Indicador	Trabajadores con equipo de seguridad
Impacto a prevenir/mitigar	Contaminación por ruido
Umbral de alerta	Nivel de ruido y exposición por arriba de lo establecido por la NOM-011-STPS-2001 (mayor de 85 dB en una jornada de 8 horas), trabajadores gritando para comunicarse
Umbral inadmisibles	Ausencia de equipo de seguridad
Tipo de verificación	Visual en campo
Áreas de verificación	Áreas con ruido considerable.
Etapas de proyecto	Etapas de preparación y construcción.
Indicador de seguimiento	Dotar de equipo a los trabajadores contemplando la NOM-017-STPS-2024 Equipo de protección personal
Recursos	Utilizar equipos de protección personal (EPP) como tapones y orejeras para bloquear o atenuar el sonido. Realizar los mantenimientos preventivos a las

	maquinarias de acuerdo a las especificaciones de cada uno. La aplicación se realizará cada que sea necesario. El costo por mantenimiento de maquinaria rutinario varia por modelo, usos y horas de operación, los estimados son: -Cambio de aceite 150-250 dólares. -Engrasado 50-100 dólares. -Reemplazo de filtros 50-200 dólares. -Reemplazo de fluido hidráulico 200-400 dólares. El costo de los tapones u orejeras son variadas: -Orejeras c/u 400-1500 pesos mexicanos. -Tapones c/100 >\$1,000 pesos mexicanos.

COMPONENTE AMBIENTAL	
Aire	Descripción
Medida A2	Cuidado de caminos de acceso y cubrir los materiales durante su transporte
Tipo de medida	Preventivas
Objetivo	Evitar la dispersión de partículas en centros de trabajo y área de influencia
Indicador	Nivel de polvos controlados en centros de trabajo y área de influencia
Impacto a prevenir/mitigar	Contaminación por polvos
Umbral de alerta	Vegetación y estructuras con presencia excesiva de polvos
Umbral inadmisible	Polvos esparcidos fuera del área de influencia, nivel de polvos excesivos
Tipo de verificación	Visual en campo
Áreas de verificación	Área de influencia del proyecto
Etapas de proyecto	Etapas de preparación y construcción
Indicador de seguimiento	Mantener los caminos de acceso en buen estado, durante la temporada de estiaje regar los caminos, preferentemente por las mañanas. Asegurarse que los choferes de los camiones cubran con una lona el material que transporten, sobre todo en distancias mayores a 200 metros
Recursos	Se utilizará pipas de agua para el regado de los caminos de acceso, se pedirá a la asociación de camiones que utilicen lonas para cubrir los materiales que transporten, en caso de utilizar camiones propios, se deberá adquirir lonas. El costo anual aproximado para regar los caminos de acceso es de \$126,828.8 MXN, calculado a una distancia de 3.8 km (desde Puerta del Sol a la cortina), se podría

	optar por utilizar recubrimientos en los caminos de acceso, ya que servirá como acceso para la etapa de operación y mantenimiento.

COMPONENTE AMBIENTAL	
Aire	Descripción
Medida A3	Realizar mantenimientos preventivos y de reparación en los sitios asignados para la maquinaria y los vehículos.
Tipo de medida	Preventiva
Objetivo	Prevenir las emisiones de gases que no estén dentro de los parámetros por cada maquinaria
Indicador	Emisiones dentro de los parámetros
Impacto a prevenir/mitigar	Contaminación por gases
Umbral de alerta	Mayor emisión gases de los escapes de la maquinaria y vehículos
Umbral inadmisibles	No realizar los mantenimientos en los tiempos programados
Tipo de verificación	Visual en campo
Áreas de verificación	Área de influencia del proyecto
Etapas de proyecto	Etapas de preparación y construcción
Indicador de seguimiento	Emisiones dentro de los parámetros de cada maquinaria, contemplando las Normas NOM-041-SEMARNAT-2006 y NOM-045-SEMARNAT-2006
Recursos	Se realizará un programa de mantenimiento preventivo en base a las especificaciones de la maquinaria. El costo por mantenimiento de maquinaria rutinario varia por modelo, usos y horas de operación, los estimados son: -Cambio de aceite 150-250 dólares. -Engrasado 50-100 dólares. -Reemplazo de filtros 50-200 dólares. -Reemplazo de fluido hidráulico 200-400 dólares Mantenimiento anual 3000-5000 dólares

Componente ambiental suelo

COMPONENTE AMBIENTAL	
Suelo	Descripción
Medida B1	Queda estrictamente prohibido realizar actividades de reparación o mantenimiento a la maquinaria y vehículos en áreas propensas a ser contaminadas por hidrocarburos o cerca del cauce del río y arroyos
Tipo de medida	Preventiva

Objetivo	Prevenir la contaminación del suelo cuando se realicen reparaciones y suministro de combustible en el área del proyecto
Indicador	Suelo libre de rastros de grasas, aceites, lubricantes y otras sustancias contaminantes
Impacto a prevenir/mitigar	Contaminación por residuos, pérdida de suelo
Umbral de alerta	Reparación o mantenimiento en áreas que no sean destinadas para estas actividades
Umbral inadmisibles	Suelo contaminado
Tipo de verificación	Visual en campo
Áreas de verificación	Área de influencia del proyecto
Etapas de proyecto	Etapas de preparación y construcción
Indicador de seguimiento	Recolección de tierra contaminada para trasladarla a lugares autorizados para su disposición final
Recursos	Las actividades de mantenimiento se realizarán en un taller especializado. De requerir correcciones imprevistas se deberá cubrir el suelo con material impermeable. O en su caso la construcción de una plataforma con concreto, con un recolector de líquidos. Para la remoción de suelo contaminado, en caso de derrames graves, se requiere de una excavadora. El costo aproximado por el retiro del suelo contaminado es de \$71.73 MXN por m³. Cuando sea posible se realizará manualmente con pala y pico, y una carretilla para mover el material.

COMPONENTE AMBIENTAL	
Suelo	Descripción
Medida B2	Manejo de residuos
Tipo de medida	Preventiva
Objetivo	Manejar adecuadamente los residuos que se generen durante la ejecución del proyecto
Indicador	Área de proyecto libre de residuos
Impacto a prevenir/mitigar	Contaminación por residuos, pérdida de suelo
Umbral de alerta	Presencia de residuos
Umbral inadmisibles	Contaminación del área de influencia del proyecto
Tipo de verificación	Visual de campo
Áreas de verificación	Área de influencia del proyecto
Etapas de proyecto	Etapas de preparación y construcción
Indicador de seguimiento	Acciones de almacenamiento, recolección y manejo adecuado de los residuos generados considerando la NOM-006-STPS-2023, NOM-005-STPS-2017 y la NOM-

	052-SEMARNAT-2005, así como la Ley General para la Prevención y Gestión integral de los Residuos.
Recursos	Se verá tener sitios de almacenamiento temporal de los residuos. Y se deberá contratar los servicios de una empresa especializada para la recolección de estos. Los costos son variados, pudiendo ser de: Recolección de residuos sólidos urbanos y/o de manejo especial de \$700-\$3200 MXN por m³. Recolección de residuos peligrosos solidos de \$3000-\$4000 por m³. Recolección de residuos peligrosos líquidos de \$3000-\$3500 por m³. Recolección de aceite o lubricante gastado \$3000-5500 por m³.

COMPONENTE AMBIENTAL	
Suelo	Descripción
Medida B3	Estrictamente se prohíbe el vertido de cualquier hidrocarburo al suelo
Tipo de medida	Preventiva
Objetivo	Evitar la contaminación del suelo por agentes derivados del petróleo
Indicador	Modificación de las características físicas y químicas del suelo
Impacto a prevenir/mitigar	Contaminación por residuos, pérdida de suelo
Umbral de alerta	Manejo inapropiado de combustibles y lubricantes
Umbral inadmisibile	Presencia de suelo contaminado
Tipo de verificación	Visual en campo
Áreas de verificación	Área de influencia del proyecto
Etapas de proyecto	Etapas de preparación, construcción y operación
Indicador de seguimiento	Acciones de recolección y saneamiento de suelos contaminados
Recursos	Las actividades de mantenimiento se realizarán en un taller especializado. De requerir correcciones imprevistas se deberá cubrir el suelo con material impermeable. O en su caso la construcción de una plataforma con concreto, con un recolector de líquidos. Se deberán tener contenedores con tapa para el almacenamiento temporal de residuos. Los costos de los tambos son varados dependiendo de la capacidad y el material, con un aproximado unitario de \$500 a \$5,000 pesos mexicanos. Para la remoción de suelo contaminado, en caso de derrames graves, se requiere de una excavadora. El costo

	aproximado por el retiro del suelo contaminado es de \$71.73 MXN por m ³ . Cundo sea posible se realizara manualmente con pala y pico, y una carretilla para mover el material.

COMPONENTE AMBIENTAL	
Suelo	Descripción
Medida B4	Rehabilitación y acondicionamiento de caminos de acceso
Tipo de medida	Mitigación
Objetivo	Evitar abrir brechas en superficies vegetales, conservar y rehabilitar caminos existentes
Indicador	Cambios en la percepción visual
Impacto a prevenir/mitigar	Compactación de suelos, erosión
Umbral de alerta	Modificación en los trazos de los caminos de acceso, caminos en mal estado
Umbral inadmisibile	Abrir brechas que no estén autorizadas
Tipo de verificación	Visual en campo
Áreas de verificación	En caminos de acceso dentro del área de influencia
Etapas de proyecto	Etapas de preparación, construcción y operación
Indicador de seguimiento	Realizar obras de reacondicionamiento de caminos
Recursos	Para mantener los caminos en buenas condiciones se deberá realizar mantenimientos. Movimiento de tierras: Si se requiere excavación o relleno, los costos pueden oscilar entre \$100 y \$300 MXN por metro cúbico para tierra, o \$400 y \$700 MXN por metro cúbico para roca.

Componente ambiental agua continental

COMPONENTE AMBIENTAL	
Agua continental	Descripción
Medida C1	Prohibir estrictamente el vertido de residuos contaminantes a los cuerpos de agua
Tipo de medida	Preventivas
Objetivo	Evitar la contaminación de agua por hidrocarburos principalmente
Indicador	Cuerpos de agua libres de contaminantes
Impacto a prevenir/mitigar	Contaminación
Umbral de alerta	Manejo inadecuado de agentes contaminantes
Umbral inadmisibile	Presencia de agua contaminada o indicios
Tipo de verificación	Visual en campo
Áreas de verificación	Cuerpos de agua en área de influencia del proyecto

Etapa de proyecto	Etapas de preparación y construcción
Indicador de seguimiento	Acciones de saneamiento de aguas contaminadas
Recursos	Se creará un desvío de aguas sobre el cauce del río, con la finalidad de trabajar en seco y evitar posibles contaminaciones a las corrientes de agua. La construcción de preataguas, ataguías y pantalla plástica, el costo de obra es de \$9,711,464.31 MXN. Pero incluyendo terraplenes, excavaciones y demás actividades, la inversión es de \$211,569,408.88 MXN. En caso de derrames en el cauce del río, se tomarán las acciones de remoción de la capa de suelo contaminado, como se menciona en la medida B3.

Componente ambiental geoformas

COMPONENTE AMBIENTAL	
Geoformas	Descripción
Medida D1	Conservación de suelos y laderas
Tipo de medida	Preventivas
Objetivo	Mitigar la degradación del suelo por la puesta en marcha del proyecto con acciones de conservación
Indicador	Áreas sin problemas de erosión o deslizamientos
Impacto a prevenir/mitigar	Formación de pendientes o terraplenes. Alteración de la topografía/geoformas.
Umbral de alerta	Erosión en cárcavas, laminar, deslizamientos, etc.
Umbral inadmisibles	Procesos degradantes del suelo
Tipo de verificación	Visual en campo
Áreas de verificación	Áreas degradadas en la zona de influencia
Etapa de proyecto	Operación del proyecto
Indicador de seguimiento	Implementación de obras y prácticas de conservación y restauración de suelo como lo es el establecimiento de presas filtrantes de piedra acomodada.
Recursos	Se sugiere la creación de presas filtrantes en cárcavas de arroyos que desemboquen en el proyecto, y la creación de terrazas longitudinales para estabilizar laderas. Tal como se menciona en el método de presas filtrantes y terrazas antes mencionado. El costo para este tipo de obra es variado, tiene un precio por metro cuadrado entre \$400-\$900 MXN. El costo por metro cuadrado de terrazas puede oscilar entre \$50-\$120 MXN.

Componente ambiental flora

COMPONENTE AMBIENTAL	
Flora	Descripción
Medida E1	Indicaciones de conservación de flora silvestre a los trabajadores
Tipo de medida	Preventiva
Objetivo	Evitar el daño a la flora silvestre y conservación de especies de importancia ecológica
Indicador	Disminución de la flora silvestre aledaña al proyecto
Impacto a prevenir/mitigar	Perdida de individuos
Umbral de alerta	Impacto sinérgico por maquinaria principalmente
Umbral inadmisibles	Daño o alteración de cualquier tipo de flora silvestre
Tipo de verificación	Visual en campo
Áreas de verificación	Área de influencia del proyecto
Etapas de proyecto	Etapas de preparación y construcción
Indicador de seguimiento	Evitar la colecta de ejemplares en áreas no autorizadas, evitar el uso del fuego en el área del proyecto
Recursos	Se contempla dar capacitaciones a los trabajadores sobre conservación del medio ambiente, estas actividades se realizarán previo al inicio de obras, o cada que sea necesario. Las pláticas las realizara un especialista en la materia, los costos por un especialista son variadas, pudiendo encontrar a partir de \$11000 MXN mensuales.

COMPONENTE AMBIENTAL	
Flora	Descripción
Medida E2	Extracción de especies y reubicación de cactáceas
Tipo de medida	Reducción
Objetivo	Evitar la disminución de las especies de importancia ecológica que sean afectadas por la ejecución del proyecto
Indicador	Encontrar especies de cactáceas removidas
Impacto a prevenir/mitigar	Conservación de individuos
Umbral de alerta	Perdida de cubierta vegetal fuera de la zona prevista para el CUSTF
Umbral inadmisibles	Remover especies sin la previa verificación de un técnico
Tipo de verificación	Visual en campo
Áreas de verificación	Caminos de acceso, envolvente de la cortina, y vaso
Etapas de proyecto	Preparación del sitio y construcción
Indicador de seguimiento	Realizar las actividades de extracción de especies vegetales con los métodos que se mencionan en el capítulo II de esta MIA-R, con especial atención a aquellas

	que se encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 o de algún programa de conservación de especies.
Recursos	Se contempla la extracción de vegetación de tipo arbórea y arbustiva, que sean manejables, y la reubicación de cactáceas. Los materiales en general son guantes, botas, palas, machetes, tijeras para podar, escaleras, bolsas o recipientes para almacenar, GPS, hojas de registro, entre otros. El costo aproximado por planta, incluyendo mano de obra y materiales en base de 10,000 plantas es de \$13.024 MXN por planta.

Componente ambiental fauna

COMPONENTE AMBIENTAL	
Fauna	Descripción
Fauna F1	Instalación de señalamientos alusivos a la protección de la fauna en el área de influencia del proyecto
Tipo de medida	Preventiva
Objetivo	Promover a los trabajadores y pobladores la protección de la fauna
Indicador	Presencia de señalamientos
Impacto a prevenir/mitigar	Pérdida de individuos. Conservación de individuos.
Umbral de alerta	Vehículos a velocidades altas y captura de ejemplares
Umbral inadmisibles	Ausencia de señalamientos
Tipo de verificación	Visual en campo
Áreas de verificación	Área de influencia del proyecto
Etapas de proyecto	Etapas de Preparación y Construcción del proyecto
Indicador de seguimiento	Acciones de ayuda a la conservación de especies presentes en el proyecto
Recursos	Se propone colocar señalamientos en los caminos de acceso, y en la zona de trabajo, en lugares que sean visibles. - Señal de advertencia de cruce de fauna silvestre: Advierte a los conductores sobre la posible presencia de animales en la carretera. Su diseño suele incluir la silueta genérica de un animal o la silueta específica de la especie local, y el color amarillo es común en estas señales. - Señales de limitación de velocidad: A menudo se combinan con las de cruce de fauna para indicar a los conductores que reduzcan la velocidad al

	entrar en zonas donde hay un alto riesgo de encuentros con animales. Señales de prohibición: Como "No alimentar a los animales salvajes", que son cruciales para evitar la habituación de la fauna a los humanos y prevenir comportamientos agresivos o riesgos para la salud de los animales. Los costos unitarios por señalamiento varían según el proveedor y el material, oscilando entre los \$150 a \$5000 MXN.

COMPONENTE AMBIENTAL	
Fauna	Descripción
Fauna F2	Indicaciones de conservación de la fauna silvestre a los trabajadores
Tipo de medida	Preventiva
Objetivo	Evitar el atropellamiento a la fauna silvestre
Indicador	Ejemplares de fauna silvestre afectados por la maquinaria y vehículos
Impacto a prevenir/mitigar	Pérdida de individuos. Conservación de individuos.
Umbral de alerta	Deceso de ejemplares de fauna
Umbral inadmisibles	Daño de cualquier índole a la fauna silvestre
Tipo de verificación	Visual en campo
Áreas de verificación	Área de influencia del proyecto
Etapas de proyecto	Etapas de Preparación y Construcción
Indicador de seguimiento	Programa de rescate de fauna silvestre, ahuyentamiento y señalización
Recursos	Se pretende llevar a cabo un Programa de rescate, ayuntamiento, protección y conservación de fauna silvestre, ver anexo VI.1. El costo por la ejecución del plan puede variar de acuerdo a la institución u organización que se contrate para llevar a cabo dicha actividad, pero puede alcanzar un valor de \$400,000 MXN incluyendo el rescate de flora.

COMPONENTE AMBIENTAL	
Fauna	Descripción
Fauna F3	Evitar atropellar, cazar o capturar algún ejemplar de fauna silvestre
Tipo de medida	Preventiva
Objetivo	Evitar dañar la fauna a causa de la circulación de vehículos

Indicador	Afectación a la integridad física de ejemplares de fauna en las cercanías al proyecto
Impacto a prevenir/mitigar	Pérdida de individuos. Conservación de individuos.
Umbral de alerta	Vehículos circulando a altas velocidades
Umbral inadmisibles	Presencia de indicios de fauna atropellada
Tipo de verificación	Visual en campo
Áreas de verificación	Área de influencia del proyecto
Etapas de proyecto	Etapas de Preparación, Construcción y Operación
Indicador de seguimiento	Señalización, penalización a infractores, concientización
Recursos	Se contempla dar capacitaciones a los trabajadores sobre conservación del medio ambiente, estas actividades se realizarán previo al inicio de obras, o cada que sea necesario. Las pláticas las realizara un especialista en la materia, los costos por un especialista son variadas, pudiendo encontrar a partir de \$11000 MXN mensuales.

Componente ambiental hidrología

COMPONENTE AMBIENTAL	
Hidrología	Descripción
Hidrología G1	Verificar que exista flujo aguas abajo
Tipo de medida	Preventiva
Objetivo	Evitar que se afecten los procesos ecológicos aguas debajo de la presa
Indicador	Nulo flujo del caudal durante las lluvias aguas debajo de la cortina
Impacto a prevenir/mitigar	Alteración de los patrones de escorrentía. Alteración de hidrología subterránea.
Umbral de alerta	Poco o nulo flujo de agua durante las lluvias agua abajo
Umbral inadmisibles	Sequia del cauce del río aguas debajo de la cortina durante las lluvias
Tipo de verificación	Visual de campo
Áreas de verificación	Cauce del río aguas debajo de la cortina
Etapas de proyecto	Construcción y operación
Indicador de seguimiento	Verificar que la obra de desvío funcione correctamente, durante el funcionamiento se deberá garantizar que en la temporada de avenidas fluya el 20% del caudal de ingreso de la presa para el gasto ecológico
Recursos	La verificación durante las actividades de construcción será visual, cuando se registren lluvias y cuando el río Sonora tenga flujo, ya que se ha observado que, durante

	la época de estiaje, el flujo superficial puede disminuir o desaparecer. Se respetará el caudal ecológico obtenido de acuerdo a la NMX-AA-159-SCFI-2012 (20% durante las avenidas). Durante la etapa de operación, cuando la presa este en su máxima capacidad, el caudal destinado al caudal ecológico será suministrado por medio del vertedor, cuando el volumen este por debajo del N.A.M.O, el caudal ecológico será liberado por medio del desagüe de fondo.

Componente ambiental paisaje

COMPONENTE AMBIENTAL	
Paisaje	Descripción
Paisaje H1	Evitar trabajos que no estén contemplados dentro para la construcción de la presa
Tipo de medida	Preventivas
Objetivo	Disminuir la fragmentación de la calidad paisajística
Indicador	Incremento de áreas desprotegidas de cubierta vegetal y aumento de la erosión del suelo
Impacto a prevenir/mitigar	Fragmentación. Impacto visual de infraestructura.
Umbral de alerta	Perdida de suelo y cobertura vegetal aledaña
Umbral inadmisible	Degradación del paisaje
Tipo de verificación	Visual de campo
Áreas de verificación	Área de del proyecto y área de influencia
Etapas de proyecto	Etapas de preparación y construcción
Indicador de seguimiento	Delimitar el área de trabajo, dar indicaciones a los trabajadores sobre las áreas destinadas para cada actividad, designara áreas específicas para baños portátiles, áreas de almacenamiento de materiales, áreas para almacenamiento temporal de residuos, ubicación de botes de basura y lugar asignado para el estacionamiento de maquinaria.
Recursos	Por su relación intrínseca, se deberá aplicar los métodos descritos para los componentes suelo, agua continental y flora, las supervisiones se realizará durante el inicio de trabajos que impliquen excavaciones, retiro vegetal, o construcción

Componente ambiental socioeconómico

COMPONENTE AMBIENTAL	
Socioeconómico	Descripción
Medida I1	Dotar de equipo de protección a los trabajadores
Tipo de medida	Preventiva
Objetivo	Evitar accidentes a los trabajadores
Indicador	Accidentes durante el desarrollo del proyecto
Impacto a prevenir/mitigar	Accidentes tras la contratación del personal
Umbral de alerta	Falta de equipo en los trabajadores
Umbral inadmisible	Lesiones o daños en algún trabajador
Tipo de verificación	Visual en campo
Áreas de verificación	Personal que labore en el proyecto
Etapas del proyecto	Etapas de Preparación y construcción
Indicador de Seguimiento	Dotar de equipo al personal en base a la NOM-017-STPS-2024
Recursos	El equipo de protección será entregado en base a la actividad que se pretenda realizar. Tipos de EPP según la parte del cuerpo a proteger: • Cabeza: Cascos profesionales, gorras antigolpes, redecillas y cascos de bombero para proteger de golpes y objetos que caen. • Ojos y cara: Gafas de seguridad, caretas y protectores faciales para protegerse de partículas, salpicaduras o radiación. • Oídos: Tapones para los oídos u orejeras para reducir la exposición a ruidos fuertes. • Vías respiratorias: Respiradores y mascarillas para proteger de polvo, humos o gases peligrosos. • Manos: Guantes de protección que varían según el tipo de material manipulado, como los de neopreno. • Cuerpo: Overoles, batas y trajes de cuerpo entero para proteger de la contaminación y la contaminación química. • Pies: Botas de seguridad con punta de acero y suela antideslizante para proteger de golpes y caídas. Los costos por dotar de equipo de seguridad a los trabajadores oscilan entre \$1500 a \$5000 por trabajador. Se sugiere que aquellos de larga duración sean

	almacenados después de la jornada laboral, y ser entregados nueva mente al inicio del día laboral. Se deberán dar capacitaciones a los trabajadores acerca del uso del equipo, y se darán recorridos para asegurarse que el equipo sea utilizado correctamente.

Componente ambiental	
Socioeconómico	Descripción
Medida I2	Contratar personal de la región donde se ejecuta el presente proyecto
Tipo de medida	Compensación
Objetivo	Dar preferencia a trabajadores de la región donde se desarrolla el proyecto
Indicador	Número de trabajadores no calificados de la región
Impacto a prevenir/mitigar	Generación de empleos directos e indirectos.
Umbral de alerta	Desconocimiento en la región de trabajo temporal
Umbral inadmisibles	Ausencia de trabajadores no calificados de la región
Tipo de verificación	Reporte de relación de trabajadores
Áreas de verificación	Sitio del proyecto
Etapas del proyecto	Etapas de Preparación y construcción
Indicador de Seguimiento	Contratación de personal no calificado de la región
Recursos	La contratación podrá ser por medio de contratistas, publicados en redes sociales o impresos, y personas que pidan informes sobre vacantes disponibles directamente en obra.

VI.2.5 Cronograma de actividades

ETAPA		PREPARACIÓN DEL SITIO			CONSTRUCCIÓN																				OPERACIÓN Y MANTENIENDO			
ACTIVIDADES		AÑO 1												AÑO 2												AÑO 3	...	AÑO 52
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	...	...	...
A1	SUPERVISIÓN																											
A2	SUPERVISIÓN																											
A3	SUPERVISIÓN																											
B1	SUPERVISIÓN																											
B2	SUPERVISIÓN																											
B3	SUPERVISIÓN																											
B4	REHABILITACIÓN																											
C1	SUPERVISIÓN																											
D1	CONSERVACIÓN DE SUELOS																											
E1	CAPACITACIÓN																											
E2	RECOLECCIÓN Y REUBICACIÓN																											
F1	INSTALACIÓN DE SEÑALAMIENTOS Y VERIFICACIÓN																											
F2	CAPACITACIÓN																											
F3	SUPERVISIÓN																											
G1	SUPERVISIÓN																											
H1	SUPERVISIÓN																											
I1	SUPERVISIÓN																											
I2	SUPERVISIÓN																											

VI.3 Seguimiento y Control (monitoreo)

El plan de seguimiento y monitoreo tiene como finalidad asegurar que los factores ambientales relevantes que dieron origen a la evaluación de impacto ambiental del proyecto a desarrollar evolucionan de acuerdo a lo establecido en el presente documento. Considerando la implementación de un sistema de seguimiento, vigilancia y control ambiental, además de la integración de la información obtenida.

En el seguimiento se identifican los elementos del medio ambiente que se medirán y los parámetros que las caracterizan. Como parte de dicho seguimiento se debe establecer o determinar los sitios de medición y control de parámetros, equipos, procedimientos, metodologías específicas y frecuencia de mediciones del monitoreo.

El objetivo del presente Plan consiste en asegurar que las variables ambientales relevantes del proyecto que originan la necesidad de realizar un Estudio de Impacto Ambiental, evolucionen según lo establecido en el mismo, luego de la adopción de las medidas tendientes a minimizar o evitar los impactos ambientales identificados.

Para realizar un plan de seguimiento y control se prevé llevar una bitácora escrita de cada una de las acciones realizadas, por fecha y descripción de la acción firmada por el responsable de la obra, anexa al control interno de la obra.

Se realizarán visitas periódicas al sitio de la obra, en caso de algún evento adverso incidental que afecte al medio será necesaria la presencia del técnico especialista para atender o supervisar que las brigadas formadas para este propósito realicen lo previsto correctamente, si el técnico por causa de fuerza mayor no logra presentarse durante el evento, debe asistir posteriormente al sitio para solucionar los imprevistos durante la contingencia generada por el evento.

La empresa ejecutora estará obligada a realizar una memoria fotográfica por cada una de las actividades propias de la obra. En la memoria se remitirá:

1. Fecha.
2. Hora.
3. Duración de las operaciones.
4. Efectos adversos sobre el medio.
5. Acciones por realizar para mitigarlo.

Una vez realizada se anotará en la bitácora de obra y serán anexadas fotografías a la memoria propuesta con el fin de documentar puntualmente todas y cada una de las situaciones adversas y la forma de afrontarlas por parte de los ejecutores de la obra.

VI.3.1. Instrumentos de seguimiento y monitoreo

Los instrumentos a considerar como parte de las estrategias de seguimiento y control de las medidas propuestas serán los Informes anuales que se constituirán por la integración de la información recabada en campo, donde se plasmará el avance y grado de cumplimiento de las medidas propuestas, así como de los términos y condicionantes que la autoridad considere pertinente integrar al desarrollo del proyecto en sus diferentes etapas.

Las visitas de inspección a realizar constituyen un conjunto de procedimientos cuyo objetivo es asegurar que las acciones del proyecto durante las etapas de preparación del sitio y construcción, principalmente, se encuentren dentro de los parámetros planteados en el estudio de impacto ambiental y que algunos se rigen bajo los preceptos normativos aplicables.

De esta manera la evaluación de los componentes ambientales dictará el adecuado seguimiento a las medidas a implementar, concentrando los resultados en los informes parciales como parte de las estrategias de seguimiento.

VI.3.2. Inspección Ambiental

El encargado de la supervisión del medio ambiente en el desarrollo del proyecto realizara inspecciones frecuentemente, como parte del procedimiento a través del cual el promovente asegura que el estado de los componentes y factores ambientales, durante las etapas del proyecto.

Es de vital importancia analizar y evaluar cada factor ambiental para detectar la inclusión de impactos no previstos en el estudio, para generar información que nos ayude a tomar decisiones en tiempo y forma.

Como resultado de la aplicación del PVA se generará un informe de cumplimiento cada seis meses, desde la fecha de aprobación del proyecto por parte de la SEMARNAT. En dicho informe se reportará el desarrollo del Plan, así como el cumplimiento de las medidas preventivas y de mitigación adoptadas para este estudio. En estos informes concretarán los siguientes puntos:

- Seguimiento de las medidas para la protección del suelo.
- Seguimiento de las medidas para la protección de la flora y fauna.
- Seguimiento de los niveles sonoros, partículas suspendidas y emisiones.
- Correlación de los datos existentes entre las distintas actividades de la obra y los efectos e impactos que se van produciendo.
- Eficacia real observada de las medidas de mitigación propuestas, corrección de fallas y en caso de detectarse un impacto no previsto en este estudio, aplicar medidas correctivas al respecto.

Frecuencia de seguimiento de las actividades

No.	Actividad	Etapas	Frecuencia
1	Solo se retirara vegetación que interfiera en la obra.	Preparación del sitio.	Variable.
2	Se realizaran actividades de rescate y reubicación de flora y fauna silvestre.	Preparación del sitio y construcción	Una sola vez o cuando se requiera

No.	Actividad	Etapas	Frecuencia
3	Las actividades de las obras solo se realizarán en los sitios donde se tiene proyectado.	Preparación del sitio y construcción	Todo lo que dure la obra.
4	Se colocarán contenedores para el depósito de los residuos generados	Preparación del sitio y construcción	Estos serán colocados todos los días.
5	Se realizará constantemente una verificación vehicular.	Preparación del sitio, construcción y, operación y mantenimiento	Una vez cada dos meses.
6	Verificar el riego constante para evitar la dispersión de partículas (polvos) en el aire.	Preparación del sitio y construcción	Una vez por las mañanas o cada que sea necesario. Principalmente en temporada de estiaje.
7	Se rehabilitarán caminos de accesos	Preparación, construcción y operación	Cada vez que se requiera
8	Manejo adecuado de sustancias y residuos peligrosos.	Durante todas etapas del proyecto.	Cada que se requiera.
9	Se darán pláticas de educación ambiental al personal que laborará en la obra.	Previo al inicio de obra	Al inicio de la obra o cada vez que se requiera.
10	Quedará prohibido la colecta, caza, captura, consumo y comercialización de flora y fauna del sitio.	Durante todas las etapas del proyecto	Todo el tiempo que dure la obra.
11	La caja de los vehículos que transporten material deberá estar debidamente cubierta con una lona.	Preparación del sitio y construcción	Cuando se lleven a cabo actividades de transporte.
12	Recuperación del sitio.	Termino de obra	Una vez.

VI.3.3. Información necesaria para la fijación de montos para fianzas

De acuerdo al Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, en su Artículo 51 fracción II que establece lo siguiente: “La Secretaría podrá exigir el otorgamiento de seguros o garantías respecto del cumplimiento de

las condiciones establecidas en las autorizaciones, cuando durante la realización de las obras puedan producirse daños graves a los ecosistemas”.

“II. En los lugares en los que se pretenda realizar la obra o actividad existan cuerpos de agua, especies de flora y fauna silvestre o especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial;”

Por lo que se presenta a continuación el desglose de las actividades y obras que ocurrirán durante las diferentes etapas del proyecto.

Resumen de inversión

Concepto	Costo \$ (M.N.) SIN IVA
Cortina y acondicionamiento de área de inundación	
Obra de desvió	
Obra de toma	
Medidas de seguimiento y compensatorias	
Total	

VI.4 REFERENCIAS

- DOF 1-10-2014. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. Recuperado de, URL;
https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MEIA_311014.pdf
- PROFEPA (2019). Obligaciones de las empresas en materia de Residuos Peligrosos. Recuperado de, URL:
<https://www.gob.mx/profepa/articulos/obligaciones-de-las-empresas-en-materia-de-residuos-peligrosos?idiom=es>
- CONAFOR (2023). Manual de Obras y Prácticas de Protección, Restauración y Conservación de Suelos Forestales. Recuperado de, URL;
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/910650/_Manual_de_Obras_y_Prcticas_de_Proteccion_Restauracion_y_Conservacion_....pdf

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

CAPÍTULO 7: PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

“PRESA PUERTA DEL SOL”

Agosto 2025

Contenido

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.	2
VII.1 Descripción y análisis del escenario Sin proyecto	2
VII.2 Descripción y análisis del escenario Con proyecto	5
VII.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación.	6
VII.4 Pronostico ambiental	7
VII.5 Evaluación de alternativas	13

Índice de figuras

Figura 1. Sitios con modificaciones en el uso de suelo identificados	3
Figura 2. Pronostico ambiental con y sin proyecto	11

Índice de tablas

Tabla 1. Variables ambientales	9
Tabla 2. Variables ambientales relevantes en el proyecto	10

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

Tomando en consideración la caracterización y estableciendo como línea base el escenario ambiental actual descrito en el capítulo IV, se tomará como base para construir los diferentes escenarios que resultan del desarrollo del proyecto. El primer escenario contempla un escenario sin proyecto, en el que se consideran las presiones actuales resultado de la caracterización y, se contrastaran con un escenario en el cual se ejecuta el proyecto sin la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación. Finalmente, un último escenario en el cual se ejecuta el proyecto incorporando las medidas de mitigación por factor ambiental modificado.

En ese sentido derivado de los resultados obtenidos en el Capítulo V, podemos concluir que tanto el suelo y la vegetación son dos de los componentes ambientales que sufrirán los impactos más significativos; el suelo quedará modificado en todo lo que dure la vida útil del proyecto, y por tratarse de una infraestructura hidráulica de tal importancia, no se vislumbra en el largo plazo el abandono de estas obras. De igual forma, se considera al factor social como clave en el desarrollo del proyecto, ya que implica, la generación de empleos y el desarrollo económico de la región, pero también tiene implicaciones como las afectaciones a la principal vía de comunicación de la zona.

VII.1 Descripción y análisis del escenario Sin proyecto

Dentro del SAR sobre el cauce del río, se pudieron observar sitios con actividades de agricultura de riego y de temporada, así como actividades de ganadería, por lo que se consultó el deslizador de tiempo de Google Earth con la finalidad de observar los cambios que ha presentado el sitio de estudio a lo largo de los últimos años, en las imágenes satelitales no se observaron cambios antrópicos muy significativos en el tiempo, mas allá de lo esperado para centros poblacionales en crecimiento, y modificaciones en el cauce por procesos naturales.

En las siguientes imágenes se observan los cambios más notorios en los últimos 20 años que tienen relación con actividades humanas, estas corresponden a los sitios encontrados sobre el trazo del proyecto. Se anexa KML e imágenes de Google Earth, donde se identificaron las principales modificaciones por actividades antropogénicas, ver anexo **VII.1 Sitios con modificaciones en los últimos años**.

Figura 1. Sitios con modificaciones en el uso de suelo identificados

01/2006



03/2024



Ampliación de superficie de cultivo (0.39 ha) y construcción de bodega
Coordenadas UTM zona 12 N, X:3266987.00 y Y:584228.00

02/2006



03/2024



Insertión de sitio de cultivo (0.66 ha)
Coordenadas UTM zona 12 N, X:3266930.00 y Y:583229.00

Presa Puerta del Sol
Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

03/2014



02/2024



Construcción de bodega
Coordenadas UTM zona 12 N, X:3266785.00 y Y:582680.00

02/2006



03/2024



Coordenadas UTM zona 12 N
Sitio potrero X:3265913.00 y Y:582048.00
Nueva construcción X:3265871.00 y Y:582953.00

06/2006



03/2024



Insertión de sitio de cultivo (0.43 ha)
Coordenadas UTM zona 12 N, X:3264334.00, Y:579776.00

08/2007



07/2023



Superficie con pérdida parcial de cubierta vegetal.
Coordenadas UTM zona 12 N, X:3260472.00, Y:574853.00

Por lo anterior, el pronóstico ambiental del área sin la realización del proyecto es que el área continúe con el uso actual del suelo, así como los tipos de vegetación presentes a nivel proyecto. Se ha observado que no ha habido una expansión de la frontera agrícola, probablemente por la disponibilidad del recurso hídrico. El área presenta diversidad florística media característica de los ecosistemas xerófilos y está sujeta a un deterioro paulatino de su condición en virtud de las actividades productivas y de desarrollo como se aprecia en algunos sitios muy puntuales del SAR, como el incremento de la frontera agrícola, y el crecimiento de la Heroica Ciudad de Ures que es donde se proyecta un mayor crecimiento demográfico. Se espera que la demanda de agua de la Ciudad de Hermosillo afecte el acuífero ya que se buscarán fuentes alternas para abastecer de agua a la ciudad. Se espera un menor crecimiento económico en la región y el crecimiento de las poblaciones cercanas también se verá limitado por la disponibilidad de agua.

VII.2 Descripción y análisis del escenario Con proyecto

Los elementos ambientales con mayor afectación por el desarrollo del proyecto serán la vegetación, ya que el área que ocupará el vaso requiere la inundación de la superficie que presenta vegetación, lo que a su vez disminuirá el hábitat para la

fauna. En ese sentido, el desarrollo del proyecto sin medidas de mitigación tendrá los siguientes aspectos:

- Pérdida de germoplasma y afectación de especies incluidas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Durante los trabajos que impliquen el uso de maquinaria se afectará a la fauna de lento desplazamiento.
- Contaminación de suelo y agua por la mala gestión de residuos.
- Derivada de la mala gestión de residuos vegetales y materiales producto de la excavación aumentarán los gases efecto invernadero y se reduciría la vida útil de la presa por el arrastre de los Residuos de Manejo Especial.
- Se contrata mano de obra de otras regiones, evitando que la mayor parte de los empleos se oferten a pobladores locales.
- Los trabajadores estarán expuestos a ruidos constantes, y no contarán con las medidas de seguridad necesarias.

VII.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación.

El escenario ambiental se visualiza como compatible con la satisfacción de necesidades y acceso al agua, situación que además de beneficiar a la Ciudad de Hermosillo y localidades aledañas. Por otro lado, el acuerdo a los criterios ambientales de la Unidad de Gestión Ambiental donde se encuentra inmerso el proyecto, una de las principales vocaciones de la zona es la Minería, por lo que con el desarrollo del proyecto habría una diversificación de actividades económicas. Las medidas de prevención, mitigación y compensación planteadas tienen el objetivo de evitar que los impactos no reversibles afecten los factores más vulnerables del proyecto. Estas acciones consideran el rescate de fauna en particular la de lento desplazamiento y la que pudiera verse afectada durante el llenado del vaso.

- Se rescatarán ejemplares de cactáceas y germoplasma vegetal, teniendo énfasis en los que se encuentren bajo alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- La contratación de mano de obra local contribuirá de manera positiva al crecimiento de la región.
- El adecuado manejo de residuos peligrosos evitará impactos sinérgicos con otras fuentes potenciales de contaminación del Río Sonora como lo es la minería.
- La mayor disponibilidad de agua en la zona favorecerá el crecimiento de la población de la zona.
- El manejo de Residuos sólidos Urbanos y de Manejo Especial, aumentará la vida útil de la presa, evitará la afectación de especies acuáticas y contribuirá de manera positiva con el paisaje.
- Las medidas preventivas, de mitigación, y compensación propuestas a través del presente estudio, y realizadas bajo especificaciones objetivas, minimizarán los impactos negativos al ambiente. Mientras que los impactos residuales se consideran pueden ser prevenidos y compensados a mediano y largo plazo, por lo que con el adecuado cumplimiento y seguimiento de estas medidas el proyecto se vislumbra como VIABLE.

VII.4 Pronostico ambiental

En el presente numeral, se busca dar una descripción objetiva del posible escenario en el área en donde se realizará el proyecto, una vez que se hayan aplicado las medidas de prevención, mitigación, restauración y/o compensación de impactos negativos que provoque el proyecto en los componentes ambientales del ecosistema donde se implementará. La predicción se basó en la dinámica que presentan los componentes ambientales y sus posibles interacciones entre ellos. Se proporciona un pronóstico del escenario ambiental producto de la ejecución del proyecto, se toma en cuenta la dinámica local, la fragilidad del ecosistema de acuerdo con el diagnóstico ambiental.

De igual forma se consideran otros efectos derivados y clasificados positivos como son la generación de empleos temporales para los habitantes de la región, el aumento del gasto ecológico, así como la captación y almacenaje de agua para su futura potabilización y disponibilidad sobre los requerimientos en los asentamientos humanos como la ciudad de Hermosillo.

Para tener un concepto integral del ecosistema, se requiere no solamente conocer lo que existe, sino también como está conformado, los procesos que en él se llevan a cabo y la forma en que estos están relacionados unos a otros, solamente así se tendrá una verdadera idea de lo complejo que es el sistema que integra el medio ambiente.

Este proceso de análisis de los componentes del ecosistema nos proporciona un balance sencillo pero firme entre los valores naturales y productivos frente a la fragilidad del ecosistema ante estas acciones. El resultado a lo antes expuesto es un diagnóstico ambiental con relación a la ejecución del proyecto.

Para la descripción del comportamiento del sistema, se optó por implementar el método de Calidad Ambiental Integrada, basado en el método de Evaluación Ambiental de **Batelle** (Dee *et al*, 1972; Dee *et al*, 1973). Primeramente, se definen las **variables ambientales relevantes (vaJ)** del proyecto a analizar, en segundo término, se determina la **importancia relativa (Pj)** de cada vaj, entre 0 y 1, de modo que la suma de los Pj, sea igual a 1. Para la determinación de los Pj, se puede utilizar metodologías del tipo “Juicio de Expertos”, como la *Técnica Delphi* o del conocimiento de la Percepción Ambiental de la comunidad involucrada, en este caso, se implementó la primera técnica mencionada. El valor global del sitio fue de 0 a 1 **Unidades Ambientales (UA)**, las cuales se repartieron en 14 criterios ambientales. El valor para cada criterio ambiental está dado por la importancia de cada uno de ellos en referencia al ecosistema donde se implementará el proyecto, así como el valor potencial, vulnerabilidad y presión al ecosistema; a cada uno de ellos se le asignó un valor de acuerdo con el nivel de perturbación ocasionado por las diferentes actividades del hombre, siendo el nivel 1 la mayor calificación de óptima calidad ambiental, usando los siguientes valores para cada variable

ambiental:

Para la columna de C J de la tabla 2, se consideran los valores de la calidad ambiental actual del área de estudio y en el caso de C'J representa los valores de la calidad ambiental con la ejecución del proyecto para las variables ambientales relevantes a analizar. Cabe señalar que en algunos casos el valor de una variable ambiental obtendrá el valor 0 (cero) ya que por la naturaleza del proyecto no se presentaría esa condición o interacción con el proyecto.

Para la columna Cj cada valor parcial resulta de la siguiente formula: $\sum (P_j * C_j)$

Para la columna C'j cada valor parcial se obtiene de la siguiente formula: $\sum (P_j * C'_j)$

Al final de las columnas Cj y C'j se expresa el promedio de los valores parciales expresados en porcentaje.

Tabla 1. Variables ambientales

Variables ambientales	Criterio	Valor
Valor de importancia de la vegetación	Ecosistema que alberga a un conjunto de individuos de diversas especies que funcionan actualmente como hábitat para la flora y fauna existente en la zona, los cuales se comportan como meta poblaciones	1
Valor de importancia del suelo	Conjunto de condiciones que albergan individuos de diversas especies que conforman relictos de vegetación, que representan un reservorio de biodiversidad que potencialmente pueden integrarse como una unidad funcional intercambiando materia, energía o información, tanto entre sus componentes, como entre el ecosistema y el exterior	0.8
Valor de importancia del hábitat	Ecosistemas abundantes que albergan especies de flora y fauna con una amplia y común distribución potencial	0.6
Valor Importancia de la calidad estética	Ecosistemas con una baja biodiversidad y dominancia de especies	0.4
	Zonas urbanas, pastizal inducido, zonas agrícolas	0.2
Valor potencial forestal	Política de uso de suelo y uso actual por porcentaje de superficie del proyecto	% de superficie
Valor potencial pecuario		
Valor potencial agrícola		
Vulnerabilidad de la	Igual a valor de importancia de la vegetación	1
vegetación		0.8

Vulnerabilidad a la erosión	Igual al valor de importancia del suelo	0.6
Fragilidad del paisaje	Igual al valor de la importancia del hábitat	0.4
		0.2
Presión forestal	1- Valor potencial forestal	1
Presión pecuaria	1-Valor potencial pecuario	0.8
Condición del hábitat	Igual al valor de importancia del hábitat	0.6
Contaminación por uso agrícola	1-Valor potencial agrícola	0.4
		0.2

Tabla 2. Variables ambientales relevantes en el proyecto

DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES AMBIENTALES RELEVANTES DEL PROYECTO A ANALIZAR (VAJ).	Pj	Cj	C'j
Valor de importancia de la vegetación	0.3	0.6	0.4
Valor de importancia del suelo	0.3	0.6	0.4
Valor de importancia del hábitat	0.3	0.6	0.3
Valor de importancia de la calidad estética	0.1	0.4	0.2
Valor parcial	1	0.58	0.35
Valor potencial forestal	0.7	0.6	0.2
Valor potencial pecuario	0.2	0.2	0.1
Valor potencial agrícola	0.1	0.1	0
Valor parcial	1	0.47	0.16
Vulnerabilidad de la vegetación	0.4	0.4	0.2
Vulnerabilidad a la erosión	0.4	0.6	0.5
Fragilidad del paisaje	0.2	0.4	0.2
Valor parcial	1	0.48	0.32
Presión forestal	0.4	0.4	0.3
Presión pecuaria	0.2	0.1	0.1
Condición del hábitat	0.3	0.8	0.6
Contaminación por uso agrícola	0.1	0	0
Valor parcial	1	0.4	0.26
CALIDAD AMBIENTAL	%	48%	27%
	100	SIN PROYECTO	CON PROYECTO

Para la columna de CJ del cuadro anterior, se consideran los valores de la calidad ambiental actual del área del proyecto y en el caso de C'J representa los valores de la calidad ambiental con la ejecución del proyecto para las variables ambientales relevantes a analizar. Este tipo de evaluaciones inicialmente son útiles para la valoración de recursos estéticos o visuales. Tales métodos están basados típicamente en el desarrollo de información derivada de una serie de indicadores o

variables ambientales y la subsiguiente adición de dicha información sobre una puntuación global o índice para el escenario ambiental. Esta información puede ser usada como representativa de las condiciones de partida.

El potencial impacto estético o visual de un proyecto propuesto puede entonces ser estimado otra vez sobre los registros base, por ejemplo, la comparación con y sin proyecto. Los criterios para determinar el valor de las variables ambientales, se basan en la relación que existe entre cada una de ellas; Por la naturaleza del proyecto no representa una perturbación considerable a las variables ya mencionadas. Solo en el caso de la flora silvestre se obtuvo un valor mayor al resto de las variables, por lo que implica la remoción de esta.

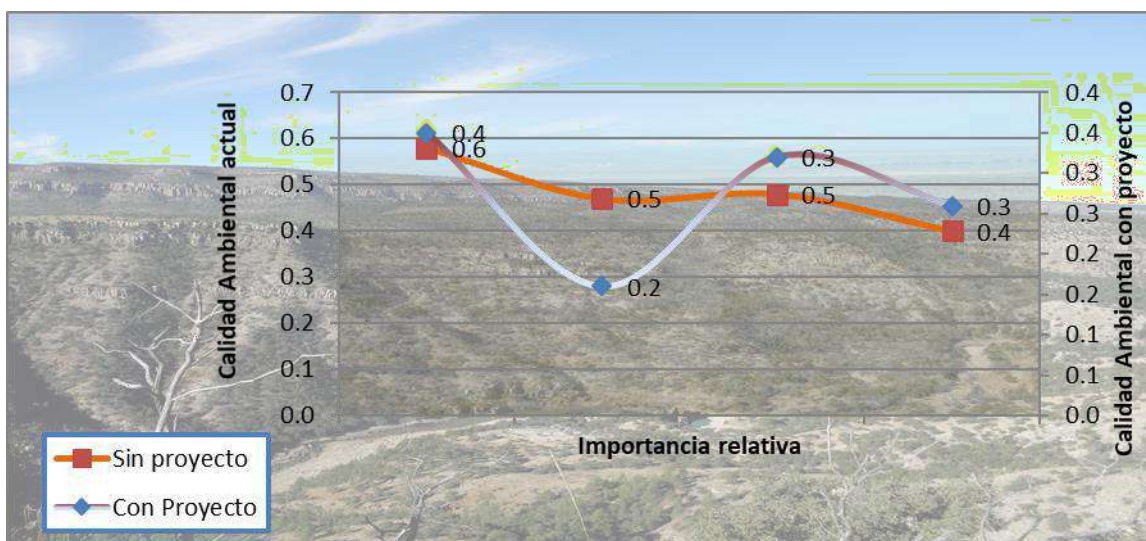


Figura 2. Pronostico ambiental con y sin proyecto

Fuente: Elaboración propia.

Los criterios para determinar el valor de las variables ambientales se basan en la relación que existe entre cada una de ellas, como se muestra en la Figura anterior, el efecto que tendría la aplicación del proyecto se diferencia moderadamente de la condición actual del área, determinando que por la naturaleza del proyecto no se representa una perturbación considerable a las variables ya mencionadas.

El análisis del escenario final considerará la dinámica ambiental regional en función de la intensidad y permanencia de los impactos ambientales residuales, de los

mecanismos de autorregulación y estabilización de los ecosistemas que pudieran contrarrestarlos y de los factores que determinan los procesos de deterioro y su interrelación.

Es de esperar que en un principio la fauna del lugar presente algunos desequilibrios, sobre todo en lo que corresponde a su distribución, ya que al tener que migrar, de manera local, hacia otros sitios, en un principio se manifieste problemas por la competencia del nuevo espacio, aunque hay que destacar que en la actualidad, aunque la diversidad se puede considerar como variada, la densidad de individuos se considera baja, debido a la presencia antrópica que se manifiesta localmente, como son las actividades agrícolas y ganaderas, y a la presencia de la carretera federal 14.

Se espera que, tras la finalización de obras, la fauna local encuentre sus nuevos nichos en donde podrán mantenerse y conservarse adecuadamente, y en donde podrán beneficiarse por la disponibilidad de agua.

En el caso del ambiente social, se ha observado cierto avance, tal vez insuficiente, en el desarrollo de infraestructura de servicios básicos que favorezcan la elevación del nivel de vida de las comunidades de esta región, como resultado de un desarrollo económico generador de empleos y de procesos inmigratorios y migratorios que se traducen en la elevación de las demandas de servicios básicos mínimos requeridos para una vida digna para las comunidades de esta zona.

El presente proyecto incidirá sobre la economía de la región como un factor detonante que eleve los rendimientos de los cultivos con el desarrollo de una agricultura con agua de riego suficiente.

Se espera también que el proceso de degradación ambiental ecológico continúe con los ritmos previstos en la figura 2. Donde para evitar la expansión desmedida de las superficies agrícolas, el gobierno local junto con las dependencias, podrían

desarrollar talleres sobre prácticas de aprovechamiento y control de suelos. Es importante mencionar que, al poseer una disponibilidad de agua, considerando el tipo de ecosistema de matorral y arbustivo, y al tipo de clima seco, en caso de suscitarse un incendio forestal, los cuerpos de protección civil podrán obtener el recurso con mayor facilidad, evitando mayores pérdidas en la cubierta vegetal, y la afectación a la fauna principalmente la de lento desplazamiento.

Finalmente, la aplicación de las medidas de mitigación, prevención y compensación para los impactos adversos que fueron identificados en este proyecto, reducirá de manera considerable los efectos negativos que pudieran tener el proyecto sobre los elementos ecológicos como el aire, suelo, agua superficial y subterráneo, la flora, fauna, el paisaje y al elemento social.

VII.5 Evaluación de alternativas

No se contemplan alternativas para el presente proyecto por la naturaleza del mismo.

La selección del sitio para el establecimiento del proyecto hidráulico se propuso tomando en cuenta varias consideraciones:

- El proyecto forma parte del Plan Hídrico de Sonora,
- La geomorfología del sitio permite el almacenamiento de un gran volumen de agua,
- Se ubicará en la sub Cuenca Río Sonora, sobre el cauce del río con el mismo nombre,
- La altitud respecto a los sitios objetivo de beneficio,
- No hay centros poblacionales que requieran reubicación por la inundación del vaso, y
- No hay áreas naturales protegidas cercanas.

El desarrollo del pretendido proyecto tendrá impactos significativos con zonas de anidación, refugio o conservación de especies, considerando que a largo plazo los

embalses han servido de sitios de interés para algunas especies migratorias como residentes por la disponibilidad de condiciones como áreas de descanso, alimento y reproducción.

Conclusiones

Una vez analizados todos los elementos, con referencia y perspectiva al entorno ecológico y social, tanto de ejecución como de las consecuencias ambientales, una vez terminado el proyecto y puesto en operación, y teniéndolo visualizado y evaluado de forma cualitativa y cuantitativamente se puede concluir que, el proyecto, traerá beneficios sobre el área de influencia, y formará parte de la infraestructura que beneficiará a gran parte de la población de la Cuenca del Río Sonora.

El Proyecto pretende mantener la integridad del ecosistema operando bajo esquemas de sostenibilidad, considerando en la parte de desarrollo social, económico y protección ambiental.

El Proyecto no se localiza cerca de algún Área Natural Protegida federal ni estatal. El impacto ambiental sobre los factores bióticos y abióticos encontrados dentro del proyecto, se considera que no será comprometido con la aplicación o ejecución de las actividades, ya que los impactos serán prevenidos y mitigados con las medidas propuestas en este estudio.

El Proyecto es ambiental y legalmente viable, con base al análisis de escenarios observados, ya que cumple con la legislación aplicable y se ha diseñado considerando las características estructurales y funcionales de los ecosistemas, así como sus servicios ambientales.

La importancia de cumplir con el principal objetivo del proyecto hidráulico es la disponibilidad de agua para su potabilización y el suministro de un servicio que cuente con las características idóneas para el uso por parte de las áreas urbanas y

asentamientos humanos, así como el déficit de recarga de los mantos acuíferos de los cuales actualmente se provee gran parte del recurso agua.

El proyecto implementará medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales que permitirán que su desarrollo no genere impactos ambientales significativos en el SAR, por lo que se puede concluir que *el proyecto es ambientalmente VIABLE*.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS
INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y
ELEMENTOS TÉCNICOS QUE
SUSTENTAN LA INFORMACIÓN
PRESENTADA EN LA MANIFESTACIÓN DE
IMPACTO AMBIENTAL

“PRESA PUERTA DEL SOL”

Agosto 2025

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN PRESENTADA EN LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

VIII.1 Presentación de la información

1 EJEMPLAR IMPRESO

1 EJEMPLAR MEDIO MAGNÉTICO ORIGINAL

1 EJEMPLAR MEDIO MAGNÉTICO PARA CONSULTA PÚBLICA

VIII.1.1 Cartografía

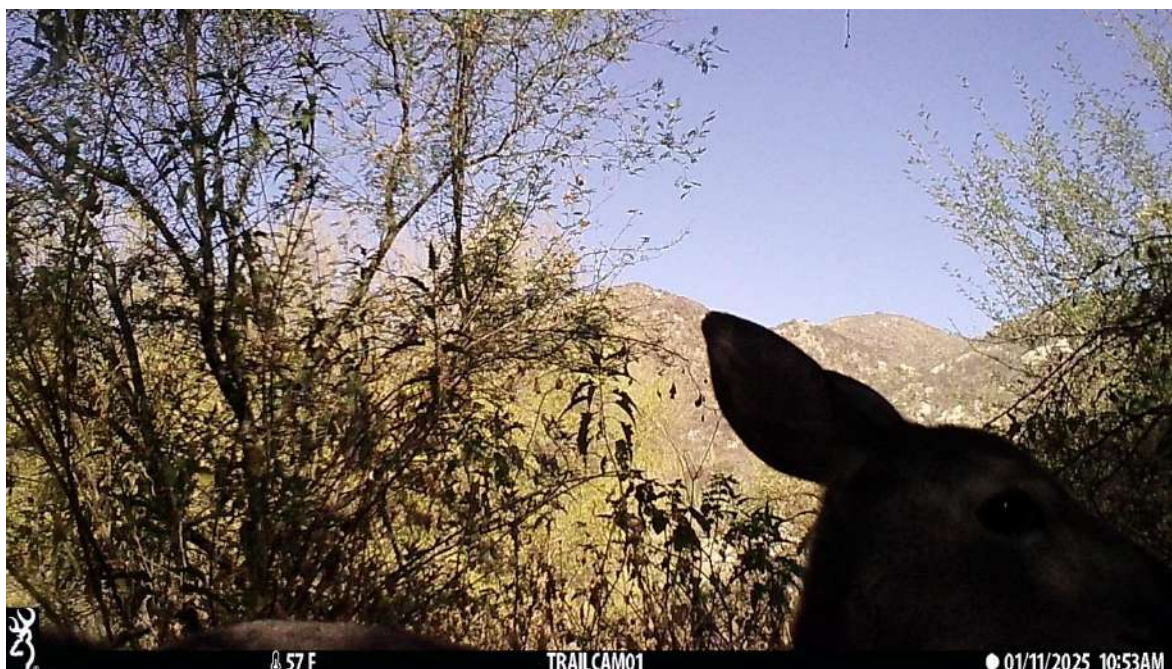
1.CARTOGRAFIA_SAR_AID_AII&PROYECTO (DIGITAL)

2 PLANOS DE PROYECTO (23 PLANOS)

VIII.1.2 Fotografías

Se anexa: Anexo fotográfico cámaras trampa

Presa Puerta del Sol- Cámara 1-UTM 12N X=577818.06 – Y=3263223.26, sitio 1



Venado Cola Blanca (*Odocoileus virginianus*).



Tecolote (*Strigidae*).

Presa Puerta del Sol-Cámara 1-UTM 12N X 577783.00 Y 3263249.00, sitio 2.



Tecolote (*Strigidae*).



Pecarí de collar (*Dicotyles tajacu*).





Venado Cola Blanca (*Odocoileus virginianus*).



Paloma Alas Blancas (*Zenaida asiática*).



Zorrillo de espalda blanca norteño (*Conepatus leuconotus*).



Mapache (*Procyon lotor*).



Coyote (*Canis latrans*).

Presa Puerta del Sol-Cámara 3-UTM 12N X=577068.00-Y=3262021.00, sitio 3.



Coatí (*Nasua narica*).



Coyote (*Canis latrans*).



Zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*).



Venado Cola Blanca (*Odocoileus virginianus*).

Presa Puerta del Sol-Cámara 4- UTM 12N X=576714.61-Y=3260924.04, sitio 4.



Zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*).



Correcaminos norteño (*Geococcyx californianus*).

VIII.1.3 Videos

No se anexan videos

VIII.2 Otros anexos

- ANEXO VI.1 Programa de ayuntamiento, rescate, protección y conservación de fauna silvestre
- INE REPRESENTANTE LEGAL
- CURP REPRESENTANTE LEGAL
- NOMBRAMIENTO REPRESENTANTE LEGAL
- PODER NOTARIAL REPRESENTANTE LEGAL
- CONSTANCIA DE SITUACIÓN FISCAL CEA

VIII.2.1 Memorias

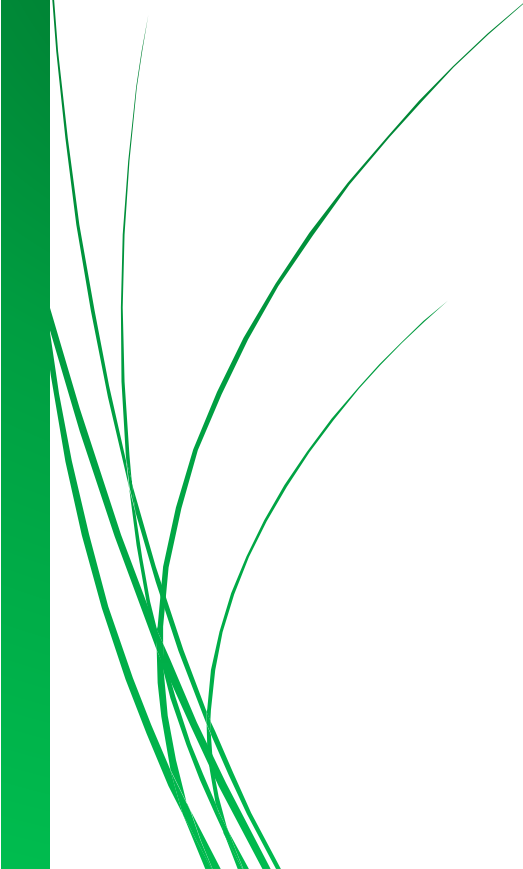
- ANEXO IV.1 1BD COORD Y DATOS BASE PREDIO ALFA (digital)
- ANEXO IV.2 1BD COORD Y DATOS BASE SAR GAMMA (digital)
- ANEXO IV.3 2BD COMPARATIVO DIVERSIDAD ALFA-GAMMA (digital)
- ANEXO IV.4 3 BD ALFA PREDIO VASO-CORT X ESTRATO (digital)
- ANEXO IV.5 3 BD GAMMA SA VASO-CORT X ESTRATO (digital)
- ANEXO IV.6 FAUNA POBLACION ALFA (digital)
- ANEXO IV.7 FAUNA POBLACION GAMMA (digital)
- ANEXO IV.8 MEMORIA DE CALCULO FAUNA ALFA (digital)
- ANEXO IV.9 MEMORIA DE CALCULO FAUNA GAMMA (digital)
- ANEXO IV.10 REPORTE DE ICTIOFAUNA (fotos y plano digital)
- ANEXO V.1 FRECUENCIA AII (digital)
- ANEXO VII.1 Sitios con modificaciones en los últimos años (digital)



AGOSTO 2025

ANEXO VI.1

**PROGRAMA DE AHUYENTAMIENTO, RESCATE,
PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE FAUNA
SILVESTRE**



I. INTRODUCCIÓN

En el presente documento se describe el Programa de Rescate, Protección y Conservación de Fauna Silvestre, la cual podría verse afectada por la implementación del Proyecto Presa Puerta del Sol, a ubicarse en el municipio de Ures, estado de Sonora.

El objeto de presentar un programa enfocado al rescate, protección y conservación de fauna silvestre, se debe a las afectaciones del hábitat suscitadas durante la etapa de preparación y construcción, llevadas a cabo en el predio del proyecto, razón por la cual se ven afectados diversos organismos tales como: la avifauna y aquellos de lento desplazamiento (SEGOB, 2015). Cuando mencionamos a las especies de baja vagilidad y/o movimiento, nos referimos a aquellas cuya capacidad para moverse de manera natural dentro del área en el que habitan se ve reducida, por lo cual tienen mayor grado de riesgo, de manera tal que está enfocada principalmente a grupos como anfibios, reptiles y mamíferos pequeños.

Rescate: Hace referencia a la acción de mitigar los efectos negativos provocados por el proyecto mediante la captura, almacenamiento, traslado y reubicación de los individuos afectados desde donde fue extraído hasta el sitio de destino con condiciones similares a las de origen (Gallina, S. & C. López-González, 2011).



Protección: Tiene como objetivo preservar hábitats y ecosistemas con poca resiliencia a la perturbación, asimismo, se encarga de manejar sostenidamente los recursos naturales teniendo como prioridad el cuidado de la diversidad genética de las especies con alguna categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2019).



Conservación: Es un término sujeto a un proceso social dinámico que busca el uso inteligente de los recursos faunísticos, manteniendo la productividad de los hábitats (Gallina, S. & C. López-González, 2011).



Imágenes meramente ilustrativas

La implementación de este programa propiciará la conservación de las especies silvestres, con el fin de mantener la calidad y cantidad de los recursos naturales (Gutiérrez, *et al.*, 1993), ya que busca minimizar los impactos negativos ocasionados durante la etapa de preparación y construcción, y con ello reubicar a los ejemplares a sitios con características similares para mantener la diversidad de la fauna local; todo esto como medida de mitigación del impacto ambiental generado.

En estas actividades se emplearán criterios técnicos para cada taxón presente en cada uno de los hábitats que se encuentren en un área de influencia con riesgo, al dar comienzo con la fase de construcción, así como de desmonte y despalme dentro del predio del proyecto.

Por otro lado, se deberá enfocar una parte de las actividades en la debida concientización hacia el personal que labore en el proyecto, así como en los residentes locales para concientizar sobre la importancia ecológica de la fauna tienen en el medio ambiente.

II. METAS

- 1) Identificar a nivel específico el 100% de los vertebrados rescatados.
- 2) Realizar la reubicación de todos los organismos recolectados en el predio del proyecto.
- 3) Mantener una elevada tasa de éxito en el rescate y sobrevivencia de los vertebrados recolectados en el predio del proyecto, así como su área de influencia y con ello proteger y conservar sus poblaciones.
- 4) Reubicar con éxito las especies rescatadas en sitios aptos para su supervivencia de tal forma que no se incremente la competencia intraespecífica e interespecífica.
- 5) Lograr una alta sobrevivencia de los individuos reubicados, mediante la elección correcta de sitios propuestos para la liberación de los ejemplares rescatados.
- 6) Reducir la mortandad de las poblaciones de fauna silvestre antes y durante el retiro de la cobertura vegetal. Enfatizando en las especies que se encuentren en alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (actualización 2019) y/o individuos de especies prioritarias.

III. OBJETIVOS

El objetivo general del presente programa es definir la metodología y estrategia para ejecutar las acciones de rescate protección y conservación de las especies de fauna que se encuentren dentro de alguna categoría incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (actualización 2019), así como de aquellas especies que tienen poca vagilidad que se pudieran encontrar dentro del área destinada a la implementación del Proyecto, con el fin de contribuir a la conservación de la biodiversidad faunística.

III.1. Objetivos Específicos

- 1) Minimizar los impactos ambientales sobre la fauna silvestre amenazada y de baja movilidad a través del rescate, protección y conservación.
- 2) Rescatar la mayor cantidad posible de individuos de las especies amenazadas y de poca vagilidad, que habiten en el área a intervenir por el proyecto.
- 3) Transportar y reubicar a los individuos rescatados hacia el sitio destinado para su reinserción, destacando la similitud con el hábitat nativo para cada grupo de organismos, el cual no presentará modificaciones a mediano y largo plazo, con el fin de garantizar el éxito de la recolonización.
- 4) Efectuar el correcto ahuyentamiento de individuos de especies de aves y de mamíferos medianos a grandes.
- 5) Efectuar recorridos previos antes de cualquier actividad, para la identificación y ubicación y señalamiento de posibles nidos y madrigueras con actividad.
- 6) Realizar la manipulación de las especies faunísticas rescatadas, mediante la implementación de técnicas específicas para cada individuo.
- 7) Efectuar la reubicación de los individuos, en sitios previamente seleccionados de acuerdo con los criterios técnicos y biológicos que permitan proporcionar las condiciones idóneas para su subsistencia.
- 8) Elaborar un registro fotográfico de todas las actividades realizadas durante el proceso de rescate y reubicación, así como de los momentos de mayor trascendencia.
- 9) Proceder de manera adecuada con la toma de datos, con el fin de almacenar la información relevante sobre el proceso y resultados obtenidos con la implementación de este Programa.
- 10) Llevar a cabo pláticas informativas con los trabajadores y la población de zonas aledañas para fomentar la concientización y preservación de las especies.

IV. ALCANCES DEL PROGRAMA

Implementar los métodos y técnicas de rescate, protección, ahuyentamiento, manejo y reubicación de fauna silvestre durante las distintas etapas del proyecto, con el fin de reducir el impacto causado a los individuos que se encontrasen la zona destinada para el Proyecto. Por tal razón, es de suma importancia tener en cuenta lo siguiente:

- Previo al ahuyentamiento, se deberá localizar dentro del predio sitios potenciales que presenten características específicas donde sea más probable la abundancia de organismos, tales como vegetación abundante, cuerpos de agua, madrigueras u otro vestigio que denote su ocupación, para repeler a la mayor cantidad de individuos, o en su defecto, capturarlos exitosamente.
- Emplear el equipo y las técnicas adecuadas propias de cada taxón, para así reducir el estrés que conlleve el manejo de la fauna local y lograr el menor número de organismos lacerados.

- Asegurar el correcto establecimiento de la fauna en el sitio a reubicar, procurando que éste contenga todas las características idóneas para su establecimiento. Para ello, se recomendaría un monitoreo posterior en la zona de reubicación.
- En caso de que la supervivencia de los organismos sea considerada baja, se tomarán medidas correctivas para el manejo y transportación de los individuos, para reducir el impacto que conlleva dicha actividad.

La ejecución del presente Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Protección de Fauna Silvestre, se llevará a cabo durante el tiempo en que duren las actividades de desmonte y despalle; del mismo modo, se prestará atención a los organismos que pudieran quedar atrapados durante la realización de las actividades de excavación y en la etapa de construcción, y, de igual manera, se efectuarán otros rescates puntuales que pudieran ser necesarios por encuentros fortuitos durante dicha etapa, tanto en los frentes de trabajo como en los caminos transitados por vehículos, maquinaria y equipo.

V. UBICACIÓN Y DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO.

El predio del proyecto se ubica en el municipio de Ures en el estado de Sonora, como se observa de manera puntual en la Figura 1. La delimitación principal del frente de trabajo de ahuyentamiento y rescate, se hará de acuerdo con las zonas y actividades proyectadas de preparación y construcción del proyecto.

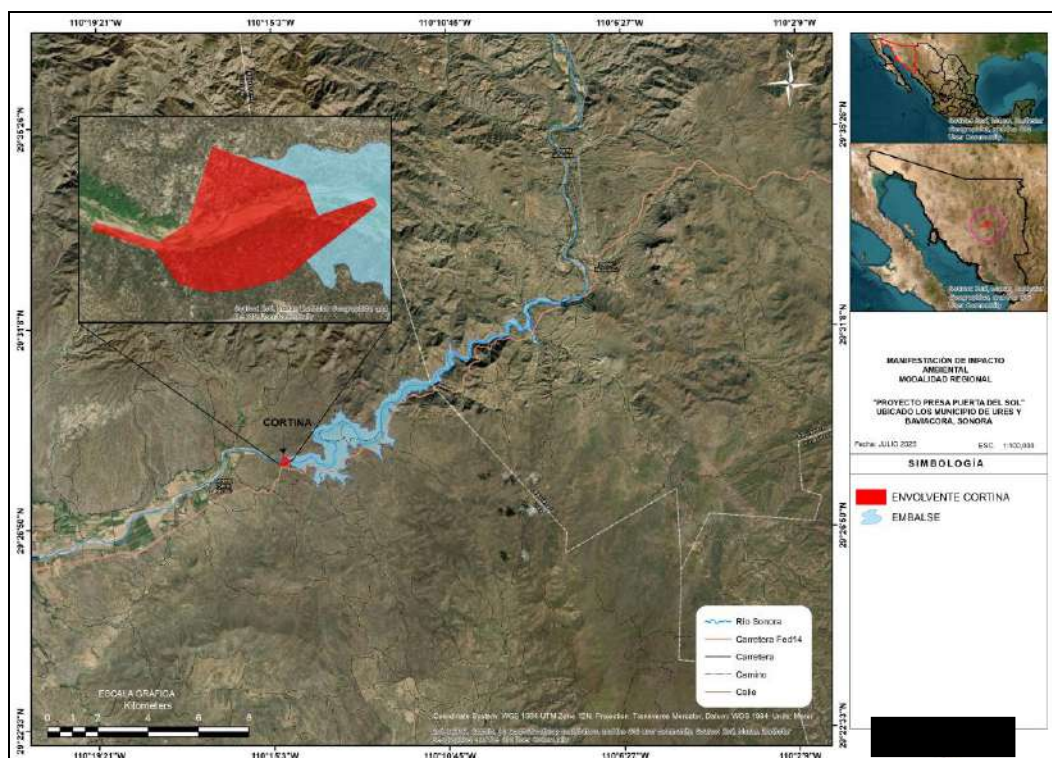


Figura 1. Ubicación del predio del predio de proyecto en el municipio de Compostela, Nayarit.

VI. METODOLOGÍA.

La metodología estará enfocada de manera principal hacia aquellas especies que cumplan con alguna de las siguientes características:

- Organismos que posean alguna categoría de protección contenida dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Especies susceptibles de baja movilidad, distribución restringida, especialistas de hábitat, baja densidad, o cuyos hábitos impidan su desplazamiento hacia otras zonas alejadas del predio del proyecto.
- En el caso particular de las aves o mamíferos grandes, únicamente se considerará el ahuyentamiento en aquellos casos en donde las obras presenten algún tipo de incidencia directa causada a éstas.

Las actividades comprenden recorridos en donde se localizan sitios potenciales de refugio de anfibios, reptiles y mamíferos de lento desplazamiento (debajo de rocas, troncos o madrigueras activas). Esto se realizará mediante los siguientes métodos:

Colecta oportunista. Este método consiste en registrar organismo de manera no sistemática a diferentes horas del día y estaciones del año. Los recorridos nocturnos entran en esta categoría (Aguirre-León, 2011).

Encuentros visuales. Este método se restringe a el registro de organismos a lo largo de un transecto lineal con distancia fija o aleatorios (Aguirre-León, 2011).

De esta manera, se utilizarán transectos de franja y transectos múltiples paralelos propuestos por Aguirre-León en 2009, los cuales consisten en un desplazamiento a pie a lo largo de una línea recta con una longitud conocida, como se muestre de manera esquemática en la Figura 2. La cantidad de transectos estará en función del tamaño del área, y la cantidad de hábitats presentes (Mandujano-Rodríguez, 2009). Se ubicarán dos o más personas, que estarán separadas a una distancia de dos metros entre cada una. Cada especialista recorrerá de 50 a 100 metros, dependiendo de la accesibilidad de los sitios y dimensiones de este, la cual depende de la visibilidad y el tipo de vegetación (MINAM, 2015). Así pues, mediante esta metodología es posible obtener la abundancia relativa, riqueza de especies y la densidad.

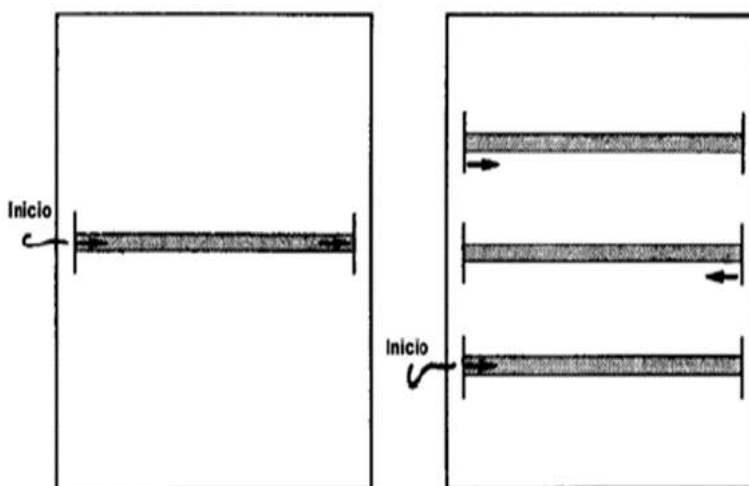


Figura 2. Transecto de franja sencilla (izquierda) y transecto múltiple paralelo (derecha) para la búsqueda de sitios de refugio de reptiles y anfibios (Modificado de Aguirre-León, 2009).

A continuación, en la Tabla 1, se representan las especies de fauna silvestre registradas durante el trabajo de campo dentro del área de influencia del proyecto. Cabe resaltar que estas especies no son endémicas y aquellas enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (actualización 2019), así como las listadas en la lista roja de IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, 2023) o aquellas incluidas en alguno de los apéndices del CITES (Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, 2023). Es importante mencionar que las actividades de este programa son destinadas para las especies que se registraron dentro del área de influencia del proyecto.

Tabla 1. Registro de especies de fauna dentro del predio del proyecto, listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, su distribución, IUCN, CITES, la abundancia por hectárea por especie y su abundancia relativa.

Especie	Nombre común	NOM0-59	SITES	IUCN	DOF 14	DISTRIBUCIÓN	Abundancia (ind/ha)	Abundancia relativa pi
MAMÍFEROS								
<i>Canis latrans</i>	Coyote	-	-	LC	-	N	15	0.173
<i>Nasua narica</i>	Coatí	-	II	LC	-	N	8	0.089
<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	-	-	LC	ALTA	N	6	0.071
<i>Dicotyles tajacu</i>	Pecarí de collar	-	-	-		NE	4	0.048
<i>Conepatus leuconotus</i>	Zorrillo de espalda blanca norteño	-	-	LC	-	N	1	0.012
<i>Procyon lotor</i>	Mapache	-	-	LC	-	N	5	0.054
<i>Lepus alleni</i>	Liebre antilope	-	-	LC	-	N	10	0.119
<i>Lepus californicus</i>	Liebre cola negra	-	-	LC	-	N	7	0.083
<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo listado del sur	-	-	LC	-	N	5	0.054
<i>Neotoma albigula</i>	Rata magüeyera	-	-	LC	-	N	13	0.149
<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejo del desierto	-	-	LC	-	N	9	0.107
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	-	-	LC	-	N	4	0.042
TOTALES							84	1
AVES								
<i>Aimophila ruficeps</i>	Zacatonero corona rufa	-	-	LC	-	N	18	0.064
<i>Strigidae</i>	Tecolote	-	-	-	-	N	6	0.02
<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguiluilla cola roja	-	II	LC	-	N	8	0.027

<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal rojo	-	-	LC	-	N	17	0.06
<i>Cardinalis sinuatus</i>	Cardenal pardo	-	-	LC	-	N	12	0.042
<i>Carpodacus mexicanus</i>	Pinzón mexicano	-	-	LC	-	N	9	0.031
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	-	-	LC	-	N	28	0.103
<i>Columbina inca</i>	Tórtola cola larga	-	-	LC	-	N	8	0.027
<i>Columbina passerina</i>	Tórtola coquita	-	-	LC	-	N	4	0.015
<i>Corvus corax</i>	Cuervo común	-	-	LC	-	N	9	0.031
<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos norteño	-	-	LC	-	N	15	0.053
<i>Melospiza melodia</i>	Gorrión cantor	-	-	LC	-	N	12	0.044
<i>Mimus polyglottos</i>	Centzontle norteño	-	-	LC	-	N	3	0.011
<i>Passer domesticus</i>	Gorrión casero	-	-	LC	-	EXI	38	0.137
<i>Pheucticus melanocephalus</i>	Picogordo tigrillo	-	-	LC	-	N	3	0.009
<i>Pipilo fuscus</i>	Toquí pardo	-	-	LC	-	N	4	0.015
<i>Piranga ludoviciana</i>	Tángara capucha roja	-	-	LC	-	N	10	0.037
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero cardenal	-	-	LC	-	N	9	0.031
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mayor	-	-	LC	-	N	8	0.029
<i>Regulus calendula</i>	Reyezuelo de rojo	-	-	LC	-	N	4	0.013
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca	-	-	LC	ALTA	N	32	0.115
<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota	-	-	LC	ALTA	N	23	0.084
TOTALES							273	1
REPTILES								
<i>Sauromalus obesus</i>	Iguana negra	Pr	-	LC	ALTA	N	6	0.25
<i>Uma notata</i>	Iguana	P	-	NT	-	N	4	0.182
<i>Uta stansburiana</i>	Cachora	A	-	LC	-	N	9	0.386
<i>Masticophis (= Coluber) flagellum</i>	Culebra	A	-	LC	-	N	3	0.136
<i>Crotalus atrox</i>	Víbora alicante	Pr	-	LC	-	N	1	0.045
TOTALES							6	1
ANFIBIOS								
<i>Bufo alvarios</i>	Sapo toro	-	-	LC	-	DA N	9	0.607
<i>Gopherus agassizi</i>	Tortuga del desierto	-	-	-	-	I	11	0.393
TOTALES							20	1

DISTRIBUCIÓN: N- NATIVA; NE- NO ENDÉMICA; EXI- EXÓTICA INVASORA; I- INTRODUCIDA; NOM-059-SEMARNAT-2010 (actualización 2019): E: probablemente extinta en el medio silvestre; P: peligro de extinción; A: amenazadas; Pr: sujetas a protección especial; IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, 2023): LC- least concern (preocupación menor); DD- data deficient (datos insuficientes); NT-near threatened (casi amenazado); VU- vulnerable (vulnerables); EN-endangered (en peligro); CR-critically endangered (en peligro crítico); EW-Extinct in the wild (extinto en estado salvaje); EX-Extinct (extinto); CITES (Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, 2023): I- Se encuentra en apéndice I; II-Se encuentra en apéndice II; III-Se encuentra en apéndice III.

Además de las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, también se tomarán en cuenta aquellas especies susceptibles a la perturbación (reptiles), que pudieran registrarse durante la actividad de cambio de uso de suelo.

Durante la ejecución del presente programa se debe ahuyentar a los organismos que se encuentren cerca del área de trabajo (del predio del proyecto y su área de influencia), durante el tiempo que dure la actividad de desmonte y despalme; así como rescatar a los organismos que queden atrapados durante la realización de las actividades de excavación (en el caso de encontrar nidos o madrigueras con crías, se mantendrán en jaulas o corrales y deberán de ser observados por especialistas el cual determinara la edad considerable para su sobrevivencia).

Asimismo, se deberá de tomar registro y/o evidencia de los rescates realizados con ayuda de material y/o equipo (hojas de registro, cámara fotográfica, cámara de video u otros) para posteriormente hacer el traslado y reubicación de los organismos rescatados al lugar previamente seleccionado estratégicamente, el cual debe presentar condiciones similares a su ecosistema del cual fue extraído (rescatado).

Cabe señalar que queda estrictamente prohibido al personal involucrado en el trabajo de campo realizar colecta, cacería, comercialización u otra actividad que afecte la fauna silvestre de la región.

VI.1. Selección del área de relocalización

La relocalización de los individuos rescatados constituye una fase vital dentro de cualquier programa de rescate de fauna, pues la correcta elección de estos sitios es fundamental para asegurar el destino de las especies prioritarias.

Para la selección del sitio de relocalización se utilizaron tres criterios, los dos primeros antagónicos: 1) sitios cercanos a los lugares de captura; 2) sitios alejados de la zona de obras; y 3) sitios con condiciones ambientales similares de sustrato, exposición y pendiente a los lugares de origen. Los organismos rescatados serán liberados en parches de vegetación con similitud de condiciones ecológicas al lugar de donde fueron capturados, priorizando espacios cercanos a afluentes hídricos. Es por ello que las áreas de relocalización deben elegirse dentro de la misma cuenca y lo más cercano posible al área de donde se efectuó la captura, con el objetivo de evitar traslados de larga duración. Sin embargo, las áreas deben estar equidistantes del predio del proyecto para evitar el regreso al área de las especies relocalizadas.

Además, deben considerarse los siguientes parámetros dentro del punto 3, sitios con condiciones similares:

- Presentar paisajes similares a los de origen de las especies a relocalizar.
- Presentar comunidades de las especies a relocalizar como un indicador de calidad de hábitat.
- Ser áreas destinadas a la conservación de recursos naturales; de lo contrario nuevos usos antrópicos podrían afectar a los animales relocalizados.

Por último, es de vital importancia las condiciones espaciales de liberación, ya que la capacidad de carga de un ambiente puede aumentar al introducir más especies generando competencia y reduciendo el recurso, es por esto por lo que los individuos deben liberarse en distintos lugares, evitando así la concentración excesiva de individuos en un solo punto.

De acuerdo a los registros de especies obtenidos en el predio se tendrá presente el hábitat y hábito para su relocalización, como se incluye en la Tabla 2 y la Tabla 3 (Ramiro *et al*, 2009).

Tabla 2. Diversidad de hábitats y atributos asociados a los mamíferos.

Hábitats	Hábitos de las especies
Zonas arenosas Suelo pedregoso Zonas abiertas asociadas a vegetación Cuerpos de agua asociados a vegetación Selva caducifolia	Fosoriales Rastreros Terrestres Arborícolas

Dosel arbóreo	

Tabla 3. Diversidad de hábitats y atributos asociado a los Reptiles

Hábitats	Hábitos de las especies
Zonas arenosas Suelo pedregoso Terrenos rocosos Cuerpos de agua asociados a vegetación Selva caducifolia Vegetación de galería Dosel arbóreo	Fosoriales Rastrero Terrestre Arborícola Saxícola Arenícola Trepador Acuáticos Semiacuático

En el caso de las aves se espera que se desplacen debido a su conducta con poca tolerancia a la perturbación antropogénica.

Considerando los criterios antes mencionados, se propondrán sitios para la reubicación de la fauna rescatada en el predio del proyecto, siempre y cuando se cuente con la autorización de los ejidatarios, particulares, comunales de la zona elegida para reubicación o en su defecto se identificarán nuevos sitios.

La elección de las zonas de reubicación de Fauna se llevará acorde al tipo de vegetación y/o cuerpos de agua cercanos, sin embargo, estos pueden ser modificados durante la ejecución de las actividades de rescate y reubicación.

VI.2 Ejecución del Plan de Rescate de Fauna

Capacitación del Personal

La primera actividad a llevar a cabo para la ejecución del Programa, es la impartición de capacitación dirigida a todo el personal que participará en dicha ejecución. Esta capacitación deberá impartirse en un sitio debidamente acondicionado, donde se pueda hacer una presentación grafica e interactiva mediante el uso y manejo de equipo.

Con respecto al personal que participará en la ejecución del programa de rescate, protección y conservación de fauna silvestre enfocado a especies de lento desplazamiento y especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010, este deberá ser instruido en cada uno de los grupos faunísticos a encontrar en campo, para lograr un desempeño optimo durante el trabajo de rescate, permitiendo así salvaguardar la integridad de los taxones que se pretenden rescatar.

La capacitación del personal consistirá en explicar las técnicas y métodos de captura para anfibios y reptiles, así como de pequeños mamíferos, haciendo hincapié en los métodos no invasivos, pero si en aquellos que son rápidos y de menor costo.

Para la impartición del taller de capacitación, se deberán abordar tópicos tales como:

- Importancia de la fauna con posible presencia y aquella registrada en el Proyecto.

- b) Especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, presentes en la superficie que será sometida a cambio de uso de suelo en terrenos forestales y su importancia.
- c) Especies no listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, presentes en la superficie que será sometida a cambio de uso de suelo en terrenos forestales y su importancia.
- d) Características generales de los individuos sujetos a rescate y la identificación de los mismos mediante fotografías.
- e) Aplicación de las diferentes técnicas de ahuyentamiento.
- f) Formación y estructura de los equipos de trabajo, durante el ahuyentamiento.
- g) Aplicación de las diferentes técnicas de manipulación y manejo adecuado de individuos.
- h) Aplicación de las diferentes técnicas de rescate de acuerdo a la especie y un eficiente traslado de individuos, estresándolos lo menos posible.
- i) Ejecución de la reubicación de individuos rescatados, así como traslado y manejo adecuado.
- j) Medidas de seguridad ocupacional a tomar en cuenta durante el manejo de la fauna y Activación del Plan de Contingencias a Emergencias para el trabajo en campo.

Actividades de identificación previa

Previo a iniciar con las actividades de ahuyentamiento, se llevarán a cabo recorridos de encuentros visuales en superficies por afectar de acuerdo con la programación de la Contratista. Los recorridos tendrán por objeto el realizar la identificación y señalización de nidos y de madrigueras activas. Dichos recorridos se deberán de llevar a cabo días antes de iniciar con el ahuyentamiento y con las actividades de desmonte y despalme.

Los recorridos de identificación se llevarán a cabo mediante la implementación de transectos de banda (o de ancho fijo), el cual consiste en el desplazamiento del equipo de trabajo a lo largo de una línea recta con longitud conocida y la cual se determinará de acuerdo a la programación de la empresa Contratista. La distancia que deberá de existir entre ambas personas será variable de acuerdo a las dimensiones de la superficie del predio del proyecto. Al tiempo de realizar el recorrido en transectos de banda se procederá a la identificación de nidos (con huevos o polluelos) y madrigueras con actividad. Una vez identificados, estos se señalarán con cintas, pintura, estacas, fácilmente identificables y se geo posicionará el punto y la condición, para posteriormente darle seguimiento. Aunado a esto se informará a la Contratista de la obra de la presencia de nidos con huevos y/o polluelos y de su ubicación para evitar afectarlos en la medida de lo posible.

Se deberá de tener en consideración que entre más estrechos sean los transectos banda, la cobertura de la superficie longitudinal será menor, lo cual se reflejará en la posible omisión de la presencia de nidos con huevos y/o polluelos y madrigueras activas. Por otra parte, una banda más ancha generará una mayor cobertura de superficie y por ende una omisión mínima de la presencia de nidos y madrigueras con posible actividad. Al

igual que la implementación de los transectos banda, se emplearán transectos lineales, estos principalmente para la ejecución de las actividades de ahuyentamiento y rescate. En la Figura 3, se presenta un esquema general de aplicación metodológica mediante la implementación de transectos banda durante actividades de identificación previa de nidos y madrigueras con actividad y transectos de línea cuya aplicación se establece con las actividades de ahuyentamiento y rescate de individuos.

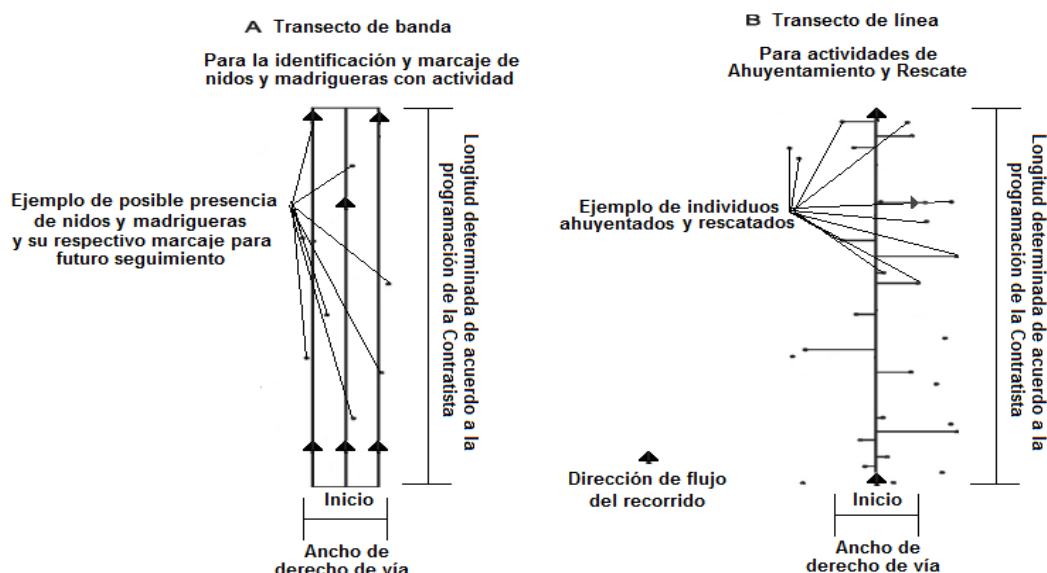


Figura 3. Tipos de transectos utilizar durante las actividades de identificación previa de nidos y madrigueras con actividad (de banda) y para el ahuyentamiento y rescate (de línea).

Ejecución del Plan de Rescate de Fauna

El programa de rescate se centra en los grupos de vertebrados amenazados, es decir con alguna categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y de menor movilidad (reptiles y micromamíferos). Para las especies de mayor movilidad (aves y mamíferos del orden Carnívora), no se considera actividades debido a la baja abundancia en la superficie que será sometida a cambio de uso de suelo en terrenos forestales, esto también está relacionado con los grandes ámbitos de hogar de las especies.

Es necesario recalcar que el rescate es una de las prácticas más utilizadas para la fauna como medida de mitigación de impactos negativos para especies silvestres que se encuentran en áreas a ser afectadas por la ejecución de proyectos (Edgar *et al*, 2005). El rescate debe realizarse de forma ideal antes del periodo reproductivo, con el objetivo de no intervenir en el proceso de perpetuación de la especie mediante la captura de individuos.

Para las acciones de rescate deben considerarse los siguientes criterios:

- **Antes del inicio de cualquier actividad de captura y manipulación de fauna silvestre**, el personal que participará contará con la experiencia necesaria y además

se contarán con los permisos necesarios por parte de la institución correspondiente para la captura y posterior liberación de los animales.

- **Identificación adecuada de la especie:** el encargado de ejecutar el programa debe asegurarse que la identificación del individuo a rescatar y reubicar sea correcta ya que de ésta dependerá la determinación de la época reproductiva y el sitio idóneo para su reubicación, así como las técnicas y cuidados a efectuar durante su rescate y reubicación.
- **Estado de conservación:** las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, en la IUCN o en algún apéndice del CITES o con datos insuficientes, pueden ser consideradas para la aplicación del rescate y recolonización.
- **Estado de salud:** es un criterio de suma importancia para determinar si el individuo debe ser reubicado, pues el sacarlo de su ámbito hogareño puede ser un factor importante de estrés, ya que debe buscar un nuevo refugio y establecer un nuevo territorio que pudiera ya estar ocupado por otros individuos, y un organismo enfermo o viejo puede no resistir el proceso.
- **Época reproductiva** de las especies: debe considerarse que, si las especies se encuentran en época reproductiva, en caso de los mamíferos debe localizarse la madriguera para que esta sea escarbada y extraer a las crías junto con los progenitores y reubicarlos juntos para evitar la mortandad de mayor número de individuos.
- **Movilidad:** aquellas especies que no sean capaces de desplazarse por largas distancias deben ser rescatadas y reubicadas cerca de posibles refugios para evitar su depredación.
- **Sensibilidad a la perturbación:** es un criterio importante al momento de la reubicación ya que especies que no toleren la contaminación o la presencia humana deberán ser ubicadas en sitios lo más aislados posible.
- **Sitio idóneo para su reubicación:** dentro las áreas propuestas para la reubicación de individuos rescatados deben buscarse el microhábitat con las características más cercanas al sitio de extracción, o bien según la biología y etología de la especie el más idóneo para su sobrevivencia.
- **Abundancia:** se refiere al número de ejemplares registrados en un área determinada. Para aquellas especies con bajas abundancias se sugiere el rescate.
- **Todas las capturas, traslados y liberaciones** deberán estar documentadas en los formatos establecidos, registradas en la bitácora de campo y con su evidencia fotográfica correspondiente.

Como medida general para toda la fauna, en la captura y manipulación de los animales se debe utilizar material limpio y esterilizado, para evitar cualquier contagio de microorganismos. A continuación, se presenta un listado del Equipo de Protección Personal que se deberá utilizar como medida de seguridad, como se puede observar en la Figura 4:

- ✓ Gorra.
- ✓ Gafas o protector de rostro.
- ✓ Ropa de trabajo (pantalón y camisa manga larga).
- ✓ Botas de carnaza o dieléctricas, para los trabajos bajo cables energizados.
- ✓ Guantes antiderrapantes y de carnaza.

- ✓ Chalecos o Casacas reflejantes.
- ✓ Cuchillo de campo.
- ✓ Botiquín de primeros auxilios para la cuadrilla de trabajo.



Figura 4. Ejemplo de equipo de protección personal para la ejecución del programa de fauna.

Se utilizarán elementos de seguridad peatonal y vial en la superficie que será sometida a cambio de uso de suelo en terrenos forestales, para la seguridad del personal que ejecute el programa de rescate de fauna, como se aprecia en la Figura 5:

- ✓ Conos de señalamiento.
- ✓ Trafitambos.
- ✓ Señales de seguridad para el tráfico.
- ✓ Cintas coloridas para delimitar el área de trabajo.
- ✓ Torretas para los trabajos nocturnos.
- ✓ Chalecos reflejantes.
- ✓ Reflectores y generadores eléctricos.
- ✓ Caja de herramienta y refacciones.



Figura 5. Ejemplo de los elementos de seguridad peatonal y vial para la realización del programa de rescate de fauna.

El protocolo de rescate se debe implementar aproximadamente entre 5 a 15 días con antelación al comienzo de las actividades de construcción en el predio del proyecto (ej. movimientos de maquinarias); se considera necesario este corto período para impedir la recolonización del área despoblada, por otros animales.

Considerando la estacionalidad del área, para anfibios y reptiles, las actividades deben desarrollarse cuando las condiciones climáticas sean favorables a la actividad de estos animales, esto es, en primavera y verano.

El protocolo de rescate debe implementarse de manera intensiva durante la etapa de preparación del sitio; posteriormente, durante la etapa de construcción del proyecto, dichas actividades se realizarán de forma puntual en los frentes de trabajo en caso de ser necesario, el tipo de los muestreos recomendados son:

Rescate previo a las actividades de desmonte y despalme.

Se aplica generalmente en zonas con grandes extensiones de terreno donde se puedan observar zonas de refugio potenciales, se emplea la captura viva de ejemplares para su posterior liberación o reubicación.

Durante las actividades de desmonte y despalme.

Este consiste en realizar rescates con apoyo de la maquinaria, conforme esta avanza se va observando que no haya organismos en el área por el cual pasará la maquinaria

pesada o en determinado caso se capturará a los individuos de herpetozoos y mamíferos pequeños, que pudieran salir con el movimiento de tierras.

Durante la construcción del proyecto.

Este tipo de rescate se realiza durante los recorridos de inspección y vigilancia durante las actividades de construcción de la obra, y consiste en el rescate de todo aquel ejemplar que de manera accidental pudiera encontrarse en una situación que afecte su integridad.

Es por esto por lo que se debe tomar en cuenta la estacionalidad del área, para el rescate de reptiles y mamíferos de poca vagilidad durante la temporada de primavera y verano, épocas donde la actividad es suele ser mayor debido a sus ciclos de reproducción.

VI.2.1. Ahuyentamiento para fauna silvestre.

El manejo de la fauna silvestre es una rama altamente especializada que requiere del dominio y conocimiento de las diversas técnicas de manejo de fauna, además de un amplio conocimiento de ecología, interacciones sociales y gestiones ambientales. Por lo que el programa de rescate de Fauna deberá ser coordinado por un especialista en manejo de fauna silvestre (biólogo), quien dirigirá las actividades asignando un técnico por cada frente de obra.

Dicho lo anterior, las actividades de ahuyentamiento se enfocarán principalmente a las especies que tienen capacidad de desplazamiento mayor como son aves, mamíferos medianos y algunos reptiles.

Para que el ahuyentamiento de fauna silvestre sea exitoso es necesario aplicar diferentes metodologías como estímulos visuales, estímulos auditivos, estímulos mecánicos y estímulos químicos, estos tienen el objetivo de incitar a los individuos a desplazarse del lugar.

Así, por ejemplo, los estímulos auditivos pueden ser desde: cañones de propano simulando estallidos de escopeta, fuegos pirotécnicos, hasta grabaciones con llamadas de alerta y ruidos que se activen por control remoto, estos pueden ser activados en momentos antes de las actividades o cuando se junten parvadas.

A continuación, se describen las acciones necesarias para el ahuyentado de fauna presente en el área del proyecto. Se recomiendan los siguientes métodos de exclusión:

1) Brigadas de ahuyentamiento de fauna:

- El ahuyentado de fauna se realizará previo al inicio de las actividades de la maquinaria encargada del desmonte.
- Se recorrerá el área, agitando la vegetación con varas, procurando hacer el mayor ruido posible para que la fauna presente se mueva por si sola del lugar.
- Se removerán los troncos caídos, rocas, material que pudiera servir como refugio para la fauna abarcando la totalidad del área elegida a desmonte y /o despalme.

- Se rescatarán especies de baja movilidad que se encuentren refugiados durante los recorridos (es importante realizar un nuevo barrido posterior al primero, con el objeto de que se identifiquen los individuos a rescatar o ahuyentar que no huyeron en el primer barrido).
- Algunas especies se ocultan ante la presencia humana, permaneciendo inmóviles hasta que pasa la perturbación, en estos casos será necesario generar un ruido más intenso para lo cual se deberá contar con una sirena y de ser necesario se arrojarán pequeñas piedras sin golpear al animal, únicamente para ahuyentarlo.
- En caso de ubicar un refugio para murciélagos se deberá utilizar ruido y luz para favorecer su ahuyentamiento.

Una vez que inicien las actividades previstas para la preparación del sitio y construcción, estos recorridos serán programados de acuerdo con el avance de la obra, esto es, las brigadas de ahuyentamiento y rescate de fauna estarán trabajando a la par que, a los frentes de obra, haciendo recorridos de ahuyentamiento al amanecer antes de que se inicien las actividades de la obra.

A continuación, se describen algunos métodos de ahuyentamiento enfocados principalmente a las especies que tienen capacidad de desplazamiento mayor como son las aves y mamíferos medianos-grandes.

AVES

Las aves son muy sensibles a las actividades antropogénica, además de ser capaces de desplazarse rápido y recorrer distancias relativamente largas, por lo que se estima que con las actividades de ahuyentamiento será suficiente para proteger a estas especies durante las actividades de preparación del sitio y construcción. De esta manera, se espera que las aves abandonen las áreas a intervenir por sus propios medios.

Para el grupo de especies de aves no se contempla ningún tipo de captura directa ya que en presencia de un factor agreste éstas migran a un área circundante de características similares al de su hábitat preferencial. Sin embargo, se harán monitoreos para observar el comportamiento de estas en el área de estudio durante el proceso de cambio de uso de suelo. Se realizará una búsqueda intensiva de nidos, madrigueras (Ralp *et al* 1996) en el predio a intervenir. Al encontrar presencia de áreas de nidificación se procederá a realizar una intervención con perturbación controlada con el fin de observar si hay actividad (huevos, polluelos, cachorros, neonatos). Posteriormente, si hay actividad se hará reconocimiento de la zona cercana con el fin de identificar a los parentales (JBJCM, 2017).

Luego de registrar todos los nidos funcionales se hará un marcaje al árbol o arbusto con banderillas para avisar al personal encargado de las obras de desmonte que este cerca de los nidos y así evite esa zona, esto con el fin de resguardar la integridad del nido hasta el abandono de los polluelos. De no ser posible realizar lo anterior o al encontrar nidos activos con huevos, las actividades de reubicación del nido deben ser llevadas a cabo solo por personal especialista en aves, utilizando escaleras y arnés, equipo de seguridad como casco, guantes y cubrebocas para evitar impregnar olor en los nidos y ahuyentar a

sus parentales (Figura 6). El nido debe ser colectado con la rama del árbol a la que esté sujeta para evitar manipularlo por completo. Para su traslado se tendrá en cuenta suministrar agua y alimento de acuerdo a la dieta de cada especie y utilizará cajas de cartón adecuadas con tela, papel periódico o papel aluminio para asegurar el bienestar del nido y su contenido (JBJCM, 2017).

La reubicación será ejecutada el mismo día del rescate y se tendrá como prioridad entregar el material a los centros de rescate y conservación con cercanía al área de trabajo. No obstante, si el predio del proyecto se encuentra en una zona aislada se procederá a realizar la reubicación de los nidos en zonas cercanas a la intervenida con las mismas características ecológicas para propiciar la identificación de estos mismos por sus parentales y así asegurar la supervivencia de los huevos o polluelos (según sea el caso). Para la relocalización de los nidos se tomará en cuenta la altura y sustrato de donde fueron rescatados. Cabe resaltar que durante la reubicación se ahuyentará a posibles depredadores.

En caso de hacer uso de la técnica de ahuyentamiento controlando con sistemas electrónicos los sonidos más utilizados son:

- Sonidos de depredadores (halcones, gavilanes, cernícalos).
- Llamados de alerta de aves.
- Llamados de estrés.

Por otro lado, se sabe que las aves responden de manera inmediata a estímulos visuales, auditivos, químicos y mecánicos, por lo cual se recomienda usar las siguientes técnicas:

Los sonidos de depredadores son grabaciones de cantos de aves presa, las cuales habitan espacios rurales y urbanos. Otros sonidos importantes son los llamados de alerta de las mismas especies, que son emitidos por aquellas que detectan un peligro y quieren avisar a sus compañeros, y los llamados de estrés, que son emitidos cuando un ave se encuentra realmente en peligro. Estos sonidos, grabados en medios magnéticos o digitales, se reproducen por medio de parlantes para simular alguna de las situaciones planteadas. La efectividad del uso de sonidos depende directamente de la fidelidad de la reproducción (Figura 6).



Figura 6. Ejemplo de equipo personal para reubicar nidos y para ahuyentar avifauna mediante la generación de ruidos (en caso de requerirse).

Teniendo en cuenta que no todas las aves abandonen el área a ser afectada, se deberán aplicar otras metodologías que suelen usarse para ahuyentar a las aves y consisten en estímulos visuales como: Cintas de colores (papel metálico) y reflectores.

De acuerdo con Bishop *et al*, 2003, otro estímulo visual aplicable debido a que es de bajo costo, para hacer que las aves huyan de la zona es la utilización de cintas de colores metalizadas (Figura 7), este método consiste principalmente en colocar las cintas en sitios estratégicos, como lugares semiabiertos para que logren reflejar los rayos del sol.



Figura 7. Ejemplo de cintas de colores metálicas para el ahuyentamiento de aves.

Otro método utilizado con frecuencia es el uso de reflectores que consiste en el empleo de reflectores de alta luminosidad con el fin de generar un ambiente de estrés en los organismos al cambiar las condiciones naturales del sitio. Este deberá realizarse en la noche, alternando con los lapsos de oscuridad natural, para que, con ello, la fauna se desplace a otros sitios.

Otros métodos disuasivos utilizados para el ahuyentamiento de aves según lo recomendado por Gonzáles-Rivera, 2014 y Bishop *et al*, 2003., se detallan en la Tabla 4.

Tabla 4. Ejemplo de los métodos disuasivos aplicados para el ahuyentamiento de aves.

Métodos	Material didáctico.
Globos con ojos de depredador: Son globos en los que se colocan ojos de depredadores en su superficie como pueden ser ojos de águilas o Lechuzas, de esta forma se asemeja la mirada de los depredadores y las presas tienden a huir del lugar.	
Cohetes: Este método sirve para crear un estruendo sonoro y crear un ambiente incómodo para las aves (después de usar este método todos los residuos del cohete se deberán remover).	

Tabla 4. Ejemplo de los métodos disuasivos aplicados para el ahuyentamiento de aves.

Métodos	Material didáctico.
Espejos: Estos funcionan bajo el principio que estos emiten destellos, produciendo una respuesta de huida por parte de las aves, sin embargo, este método ha sido probado en pocas especies directamente en campo, como son aves acuáticas, gaviotas y algunas garzas.	
Siluetas: Este método consiste en ubicar de manera estratégica siluetas de aves y animales depredadores pintados.	

Equipo para muestreo y ahuyentamiento de aves

A continuación, se mencionan algunos materiales que se utilizarán para el ahuyentamiento del grupo avifaunístico (Figura 8):

- ✓ Binoculares 10 x 42.
- ✓ Megáfono.
- ✓ Cañones de propano.
- ✓ Grabaciones con llamadas de alerta y ruidos.



Figura 8. Ejemplo de material/equipo para el ahuyentamiento de aves.

MAMÍFEROS DE MEDIANO A GRAN TAMAÑO

La mayoría de los mamíferos silvestres tiene una tendencia natural a huir de las zonas donde se llevan a cabo actividades antropogénicas, aun así, se propone el

ahuyentamiento de mamíferos de mediano a gran tamaño registrados en el predio del proyecto.

Las acciones preventivas por tomar en consideración para disminuir el daño accidental a ejemplares de fauna silvestre (mamíferos de mediano tamaño) durante las etapas de preparación y construcción del proyecto se mencionan a continuación:

- Identificar los grupos de especies que son estables a su desplazamiento, para poder así determinar las zonas más vulnerables en cuanto a la mastofauna.
- Una vez ubicadas las zonas factibles de actividad de especies en peligro, al inicio y durante la jornada de trabajo en ellas, se mantendrán niveles elevados de ruido para el ahuyento de la fauna existente.

En vista de lo anterior el ahuyentamiento, de especies se propone antes de la etapa de construcción y una hora antes de las operaciones de desmonte y despalme una vez comenzadas las actividades de preparación del sitio, esto es debido a que las especies muchas veces no dejan del todo sus madrigueras por tal razón se debe volver a ahuyentar a las especies en caso de que hayan regresado.

Durante la fase de operación se deberá tener presente a personal calificado, en las zonas con alta presencia de mamíferos de mediano tamaño para poder acudir al rescate de especies que puedan estar en peligro por acciones de la maquinaria, por otra parte, la recomendación de circulación de la maquinaria no deberá ser mayor a 15 km/hr.

Debido a que los mamíferos responden de manera positiva a estímulos visuales, auditivos, químicos y mecánicos, también se sugiere implementar las técnicas de siluetas, humo, y sonidos.

Con el fin de ahuyentar a la mastofauna que posiblemente se presente en el predio del proyecto, las brigadas encargadas de ahuyentar a los mamíferos de mediano a gran tamaño realizarán actividades como caminar en los terrenos produciendo sonidos que sean incómodos para la mastofauna, el objetivo de este método es que los mamíferos de mediano, huyan por sus propios medios a sitios que no serán intervenidos por el Proyecto.

Una de las ventajas que proporciona este método es que se logra ahuyentar a la mastofauna sin tener la necesidad de interactuar directamente con los individuos reduciendo de esta forma el estrés que se genera durante la manipulación en los animales.

Equipo para muestreo y ahuyentamiento de mamíferos medianos

A continuación, se mencionan algunos materiales que se utilizarán para el ahuyentamiento y captura del grupo de mamíferos medianos (Figura 9):

- Megáfono.
- Trampas Tomahawk.

- Trampas Havahart.
- Cañones de propano.
- Grabaciones con llamadas de alerta y ruidos.

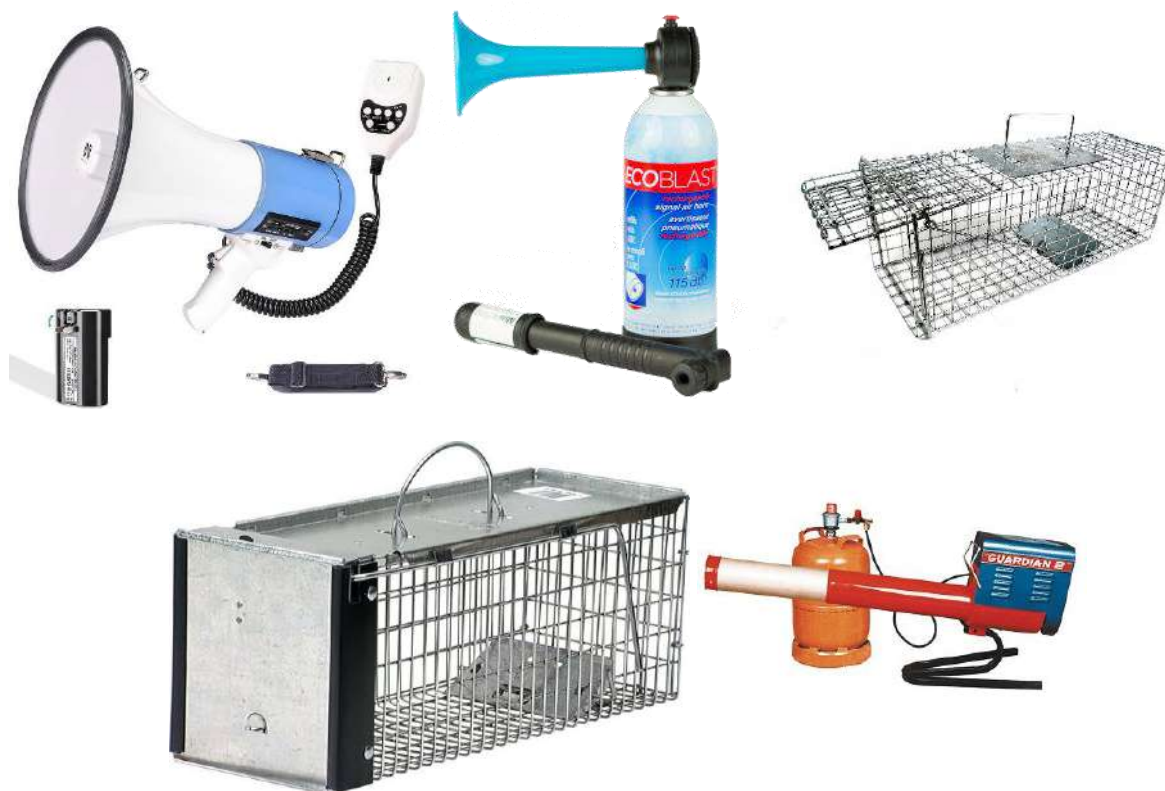


Figura 9. Ejemplo del material para la captura y ahuyentamiento de mamíferos medianos.

ANFIBIOS

La pérdida y degradación del hábitat es la principal amenaza asociada con la disminución del número de especies de anfibios, se debe agregar que los anfibios son una parte crucial ya que son una parte importante en las cadenas tróficas, fungiendo papeles de depredador y presa.

Los anfibios son un grupo que generalmente está asociado a cuerpos de agua o zonas de alta humedad, debido a que sus huevos carecen de cáscara dura por lo que se realizará una búsqueda que abarque principalmente cuerpos de agua tales como ojos de agua, cenotes abiertos o recovecos en los árboles ya que propician un lugar adecuado para la puesta de huevos y el refugio de los anfibios (Canseco-Márquez y Gutiérrez-MaYén, 2010). Dentro del predio del proyecto se registraron especies pertenecientes a este grupo, a continuación, se mencionan una serie de metodologías que se realizarán para este grupo durante las actividades de desmonte y despalle. Se revisarán distintos microhábitats presentes en la zona de obras y actividades del proyecto, para garantizar el mayor éxito en la búsqueda de individuos se hará las búsquedas removiendo vegetación, levantando piedras y troncos para la detección de ejemplares adultos.

La estructura de las raíces de las plantas también puede contribuir ampliamente la riqueza de anfibios encontrados al proveer espacios en donde la fauna puede esconderse actuando como refugios temporales y/o corredores superficiales, por lo general se encuentra mayor cantidad de individuos en sitios con árboles con cavidades formadas por las raíces.

Todas las especies de anfibios que sea registradas durante las actividades de desmonte, despalde y durante las actividades de construcción serán rescatadas y reubicadas, debido a la baja vagilidad que presenta este grupo.

Captura

Se realizará una búsqueda activa, recorriendo la ribera de cuerpos de agua o cauces de río temporales, para la detección de estadios larvales o de individuos recientemente metamorfoseados y se revisará distintos microhábitats presentes en la zona de obras y actividades del proyecto más un *buffer* de 20/40 m, removiendo vegetación y levantando piedras para la detección de ejemplares adultos. Los recorridos se realizarán en horario diurno para la captura de larvas y nocturno para la captura de ejemplares adultos.

Las larvas serán capturadas mediante el empleo de redes de paso (Figura 10) y se dispondrán en contenedores de plástico, cuidando mantener las temperaturas en el rango del ambiente original; mientras que los ejemplares adultos serán capturados de forma manual, y se colocarán en bolsas de manta húmeda o contenedores para transportarlos al área donde serán reubicados.

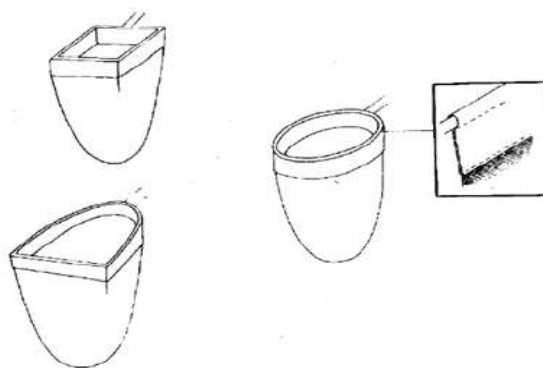


Figura 10. Distintos tipos de redes para la colecta de larvas de anfibios (Modificado de Scrocchi y Kretzschmar., 1996).

Se georreferenciará cada captura y los ejemplares serán identificados a nivel de especie medidos y fotografiados. Los lugares donde se realicen las capturas serán caracterizados mediante una bitácora, anotando las características del hábitat e indicando aspectos tales como: cobertura vegetal, temperatura y exposición dentro del apartado de observaciones (Ver apartado IX, ejemplo de Bitácora de campo).

Equipo de captura y traslado

A continuación, se mencionan algunos materiales que se utilizarán para la captura y traslado del grupo de los anfibios, como se aprecia en la Figura 11:

- ✓ Guantes látex.
- ✓ Redes de paso para capturar renacuajos.
- ✓ Manta húmeda, bolsas de plástico o contenedores.
- ✓ Cajas plásticas con ventilación.



Figura 11. Material para la captura y manejo de anfibios.

Esfuerzo de captura

El esfuerzo de captura estará dado por las condiciones de hábitat presentes en cada zona de obra. Por lo tanto, aun cuando se buscará anfibios en toda el área de rescate, el esfuerzo de captura se concentrará en los sectores cuyas condiciones de hábitat (alta humedad) son adecuadas para el desarrollo de estadios larvales de anfibios, de modo que pueden concentrar alta densidad de ejemplares durante la época reproductiva.

Concluidos los días de trabajo (en cada área de rescate se realizarán al menos cuatro repeticiones), los resultados diarios serán graficados en una curva de saturación, lo que permitirá evaluar si el esfuerzo fue suficiente o, por el contrario, es necesario continuar con el rescate por más días.

Esto se verifica al interpretar la pendiente de la curva generada, ya que si ésta es cercana a uno (1) la prolongación del muestreo implicará aumentos en las capturas. Por el contrario, si la pendiente de la curva tiende a cero (0), aun cuando se mantenga el rescate no habrá variaciones significativas o aumento en la cantidad de ejemplares detectados, tal como se muestra en el ejemplo de la Figura 12.

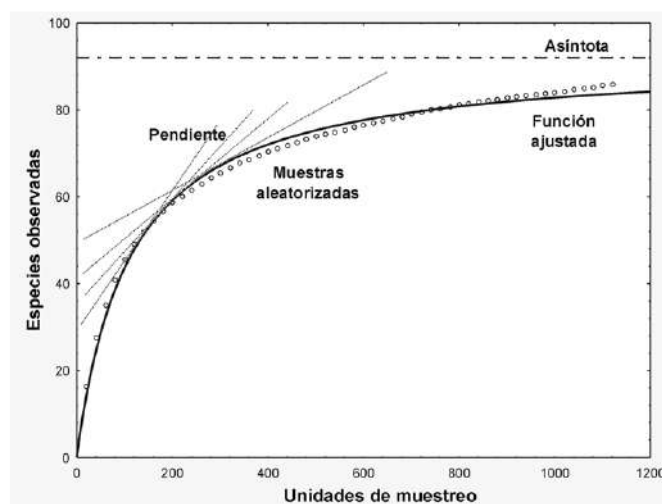


Figura 12. Ejemplo, curva de saturación, número de muestro versus número de individuos observados.

Manejo y Liberación

Los anfibios serán mantenidos en cautiverio durante el menor tiempo posible (máximo 24 horas y a la sombra) manteniendo las condiciones de temperatura y humedad, dado el riesgo que implica la manipulación de animales ectotermos. Además, serán mantenidos separándolos de acuerdo a su estructura etaria, para evitar el riesgo de canibalismo. Por otra parte, se emplearán todas las medidas de bioseguridad para evitar la transmisión de agentes patógenos de humanos a anfibios, y entre distintas poblaciones de anfibios, para esto se empelarán guantes de látex distintos para cada individuo adulto o grupos en estado larvarios, por otra parte, posterior a su manipulación.

La liberación de anuros se realizará durante las últimas horas de luz (Figura 13). Las larvas e individuos recién metamorfoseados serán liberados en cuerpos de agua lenticos que presenten condiciones de luminosidad, vegetación y temperatura similares a las de su lugar de origen. Previo a su liberación, las larvas serán introducidas al cuerpo de agua, dentro bolsas plásticas con agua por un período de por lo menos 15 minutos, con el fin de evitar cambios bruscos de temperatura que podrían ocasionar la muerte de los individuos.

Los ejemplares adultos serán liberados a orillas de los mismos cuerpos de agua donde se liberen las larvas, en refugios (piedras y oquedades). No se prevé que el hecho de liberar muchos ejemplares juntos implique problemas conductuales, tales como peleas por territorio; ya que de forma natural durante la estación reproductiva muchos anfibios,

se concentran en los cuerpos de agua, alcanzando altas densidades (lo que se denomina Lek7), para luego volver a los sitios que utilizan durante el resto del año.



Figura 13. Ejemplo de contención de sapo jaspeado (*Incilius marmoratus*) y ranita verduzca (*Agalychnis dacnicolor*). Liberación de rana arborícola de montaña (*Dryophytes eximius*) y ranita verduzca (*Agalychnis dacnicolor*).

REPTILES

Los reptiles debido a su baja movilidad y a sus hábitos territoriales serán uno de los grupos afectados por las actividades de desmonte y despalde del predio del proyecto. Cabe mencionar que se rescatarán todos los reptiles presentes en la superficie que será sometida a cambio de uso de suelo en terrenos forestales, ya que presentan poca vagilidad y son el más vulnerable por la fragmentación de hábitat y pérdida de su hábitat.

Captura

Para el rescate de reptiles se realizarán transectos y búsquedas activas, removiendo madrigueras y levantando piedras, en toda el área de influencia más un *buffer* de 10/20 metros en torno a cada zona del predio del proyecto.

Las lagartijas serán capturadas con guantes de carnaza (Figura 14) y mediante el empleo de lazos corredizos para las iguanas, las serpientes siempre serán manejadas con pinzas y ganchos herpetológicos para el caso de encontrarse con especies de serpientes.

(venenosas y no venenosas). Una vez capturados se mantendrán en bolsas de manta o cajas plásticas (máximo 8 horas).



Figura 14. Ejemplo de manejo de lagartija espinosa de cola larga (*Sceloporus siniferus*), captura con la ayuda de guates de carnaza de falsa coralillo real occidental (*Lampropeltis polyzona*), captura de iguanas mexicana de cola espinosa (*Ctenosaura pectinata*) y liberación de cascabel del Pacífico (*Crotalus basiliscus*), con ayuda de pinza herpetológica.

Se tomarán referencias geográficas de cada captura, buscando escamas y patrones de coloración además de los registros de las proporciones corporales (Jiménez-Velázquez, 2012). Posteriormente se identificarán a nivel de especie con ayuda de guías especializadas, sexados, medidos y fotografiados. Los lugares donde se realicen las capturas serán caracterizados mediante una bitácora, anotando las características del hábitat e indicando aspectos tales como el sustrato, cobertura vegetal, pendiente y exposición dentro del apartado de observaciones (Ver apartado de ejemplo de Bitácoras de campo). Los lugares donde se realicen las capturas serán caracterizados mediante una ficha, indicando aspectos tales como el sustrato, cobertura vegetal, pendiente y exposición.

Aunque el esfuerzo de rescate estará enfocado a las 13 especies detectadas en la superficie que será sometida a cambio de uso de suelo en terrenos forestales y su área

de influencia, se rescatará a todos los reptiles que se encuentren durante las actividades de captura.

Equipo de captura y traslado

A continuación, se mencionan algunos materiales que se utilizarán para la captura y traslado del grupo de los reptiles, como se aprecia en la Figura 15:

- ✓ Guantes de carnaza y guantes para manejo de serpientes.
- ✓ Bolsas de manta y bolsas para serpientes.
- ✓ Lazos corredizos, pinzas y ganchos herpetológicos.
- ✓ Pintura acrílica para el marcaje de ejemplares.
- ✓ Cajas plásticas con ventilación para especies venenosas.

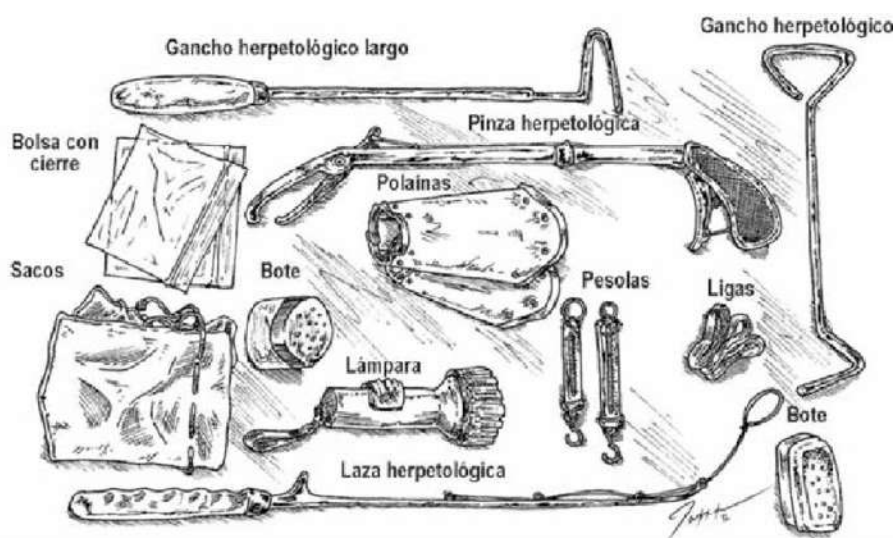


Figura 15. Material para el manejo y captura de reptiles (Fuente: Jiménez-Velázquez, 2012).

Esfuerzo de captura

El esfuerzo de captura estará dado por las condiciones de hábitat presentes en cada frente de trabajo y por los resultados de las actividades de campo. Sin perjuicio de lo anterior, personal encargado en la ejecución de dichas actividades, estará en función de los frentes de trabajo en donde se realicen las actividades de desmonte y despalde, para lo cual se deberá de considerar personal técnico y jornales, los cuales ejecutarán el programa en la etapa de preparación de sitio. Para la etapa de construcción, las actividades de rescate se realizarán de manera ocasional y/o fortuita, por lo cual el personal encargado de dichas actividades estará conformado solo por personal técnico. Los resultados diarios serán graficados en una curva de saturación (ver Figura 16), lo que permitirá evaluar el esfuerzo de muestreo.

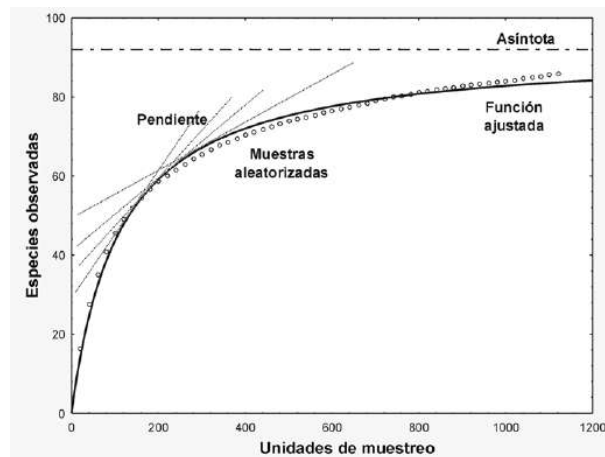


Figura 16. Ejemplo, curva de saturación, número de muestro versus número de individuos observados.

Manejo y liberación

Los ejemplares capturados serán mantenidos primero en bolsas de género y luego en cajas plásticas con ventilación (máximo 8 horas y a la sombra) y separados por especie (Figura 17).



Figura 17. Material para el manejo y captura de reptiles (Fuente: Aguirre-León, 2011). Liberación de mazacuata (*Boa imperator*) y cascabel del Pacífico (*Crotalus basiliscus*).

Para el marcaje, siempre y cuando sea requerido, se empleará pintura acrílica en la zona ventral de cada ejemplar, con el fin de evitar que sean vistos más fácilmente por sus depredadores.

Los ejemplares serán liberados teniendo en cuenta las características de sustrato, cobertura vegetal, exposición y pendiente, presentes en sus respectivos lugares de captura.

En general y debido a sus hábitos diurnos, los ejemplares deberán ser liberados durante el día (nunca de noche), al menos 3 horas previas a la puesta de sol, dando tiempo a los individuos a ocultarse antes de que disminuya la temperatura. En su relocalización sólo se deberá desatar el nudo del costal, colocarlo al nivel del suelo y moverlo un poco para que el animal salga solo.

MAMÍFEROS DE PEQUEÑA Y MEDIANA TALLA

Captura

Los pequeños mamíferos constituyen un grupo de vertebrados terrestres, que por su tamaño pequeño les es difícil moverse a través de largas distancias. La mayoría de las especies de pequeños mamíferos son de hábitos nocturnos, por lo que pasan la mayor parte del día en sus madrigueras.

Para la captura de los pequeños mamíferos el procedimiento consiste en modificar el ambiente donde viven, a través de la remoción de vegetación y piedras de forma tal que los mamíferos no puedan reconocer la zona como un hábitat adecuado y así puedan desplazarse hacia otros sectores con mejores condiciones (Torres-Mura *et al.*, 2014).

Se puede recurrir a la captura manual o con trampas mecánicas como pueden ser las trampas Sherman, havahart y Tomahawk (Gonzales, 2011). En especies nocturnas es posible usar linternas para causar el encandilamiento de los individuos facilitando su captura. Para el caso de los mamíferos con hábitos fosoriales se llevará a cabo la identificación de madrigueras mediante el uso de una cámara endoscópica con el fin de identificar actividad dentro de las madrigueras. Esta será una de las primeras actividades (2 días antes de iniciar la preparación del sitio) que se realizará dentro de las actividades de rescate y protección de este grupo, en caso de encontrar crías y sea imposible su translocación se procederá a la colocación de banderines, esto con la finalidad de evitar que se realicen obras y puedan dañar a la fauna que pudiera estar ocupándola. Una vez capturados los animales, se procederá a sellar la madriguera para evitar que sea ocupada nuevamente.

Antes de colocar las trampas para la captura de pequeños mamíferos se evaluará el tipo de cebo (Figura 18) a utilizar basado en la alimentación de los individuos a rescatar (omnívoros, herbívoros y carnívoros) algunos se enlistan a continuación para dar ejemplos:

- Cebos para carnívoros: se suele usar cebos vivos, animales muertos o trozos de carne.
- Cebos para herbívoros: Pastas hechas con avena, harina de maíz y crema de cacahuate.
- Cebos para omnívoros: estos se cebos se preparan en forma de pastas con ingredientes que pueden ser: avena, harina de maíz, miel, pasas, crema de cacahuate y varias semillas. También se puede utilizar grasas y carne cruda.



Figura 18. Ejemplo de insumos para preparar cebos.

Los mamíferos pequeños (Figura 19 y Figura 20), serán capturados mediante trampas de tipo Sherman, cebadas con avena y mantequilla de maní. Las trampas serán revisadas diariamente, a primera hora del día siguiente. Los individuos capturados serán identificados a nivel de especie usando guías de identificación especializadas, sexados, pesados y fotografiados. Los lugares donde se realicen las capturas serán caracterizados mediante una bitácora, anotando las características del hábitat e indicando las especies vegetales dominantes, cobertura vegetal y exposición dentro del apartado de observaciones (Ver apartado de ejemplo de Bitácoras de campo).



Figura 19 Colocación de Trampa Sherman, Havahart y Tomahawk útiles para la captura de mamíferos de talla pequeña y mediana.



Figura 20. Ejemplo de captura y liberación de ratón nayarita (*Peromyscus simulus*) con guantes de carnaza, y de tlacuache norteamericano (*Didelphis virginiana*).

Se rescatarán todos los mamíferos pequeños presentes en la superficie que será sometida a cambio de uso de suelo en terrenos forestales y su área de influencia, ya que presentan poco movimiento y son el grupo junto con los anfibios y/o reptiles más vulnerables por la remoción de vegetación y pérdida de su hábitat.

Equipo de captura y traslado

A continuación, se mencionan algunos materiales que se utilizarán para la captura y traslado de los mamíferos de pequeño tamaño, como se aprecia en la Figura 21:

- ✓ Trampas de tipo Sherman y guacal para transporte
- ✓ Guantes de carnaza y látex.
- ✓ Cebo: avena y mantequilla de maní. Semillas u otro tipo de granos.
- ✓ Bolsas de manta



Figura 21. Ejemplo de material para manipulación, captura y transporte de micromamíferos.

Esfuerzo de captura

El esfuerzo de captura estará dado por las condiciones de hábitat presentes en cada zona de obra, y por los resultados del trabajo de campo. El esfuerzo mínimo será de 10 trampas tipo Sherman por persona en la hectárea designada (dispuestas en transectos de 100 m y separadas cada 5 m.), sin embargo, el número de trampas puede aumentar en función de los resultados de campo. Efectuando el mismo procedimiento que para anfibios y reptiles, mediante la graficación de los resultados en una curva de saturación.

Manejo y liberación

Para los mamíferos en general será necesario que su liberación sea durante el crepúsculo o en la noche, cualquiera que sea la especie en cuestión. Los roedores generalmente requieren de estar en movimiento debido a su elevado metabolismo, por lo que la liberación debe ser de forma rápida y eficaz. Los individuos serán trasladados al sitio de reubicación en las mismas trampas tipo Sherman; esto permitirá disminuir la manipulación de los animales con el objeto de reducir el estrés. Debido a que las trampas son metálicas, éstas no se deben exponer al sol o al calor porque podrían ocasionar la muerte de los ejemplares. La apertura de las trampas debe realizarse con sumo cuidado y utilizando siempre guantes de carnaza.

Los pequeños mamíferos capturados serán marcados mediante un tatuaje auricular. El procedimiento se realizará desinfectando el pabellón auricular con alcohol y luego se realizará una pequeña perforación con un lápiz de tinta de punta fina, este procedimiento es mucho más rápido, no requiere el uso de herramientas y no modificará la adecuación biológica de los ejemplares liberados.

Los roedores capturados serán liberados teniendo en cuenta las características de sustrato, cobertura vegetal, exposición y pendiente, presentes en sus respectivos lugares de captura.

Es importante mencionar que antes de liberar cualquier vertebrado, se asegura que los animales capturados se encuentren sanos y en buenas condiciones. Si alguno de los animales mostrara signos de debilidad o enfermedad será necesario que sea revisado in situ por un médico veterinario. De ser necesario se proporcionará agua a los ejemplares antes de la liberación.

VII. INDICADORES PARA EVALUAR EL ÉXITO DE LA APLICACIÓN DE LAS ACCIONES DEL PROGRAMA.

La estrategia para evaluar el éxito de aplicación del Programa, de las especies incluidas y no incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se medirá al final de las diferentes etapas: [i] ahuyentamiento, [ii] rescate y [iii] reubicación.

El indicador de éxito de la actividad de ahuyentamiento, se verá reflejado por el número de individuos ahuyentados al final de la misma. El valor de aceptación de este parámetro será el 100%, dado que se deberá de efectuar el ahuyentamiento de individuos en la superficie total autorizada para el proyecto.

El éxito de efectividad del rescate de individuos de las especies incluidas y no incluidas, en la Norma, se verá reflejado al final de la aplicación del programa. El valor de aceptación de este parámetro deberá de corresponder al 100%, dado que la superficie de aplicación del programa deberá de ser mayor o igual a la superficie autorizada para el proyecto.

Para obtener el índice de éxito de reubicación de individuos de las especies incluidas y no, en la Norma. El valor de aceptación deberá de corresponder al 100%, dado que el total de individuos rescatado deberá ser igual al total de individuos reubicados.

En el manejo de los individuos sometidos al Programa, se considera la supervivencia de individuos reubicados en áreas destinadas a la protección o sitios de reubicación. Por lo que el valor de aceptación deberá de corresponder al 100%, teniendo una relación del total de individuos sobrevivientes igual al total de individuos reubicados.

En la Tabla 5, a manera de resumen se presentan los Indicadores para evaluar el éxito de la ejecución de las actividades de ahuyentamiento, rescate y reubicación de Fauna Silvestre sujeta al Programa establecido para el Proyecto.

Tabla 5. Indicadores para evaluar el éxito de la ejecución de las actividades que contemplan el programa.

Etapas del programa	Parámetro	Indicador de referencia para evaluar el éxito de la aplicación de las acciones del programa	Acción correctiva
Ahuyentamiento	Número de individuos ahuyentados	100% de la superficie autorizada sometida a actividades de ahuyentamiento	Recorridos previos al inicio de la etapa de desmonte del Proyecto
Rescate	Número de individuos rescatados	$\geq 100\%$ de la superficie autorizada sometida a actividades de rescate	Rescate de individuos faunísticos con actividades de rescate de flora
Reubicación	Número de individuos reubicados	100% de individuos rescatados = al 100% de individuos reubicados	Reubicación en sitios previamente seleccionados
Sobrevivencia	Sobrevivencia de individuos reubicados	Total, de individuos rescatados=Total de individuos reubicados	Manipulación de los individuos, lo mínimo posible.

VII.1. Informes de ejecución del programa

Los resultados de la ejecución de las acciones de protección y conservación señaladas en el presente Programa, se incorporarán a los informes de cumplimiento de los términos y condicionantes del Resolutivo de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

El informe contendrá, además de la descripción de las actividades realizadas, los siguientes documentos que serán generados durante los trabajos de ejecución del Programa:

- Material presentado durante el taller de capacitación impartido al personal de campo que participará en los trabajos de ejecución del Programa.
- Bitácoras de registro de los trabajos de ejecución del Programa (Ver apartado IX, ejemplo de Bitácora de campo).
- Registro fotográfico que documentará las etapas de trabajo.

VII.2. Resultados esperados

Con la aplicación eficiente del programa mediante la realización de actividades tales como la capacitación de personal, actividades de identificación previa, ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna, se obtendrán resultados que protejan y conserven a los individuos faunísticos que se distribuyan dentro del área de afectación por la implementación del proyecto, tanto de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, como aquellas no incluidas y cuya importancia es intrínseca.

Por lo anterior, los resultados esperados por la aplicación del Programa, serían los siguientes:

- Coordinación adecuada del personal capacitado para la ejecución del programa en los diferentes frentes de trabajo en los que se desarrollará el Proyecto.
- Identificación y determinación de las especies de fauna sujetas a ahuyentamiento en una superficie mayor o igual a la autorizada para la implementación del proyecto.

- Actividades de rescate de fauna silvestre en una superficie igual o mayor a la superficie autorizada para la implementación del proyecto.
- Total, de individuos rescatados igual al total de individuos reubicados, con su respectiva identificación por grupo, género y especie.
- Éxito de sobrevivencia de individuos rescatados igual al número de individuos reubicados, con el adecuado manejo de acuerdo al grupo perteneciente.

VIII. PROGRAMA DE ACTIVIDADES

En la Tabla 6, se ubica el programa de las actividades de rescate de fauna que se efectuará en el área que será sometida a cambio de uso de terrenos forestales, durante un plazo mínimo de cinco años.

Tabla 6. Programa de las actividades propuestas de rescate de fauna que se realizará para el predio del proyecto.

Actividades	Horario														
	Para anfibios, reptiles, aves y mamíferos										Para anfibios y reptiles nocturnos en cuerpos de agua				
	Matutino								Vespertino						
HORARIOS	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2-7	8	9	10	11	12
Arribo al área que será sometida a cambio de uso de suelo en terreno forestal															
Recorrido de reconocimiento															
Colecta de organismos/ahuyentamiento															
Traslado de organismos al sitio de reubicación															
Colocación de trampas															
Intervalo para alimentarse y descansar															
Recorrido de reconocimiento															
Colecta de organismos															
Traslado de organismos al sitio de reubicación															
Revisión de trampas															

IX. BITÁCORAS DE CAMPO

Todas las acciones que se lleven a cabo se registraran en una bitácora de campo, así como la toma de fotografías, con el fin de darles el seguimiento adecuado a las actividades que se señalan en esta Programa.

Para los informes de ejecución del presente programa se deberán incluir las Bitácoras de registro de las especies identificadas, ahuyentadas, capturadas y reubicadas, para lo cual se presenta en la Figura 22, los formatos sugeridos para su desarrollo.

Observaciones generales:

Nombre y firma

[illegible]

X. BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre-León, G. y E. Cázares Hernández. (2009). Técnicas de campo para el inventario y monitoreo de anfibios y reptiles. En Breviario para describir, observar y manejar humedales. Serie Costa Sustentable No. 1. RAMSAR, Instituto de Ecología, A.C., Conanp, US Fish and Wildlife Service, United States Department of the Interior. (269–300). Instituto de Ecología: Moreno–Casasola, P. y B. Werner (eds.). Bishop, J.,
- Alberto Aguirre-León, Gustavo. (2011). Métodos de estimación, captura y contención de anfibios y reptiles. En Manual de Técnicas para el estudio de la Fauna silvestre (pp.63-84). Querétaro, Qro., México: Universidad Autónoma de Querétaro-Instituto de Ecología, A. C.
- Bustamante, Ramiro & Oporto, Alex & Moraga, Sergio & De la Barrera, Francisco & Sepúlveda, Gonzalo & Moreira-Arce, Darío. (2009). Mitigación de impacto ambiental en Fauna Silvestre: Rescate y Relocalización.
- Bustamante, Ramiro & Oporto, Alex & Moraga, Sergio & De la Barrera, Francisco & Sepúlveda, Gonzalo & Moreira-Arce, Darío. (2009). Mitigación de impacto ambiental en Fauna Silvestre.
- C. John Ralph Geoffrey R. Geupel Peter Pyle Thomas E. Martin David F. DeSante Borja Milá. (1996). Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Albany, California: Pacific Southwest Research Station.
- Canseco-Márquez, L. y Gutiérrez-Mayén, M. G. (2010). *Anfibios y reptiles del valle de Tehuacán-Cuicatlán*. Recuperado de: <http://www.biodiversidad.gob.mx/pdf/libros/AvtparteA.pdf>.
- CITES. 2023. Convención sobre el Comercio Internacional de especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. <http://www.cites.org/esp/app/s-appendices.pdf> [2023, enero 18].
- Gallina, S. & C. López-González (editor). 2011. Manual de técnicas para el estudio de la fauna. Volúmen I. Universidad Autónoma de Querétaro-Instituto de Ecología, A. C. Querétaro, México. 377 pp.
- González-Salazar, C.2010. Ficha técnica de *Buteogallus anthracinus*. En: Escalante-Piego P. (compilador). Fichas sobre las especies de aves incluidas en Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-059-ECOL-200. Parte 1. Instituto de Biología, UNAM. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto N°.W007. México, DF.
- Jardín Botánico José Celestino Mutis. (2017). Protocolo para el manejo de la avifauna en los tratamientos de silvicultura del arbolado urbano en el Distrito Capital. Bogotá, Colombia: Alcaldía Mayor De Bogotá.
- Jiménez-Velázquez, Gustavo & Quintero, Jaén & Boix, Nuri. (2012). "GUÍA TEÓRICA Y METODOLÓGICA PARA EL CONOCIMIENTO Y MANEJO DE LA HERPETOFAUNA".
- Mandujano-Rodríguez S. (2009). Conceptos generales de ecología poblacional en el manejo de Fauna silvestre. Pp. 41-59. En: Moreno–Casasola, P. y B. Werner (eds.). Breviario para describir, observar y manejar humedales. Serie Costa Sustentable No. 1. RAMSAR, Instituto de Ecología, A.C., Conanp, US Fish and Wildlife Service, United States Department of the Interior.

- Ministerio del Ambiente (MINAM). (2015). Guía de inventario de la fauna silvestre (PDF File) Recuperado de: <http://www.minam.gob.pe/patrimonio-natural/wp-content/uploads/sites/6/GUÑA-A-DE-FAUNA-SILVESTRE.compressed.pdf>.
- NATURALISTA.
- Naturalista. 2023. Anfibios (clase Amphibia). https://www.naturalista.mx/taxa/20978-Amphibia_
- Naturalista.2023. Reptiles (clase Reptilia). <https://www.naturalista.mx/taxa/26036-Reptilia>.
- Naturalista.2023. Aves (clase Aves).
- <https://www.naturalista.mx/taxa/3-Aves>.
- Naturalista. 2023. Mamíferos (clase Mammalia). <https://www.naturalista.mx/taxa/40151-Mammalia>.
- Ruiz, Olga & Aguirre, Luis & Vargas-Rodriguez, Renzo & Aguayo, Rodrigo & Alfaro, Fernando & Moya, Karina. (2014). Protocolo de investigación para la fauna altoandina del Parque Nacional Tunari, Parte I: Mamíferos, Anfibios y Reptiles. Documentos en Biodiversidad y Conservación. 1. 1-17.
- SEMARNAT. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección Ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categoría de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Publicada en el D.O.F. del 31 de diciembre de 2010. Actualización del 14 de noviembre de 2019.
- Torres-Mura J., Riveros-Riffo E., Escobar-Gimpel V. (2014). Guía técnica para implementar medidas de rescate/relocalización y perturbación controlada. Fauna Silvestre, Servicio Agrícola y Ganadero, Santiago, 45 pp. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/311208911_GUIA_TECNICA_PARA_IMPLEMENTAR_MEDIDAS_DE_RESCATE_RELOCALIZACION_Y_PERTURBACION_CONTROLADA_FAUNA_SILVESTR.
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, 2021. <https://www.iucnredlist.org/>. IUCN, 2023. [2023, mayo 06].

Reporte de Muestreo de Ictiofauna en el Río Sonora

1. Introducción

1.1. Antecedentes y Objetivos

El reporte, llevado a cabo en el Río Sonora a la altura de Mazocahui, documentó los hallazgos de ictiofauna durante un periodo de estiaje severo. Esta condición climática drásticamente redujo el caudal del río, resultando en la formación de charcos aislados que representaron los únicos remanentes acuáticos disponibles. El objetivo principal de este estudio fue determinar la presencia de peces en esta sección específica del río y documentar las especies encontradas en dichos remanentes acuáticos.

Las condiciones extremas de sequía que afectan de forma recurrente al río Sonora limitaron significativamente la metodología de muestreo, restringiéndola a solo cuatro puntos específicos donde aún persistían charcos aislados. La mayor parte del cauce se encontraba completamente seco, lo que imposibilitó la realización de muestreos adicionales en otras zonas.

Esta situación resulta fundamental para la interpretación de los resultados, ya que, si bien el estudio estuvo condicionado por las circunstancias ambientales, proporciona información valiosa sobre la capacidad de supervivencia de las especies frente a un estrés hidrológico severo. A pesar de estas limitaciones, los datos obtenidos son relevantes para comprender las respuestas ecológicas inmediatas ante eventos de sequía extrema y para identificar posibles refugios en ríos de regiones áridas.

Este estudio, además de sentar las bases para futuras investigaciones, subraya que los hallazgos reflejan una comunidad biológica adaptada a condiciones extremas, y no la diversidad típica que caracteriza a los ecosistemas fluviales en condiciones normales.

2. Hallazgos Clave y Significado Ecológico del Muestreo en Mazocahui

2.1. Condiciones Ambientales Durante el Muestreo

El estudio se realizó bajo condiciones ambientales sumamente desafiantes que en algunas temporadas del año presenta esta zona del Río Sonora, con la ausencia total de flujo de agua y la presencia únicamente de charcos aislados como remanentes acuáticos dentro del cauce del río. Estos charcos, con profundidades poco profundas de entre 10 y 40 centímetros, presentaban un sustrato de arena con algunas zonas de lodo, y en sus alrededores se observó vegetación ribereña.

La combinación de la falta de flujo, las bajas profundidades y la composición del sustrato generó un ambiente extremadamente adverso. Es muy probable que estas condiciones hayan provocado fluctuaciones importantes en la calidad del agua, como altas temperaturas, bajos niveles de oxígeno disuelto y cambios en el pH.

Estas condiciones extremas actuaron como filtros ambientales, permitiendo la supervivencia únicamente de especies con alta tolerancia fisiológica o adaptaciones especiales, como la capacidad de enterrarse o reproducirse rápidamente.

Estas observaciones refuerzan el concepto de “resiliencia” mencionado en las conclusiones del informe y destacan la importancia de realizar futuras investigaciones para comprender mejor los mecanismos específicos que permiten la supervivencia de estas especies en condiciones tan severas.

2.2. Presencia de Ictiofauna y Géneros Identificados

Se detectó ictiofauna con éxito en tres de los cuatro puntos de muestreo examinados (Puntos 1, 2 y 3), lo que confirmó la persistencia de poblaciones de peces dentro de estos remanentes acuáticos aislados durante la severa estación seca. Cabe destacar que el Punto 4, a pesar de ser un cuerpo de agua, no arrojó ictiofauna.

Durante el muestreo se identificaron un total de tres géneros de peces: *Oreochromis*, *Ictalurus* y *Poeciliinae*. La siguiente tabla detalla la abundancia de individuos por género y día de monitoreo:

Tabla 1: Abundancia de Ictiofauna por Género y Día de Monitoreo

Género/Subfamilia	Cantidad de Individuos (Monitoreo día 1)	Cantidad de Individuos (Monitoreo día 2)
<i>Oreochromis</i>	8	0
<i>Ictalurus</i>	1	0
<i>Poeciliinae</i>	20	42

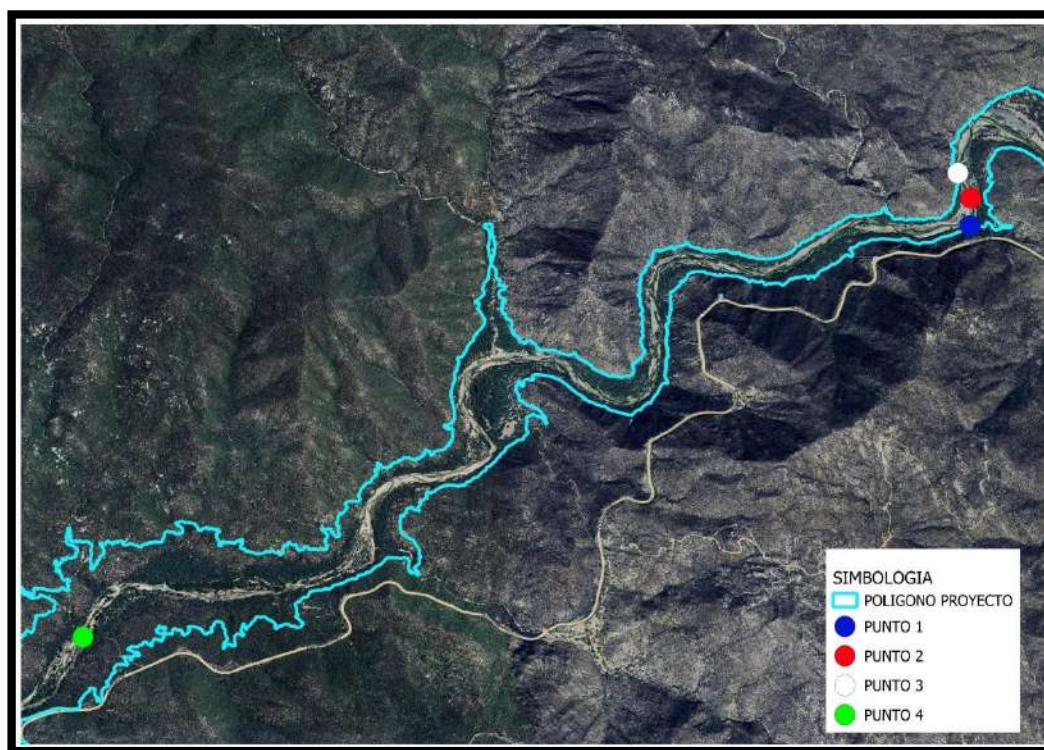
Esta tabla representa el resultado cuantitativo central del muestreo. Su inclusión es fundamental, ya que presenta visualmente las abundancias observadas y resalta las notables variaciones en la detección entre los dos días de monitoreo para diferentes géneros. Esta comparación visual inmediata plantea preguntas cruciales sobre las respuestas específicas de las especies a la perturbación, las distribuciones altamente localizadas o la influencia de las limitaciones metodológicas.

La siguiente tabla proporciona las coordenadas precisas de los puntos de muestreo y la presencia de ictiofauna:

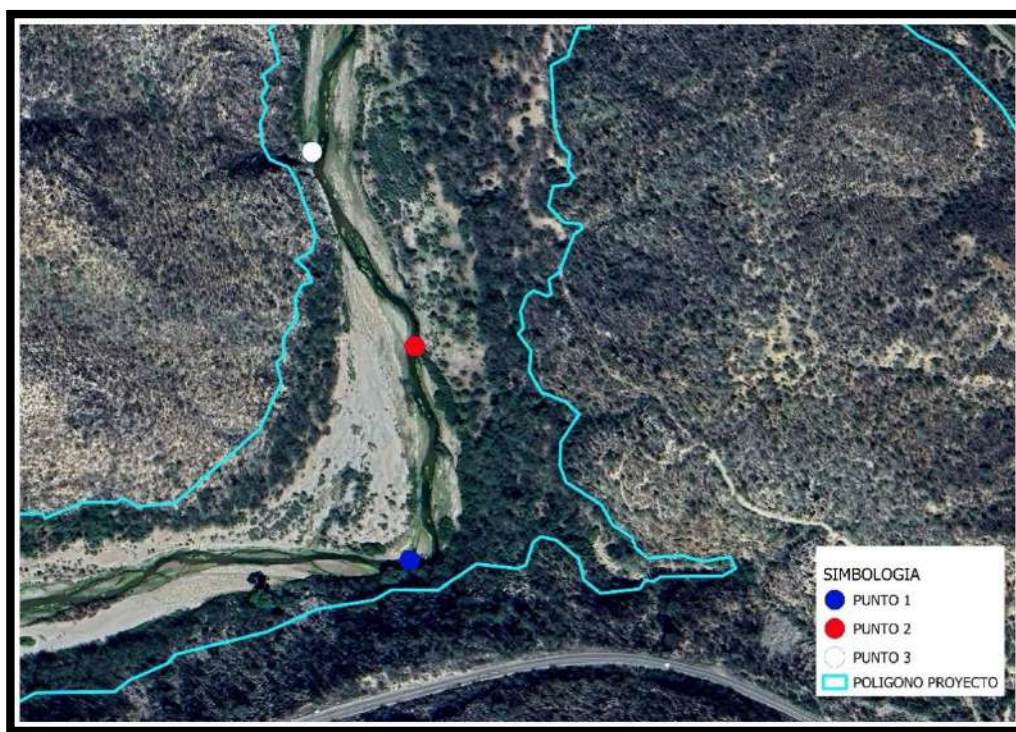
Tabla 2: Coordenadas de los Puntos de Muestreo y Presencia de Ictiofauna

Puntos	X	Y	Presencia de Ictiofauna
1	581923.00	3265439.00	Sí
2	581925.00	3265587.00	Sí
3	581862.00	3265721.00	Sí
4	577771.00	3263198.00	No

Esta tabla proporciona el contexto geográfico exacto para los esfuerzos de muestreo y la distribución de la ictiofauna. Conocer las coordenadas precisas donde se encontraron (o no) peces es absolutamente fundamental para cualquier análisis espacial posterior, esfuerzos de remuestreo dirigidos o caracterización detallada del hábitat en futuros estudios. También permite el mapeo y la delimitación precisos de estos refugios críticos identificados.



En estos 3 sitios de muestreo es donde se encontró ictiofauna



En el punto 4 se verifico un cuerpo de agua, no se encontró ictiofauna



2.3. Significado Ecológico: Resiliencia y Refugios

La detección de peces en condiciones de sequía tan extremas resalta la notable capacidad de ciertas especies para resistir presiones ambientales severas o, en su caso, la importancia vital de estos charcos aislados como refugios temporales. Estos resultados ofrecen información valiosa sobre las especies que pueden sobrevivir bajo un alto estrés hídrico y subrayan la relevancia ecológica de estos cuerpos de agua como hábitats críticos para la supervivencia.

3. Limitaciones y Consideraciones Críticas para la Interpretación de Datos

3.1. Restricciones Impuestas por la Sequía Extrema

Los esfuerzos de muestreo se vieron seriamente limitados por la sequía extrema y la fragmentación del hábitat acuático, lo que obligó a restringir el estudio a solo tres charcos aislados donde aún persistía el agua. La mayor parte del cauce principal del río estaba completamente seca, lo que impidió realizar muestreos en otras áreas.

Esta limitación implica que el estudio ofrece más bien un “censo de supervivencia” que un “censo comunitario” completo. La ictiofauna observada representa solo un subconjunto de especies capaces de resistir condiciones extremas, por lo que no refleja la diversidad total del río en condiciones de flujo normales. Esta diferencia es clave para interpretar correctamente los resultados y para planear estudios futuros más amplios y representativos.

La imposibilidad de muestrear otros tramos del río seco significa que los resultados obtenidos no pueden considerarse representativos de la distribución espacial de los peces en todo el Río Sonora en la zona de Mazocahui.

3.2. Impacto en la Representatividad y Generalizabilidad

Las limitaciones en el muestreo afectaron la representatividad de los resultados:

- **Cobertura espacial limitada:** El estudio solo incluyó algunos charcos aislados, por lo que los datos reflejan únicamente las especies presentes en esos refugios temporales y no la diversidad completa del río en condiciones normales.
- **Subestimación probable de la diversidad:** Es muy posible que muchas especies presentes en el río no hayan sido detectadas, ya sea porque no se encontraban en esos charcos o debido a las condiciones ambientales extremas, lo que lleva a una subestimación de la biodiversidad real.
- **Sesgo hacia especies resistentes:** Los resultados muestran principalmente las especies con mayor tolerancia a condiciones adversas como baja profundidad, ausencia de flujo, altas temperaturas, bajos niveles de oxígeno

y cambios en el pH. Las especies menos tolerantes probablemente no estuvieron presentes o no fueron detectadas.

En conjunto, estas limitaciones indican que el informe proporciona una visión parcial de la supervivencia de la ictiofauna durante la sequía, pero no una evaluación completa de la biodiversidad del río. Por ello, cualquier uso de estos datos para decisiones o políticas debe hacerse con precaución, y se recomienda ampliar los estudios para cubrir estas lagunas de información

4. Cálculo de la Biodiversidad de Ictiofauna

Basado en los datos de abundancia de ictiofauna para los dos días de monitoreo, podemos calcular los índices de biodiversidad solicitados. Es importante recordar que estos cálculos se basan en los géneros/subfamilias identificados (*Oreochromis*, *Ictalurus*, *Poeciliinae*) y no en especies individuales, lo que puede influir en los valores de diversidad.

A continuación, se presentan los resultados para cada día de monitoreo:

Monitoreo Día 1

Para el Día 1, se registraron 8 individuos de *Oreochromis*, 1 de *Ictalurus* y 20 de *Poeciliinae*, sumando un total de 29 individuos de 3 géneros.

- **Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H'):**
 - **$H' = 0.728$**
 - Este valor indica una diversidad relativamente baja, lo cual es esperable dado el número limitado de géneros y la dominancia de *Poeciliinae* en la muestra del Día 1. Un valor de 0.728 sugiere que, aunque hay tres géneros presentes, la distribución de individuos entre ellos no es muy equitativa.
- **Índice de Dominancia de Simpson (D):**
 - **$D = 0.537$**
 - Este índice mide la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar de la muestra pertenezcan al mismo género. Un valor de 0.537 es relativamente alto, lo que indica una dominancia considerable de uno o más géneros (en este caso, *Poeciliinae*) en la comunidad.
- **Índice de Diversidad de Simpson ($1-D$):**

- **$1-D = 0.463$**
- Este índice es la inversa del índice de dominancia y es más intuitivo, ya que un valor más alto indica mayor diversidad. Un valor de 0.463 confirma una diversidad moderada a baja para el Día 1, reflejando la dominancia observada.

Monitoreo Día 2

Para el Día 2, solo se registraron individuos de *Poeciliinae* (42 individuos), mientras que *Oreochromis* e *Ictalurus* no fueron detectados. Esto significa que, para esta muestra, solo se encontró un género.

- **Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H'):**
 - **$H' = 0$**
 - Un valor de 0 en el índice de Shannon-Wiener indica que solo hay un género presente en la muestra, lo que se traduce en una ausencia total de diversidad en términos de riqueza y equitatividad.
- **Índice de Dominancia de Simpson (D):**
 - **$D = 1$**
 - Un valor de 1 en el índice de dominancia de Simpson significa que un solo género es completamente dominante, es decir, es el único género presente en la muestra.
- **Índice de Diversidad de Simpson ($1-D$):**
 - **$1-D = 0$**
 - Un valor de 0 en el índice de diversidad de Simpson confirma la ausencia de diversidad,
 - ya que solo se encontró un género en la muestra del Día 2.

Interpretación General

Los resultados de los índices reflejan las condiciones extremas de estiaje severo que afectaban al Río Sonora durante el muestreo. La baja diversidad observada, particularmente en el Día 2, cuando únicamente se registró la presencia de *Poeciliinae*, coincide con la hipótesis de que las condiciones ambientales (falta de caudal, presencia de charcos aislados y poca profundidad) funcionan como un filtro selectivo. Este filtro permite la supervivencia únicamente de las especies más resilientes o adaptadas a entornos altamente estresantes.

7. Conclusión

En resumen, este estudio encontró que, a pesar de una sequía en algunas temporadas en el Río Sonora, algunos peces lograron sobrevivir en los pocos charcos de agua que quedaron. Los géneros *Oreochromis*, *Ictalurus* y, especialmente, *Poeciliinae* fueron los que se encontraron, siendo *Poeciliinae* el más abundante y resistente.

Estos charcos son cruciales porque actúan como refugios temporales para la vida acuática en condiciones extremas. Sin embargo, la diversidad de peces fue muy baja, lo que sugiere que solo las especies más fuertes y adaptadas pueden sobrevivir en estas condiciones tan difíciles.

Es importante recordar que este estudio solo pudo observar una pequeña parte del río y a las especies que lograron sobrevivir, no la diversidad completa del río en condiciones normales.

Este estudio, interpretado como un "censo de supervivencia" más que un "censo comunitario" completo, proporciona información valiosa sobre la capacidad de ciertas especies para soportar un alto estrés hidrológico.

FOTOGRAFIAS

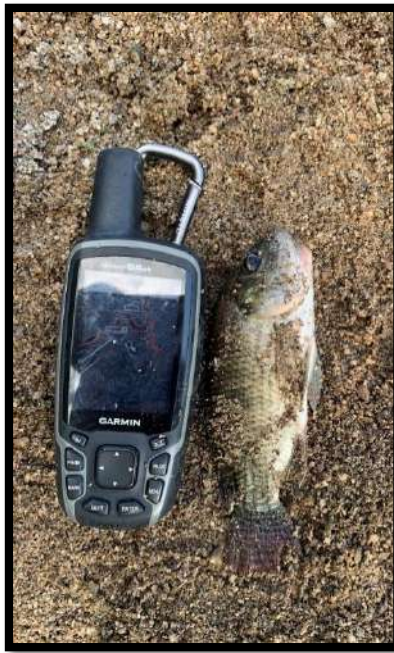
MONITOREO DIA 1

PUNTO 1





Nombre común: Tilapia
Genero: *Oreochromis*



Nombre común: Tilapia
Genero: *Oreochromis*



Nombre común: Bagre
Genero: *Ictalurus*



Subfamilia: *Poeciliinae*



Subfamilia: *Poeciliinae*

PUNTO 2



Subfamilia: *Poeciliinae*

PUNTO 3



Subfamilia: *Poeciliinae*

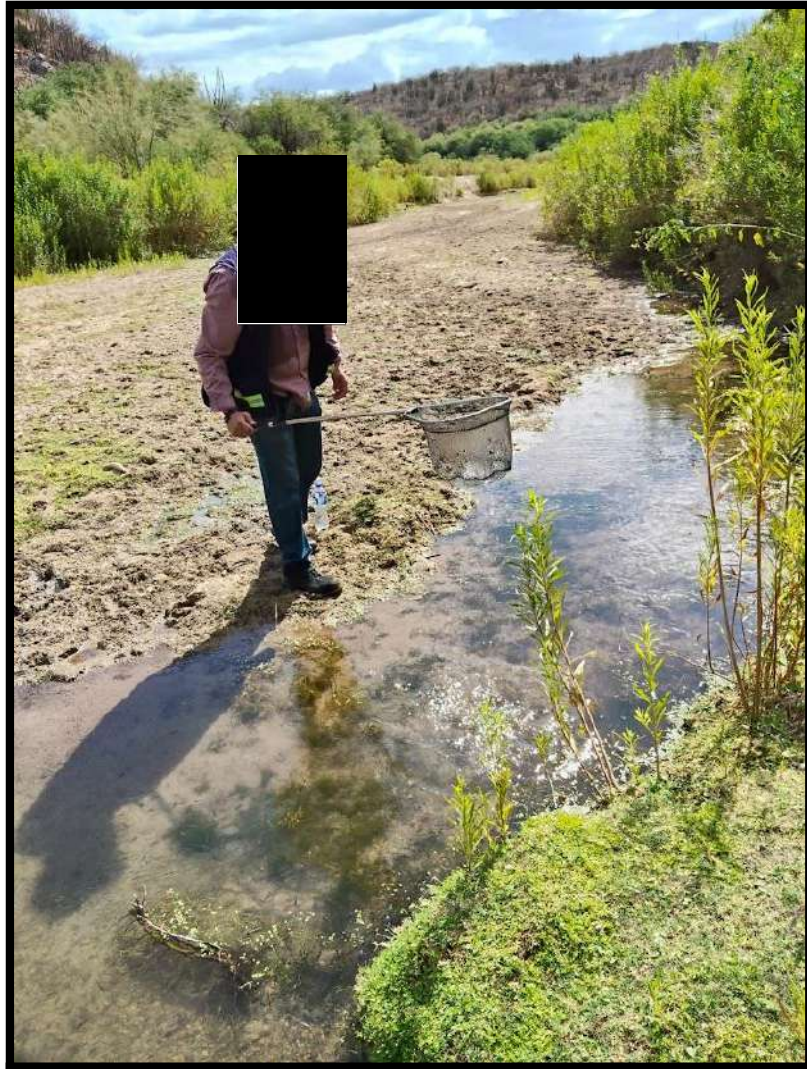


Nombre común: Tilapia

Genero: *Oreochromis*

PUNTO 4

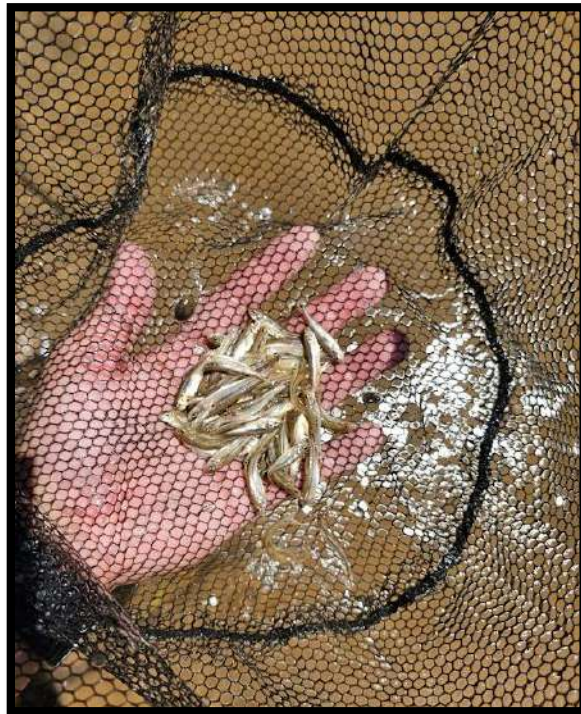
No se encontraron individuos



MONITOREO DIA 2
PUNTO 1
NO SE CAPTURARON INDIVIDUOS



PUNTO 2



Subfamilia: *Poeciliinae*

PUNTO 3

NO SE CAPTURARON INDIVIDUOS

