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.

DIRECION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL PARA EL PROYECTO:

EOL LA HERRADURA

DATOS PROTEGIDOS POR LA LFTAIPG.

Consulta Publica

REYNOSA, TAMAULIPAS

SEPTIEMBRE 2026

1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE, DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO. 1-1

1.1 NOMBRE DEL PROYECTO 1-2
1.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE 1-2
1.2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL 1-2
1.2.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE 1-2
1.2.3 NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL 1-2
1.2.4 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE O DE SU REPRESENTANTE LEGAL PARA RECIBIR NOTIFICACIONES 1-2
1.2.5 NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DE ESTUDIO 1-2
1.2.6 PARTICIPANTES 1-4
1.3 UBICACIÓN DEL PROYECTO 1-5
1.4 DESCRIPCIÓN ESPECÍFICA DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES, INCLUYENDO OBRAS COMPLEMENTARIAS 1-14
1.4.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO, PLAN O PROGRAMA 1-14
1.4.2 ACTIVIDADES DEL PROYECTO 1-17
1.4.3 INVERSIÓN REQUERIDA 1-48
1.4.4 PROGRAMA DE TRABAJO 1-49
1.4.5 RESIDUOS 1-50
1.4.6 GENERACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO 1-62
1.5 GENERACIÓN DE RUIDO DURANTE LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN 1-65
1.6 SUPERFICIES GENERALES DEL PROYECTO 1-69
1.6.1 OBRAS TEMPORALES 1-69
1.6.2 OBRAS PERMANENTES 1-72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ejemplos de actividades para la construcción de una Subestación Elevadora. 1-22
Figura 2. Ejemplo de Esquema de partes de un Aerogenerador. 1-24
Figura 3: Ejemplo de los componentes de la góndola. 1-25
Figura 4: Ejemplo de sistema de tierras de los aerogeneradores. 1-32
Figura 5. Ejemplo de estructuras de puesta a tierra de los postes. 1-33
Figura 6: Ejemplo de Unidad de Almacenamiento de Energía. 1-39
Figura 7: Sistema de Conversión de Potencia (PCS). 1-40
Figura 8: Ejemplo de Sistema de Prevención de Incendios en el Área de BESS. 1-43
Figura 9: Esquema de Almacén de residuos. 1-59
Figura 10: Almacenaje de los Residuos Peligrosos. 1-61
Figura 11: Las visitas de los carpinteros verdes (Xiphidiopicus percussus), al Parque de Turiguanó (Cuba) son muy frecuentes, estén parados o girando los aerogeneradores. 1-67
Figura 12: Ejemplo de Ruido generado por un aerogenerador en función de la distancia. 1-68

Consulta Pública

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1: Localización general del Proyecto. 1-12
Mapa 2: Ruta de Acceso al Proyecto. 1-13
Mapa 3. Implantación del proyecto. 1-16
Mapa 4: Obras Temporales 1-71
Mapa 5: Obras Permanentes. 1-75
Mapa 6: Área sin Infraestructura. 1-77
Mapa 7: Cambio de Uso de Suelo 1-80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Coordenadas del Área del Proyecto. 1-6
Tabla 2: Áreas del Proyecto. 1-15
Tabla 3: Descripción de Componentes del Proyecto. 1-23
Tabla 4: Clasificación de residuos sólidos no peligrosos. 1-50
Tabla 5: Características de los residuos CRETIB. 1-52
Tabla 6: Categoría de los residuos peligrosos. 1-53
Tabla 7. Residuos estimados en la etapa de Preparación. 1-55
Tabla 8: Residuos estimados en la etapa de Construcción. 1-55
Tabla 9: Residuos estimados en la etapa de Operación y Mantenimiento. 1-56
Tabla 10: Residuos estimados en la etapa de Abandono. 1-57
Tabla 11: Factor de Emisión. 1-64
Tabla 12: Consumo de combustible para el Proyecto. 1-64
Tabla 13: Estimación de emisiones de GEI para la Etapa de Preparación. 1-65
Tabla 14: Estimación de emisiones de GEI para la Etapa de Construcción 1-65
Tabla 15: Estimación de emisiones de GEI para la Etapa de Operación y Mantenimiento. 1-65
Tabla 16: Estimación de emisiones de GEI para la Etapa de Abandono 1-65
Tabla 17: Superficies que componen el Área del Proyecto. 1-69
Tabla 18. Extracto de coordenadas de los Paneles Solares. 1-70
Tabla 19: Extracto de Coordenadas Área para los Aerogeneradores. 1-72
Tabla 20: Extracto de Coordenadas de Caminos Internos. 1-72
Tabla 21: Coordenadas SE Elevadora. 1-73
Tabla 22: Coordenadas Área BESS. 1-73
Tabla 23: Extracto de Coordenadas de Canaletas. 1-73
Tabla 24: Extracto de Coordenadas de Red de Media tensión. 1-74
Tabla 25: Coordenadas Concretera. 1-74
Tabla 26: Superficies que componen el Área sin Infraestructura. 1-76
Tabla 27. Coordenadas del Cruce con la Carretera. 1-76

Consulta Pública

Tabla 28. Extracto de coordenadas de las cimentaciones de las torres. 1-76
Tabla 29: Superficies por Tipo de Vegetación Actual. 1-78
Tabla 30: Cambio de Uso de Suelo necesario para la instalación del Proyecto 1-79

Consulta Pública

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

La sociedad moderna no podría funcionar sin un suministro confiable de energía eléctrica. La energía en forma de combustibles, productos y servicios afecta directamente el operar de las sociedades modernas y posmodernas. Los sistemas y diseños ineficientes son los que más rápido tienden a la entropía y generan las mayores asimetrías, tanto económicas como ambientales. La eficiente transformación y uso de energía favorece la conservación del ambiente. Los principios de sustentabilidad buscan establecer sistemas más eficientes como un mecanismo de preservación de los recursos naturales.

Las revoluciones sociales y científicas han estado relacionadas con cambios en la eficiencia de los sistemas. La tecnología cuestiona constantemente los paradigmas sociales, políticos y económicos. Algunos grupos argumentan que la problemática demográfica y el fenómeno de calentamiento global podrían ser combatidos con una "revolución científica". La propuesta es alentadora, el tiempo para implementarla muy corto, lo que obliga a buscar sistemas más eficientes de transformación de energía, para no comprometer la disponibilidad de recursos para las generaciones futuras. Los cambios recientes en la política y regulaciones del sector energético en México, en particular del sector eléctrico, intentar aportar soluciones a los problemas estructurales del sector. La apertura de un mercado de energía con la participación de grupos privados deberá propiciar mayor eficiencia.

El presente trabajo describe los esfuerzos de la empresa, Datos Protegidos por la LFTAIPG. en desarrollar el proyecto **EOL La Herradura**, en el municipio de Reynosa, en el estado de Tamaulipas.

El objetivo de la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) que a continuación se detalla, es presentar la información y argumentos que permitirán evaluar ambientalmente la factibilidad del proyecto de generación de energía eléctrica. En congruencia a lo antes expresado, la estructura y contenido de esta MIA en su modalidad Regional[1], responde a lo establecido en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental y demás disposiciones legales aplicables. Adicionalmente, la MIA-R aporta elementos complementarios a lo estrictamente solicitado. En este sentido, la MIA-R del Proyecto parte de la siguiente premisa:

- Las leyes mexicanas establecen tanto la responsabilidad de la sociedad y en particular del gobierno de abastecer de energía eléctrica a la población, así como de cuidar que en este proceso el ambiente no sea afectado significativamente.
- México requiere para su crecimiento y estabilidad social satisfacer la creciente demanda de energía eléctrica, servicios y productos asociados al sector energía y a la industria en general.

[1] *Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. Artículo 5, 11, 12 y 13.*

Consulta Pública

- La solución al problema de abastecimiento de energía eléctrica sin causar alteraciones significativas al ambiente exige incorporar procesos de generación altamente eficientes.

Con base en lo anterior Datos Protegidos por la LFTAIPG., propone la construcción del proyecto **EOL La Herradura,** que tendrá la capacidad de 240 MW, que serán entregados en el punto de interconexión y con una producción estimada anual de 736 GWh.

En particular, dicha manifestación utiliza la guía establecida; para tal fin, por la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA) de la Subsecretaría de Gestión y Protección al Ambiente de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Como elementos adicionales, se aporta una reflexión que presenta la justificación del proyecto, un análisis de las disposiciones legales aplicables y su correlación con los impactos ambientales identificados, con el objetivo de señalar que impactos ambientales se encuentran contemplados en reglamentos y normas ambientales. Así mismo, se realiza un análisis de la relación del proyecto con lo establecido en el artículo 44 del Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental de la LGEEPA.

La MIA-R de este Proyecto, pretende documentar y aportar elementos cognoscitivos que permitan establecer y sustentar lo antes manifestado. Con este planteamiento inicial nos permitimos presentar a su amable consideración la MIA a nivel Regional, en cumplimiento a lo establecido en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental y demás disposiciones legales aplicables.

1.1 NOMBRE DEL PROYECTO

EOL La Herradura

1.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

1.2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL

Datos Protegidos por la LFTAIPG

1.2.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE

Datos Protegidos por la LFTAIPG

1.2.3 NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL

Datos Protegidos por la LFTAIPG

1.2.4 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE O DE SU REPRESENTANTE LEGAL PARA RECIBIR NOTIFICACIONES

Datos Protegidos por la LFTAIPG.

1.2.5 NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DE ESTUDIO

Datos Protegidos por la LFTAIPG

1.2.5.1 *NOMBRE O RAZÓN SOCIAL*

Datos Protegidos por la LFTAIPG.

Consulta Pública

1.2.5.2 *Registro Federal de Contribuyentes o CURP*

Datos Protegidos por la LFTAIPG

1.2.5.3 *Nombre y cargo del Representante Legal*

Datos Protegidos por la LFTAIPG

1.2.5.4 *Domicilio del responsable Técnico del estudio*

Datos Protegidos por la LFTAIPG

Teléfono y correo electrónico

Datos Protegidos por la LFTAIPG

Consulta Pública

1.2.6 PARTICIPANTES

Datos Protegidos por la LFTAIPG

Consulta Pública

1.3 UBICACIÓN DEL PROYECTO

El área del proyecto está a aproximadamente a 28.50 km al oeste de la ciudad de Reynosa; a 105.62 m al este de la carretera Ramal a Díaz Ordaz; a 492.62 m al norte de carretera Federal 40 Monterrey - Reynosa, todas estas locaciones pertenecen al municipio de Reynosa en el estado de Tamaulipas.

Las coordenadas del Proyecto son:

Consulta Pública

Tabla 1: Coordenadas del Área del Proyecto.

Área del Proyecto		
UTM (DATUM WGS84 Zona 14Q		
Vértice	Este X*	Norte Y*
1	546963	2879380
2	546854	2879380
3	546946	2879188
4	547157	2879188
5	547157	2878888
6	547071	2878888
7	547117	2878771
8	547337	2878771
9	547337	2878471
10	547204	2878471
11	547214	2878421
12	547219	2878391
13	547251	2878229
14	547425	2878229
15	547425	2877929
16	547282	2877929
17	547283	2877857
18	547428	2877857
19	547428	2877665
20	547469	2877647
21	547578	2877625
22	547780	2877584
23	547781	2877584
24	547781	2877584
25	547782	2877583
26	547831	2877544
27	547969	2877492
28	547970	2877491
29	547975	2877488
30	547974	2877475
31	547964	2877480
32	547826	2877533
33	547825	2877534
34	547824	2877534
35	547776	2877573

Área del Proyecto		
UTM (DATUM WGS84 Zona 14Q		
Vértice	Este X*	Norte Y*
36	547578	2877613
37	547466	2877635
38	547465	2877636
39	547465	2877636
40	547428	2877652
41	547428	2877557
42	547344	2877557
43	547392	2877436
44	547596	2877436
45	547596	2877136
46	547416	2877136
47	547383	2877012
48	547377	2876990
49	547374	2876980
50	547374	2876979
51	547365	2876947
52	547363	2876936
53	547338	2876844
54	547460	2876844
55	547460	2876544
56	547193	2876544
57	547163	2876507
58	547186	2876507
59	547186	2876207
60	546886	2876207
61	546886	2876278
62	546753	2876216
63	546753	2876019
64	546570	2876019
65	546520	2875873
66	546519	2875872
67	546519	2875872
68	546515	2875860
69	546500	2875816
70	546496	2875805

Área del Proyecto		
UTM (DATUM WGS84 Zona 14Q		
Vértice	Este X*	Norte Y*
71	546492	2875792
72	546490	2875786
73	546435	2875630
74	546532	2875630
75	546532	2875330
76	546232	2875330
77	546232	2875400
78	546116	2875329
79	546116	2875101
80	545816	2875101
81	545816	2875167
82	545673	2875097
83	545673	2874871
84	545373	2874871
85	545373	2874955
86	545175	2874865
87	545134	2874846
88	544981	2874777
89	544981	2874550
90	544681	2874550
91	544681	2874649
92	544619	2874625
93	544619	2874431
94	544319	2874431
95	544319	2874509
96	544277	2874492
97	544277	2874281
98	543977	2874281
99	543977	2874388
100	543916	2874368
101	543916	2874170
102	543616	2874170
103	543616	2874260
104	543507	2874216
105	543465	2874199

Consulta Pública

Área del Proyecto		
UTM (DATUM WGS84 Zona 14Q		
Vértice	Este X*	Norte Y*
106	543440	2874189
107	543411	2874178
108	543310	2874137
109	543277	2874124
110	543097	2874052
111	543097	2873850
112	542797	2873850
113	542797	2873888
114	542759	2873860
115	542759	2873579
116	542459	2873579
117	542459	2873700
118	542412	2873687
119	542412	2873502
120	542112	2873502
121	542112	2873592
122	541994	2873545
123	541994	2873331
124	541694	2873331
125	541694	2873631
126	541994	2873631
127	541994	2873560
128	542112	2873606
129	542112	2873802
130	542412	2873802
131	542412	2873701
132	542459	2873714
133	542459	2873879
134	542759	2873879
135	542759	2873876
136	542797	2873905
137	542797	2874150
138	543097	2874150
139	543097	2874066
140	543280	2874139
141	543312	2874152

Área del Proyecto		
UTM (DATUM WGS84 Zona 14Q		
Vértice	Este X*	Norte Y*
142	543409	2874191
143	543506	2874230
144	543616	2874274
145	543616	2874470
146	543916	2874470
147	543916	2874382
148	543977	2874402
149	543977	2874581
150	544277	2874581
151	544277	2874506
152	544319	2874523
153	544319	2874731
154	544619	2874731
155	544619	2874639
156	544681	2874663
157	544681	2874850
158	544981	2874850
159	544981	2874791
160	545113	2874851
161	545157	2874872
162	545373	2874970
163	545373	2875171
164	545673	2875171
165	545673	2875111
166	545816	2875182
167	545816	2875401
168	546116	2875401
169	546116	2875345
170	546232	2875416
171	546232	2875630
172	546421	2875630
173	546475	2875785
174	546479	2875795
175	546480	2875798
176	546489	2875825
177	546499	2875853

Área del Proyecto		
UTM (DATUM WGS84 Zona 14Q		
Vértice	Este X*	Norte Y*
178	546503	2875866
179	546556	2876019
180	546453	2876019
181	546453	2876319
182	546753	2876319
183	546753	2876231
184	546886	2876293
185	546886	2876507
186	547146	2876507
187	547176	2876544
188	547160	2876544
189	547160	2876844
190	547324	2876844
191	547348	2876934
192	547351	2876944
193	547360	2876976
194	547363	2876987
195	547363	2876989
196	547371	2877021
197	547402	2877136
198	547296	2877136
199	547296	2877436
200	547378	2877436
201	547330	2877557
202	547128	2877557
203	547128	2877747
204	546755	2877863
205	546750	2877601
206	546750	2877601
207	546750	2877601
208	546750	2877601
209	546750	2877601
210	546750	2877601
211	546750	2877600
212	546750	2877600
213	546750	2877600

Consulta Pública

Área del Proyecto		
UTM (DATUM WGS84 Zona 14Q		
Vértice	Este X*	Norte Y*
214	546750	2877599
215	546750	2877599
216	546750	2877599
217	546750	2877599
218	546750	2877599
219	546750	2877599
220	546750	2877599
221	546750	2877599
222	546749	2877598
223	546749	2877598
224	546749	2877598
225	546749	2877598
226	546749	2877598
227	546749	2877598
228	546749	2877598
229	546749	2877598
230	546749	2877597
231	546749	2877597
232	546749	2877597
233	546749	2877597
234	546749	2877597
235	546749	2877597
236	546748	2877597
237	546748	2877597
238	546748	2877597
239	546748	2877597
240	546748	2877597
241	546748	2877597
242	546748	2877596
243	546748	2877596
244	546747	2877596
245	546747	2877596
246	546747	2877596
247	546747	2877596
248	546747	2877596
249	546747	2877596

Área del Proyecto		
UTM (DATUM WGS84 Zona 14Q		
Vértice	Este X*	Norte Y*
250	546747	2877596
251	546747	2877596
252	546746	2877595
253	546746	2877595
254	546746	2877595
255	546746	2877595
256	546746	2877595
257	546746	2877595
258	546746	2877595
259	546746	2877595
260	546745	2877595
261	546745	2877595
262	546745	2877595
263	546745	2877595
264	546745	2877595
265	546745	2877595
266	546745	2877595
267	546744	2877595
268	546744	2877595
269	546744	2877595
270	546744	2877595
271	546744	2877595
272	546744	2877595
273	546744	2877595
274	546516	2877594
275	546515	2877551
276	546604	2877549
277	546604	2877584
278	546665	2877584
279	546665	2877496
280	546604	2877497
281	546604	2877536
282	546604	2877536
283	546604	2877536
284	546604	2877536
285	546515	2877538

Área del Proyecto		
UTM (DATUM WGS84 Zona 14Q		
Vértice	Este X*	Norte Y*
286	546514	2877469
287	546513	2877426
288	546531	2877426
289	546531	2877497
290	546674	2877496
291	546666	2877353
292	546530	2877354
293	546531	2877414
294	546507	2877414
295	546506	2877414
296	546506	2877414
297	546506	2877414
298	546506	2877414
299	546506	2877414
300	546505	2877414
301	546505	2877414
302	546505	2877414
303	546505	2877414
304	546504	2877414
305	546504	2877414
306	546504	2877414
307	546503	2877415
308	546503	2877415
309	546503	2877415
310	546502	2877416
311	546502	2877416
312	546502	2877416
313	546502	2877416
314	546502	2877416
315	546502	2877416
316	546501	2877417
317	546501	2877417
318	546501	2877417
319	546501	2877418
320	546501	2877418
321	546501	2877418

Consulta Pública

Área del Proyecto		
UTM (DATUM WGS84 Zona 14Q		
Vértice	Este X*	Norte Y*
322	546501	2877419
323	546501	2877419
324	546501	2877419
325	546501	2877419
326	546502	2877463
327	546495	2877463
328	546495	2877463
329	546495	2877463
330	546495	2877463
331	546495	2877452
332	546414	2877452
333	546414	2877489
334	546494	2877489
335	546494	2877474
336	546502	2877474
337	546503	2877539
338	546493	2877539
339	546493	2877528
340	546493	2877528
341	546493	2877528
342	546452	2877528
343	546452	2877565
344	546493	2877565
345	546493	2877565
346	546493	2877565
347	546493	2877551
348	546493	2877551
349	546493	2877551
350	546503	2877550
351	546504	2877601
352	546504	2877601
353	546504	2877601
354	546504	2877602
355	546504	2877602
356	546504	2877602
357	546504	2877603

Área del Proyecto		
UTM (DATUM WGS84 Zona 14Q		
Vértice	Este X*	Norte Y*
358	546504	2877603
359	546504	2877603
360	546504	2877604
361	546504	2877604
362	546504	2877604
363	546505	2877605
364	546505	2877605
365	546505	2877605
366	546506	2877605
367	546506	2877605
368	546506	2877605
369	546506	2877606
370	546506	2877606
371	546506	2877606
372	546507	2877606
373	546507	2877606
374	546507	2877606
375	546508	2877607
376	546508	2877607
377	546508	2877607
378	546509	2877607
379	546509	2877607
380	546509	2877607
381	546509	2877607
382	546738	2877607
383	546743	2877872
384	546743	2877872
385	546743	2877872
386	546743	2877872
387	546743	2877872
388	546743	2877872
389	546744	2877873
390	546744	2877873
391	546744	2877873
392	546744	2877874
393	546744	2877874

Área del Proyecto		
UTM (DATUM WGS84 Zona 14Q		
Vértice	Este X*	Norte Y*
394	546744	2877874
395	546744	2877875
396	546744	2877875
397	546745	2877875
398	546745	2877876
399	546745	2877876
400	546745	2877876
401	546746	2877876
402	546746	2877876
403	546746	2877876
404	546747	2877877
405	546747	2877877
406	546747	2877877
407	546748	2877877
408	546748	2877877
409	546748	2877877
410	546749	2877877
411	546749	2877877
412	546749	2877877
413	546750	2877877
414	546750	2877877
415	546750	2877877
416	546750	2877877
417	546750	2877877
418	546750	2877877
419	546750	2877877
420	546750	2877877
421	547128	2877760
422	547128	2877857
423	547270	2877857
424	547269	2877929
425	547125	2877929
426	547125	2878229
427	547237	2878229
428	547207	2878385
429	547201	2878415

Consulta Pública

Área del Proyecto		
UTM (DATUM WGS84 Zona 14Q		
Vértice	Este X*	Norte Y*
430	547190	2878471
431	547037	2878471
432	547037	2878771
433	547102	2878771
434	547057	2878888
435	546857	2878888
436	546857	2879188
437	546931	2879188
438	546839	2879380
439	546663	2879380
440	546663	2879416
441	546588	2879337
442	546635	2879337
443	546635	2879037
444	546345	2879037
445	546301	2878974
446	546339	2878974
447	546339	2878674
448	546044	2878674
449	546015	2878645
450	545994	2878623
451	545947	2878575
452	545924	2878553
453	545826	2878453
454	545879	2878453
455	545879	2878153
456	545579	2878153
457	545579	2878202
458	545545	2878167
459	545545	2877870
460	545245	2877870
461	545245	2877886
462	545217	2877862
463	545192	2877840
464	545096	2877758
465	545096	2877482

Área del Proyecto		
UTM (DATUM WGS84 Zona 14Q		
Vértice	Este X*	Norte Y*
466	544820	2877482
467	544787	2877446
468	544795	2877446
469	544795	2877146
470	544495	2877146
471	544436	2877089
472	544451	2877089
473	544451	2876789
474	544155	2876789
475	544127	2876756
476	544131	2876756
477	544131	2876456
478	543881	2876456
479	543810	2876367
480	543803	2876358
481	543803	2876358
482	543793	2876347
483	543790	2876342
484	543765	2876311
485	543756	2876300
486	543539	2876027
487	543520	2876004
488	543467	2875937
489	543512	2875937
490	543512	2875637
491	543212	2875637
492	543212	2875788
493	543128	2875788
494	543128	2875633
495	542828	2875633
496	542828	2875714
497	542741	2875674
498	542741	2875446
499	542441	2875446
500	542441	2875501
501	542411	2875481

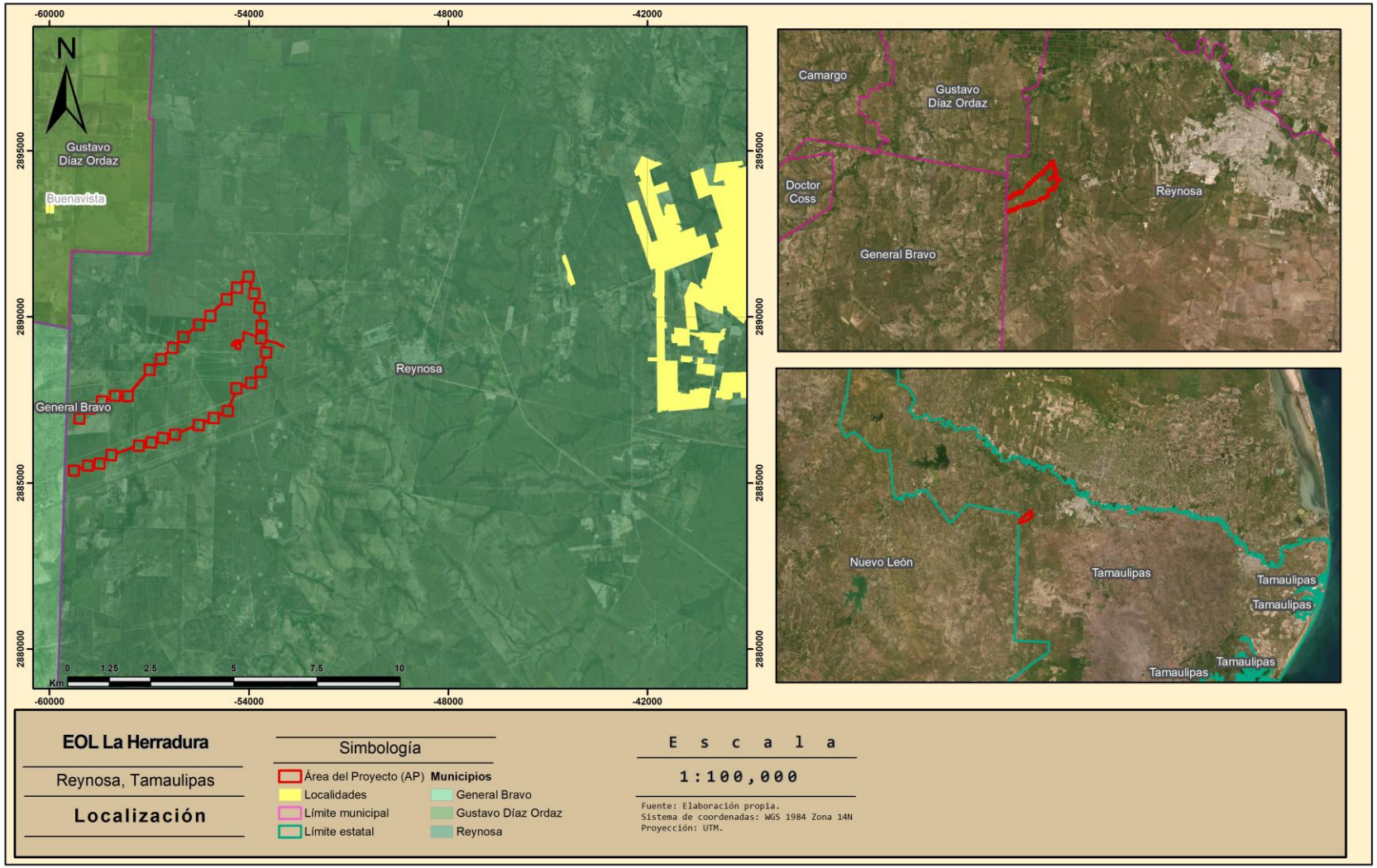
Área del Proyecto		
UTM (DATUM WGS84 Zona 14Q		
Vértice	Este X*	Norte Y*
502	542411	2875216
503	542111	2875216
504	542111	2875236
505	542074	2875199
506	542094	2875199
507	542094	2874899
508	541794	2874899
509	541794	2875199
510	542055	2875199
511	542111	2875254
512	542111	2875516
513	542411	2875516
514	542411	2875497
515	542441	2875518
516	542441	2875746
517	542741	2875746
518	542741	2875689
519	542828	2875728
520	542828	2875933
521	543128	2875933
522	543128	2875801
523	543212	2875801
524	543212	2875937
525	543450	2875937
526	543509	2876011
527	543528	2876034
528	543736	2876296
529	543746	2876308
530	543774	2876343
531	543782	2876354
532	543783	2876355
533	543783	2876355
534	543802	2876379
535	543864	2876456
536	543831	2876456
537	543831	2876756

Consulta Pública

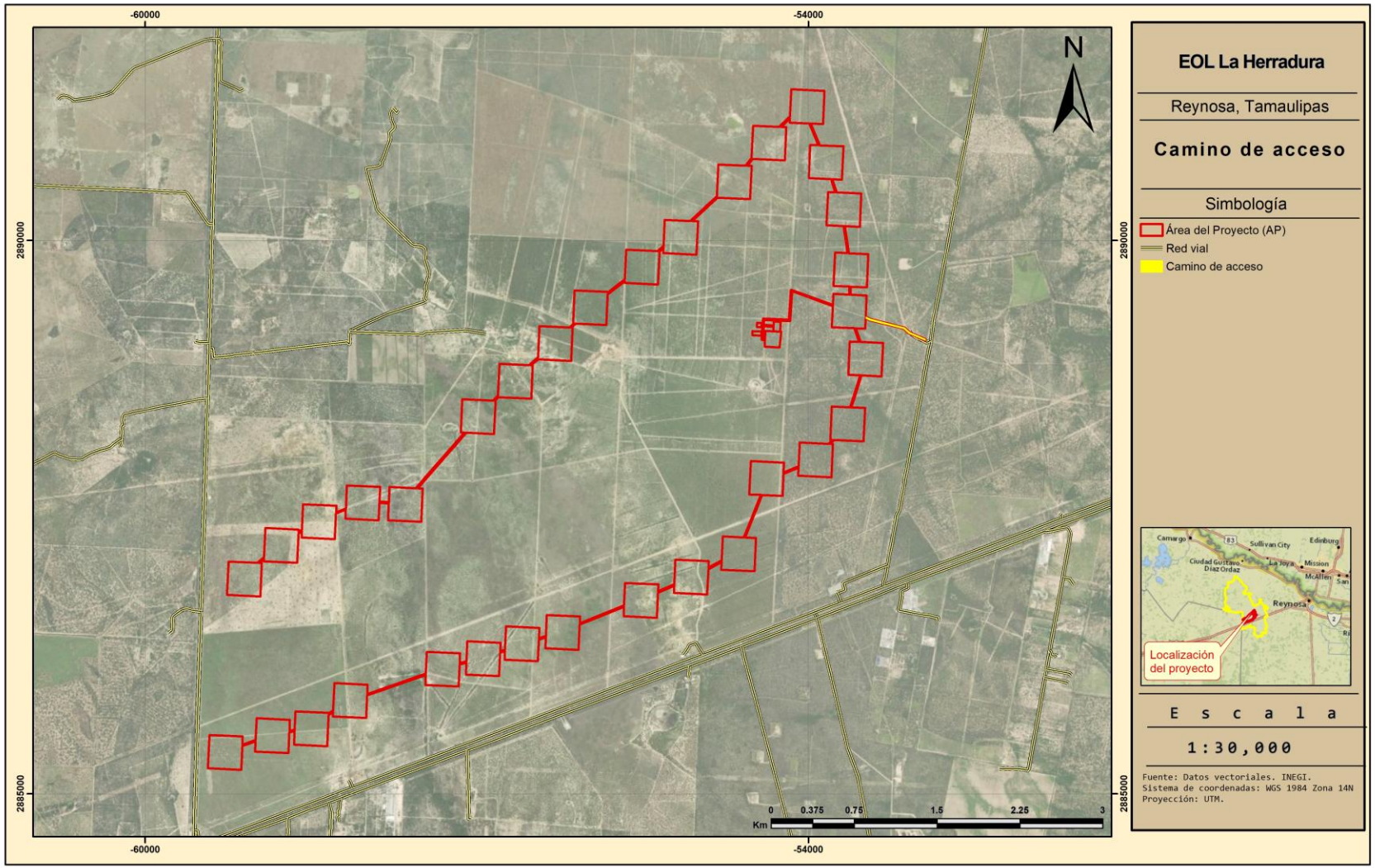
Área del Proyecto		
UTM (DATUM WGS84 Zona 14Q		
Vértice	**Este X***	**Norte Y***
538	544110	2876756
539	544151	2876805
540	544151	2877089
541	544417	2877089
542	544495	2877164
543	544495	2877446
544	544770	2877446
545	544802	2877482
546	544796	2877482
547	544796	2877782
548	545096	2877782
549	545096	2877776
550	545188	2877854
551	545214	2877877
552	545245	2877903
553	545245	2878170
554	545529	2878170
555	545579	2878221
556	545579	2878453
557	545808	2878453
558	545918	2878565
559	545941	2878588
560	545984	2878632
561	546005	2878653
562	546039	2878688
563	546039	2878974
564	546285	2878974
565	546335	2879045
566	546335	2879337
567	546570	2879337
568	546663	2879435
569	546663	2879680
570	546963	2879680

Consulta Pública

Mapa 1: Localización general del Proyecto.



Mapa 2: Ruta de Acceso al Proyecto.



1.4 DESCRIPCIÓN ESPECÍFICA DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES, INCLUYENDO OBRAS COMPLEMENTARIAS

1.4.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO, PLAN O PROGRAMA

El Proyecto **EOL La Herradura**, en adelante El Proyecto, consiste en la preparación, construcción, operación y mantenimiento de un parque eólico, cuyo objetivo es aprovechar la energía eólica para transformarla en energía eléctrica y subministrarla a la Red Nacional de Transmisión (RNT). El Proyecto contribuirá al abastecimiento de la demanda de energía con menores impactos al ambiente y disminuirá la dependencia que se tiene hacia las energías fósiles.

Para el aprovechamiento de la energía eólica se utilizarán aerogeneradores. Estos son dispositivos diseñados para aprovechar la velocidad del viento, y convertirla en energía eléctrica. El aire es captado por las palas de cada aerogenerador; las palas hacen mover un rotor conectado a un eje dentro de una góndola donde se encontrará un multiplicador de velocidad que hará que aumente la velocidad del eje, el cual, mediante un campo electromagnético, generará la energía eléctrica de corriente alterna la cual tendrá que pasar por transformadores que adaptarán a la potencia suficiente para ser distribuida en la RNT.

El proyecto estará conformado por lo siguiente:

- 33 aerogeneradores
- Área para la instalación de cimentaciones, maniobra y terraplenes para la instalación de los aerogeneradores.
- Red Subterránea de Media Tensión (RTM).
- Subestación (SE) Elevadora.
- Área de Almacenamiento de Energía (BESS).
- Oficinas, almacenes, patio de maniobras, caminos internos y de acceso.

El Proyecto está diseñado para entregar una potencia en el punto de interconexión de 240 MW en Condiciones Estándar de Prueba (STC). Dicha instalación estará formada por aerogeneradores, cada aerogenerador está compuesto por palas, un rotor y una góndola, el conjunto de estos elementos transforman la energía cinética del viento en electricidad; la potencia de salida de la energía eléctrica se adecua de 34.5 kV a 230 kV en la SE Elevadora, y mediante la Línea de Transmisión (LT) se enviará a la SE de Maniobras la cual evacuará la energía al Sistema Eléctrico Nacional (SEN). Tanto la Línea de Transmisión y la SE de Maniobras son obras que se evaluarán independientemente a este proyecto.

Los elementos principales del proyecto son: Aerogeneradores, sistemas de control y monitorización, equipo principal de conexión y desconexión, caseta de control, vallado perimetral, sistema de seguridad, celdas de media tensión, líneas subterráneas de interconexión en media tensión, Subestación Eléctrica (SE) Elevadora y la infraestructura de acceso y caminos internos.

1.4.1.1 *OBRAS TEMPORALES*

Las obras temporales que pertenecen al proyecto, estarán ubicadas en un polígono denominado Obras Temporales que tiene una superficie de 0.2975 ha (2,975 m^2). En esta área se llevará a cabo la instalación temporal de oficinas, baños móviles, almacenes temporales, áreas de carga y descarga de material, área para descanso de los trabajadores, áreas de movimiento de maquinaria y vehículos (patio de maniobras), entre otras.

Consulta Pública

1.4.1.2 *OBRAS PERMANENTES*

Las obras permanentes que pertenecen al Proyecto ocuparán un área de 305.5632 ha (3,055,632 m^2) y corresponden al área de plataformas, Área de Maniobras de los Aerogeneradores, Caminos Internos, SE Elevadora, Área de Almacenamiento de Energía (BESS)y la Concretera (ver anexo 1.2)

1.4.1.3 *ÁREAS DE EXCLUSIÓN*

Además de las áreas antes mencionadas existirá el Área de exclusión que es una superficie que no se instalará infraestructura, esta superficie corresponde a la franja de afectación del Gasoducto y la Zona Federal de los Escurrimientos. La superficie total de esta área es de 7,175 m^2 (0.7175 ha).

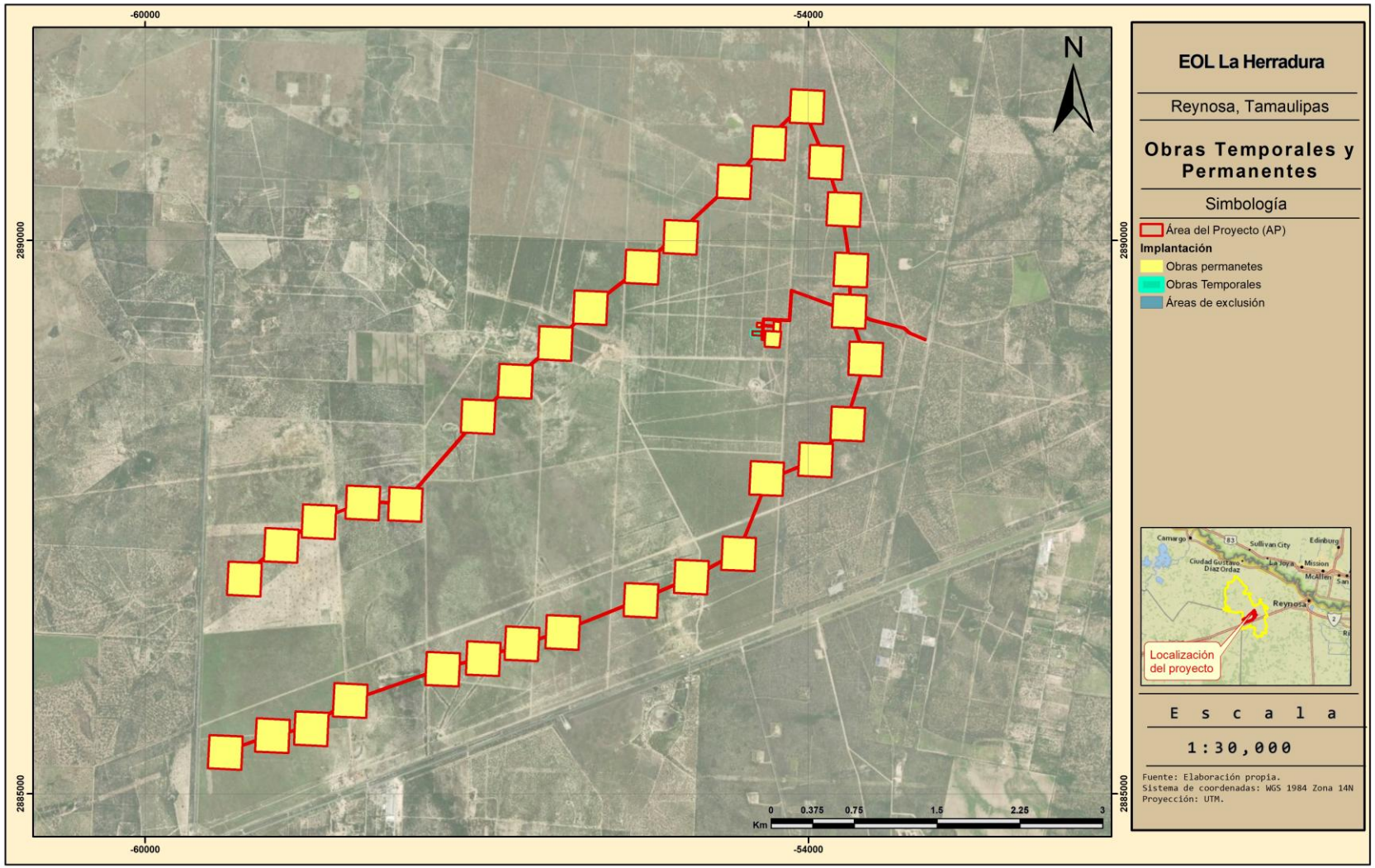
El Resumen de Superficies queda de la siguiente manera:

Tabla 2: Áreas del Proyecto.

Área del Proyecto			
Descripción	m^2	ha	Porcentaje en el Proyecto
Obras Temporales	2,975	0.2975	0.10%
Obras Permanentes	3,055,632	305.5632	99.67%
Área de Exclusión	7,175	0.7175	0.23%
Total	**3,065,782**	**306.5782**	**100.00%**

Consulta Pública

Mapa 3. Implantación del proyecto.



1.4.2 ACTIVIDADES DEL PROYECTO

1.4.2.1 *PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN*

Las obras y actividades que se mencionan a continuación en este documento formarán parte de ambas fases del proyecto.

1.4.2.1.1 ETAPA DE PREPARACIÓN

ESTUDIOS PREVIOS

- Levantamiento topográfico y estudio geotécnico del emplazamiento.
- Limpieza y retiro de vegetación y elementos rocosos en caso de ser necesario.
- Movimiento de tierras y nivelación del terreno de las zonas que lo requieran.
- Realización de zanjas para acometida de cables y excavaciones para las cimentaciones.

LIMPIEZA

Como primera actividad, se realiza el retiro de cualquier tipo de basura que pudiese encontrar en el sitio, a fin de que el material resultante del retiro de la maleza y despalme, se encuentre lo más limpio posible para poder ser utilizado.

La basura recolectada, se clasifica de acuerdo a sus características y se dispone en los sitios que se destinarán para ello, para, posteriormente ser dispuesta confirme a la normatividad aplicable.

DESMONTE

El desmonte o desyerbe consiste en el retiro de hierbas, arbustos, árboles y en general toda la vegetación que exista en los terrenos donde se construirán el proyecto.

Previo al desmonte, se identificarán los árboles que deban respetarse conforme al proyecto, tomando las previsiones necesarias para no dañarlos.

DESPALME

Una vez retirada la basura y las malezas, se procede a retirar la capa fértil del suelo a una profundidad aproximada de 30 cm. Para ello, se emplea el uso de maquinará que irá levantando el suelo fértil y acomodándolo en sitios libres, al interior del predio, para que no interfiera con las actividades y pueda ser utilizado después.

PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

El Programa de Vigilancia Ambiental (PVA), es el documento rector que recoge todas las buenas prácticas ambientales, las medidas de mitigación y los parámetros de Supervisión Ambiental que regirán el desarrollo del Proyecto. La finalidad de este Programa es la de garantizar la adecuada mitigación de los impactos y, por ende, la viabilidad ambiental del Proyecto. El PVA se comenzará a aplicar desde la Etapa de Preparación, hasta la Etapa de Operación y Mantenimiento (ver anexo capítulo 6).

Consulta Pública

SEÑALIZACIÓN

Se llevará a cabo la señalización del área del proyecto, por medio de letreros grandes, visibles y llamativos, que serán colocados en las áreas de trabajo, con el fin de restringir el paso de personas ajenas al proyecto y prevenir accidentes.

COLOCACIÓN DEL VALLADO.

Se colocará un vallado metálico para evitar la entrada de personas ajenas al Proyecto y para su protección. El vallado estará formado por postes tubulares con tapón metálico, protección de aguas, orejas y ganchos soldados a postes que sujetarán la malla de acero. Los postes y la malla de acero son galvanizadas en inmersión en caliente para alargar su durabilidad y aumentar su resistencia en condiciones atmosféricas a las que puedan estar expuestos. Se prevé una puerta para la entrada y salida de personas y material al Proyecto.

1.4.2.1.1.1 OBRAS TEMPORALES.

Las obras provisionales y/o actividades que se pretende realizar como apoyo para la realización del proyecto son las siguientes:

ALMACENES Y BODEGAS

En estos sitios se guardará únicamente el equipo, herramienta y maquinaria necesaria durante la preparación del sitio y construcción de la obra, al término de la cual se desmantelarán.

Los almacenes consisten de piezas de material multipanel que son utilizadas como casa oficina y se caracterizan por lo siguiente: tienen dimensiones de aproximadamente 4 x 4 m, se arman sobre piso de tierra afín de formar un cuarto que normalmente tiene una ventana. Los almacenes y bodegas fluctúan entre 25 a 10,000 m^2, estos últimos consisten en una casa de multipanel de 30 a 50 m^2 y el resto del área se delimita con alambre de púas o malla ciclónica. Las dimensiones exactas de almacenes y bodegas que se requieran para este proyecto se definirán cuando de inicio la construcción.

Cabe mencionar que la ubicación referida de estos almacenes es el área de Obras Temporales.

Así mismo el área de Obras temporales se utilizará para instalar oficinas y talleres. Estas instalaciones serán del tipo modulares móviles, tipo contenedor. Se habilitarán zonas cercadas destinadas al almacenamiento temporal de residuos sólidos no peligrosos provenientes de la etapa de construcción. También se habilitará un recinto cercado con los equipos del suministro de energía eléctrica y lugares para estacionamiento de vehículos, maquinarias y equipos de construcción.

Así mismo se dispondrá de una zona de acopio de material para la estructura metálica y para los elementos de los aerogeneradores, área de baños y áreas para los trabajadores (zonas de para comer, etc.).

Para las etapas de preparación y construcción, el agua necesaria para las instalaciones sanitarias será suministrada por una empresa sanitaria certificada.

Consulta Pública

Se habilitarán acopios provisionales adicionales en las cercanías de las instalaciones del patio de maniobras, para disposición temporal de desechos que serán retirados del emplazamiento de la planta y material proveniente del escarpe y el material de excavación de tierra que no sea utilizado en los rellenos del Proyecto. La idea es volver a colocar en terreno el material removido, reacomodándolo en el sitio de acuerdo con el relieve del terreno, de manera que se vea natural

INSTALACIÓN DE SANITARIOS

Los sanitarios se colocarán en sitios cercanos a los frentes de trabajo y se reacomodarán según avance la obra de construcción; a las cuales se les dará mantenimiento a través de alguna compañía con capacidad para manejar este tipo de aguas residuales.

CAMPAMENTOS

Para la construcción del proyecto en estudio, no será necesaria la instalación de campamentos puesto que la mayoría de los trabajadores se contratarán en los poblados cercanos al área del proyecto y podrán pernoctar en sus hogares. De contratarse trabajadores foráneos éstos podrán usar la infraestructura (hoteles y casas de huéspedes) que existan en las localidades cercanas a la obra

1.4.2.1.1.2 OBRAS PERMANENTES.

La infraestructura por instalar de forma permanente es:

- Caminos interiores
- Plataformas para la instalación de aerogeneradores
- Caminos Internos
- Concretera
- Camino de acceso
- Subestación Elevadora
- Vallado para delimitación del área del Proyecto.

1.4.2.1.2 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.

La obra civil comprenderá las siguientes infraestructuras:

- Caminos interiores
- Cimentación de los aerogeneradores
- Zanjas para cables
- Subestación Elevadora.

1.4.2.1.2.1 CAMINOS INTERIORES

Los Caminos Interiores a los aerogeneradores, los caminos de comunicación entre cada uno se adaptarán al máximo posible a la topografía, minimizando con ello el movimiento de tierras.

Se estima una longitud de 17.65 km de caminos interiores con una anchura de 10 m.

Para la construcción de los caminos internos se realizarán las siguientes actividades:

- Zonificación: dividir la traza en sectores según la mecánica de suelos y dividirlos según el riesgo (competente, moderado, crítico) visto en el terreno.

Consulta Pública

- Remoción y reemplazo: en zonas con material colapsable, se excavará hasta suelo competente y se rellenará con material granular seleccionado y compactado en capas.
- Geosintéticos: se colocará una capa geotextil de separación y geoceldas para distribuir carga y evitar migración de finos hacia cavidades sí es que existen.
- Subrasante rígida: en caso de que exista riesgo de lavado, se construirá una subrasante rígida con capa de grava gruesa sobre base estabilizada.

SUBBASE Y BASE

Para la Subbase, se usará grava angular triturada, libre de finos excesivos que pudieran migrar hacia huecos. Esta subase tendrá una altura de 40 cm compactada.

Base: se instalarán geoceldas para distribuir cargas y reducir espesores. Esta capa será de 30 cm compactada.

La superficie de rodamiento será de grava angular con un espesor de 60 cm de capa.

OBRAS DE DRENAJE

A los costados de los caminos internos se instalarán cunetas triangulares sin revestimiento con una pendiente del 0.5%, esto con el fin de tener una buena capacidad hidráulica.

1.4.2.1.2.2 CIMENTACIONES DE LOS AEROGENERADORES

Las cimentaciones de los aerogeneradores estarán dimensionadas para soportar los esfuerzos derivados de la acción del viento y del funcionamiento de los mismos, además se adaptarán a las características geotécnicas de los suelos sobre los que se ubiquen.

Las cimentaciones serán de concreto reforzado, de planta cuadrada de 11m de lado y sección de altura variable desde 1m en el borde exterior hasta 2 m en el cuello de cimentación, el cual tiene una altura de 0.60 m, que sobresale 10m del terreno. El anclaje de la torre del aerogenerador a la cimentación se realizará mediante jaula de pernos.

Será necesario excavar para empotrar completamente la cimentación, la profundidad será entre 2.6 m a 6 m dependiendo de cada sitio.

Las excavaciones de las cimentaciones de los aerogeneradores se ejecutarán con taludes 1H: 3V. Los materiales excavados podrán ser utilizados para las capas de terraplén.

Una vez ejecutada la cimentación, se rellenará la excavación con el material procedente del corte una vez seleccionado y compactándolo al 100% PM.

1.4.2.1.2.3 ZANJAS PARA CABLES

A la salida de cada aerogenerador se emplean tubos embebidos en concreto para el tendido de cables de media tensión (34.5kV), red de tierras y de comunicaciones el cuál se instalarán enterrados en zanjas. El tipo de canalizaciones a realizar, caracterizadas por una anchura y profundidad, se ajustará a lo establecido en la normatividad vigente para instalaciones eléctricas correspondiente. Las zanjas tendrán entre aerogeneradores y la subestación Elevadora.

Consulta Pública

1.4.2.1.2.4 SUBESTACIÓN ELEVADORA

Para la interconexión del Proyecto, se plantea la instalación de una subestación elevadora en configuración de bus principal con un alimentador para la salida de un circuito hacia la línea de transmisión. Las dimensiones estimadas del terreno donde se ubicará la subestación conllevan una ocupación de 5,316 m^2 (0.5316 ha), en ella se realizarán las siguientes obras para construir la SE:

Obra Civil:

- Levantamiento topográfico
- Trazo y nivelación del terreno
- Corte y despalme
- Conformación de plataforma
- Trazo de ejes principales para referencias y colocación de BN de referencia
- Construcción de cimentaciones mayores y menores
- Construcción de edificio de control
- Construcción de sistema de drenaje de requerirse o de lo contrario si es superficial canales y cunetas de salida de agua
- Instalación de malla para sistema de tierras
- Construcción de ductos, registros y trincheras para cables eléctricos
- Construcción de camino de acceso y caminos interiores con cunetas y contra cunetas
- Construcción de pisos terminados

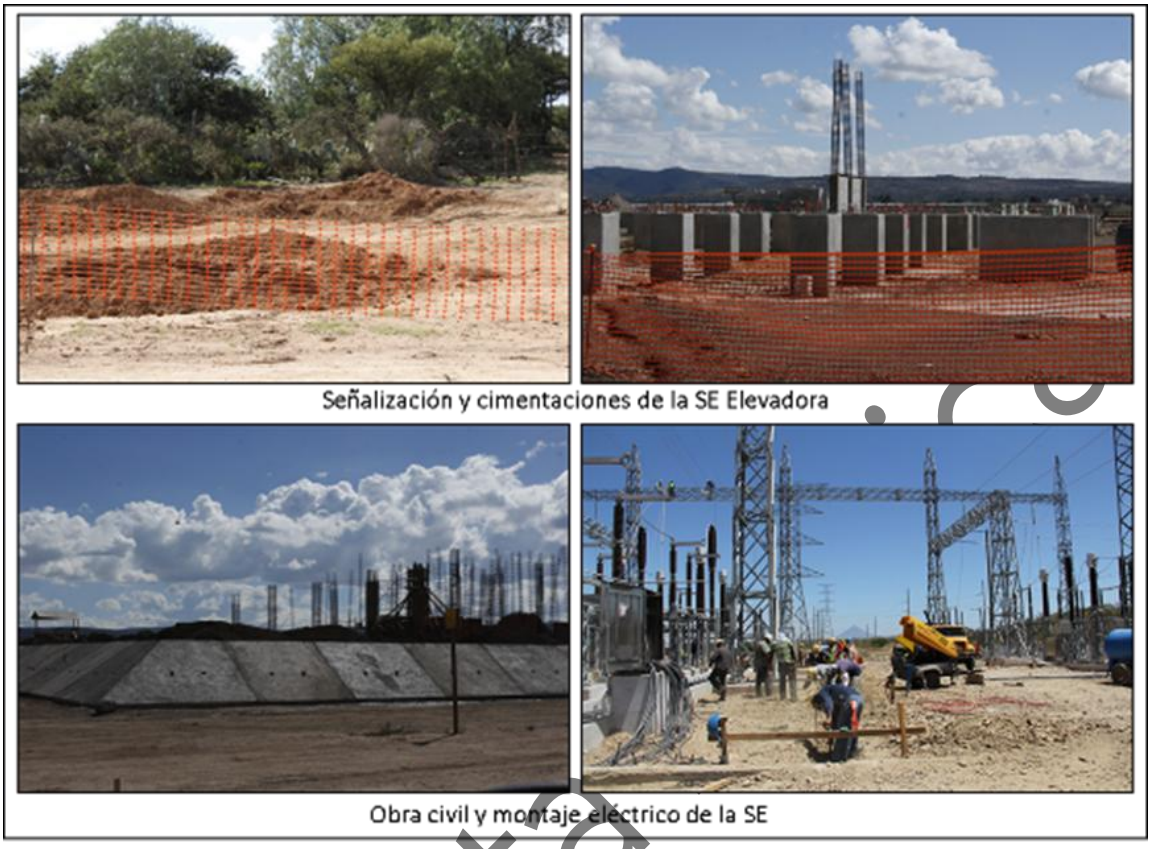
Montaje electromecánico:

- Montaje de estructura mayor y menor
- Tendido y tensado de buses aéreos y cables de guarda
- Montaje de equipo primario
- Montaje de tableros PCYM, tableros de servicios propios y tableros de comunicación en cuarto de control
- Montaje de bandejas en cuarto de control
- Montaje de banco de baterías y cargadores
- Tendido y conectado de cables de control, protección y fuerza
- Instalación del sistema de alumbrado exterior
- Pruebas pre-operativos a todos los sistemas y equipos de la subestación
- Pruebas y puesta en servicio para su energización e integración al sistema eléctrico nacional.
- Solución de pendientes menores
- Entrega recepción definitiva de las obras

En este sentido, las siguientes fotografías muestran las principales actividades implicadas en la construcción de una subestación:

Consulta Pública

Figura 1: Ejemplos de actividades para la construcción de una Subestación Elevadora.



Consulta

1.4.2.2 *CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO, PLAN O PROGRAMA*

Descripción General

La energía cinética del viento es transformada en energía mecánica de rotación mediante las palas de los aerogeneradores. Las palas del aerogenerador van unidas a un eje lento de rotación. Este eje lento se acopla en una caja de engranajes (multiplicadora) que mediante un sistema de rodamientos y una etapa planetaria y dos etapas paralelas transforman la energía mecánica. En la salida del eje rápido de la multiplicadora se instala un acoplamiento hasta el generador que tiene una velocidad de giro variable. El generador se encarga de transformar la energía mecánica de rotación a alta velocidad en energía eléctrica. La energía eléctrica generada será en baja tensión acerca de 690V por lo que es necesario incrementarla hasta media tensión 34.5kV y esto se consigue gracias a los transformadores de 0,69/34.5kV, instalados en el interior de la góndola del aerogenerador y que forman parte de lo que se ha denominado Infraestructura Eléctrica. Los aerogeneradores se conectan entre sí agrupándose en un circuito subterráneo que discurrirá hasta la zona donde se ubicará la subestación elevadora del parque.

La instalación eléctrica que compone el Proyecto, se estructura en los siguientes subsistemas:

- Aerogeneradores.

- Infraestructura eléctrica con circuitos de media tensión de interconexión entre los aerogeneradores (colector de generación)
- Subestación elevadora, para elevar a Media Tensión.
- Caminos internos y de acceso.
- Área de almacenamiento de energía (BESS)

Características Técnicas

Los elementos y sus características que se mencionan a continuación, formarán parte del Proyecto, pero en caso de ser necesario, podrán ser sustituidos por equipos de similares características:

Tabla 3: Descripción de Componentes del Proyecto.

Componente	Característica
Número de aerogeneradores	34
Potencia por cada aerogenerador	7.5 MW
Modelo de Aerogenerador	N163 – 5700 o similar
Velocidad de viento promedio	13.0 m/s
Diámetro del rotor	163 m
Número de Palas por Aerogenerador	3
Área de Barrido	20.87 m
Número de centros de transformación	34
Celda de MT	Aislada en SF6 de 36kV de Tensión Nominal
Transformador	Trifásico de aislamiento seco de 3.6MVA de potencia
Altura de Buje	164 m

Además de:

- Transformadores y equipamiento para punto de interconexión.
- Sistema de cableado, cajas de conexiones, tableros.
- Sistemas periféricos de seguridad, vigilancia, comunicación y mantenimiento.
- Obra civil y eléctrica.

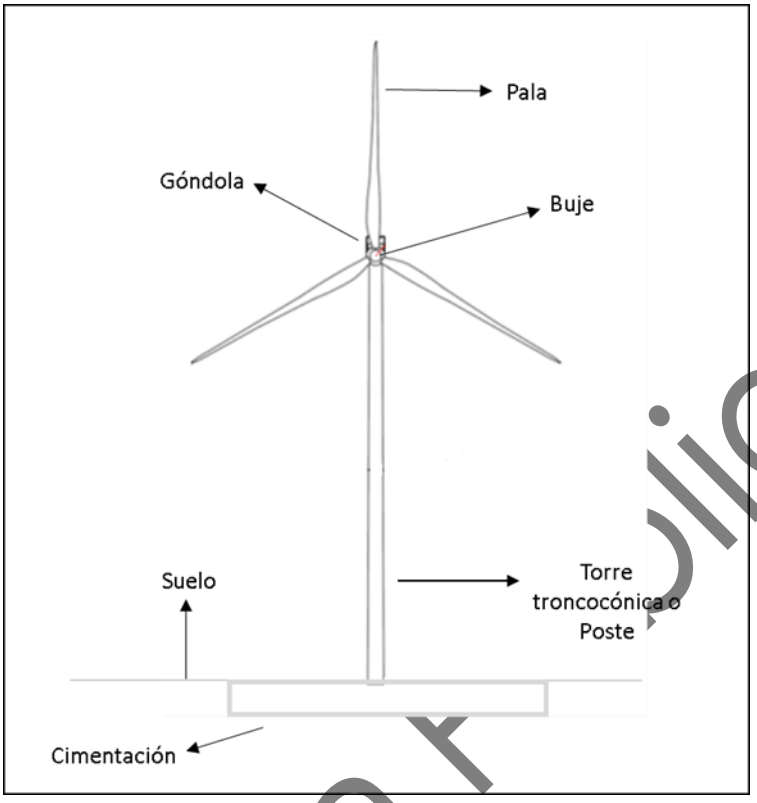
1.4.2.2.1 DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES ELEMENTOS

1.4.2.2.1.1 AEROGENERADOR.

El aerogenerador se divide en tres partes fundamentales: góndola, torre (torre troncocónica o poste) y cimentación.

Consulta Pública

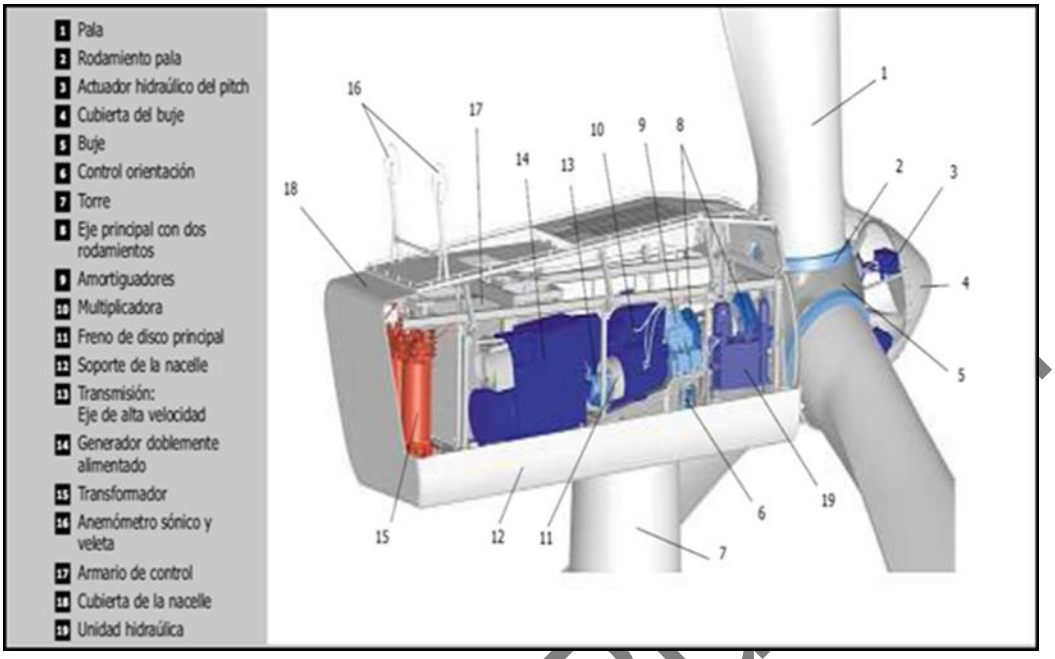
Figura 2. Ejemplo de Esquema de partes de un Aerogenerador.



En la góndola se ubican los siguientes elementos: rotor, multiplicador, eje principal, generador, transformador, sistemas de refrigeración, sistemas de orientación, freno mecánico, grupo hidráulico, armarios eléctricos y sistema de acondicionamiento térmicos. Los sensores meteorológicos y sistemas auxiliares como las balizas están colocados en el exterior sobre la carcasa. El resto de equipos se encuentran anclados al bastidor principal y protegidos por la carcasa en el interior de la góndola.

Consulta Pública

Figura 3: Ejemplo de los componentes de la góndola.



La conexión góndola-torre se realiza a través de una corona de giro dentada encastrada en el bastidor de la góndola, con piezas de fricción que permiten el giro, y atornillada en su parte inferior a la torre.

En el interior de la torre se alojan los cables y celdas de MT, cables de baja tensión y comunicaciones, armario de control inferior (grid panel) y las escaleras de acceso a la turbina.

La torre está anclada a la cimentación por un elemento de anclaje atornillado, el cual está embebido en la cimentación. A través de la cimentación, mediante tubos flexibles, discurren los ductos de entrada y salida de cables de MT y comunicaciones.

Consulta Pú

1.4.2.2.1.2 Energía Reactiva

Uno de los requerimientos para la interconexión del parque al SEN, es la de cumplir con el factor de potencia. Según el Código de Red, el Proyecto debe de ser capaz de entregar en cualquier momento un factor de potencia de ±0.95 en el intervalo de tensiones que va desde 0.95 a 1.05 pu.

Por esta razón, es importante la capacidad de los aerogeneradores de consumir o generar potencia reactiva. Se ha supuesto que los 35 aerogeneradores existentes en el parque pueden funcionar a plena potencia con una reactiva de +355 y -313 kVAr.

1.4.2.2.1.3 Sistema de Control

Las funciones del aerogenerador están controladas por un sistema basado en un microprocesador (PLC) que funciona en tiempo real. El sistema de control está compuesto por algoritmos de regulación y de supervisión.

1.4.2.2.2 Sistemas de Protección.

1.4.2.2.2.1 Protección frente a descargas atmosféricas

Los aerogeneradores están protegidos contra la acción de rayos mediante un sistema de transmisión que va desde los receptores de la góndola y palas, pasando por la carcasa, el bastidor y la torre, va hasta el sistema de puesta a tierra situado en la cimentación. Con este sistema se evita el paso del rayo a través de componentes sensibles al mismo. Como sistema de protección adicional, el sistema eléctrico cuenta con protectores de sobretensión.

El sistema consta de las siguientes partes:

- Receptores de descargas atmosféricas situados en los extremos de las palas y la góndola.
- Sistema conductor, consistente en un conjunto de cables eléctricos que conducen las descargas a través del aerogenerador hasta la cimentación minimizando los daños en el mismo y en el propio sistema de protección.
- Protecciones contra sobretensiones y sobreintensidades.
- Apantallamiento de las instalaciones frente a los campos eléctricos y magnéticos.

1.4.2.2.2.2 Sistema de puesta a tierra.

1.4.2.2.2.3 Sistema de Puesta a tierra

El sistema de puesta a tierra del Aerogenerador deberá cumplir con la especificación del fabricante y deberá basarse en las medidas de resistividad del terreno en la ubicación de cada una de las máquinas.

El sistema de puesta a tierra del aerogenerador, se desarrolla más adelante en este documento.

1.4.2.2.2.4 Red de Media Tensión (Red de MT).

Los aerogeneradores se conectarán entre ellos mediante líneas de MT en 34kV, dando lugar a los distintos circuitos que conforman el sistema colector de energía del parque. Esta red de MT incluye tramos en subterráneo y tramos en aéreo, además del cableado de comunicaciones de puesta a tierra y el sistema de tierras del parque.

Consulta Pública

1.4.2.2.2.5 NIVELES DE TENSIÓN.

Baja Tensión: 690 V/60 Hz

Comprende el sistema de generación eléctrica desde bornes del generador asíncrono del aerogenerador hasta los terminales de conexión del secundario del transformador 34.5/0,69kV instalado en el interior de la góndola del aerogenerador.

Media Tensión: 34.5kV / 60Hz

Comprende el sistema eléctrico colector de energía, desde los terminales de conexión del primario del transformador 34.5/0,69kV instalado en el interior de la góndola de cada aerogenerador, hasta los terminales de conexión de las celdas de protección de MT (34.5kV) a instalar en la SE elevadora de parque 400/34.5kV

1.4.2.2.3 CRITERIOS DE DISEÑO.

Para el diseño del sistema colector del Proyecto se han seguido los criterios de diseño que se enumeran a continuación:

- El cálculo de las secciones se ha realizado conforme a lo estipulado en la norma IEC 60502-2 y la Normativa Mexicana.
- Con el fin de minimizar el número de secciones utilizadas se ha diseñado el sistema colector subterráneo con cables 4/0 y 1250kcmil y los tramos en aéreo con conductor 477 ACSR.
- Para los tramos del sistema colector aéreo se ha elegido el calibre 477 ACSR (cable de aluminio con cableado concéntrico y núcleo de acero), que es acorde para las corrientes transportadas y además es el mayor calibre que permite la norma CFE DCCIAMBT para postes de concreto en redes aérea de MT.
- Los cables del sistema colector subterráneo del parque estarán constituidos por ternas de cable unipolares del tipo XLPE 25kV (temperatura de servicio permanente 90°C), con conductor de aluminio, pantalla metálica de cobre y cubierta exterior de polietileno PEAD. Estas ternas de conductores estarán agrupadas en tresbolillo.
- Las estructuras de la línea aérea se situarán al menos a 70 metros de los aerogeneradores, evitando así interferencias en el montaje. El tramo desde el aerogenerador hasta el poste más cercano será en subterráneo, realizando la transición Aero-Subterránea en dicho poste.
- Se diseñará el sistema colector para que las caídas máximas de Tensión sean menores de 5% y para que las pérdidas máximas estimadas a potencia nominal del sistema colector sean inferiores al 1.5%. La intensidad que circula por cada conductor a plena carga no superará el 90% de la intensidad máxima admisible del conductor corregido según la temperatura, resistividad térmica y agrupación de circuitos en trinchera.
- En la misma zanja se proyecta la instalación del conductor de tierra formado por un cable de cobre desnudo de 1/0 AWG de sección y los cables de comunicación de fibra óptica monomodo de 12 fibras. De la misma forma, en las líneas aéreas de MT también soportarán un conductor de guarda 1/0 ACSR “Raven” y cables de fibra óptica tipo ADSS de 12 fibras.
- Para el diseño del sistema colector se ha considerado que los aerogeneradores funcionan a su máxima carga, 3.3MW y con factor de potencia 0.95.

Consulta Pública

- Se ha considerado una temperatura de 20°C a la profundidad de enterramiento de los circuitos y una resistividad térmica de 1.5km/W.

1.4.2.2.3.1 RED DE MEDIA TENSIÓN (MT) SUBTERRÁNEA.

La red de subterránea del Parque Eólico será la encargada de unir los aerogeneradores con el poste más cercano y, de esta forma, al sistema colector aéreo.

Los tramos, por norma general, serán cortos de 100 metros, excepto en la zona alta del Parque, en el que por la imposibilidad de instalar una línea aérea se ha diseñado un tramo de 1,300 m en subterráneo. También se ha diseñado en subterráneo el tramo desde el último apoyo de cada una de las líneas hasta las celdas de MT de la SE elevadora.

En la misma trinchera irán instalados los cables de potencia (tipo XLP 25 kV), el cable de fibra óptica y el conductor de tierra que se unirá en sus extremos a la tierra del aerogenerador y a la tierra del apoyo de transición.

A continuación, se incluyen las cantidades totales de cada uno de los cables subterráneos utilizados, así como los terminales necesarios para la conexión con las celdas de MT.

Sección (AWG/MCM)	Longitud del Cable	Número de Terminales
4/0	14,918	96
1,250	**1,071**	**15**

1.4.2.2.4

1.4.2.2.5 SISTEMA DE CONTROL.

El sistema de control está compuesto por aquellos dispositivos que, en función de la programación y parámetros de funcionamiento establecidos, y de los valores proporcionados por los distintos elementos de medida, posibilitan la operación automática y estable del Parque.

El sistema de control está formado por los siguientes subsistemas:

- Sistema Automático de control de aerogenerador.
- Sistema Automático de control de parque:
- Equipos de control, comunicaciones y medida instalados en la SE.
- Sistema de comunicaciones.
- Sistema Automático de control de aerogenerador

Básicamente gestiona las señales de los distintos sensores del aerogenerador para efectuar la operación automática de la misma, informando al sistema automático de control de Proyecto.

1.4.2.2.6 SISTEMA AUTOMÁTICO DE CONTROL DEL PROYECTO

Las funciones básicas que desarrolla el Sistema Automático de Control de Parque son las siguientes:

- Adquirir la información operativa de cada aerogenerador y sus mediciones meteorológicas a través del Sistema Automático de Control de Aerogenerador.

Consulta Pública

- Los datos que son recogidos de cada aerogenerador y de forma continuada son: estado del aerogenerador, potencia, velocidad de giro anular de los aerogeneradores, dirección de viento y alarmas.
- Controlar la conexión del parque: esto se logra enviando las órdenes de conexión a los aerogeneradores cuando la velocidad del viento en los emplazamientos es suficientemente alta como para asegurar una potencia de generación estable. Los operadores establecen límites de velocidad del viento en el Sistema Automático de Control de Aerogenerador para el funcionamiento de cada aerogenerador. Estos límites pueden variar considerablemente con relación a la estación del año y a la dirección del viento. Una vez que estos límites se ajustan, la conexión puede ser automática.
- Representar el estado de operación del parque, de forma que el operador pueda manipular y controlar la actuación total del sistema. Esta función consiste en presentar en pantalla una serie de datos que sirven al operador para realizar desde un análisis detallado del estado de un solo aerogenerador, hasta un análisis del funcionamiento de todo el parque. Usando las funciones del Sistema Automático de Control del Parque, el operador puede realizar las siguientes operaciones en tiempo real:
    - Optimización de la producción de energía del parque bajo diversas condiciones atmosféricas.
    - Informar de las operaciones de mantenimiento a realizar por el equipo de mantenimiento.
    - Respuesta a situaciones extraordinarias.
    - Coordinación de la operación del parque con la red de la Compañía Eléctrica.
    - Seguridad del personal.

El Sistema Automático de Control de Parque está formado por los equipos de control en sala de control y sistema de comunicaciones.

1.4.2.2.7 EQUIPOS DE CONTROL

En la Sala de Control de la SE de evacuación quedarán dispuestos los equipos de recepción de las comunicaciones del parque, ordenadores de control y monitorización, y las comunicaciones con el exterior.

A través de las comunicaciones internas del parque, se reciben los estados de los aerogeneradores y SE elevadora, permitiendo la operación remota de los mismos, así como gestionar sus alarmas, dando aviso a los operadores de parque, caso de ser necesaria su intervención.

Las comunicaciones con el parque eólico se establecen a través de la fibra óptica dispuesta en las canalizaciones subterráneas de la red del sistema colector del Parque Eólico y a través de los cables de fibra óptica autosoportados instalados en las líneas de MT.

1.4.2.2.8 SISTEMAS DE COMUNICACIONES.

El sistema de comunicaciones se compondrá de 5 circuitos necesarios para la comunicación entre los distintos equipos que integran el Sistema Automático de Control.

Consulta Pública

En el Proyecto existen dos tipos de cable de comunicaciones, los cables de fibra óptica que van instalados en las trincheras y los cables de fibra óptica ADSS que van instalados en las líneas de MT. Ambos cables serán de fibra monomodo, de 12 fibras:

Cable FO	Longitud del Cable (m)
ADSS 12 fibras	22,465
Cable Subterráneo 12 fibras	4,975

1.4.2.2.9 SISTEMA DE TIERRAS

Se instalará un único sistema de protección de tierras para todo el parque, al que se conectarán las tierras de protección y servicio de los sistemas integrantes para baja y MT, en concreto:

Aerogeneradores.

- Torre.
- Escalera de acceso.
- Masas de cuadros eléctricos.
- Neutro de baja del transformador de potencia.
- Envolventes y carcasas metálicas.
- Red de tierra del aerogenerador.
- Apartarrayos.
- Sistema Colector.

Cable de Guarda de las líneas de MT.

- Cable de acompañamiento de cobre desnudo 1/0 AWG (53.48 mm2 de sección) Cu subterráneo en las trincheras.
- Puesta a tierra de los postes de concreto.
- Equipos de los postes, como apartarrayos.
- Pantallas de los cables de MT.

Los elementos del sistema de tierras del parque eólico se conectarán mediante dos elementos, en función de si es un tramo aéreo o subterráneo:

- Aéreo: El sistema de tierras se conectará a lo largo de las estructuras por medio del cable de guarda ACSR 1/0 “Raven”. Dicho cable de guarda estará conectado a la tierra de los postes.
- Subterráneo: El sistema de tierras se conectará entre los aerogeneradores y los apoyos mediante un conductor de cobre desnudo 1/0 AWG enterrado en la trinchera del sistema colector y conectado al sistema de tierras del aerogenerador y del apoyo de transición.

Todas las conexiones se realizarán con soldaduras aluminotérmicas. Las uniones de conductor a bornas o pletinas de puesta a tierra se realizarán con terminales o grapas de conexión adecuadas, de tal manera que se garantice un contacto eléctrico completo.

Consulta Pública

Objetivos de la red única

Los objetivos de la red de tierra única son:

- Mejorar la seguridad del personal de servicio del parque, minimizando las tensiones de paso y contacto.
- Proporcionar un camino de retorno a la corriente de fallo con objeto de limitar su paso al terreno y minimizar así la elevación del potencial con respecto a tierra.

1.4.2.2.9.1 AEROGENERADOR

El sistema de puesta a tierra del aerogenerador deberá cumplir con las especificaciones del fabricante y deberá basarse en las medidas de resistividad del terreno en la ubicación de cada una de las máquinas que deberán obtenerse en el estudio geotécnico definitivo.

La puesta a tierra estándar de los aerogeneradores se describe a continuación:

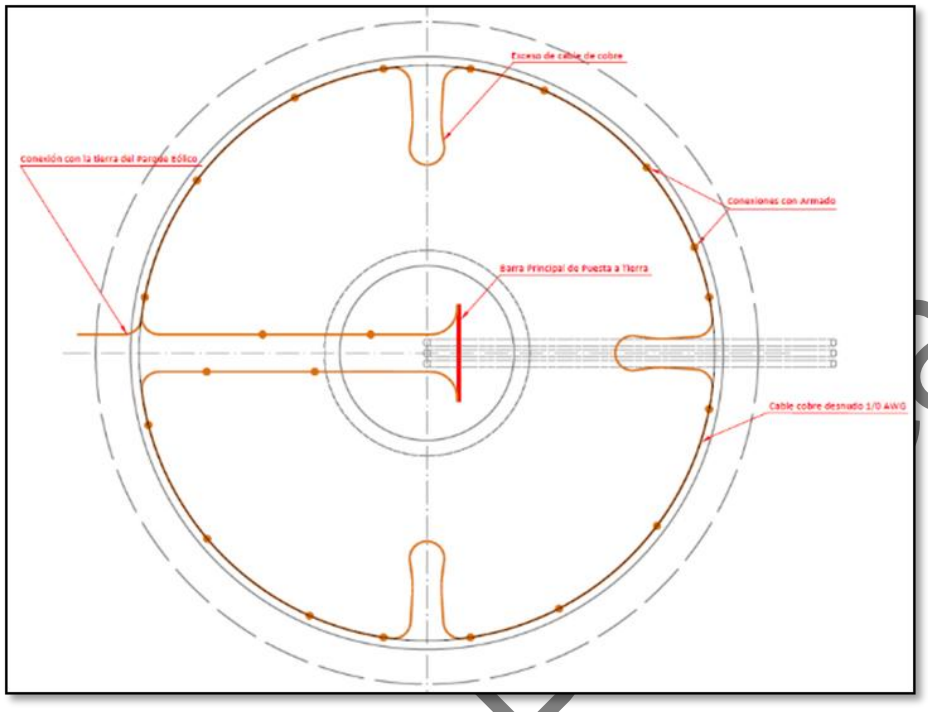
El aerogenerador dispone de un sistema de puesta a tierra que consiste en un anillo de cable de cobre desnudo de 1/0 AWG (53,48mm2, mínimo) de sección, instalados sobre la capa inferior de acero reforzado de la cimentación del aerogenerador mediante grapas como elementos de conexión. Se dejará un exceso de cable de cobre en distintos puntos de la cimentación tal y como recomienda el fabricante. Ambos extremos de la puesta a tierra se conectarán con la barra principal de puesta a tierra del aerogenerador.

La puesta a tierra del aerogenerador estará conectada a la puesta a tierra del aerogenerador anterior y posterior mediante el cable de puesta a tierra del colector subterráneo y el cable de guarda de las líneas aéreas de MT.

Si no se consigue una resistencia de puesta a tierra inferior a los 10Ohms en cualquier condición atmosférica se deberán incluir electrodos de cobre exteriores a la cimentación hasta reducir la resistencia de puesta a tierra y cumplir con las tensiones de paso y contacto. Todas las uniones se realizarán con soldadura aluminotérmica.

Consulta Pública

Figura 4: Ejemplo de sistema de tierras de los aerogeneradores.



El neutro del transformador, pantallas de cables, seccionadores de puesta a tierra, torre, bastidor, derivaciones de protecciones, envolventes de componentes y escaleras de acceso están conectados al sistema de puesta a tierra del aerogenerador, que a su vez se conecta así mismo al sistema general de red de tierras del conjunto del parque.

1.4.2.2.9.2 SISTEMA COLECTOR.

Las puestas a tierra de los aerogeneradores estarán unidas a las tierras de los postes de transición por un cable de cobre desnudo de 1/0 AWG (53,48mm2 de sección) enterrado en las trincheras del sistema colector y mientras que los postes estarán unidos entre sí por el cable de guarda 1/0 ACSR hasta la SE elevadora, en donde se conectarán a la malla de la SE.

Las pantallas de hilo de cobre de los cables de MT estarán conectadas al sistema de puesta a tierra del Parque Eólico en ambos extremos. Los equipos de los postes estarán también conectados al sistema de tierras del apoyo.

La longitud total de cada uno de los cables de tierra se indica a continuación:

Conductor de Tierra	Longitud del Cable (m)
1/0 ACSR "Raven"	16,586
1/0 Cobre desnudo	4,280

Consulta Pública

1.4.2.2.9.3 ESTRUCTURA DE POSTES.

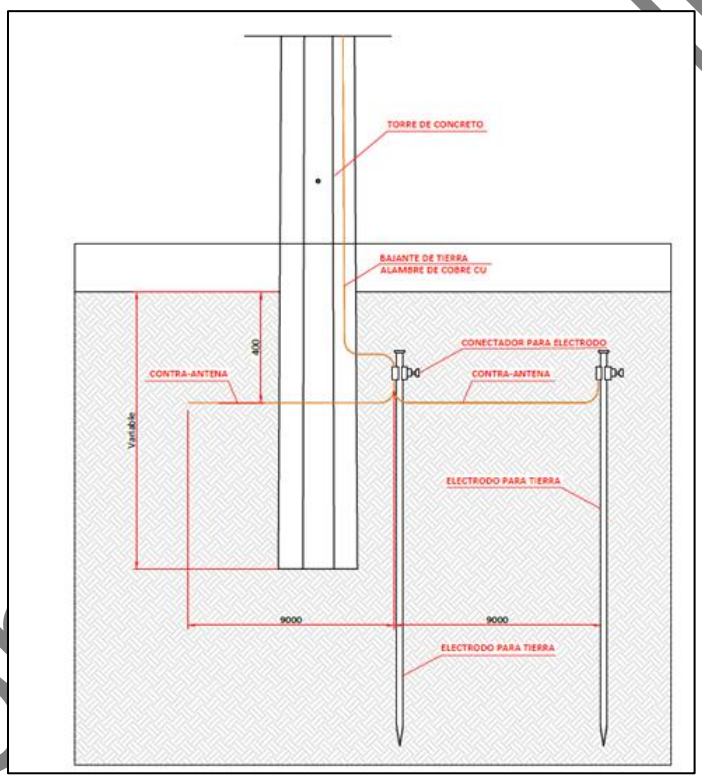
La puesta a tierra de los postes de las líneas aéreas de MT del Proyecto, cumplirán con lo establecido en la especificación "CFE DCCIAMBT: Normas de distribución – Construcción - Instalaciones Aéreas en Media y Baja Tensión".

La puesta a tierra del apoyo se diseñará para que ante la resistividad más desfavorable y para cualquier condición ambiental se cumpla que la resistencia de puesta a tierra sea menor de 25 ohms, tal y como se indica en la normativa Vigente.

El diseño de la PAT de los postes de concreto consta de:

- Dos (2) Electrodos de puesta a tierra AC-16, de diámetro 16 mm y 3 metros de longitud.
- Dos (2) Cables de cobre de 9 metros y sección 2 AWG (Cable Cu 2).

Figura 5. Ejemplo de estructuras de puesta a tierra de los postes.



1.4.2.2.10 SUBESTACIÓN ELEVADORA.

La nueva subestación eléctrica a construir en la planta fotovoltaica estará compuesta por dos sistemas de tensión, un sistema de 34.5 kV ubicado en el interior del edificio, con tipología barra sencilla y celdas blindadas, compuesto por una posición de línea por cada circuito de interconexión que se disponga en planta, posiciones de transformador, una posición de servicios auxiliares, una posición de medida de barras, remonte y acoplamiento.

Copia Pública

Por otro lado, estará formada por un sistema de 115 kV situado en intemperie, con configuración de doble barra, compuesto por una posición de línea, tres posiciones. La aparamenta de este sistema está compuesta por equipos convencionales y equipos compactos.

En el interior del recinto de la subestación se situará también un edificio de control que contendrá las celdas de MT y una sala de control para los diferentes elementos de la subestación. Además, dispondrá de sala de reuniones, despachos, aseos y almacenes, tanto para residuos como para repuestos.

1.4.2.2.10.1 NORMATIVA.

A continuación, se citan las normas y reglamentos que cumplirán las instalaciones:

- IEC 60865 Short Circuit Currents. Corrientes de cortocircuito.
- IEC 60076 Power Transformers. Transformadores de potencia.
- IEC 60137 Bushing for alternating voltages above 1000 V. Aisladores pasantes para tensiones alternas superiores a 1000 V.
- IEC 60214 On-load Tap Changers. Cambiadores de tomas.
- IEC 60354 Loading guide for oil-inmersed power transformers. Guía de carga para transformadores de potencia sumergidos en aceite.
- IEC 60551 Measurement of Transformers and Reactors Sound Levels Determinación del nivel de ruido de los transformadores y reactancias.
- IEC 60056: High-voltage Alternating Current Circuit Breakers. Interruptores automáticos de corriente alterna para alta tensión.
- IEC 60060: High-voltage Test Techniques. Técnicas de ensayos de alta tensión.
- IEC 60267: Guide to the testing of Circuit Breakers with respect to out of phase switching.
- IEC 60129: Alternating current disconnector (isolator) and earthing switches. Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
- IEC 60168: Test on indoor and outdoor post insulators for systems with Nominal voltages greater than 1 000 V. Ensayo de aisladores de apoyo de interior y exterior de cerámica o de vidrio para instalaciones de tensión Nominal superior a 1000 V.
- IEC 60265: High-voltage switches for rated voltage of 52 kV and above. Interruptores de alta tension.
- IEC 60273: Characteristics of indoor and outdoor post insulators for systems with Nominal voltages greater than 1000 V. Características de los aisladores de apoyo de interior y de exterior para instalaciones de tensión Nominal superior a 1 kV.
- IEC 60186: Voltage transformers.Transformadores de tensión.
- IEC 60156: Method for the determination of electric strength of Insulating oils. Líquidos aislantes. Determinación de la tensión de ruptura dieléctrica a frecuencia industrial. Método de ensayo.
- IEC 60358: Coupling capacitors and capacitor dividers. Condensadores de acoplamiento y divisores capacitivos.
- IEC 60185: Current transformers.

Consulta Pública

- IEC 60296: Specification for new insulating oils for transformers and switchgear. Fluidos para aplicaciones electrotécnicas. Aceites minerales aislantes nuevos para transformadores y aparamenta de conexión.
- IEC 60099: Surge Arresters. Pararrayos.
- IEC 896 Stationary lead-acid batteries.
- IEC 60947 Low-voltage switchgear and controlgear. Aparamenta de baja tension.
- IEC 60502: Extruded solid dielectric insulated power cables for rated voltage to 30 kV. Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios para tensiones asignadas de 1 kV (Um= 1,2 kV) a 30 kV (Um = 36 kV).
- IEC 60228: Conductors of insulated cables. Conductores de cables aislados.
- IEC 60540 Test methods for insulations and sheaths of electric cables and cords. Métodos de prueba para revestimientos y aislamientos de cables eléctricos.
- IEC 60230 Impulse test on cables and their accessories. Ensayos de impulsos en cables y sus accesorios.
- IEC 60071 Coordinación de aislamiento.
- IEEE Std 80 Versión 2000. Guide for Safety in AC Substation Grounding. Guía para la Seguridad de puesta a tierra en Subestaciones de C.A.
- IEEE Std 738-2006 Calculating the Current-Temperature or Bare Overhead for Conductors.
- NOM-001-SEDE-2012 Instalaciones Eléctricas.
- NRF-011-CFE-2004 Sistema de Tierra para Plantas y Subestaciones Eléctricas.
- CFE V6700-62-2006 Tableros de Protección, Control y Medición para Subestaciones Eléctricas.
- CFE VY500-16-1982 Criterios Generales de Diseño Eléctrico para los Servicios Propios de Subestaciones de Potencia.
- CFE L0000-06-1991 Coordinación de Aislamiento.
- CFE JA100-65-2011 Cimentaciones para Estructuras de Subestaciones Eléctricas.
- CFE 10100-68-2009 Diseño para Caminos de Acceso a Subestaciones.
- CFE JA100-57-2011 Estructuras Metálicas Mayores y Menores para Subestaciones.
- CFE C0000-44-2011 Estudios Geotécnicos para Ingeniería de Detalle en Subestaciones.
- CFE C0000-13-2011 Edificios y Casetas para Subestaciones Eléctricas.
- CFE C0000-15 Concreto para la Construcción de Estructuras y Cimentaciones de Subestaciones Eléctricas de Potencia y Líneas de Transmisión.

1.4.2.2.10.2 EMPLAZAMIENTO.

La subestación eléctrica quedará emplazada dentro de los terrenos del Área de Proyecto.

1.4.2.2.10.3 SISTEMA DE 34.5 KV.

El sistema de 34.5 kV, dispuesto en celdas de interior con tipología de doble barra, estará formado por tantas celdas de línea como circuitos de interconexión haya en la planta, además de las celdas de transformador, servicios auxiliares, medida, acoplamiento y remonte.

Las celdas serán blindadas, y se instalarán en el interior del edificio de celdas y control, en una sala adecuada a tal efecto.

Consulta Pública

Las características principales de las celdas de interior serán:

- Tensión Nominal red: 34.5 kV.
- Tensión Nominal celda: 36 kV.
- Tensión de ensayo a onda de choque tipo rayo: 170 kV.
- Intensidad Nominal en barras: 1600 A.
- Intensidad Nominal derivaciones de líneas y ss.aa: 1250 A.
- Intensidad Nominal de corte de cortocircuito: 25 kA.
- Capacidad de cierre de cortocircuito, valor cresta: 63 kA.
- Intensidad Nominal de corta duración, 3 s: 25 kA.
- Resistencia a arcos internos, 1 s: 25 kA.
- Tensión de mando motor: 220 Vca.
- Grado de protección componentes de alta tensión: IP65.
- Grado de protección cubículo de baja tensión: IP30.

1.4.2.2.10.4 SISTEMA DE 230 KV

El sistema de 230 kV, dispuesto en el exterior con tipología convencional de doble barra, estará formado por una posición de línea, tres de transformador junto con las de medida, acoplamiento y remonte.

Las características del sistema de 230 kV se muestran a continuación:

- Tensión Nominal del sistema: 230 kV.
- Tensión de ensayo a frecuencia industrial, 60 Hz: 502 kV.
- Tensión de ensayo a onda de choque tipo rayo: 1,050 kV.
- Intensidad Nominal en barras: 1,600 A.
- Intensidad Nominal derivaciones de líneas u ss.aa: 1,250 A.
- Intensidad Nominal de corte de cortocircuito: 100 kA.
- Capacidad de cierre de cortocircuito, valor cresta: 150 kA.
- Intensidad Nominal de corta duración, 3 s: 100 kA.
- Resistencia a arcos internos, 1 s: 100 kA.
- Tensión de mando motor: 220 Vca.
- Grado de protección componentes de alta tensión: IP65.
- Grado de protección cubículo de baja tensión: IP30.

1.4.2.2.11 INSTALACIONES GENERALES

1.4.2.2.11.1 CERRAMIENTO (VALLADO)

Con objeto de disuadir e impedir el acceso de cualquier intruso a la subestación, las instalaciones de la misma estarán protegidas en todo su perímetro por un vallado exterior. Las funciones principales del mismo serán:

- Evitar que personas ajenas a la instalación lleguen a aproximarse a elementos en tensión, protegiendo así su integridad física.
- Proteger las instalaciones de posibles daños intencionados.
- Evitar posibles robos en las instalaciones.

Consulta Pública

El vallado estará compuesto por postes metálicos de tubería de acero reforzado galvanizados de sección circular y una malla también metálica galvanizada de simple torsión de 2.4 metros de altura. Para obtener una óptima fijación del citado vallado, cada poste se fijará sobre un murete de bloques prefabricados de hormigón que se construirá alrededor de toda la plataforma de la subestación, el cual se fijará a su vez sobre un dado de hormigón que se embeberá en el terreno. Esta cimentación contará con unas dimensiones aproximadas de 0.4 metros de anchura y 0.8 metros de altura.

Se montarán tornapuntas de fijación, constituidas por tubo de acero reforzado y galvanizado cada 27 metros, así como en las esquinas y en los cambios de dirección del cerramiento, las cuales quedarán fijadas a postes con patillas de fijación galvanizadas.

Para permitir el acceso al recinto se dispondrá una puerta de doble hoja con un acceso de al menos 6 metros de anchura, dotada de tren de rodadura para deslizamiento sobre carril de guía, así como de los dispositivos necesarios para su apertura y cierre automáticos.

Esta puerta estará formada por un enrejado de tubos metálicos rectangulares montados sobre marco también de tubo rectangular, todo ello galvanizado.

Completará el sistema de acceso una puerta de entrada de personal, de las mismas características constructivas que la anterior, pero de apertura y cierre manual, de 1 metro de anchura.

1.4.2.2.11.2 EDIFICIO DE MONITORIZACIÓN Y CONTROL

El edificio con que contará la subestación Elevadora albergará en su interior en dependencias separadas una sala para las celdas de media tensión, una sala de control para los elementos de la subestación y la planta fotovoltaica, aseos, despachos, sala de reuniones y almacenes.

En la sala de monitorización, se ubicarán los cuadros de servicios auxiliares, protecciones, paneles de control y equipos de comunicaciones. Esta sala de control estará dotada de sistema de ventilación y aire acondicionado para mantener un ambiente y temperatura de trabajo agradable durante todo el año.

En la sala de cabinas se situarán las celdas blindadas de media tensión a la que llegarán los circuitos soterrados provenientes de la planta fotovoltaica.

Para mantener una temperatura óptima para el correcto funcionamiento de los equipos, esta sala contará con un sistema de ventilación forzada.

1.4.2.2.11.3 APARTAMENTA ELÉCTRICA

La superficie de alta tensión de la subestación quedará ubicada en el interior del vallado metálico interno. La instalación cumplirá la normativa referente al diseño y coordinación de la operación de los sistemas eléctricos que operen interconectados.

1.4.2.2.11.4 OBRA CIVIL

La subestación contará con un camino de circunvalación alrededor de los patios de potencia y maniobra, de forma que sea posible también el acceso con vehículo a las zonas de los edificios de control y celdas, facilitándose así todas las labores de montaje, puesta en marcha y mantenimiento de los equipos durante la posterior etapa de explotación del parque fotovoltaico.

Consulta Pública

Además contará con cimentaciones para soportes de aparellaje, que soportan las acciones que les transmiten las estructuras metálicas, cimentaciones de los transformadores de potencia y vías de rodadura, vigas elásticas apoyadas en el terreno, dispondrá de un sistema con la capacidad necesaria para el drenaje superficial de la plataforma y de la superficie de las carreteras y viales, un pozo de recogida de aceite, y una red de tierras, que se instalará un mallado de tierras en el terreno de la subestación, uniendo esta red con la existente en el parque para formar una única red de tierras. La red de tierras será una malla enterrada de cable de cobre de 70 mm^2, formando una retícula y dimensionada para dispersar la máxima corriente de fallo. Todas las estructuras metálicas que se instalen en el parque se conectarán a la red de tierras.

1.4.2.2.12 SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA (BESS)

El Sistema de Almacenamiento BESS estará compuesto por tres partes principales, que en su conjunto formarán un sistema completo con una potencia total de 100 MW en su punto de interconexión, y una reserva de energía total de 150 MWh.

Los componentes del Sistema son:

- Unidades de Almacenamiento.
- Sistema de conversión de potencia (PCS).
- Grupos de Almacenamiento: formados por 4 Unidades de Almacenamiento y 1 PCS.
- Sistema de Almacenamiento: sistema completo, formado por 35 Grupos de Almacenamiento.

Se describen a continuación cada uno de estos elementos.

Unidades De Almacenamiento

Las unidades de Almacenamiento contienen los racks de baterías del BESS y toda la electrónica y equipos de protección para asegurar la correcta y segura operación del sistema.

Características Eléctricas:

Se utilizarán los equipos del fabricante Sungrow, modelo ST2752UX, o similar.

- Capacidad de almacenamiento bruta: 2,752 kWh en corriente alterna.
- Potencia máxima: 1,297 kW.
- Tiempo de aplicación: 2 horas.
- Tensión salida: 1,500 V.
- Tipo refrigeración: líquida.
- Bandejas y racks Li-ion.
- Blade Protection Unit (BPU) integrada con el BMS (Battery Management System)
- Contenedores construidos específicamente para aplicaciones de BESS con medidas: 9,340 x 2,600 x 1730 mm.
- Peso aproximado: 26,400 kg.
- Temperatura máxima de operación: 50°C
- Temperatura mínima de operación: -30°C
- Certificaciones: CE, IEC 62477-1, IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-4, IEC 62619.

Consulta Pública

Figura 6: Ejemplo de Unidad de Almacenamiento de Energía.



Sistema De Conversión De Potencia (Pcs)

Las unidades de conversión contienen la electrónica de potencia encargada de convertir la corriente continua de las unidades de almacenamiento en alterna, compatible con la red eléctrica del Proyecto. De igual manera los PCS son capaces de cargar las unidades de almacenamiento, convirtiendo la corriente alterna proveniente del parque en continua compatible con las baterías.

- Se utilizarán inversores Sungrow, modelo SC5000UD-MV, o similar.
- Inversores DC/AC 5 MVA 1500 VDC / 800 VAC (60 Hz).
- Certificación: CE, IEC 62477-1, IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-4.
- Transformadores 5 MVA (ONAN) 34.5KV Dy11
- Contenedores construidos específicamente para aplicaciones de BESS con medidas: 6058 x 2896 x 2438 mm.
- Peso aproximado: 18,000 kg.

Consulta Pública

Figura 7: Sistema de Conversión de Potencia (PCS).



Unidad de Control

La unidad de control PCS supervisa y coordina la operación de todo el sistema BESS en su conjunto, permitiendo el control automático a través de la parametrización previa o el control manual del sistema a través del SCADA del parque solar.

Grupos de Almacenamiento y Sistema Completo

El Grupo de Almacenamiento estará firmado por 4 unidades de almacenamiento y un PCS. En total se instalarán 35 Grupos de Almacenamiento, los cuales se interconectarán a través de cableado a 34,5 kV en conjuntos de 5, formando un total de 7 circuitos. Los circuitos a 34,5 kV enlazarán los 10 PCS del sistema completo y llegarán hasta las celdas de interconexión de la subestación transformadora de la planta fotovoltaica.

El Sistema Completo será capaz de suministrar 90.30 MWh en 3 horas, a una potencia de 30.1 MW medida en el punto de interconexión. De forma límite, podría suministrar la energía almacenada en un tiempo mínimo de 2 horas.

El acceso a las baterías y otros equipos contenidos en el gabinete es posible a través de una serie de puertas instaladas a lo largo del contenedor. Los contenedores ofrecen una clasificación de protección de ingreso IP55 o superior y están diseñados para resistir pruebas de lluvia UL 50E e IEEE C37.20.2. Todos los contenedores de baterías están equipados con sistemas de enfriamientos completamente redundantes, así como sistemas de extinción de incendios. Los contenedores de almacenamiento pueden instalarse en cimientos, losas, dalas o incluso grava. Los contenedores de almacenamiento y PCS de cumplen con el Código Internacional de Construcción.

Consulta Pú

El trasporte de los componentes del sistema se simplifica enormemente a que los gabinetes de los equipos son contenedores estándar, así que toda la infraestructura de transporte es compatible sin mayores cambios.

Sistema de Control y Modos de Operación

Una vez instalado, el sistema de almacenamiento tendrá la capacidad de ejecutar las siguientes funciones:

- Servicios de potencia activa: Regulación de frecuencia, respuesta en frecuencia, limitación de picos (peak shaving), firming, reducción de restricciones (curtailment), despacho programado, control de rampa, comandos remotos de potencia, comandos programados de potencia, gestión del estado de carga.
- Servicios de potencia reactiva: control de voltaje, droop de voltaje, control de factor de potencia, control de VAR.

Despacho programado – La programación de carga y descarga del sistema BESS puede ser programada por horarios, directamente en el panel de control o por medio de un comando remoto.

Firming – El controlador de planta (PC) de manera automática carga y descarga el BESS para garantizar un objetivo predeterminado de potencia en el punto de interconexión, con una banda muerta ajustable.

Reducción de restricciones (Curtailment) – Cuando una planta generadora de energía intermitente tiene la capacidad de generar energía, pero a su vez tiene una restricción de generación (límite de potencia en el punto de generación y/o una orden de restricción de generación por parte del operador de la red eléctrica), el BESS podrá absorber la energía excedente. En horarios de baja generación, el BESS es capaz de liberar la energía acumulada, evitando así de manera efectiva la pérdida de energía.

Gestión del estado de carga – El PC cargará o descargará el BESS basado en el estado de carga de las baterías, promoviendo una mayor vida útil para el sistema.

El PC está diseñado para interactuar con el sistema SCADA de la planta comunicando parámetros importantes, notificaciones del sistema y avisos de alarma, así como habilitando el control operacional. El PC integrará el control y la comunicación de los múltiples bloques de corriente alterna y continua con sus inversores asociados, así como el sistema de almacenamiento completo, unidades de almacenamiento, PCSs y Grupos de Almacenamiento.

Cada batería está equipada con un sistema de gestión (BMS) que supervisa y mantiene la batería para un rendimiento óptimo de acuerdo parámetros de control del sistema. El BMS controla y protege la batería, y transmite información para monitorear el estado de la batería: controla la temperatura de las celdas, mide los parámetros de voltaje y corriente e informa sobre el estado de la batería. El BMS puede abrir contactores para aislar eléctricamente un módulo de batería con fallas del resto, cuando las condiciones de funcionamiento mejoran o cuando el estado de la batería vuelva a la normalidad, el BMS volverá a conectar el módulo al resto del rack. Además, cada BMS también incluye un fusible que puede proteger contra eventos de sobre-corriente si pudiesen afectar el control de la batería por parte del BMS.

Consulta Pública

El PC se puede integrar al sistema SCADA de la planta principal por medio de un protocolo de comunicación. Además, el PC puede funcionar como la interfaz principal para monitorear toda la información del sistema, comunicarse con ubicaciones remotas, realizar servicios de red, proporcionar datos para las unidades HMI y SCADA.

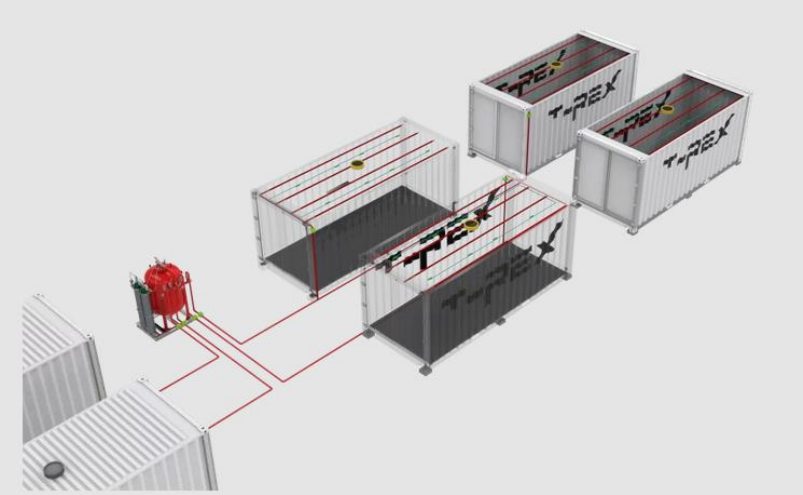
Sistema de Prevención de Incendios

Para el sistema de almacenamiento de energía mediante baterías (BESS), se instalará un sistema de prevención de incendios que cumplirá con las siguientes medidas para minimizar el riesgo de incendio en el BESS y sus consecuencias:

- Las salas y los edificios de BESS serán de uso exclusivo, es decir, no se utilizarán para ningún otro fin y solo podrán acceder a ellos quienes estén obligados a operar, mantener, probar o inspeccionar el equipo de BESS.
- Los sistemas BESS deben ubicarse en contenedores o recintos no combustibles al menos a 3 metros de otros equipos, edificios, estructuras o almacenamientos. Esta distancia sólo se reducirá cuando se instale una barrera contra incendios adecuada (con una resistencia al fuego mínima de 1 hora) entre la unidad BESS y los edificios/estructuras expuestos, las superficies expuestas (por lo general, paredes expuestas) sean resistentes al fuego y ciegas (es decir, sin aberturas), o los cerramientos del BESS estén construidos con paredes y techos ciegos resistentes al fuego.
- Los contenedores u otros recintos utilizados para albergar el equipo BESS no deberían exceder las dimensiones de los contenedores (dimensiones máximas, 16,2 m de largo, 2,6 m de ancho, 2,9 m de alto).
- Los sistemas BESS deberían estar al menos a 15 metros de las entradas de aire del sistema de climatización del edifico del edificio.
- Cuando no se pueda evitar la instalación de equipos BESS en locales que formen parte de edificios con otros usos, estos deberían estar separados de otras áreas por una construcción resistente al fuego durante un mínimo de 2 horas.
- Dentro de los contenedores estarán instalados los siguientes sistemas:
- Sistemas de detección de incendios: Sensores de humo y temperatura que permiten una respuesta rápida ante posibles incidentes.
- Extinción de incendios: Sistemas de supresión diseñados específicamente para baterías de ion-litio, como agentes químicos o sistemas de agua nebulizada.
- Gestión térmica: Mecanismos de refrigeración para evitar el sobrecalentamiento de las baterías.
- Sistema de gestión de baterías (BMS): Monitorea el estado de las baterías y previene condiciones peligrosas como sobrecargas o cortocircuitos.

Consulta Pública

Figura 8: Ejemplo de Sistema de Prevención de Incendios en el Área de BESS.



1.4.2.3 *OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO*

Esta actividad es realizada por personal de puesta en servicio y apoyados por el equipo de construcción para corregir cualquier cambio necesario para el correcto funcionamiento de la integración de todos y cada uno de los sistemas del Proyecto.

En concreto, las actividades de supervisión de construcción en las pruebas y en la puesta en servicio serán las siguientes:

- Apoyo al equipo de Puesta en Marcha en los trabajos de pruebas operativas a los equipos y sistemas de las obras del Proyecto.
- Corrección de cambios en los equipos o cableados originados por las pruebas operativas realizadas por el equipo de Puesta en Marcha.
- Preparación de los dosieres de la ingeniería de obra civil y montaje electromecánico en colaboración con el personal de calidad en obra.
- Atender el listado de pendientes de obra civil y montaje electromecánico hasta terminarlos para su la recepción final de las obras del Proyecto.

1.4.2.3.1 PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO.

Esta actividad se realiza en dos fases, la primera es ejecutada por el equipo de supervisión de construcción y la segunda parte es llevada a cabo por el departamento de la puesta en servicio.

Después que el equipo de supervisión de construcción termine con las pruebas pre-operativas de todos los equipos de forma individual, este último pasa a ser responsabilidad del personal de puesta en marcha, quien será el encargado de realizar la integración funcional de todo el equipamiento de las obras.

1.4.2.3.2 MANTENIMIENTO.

El conjunto de actividades de mantenimiento que pueden agruparse en:

- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento predictivo

Consulta Pública

- Mantenimiento correctivo
- Actividades de mantenimiento extraordinario

A continuación, se detalla cada una de ellas.

1.4.2.3.3 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El Mantenimiento Preventivo comprende aquellas actuaciones e inspecciones cuyo objetivo es evitar y detectar posibles fallos en los equipos que puedan traducirse en un posterior evento que implique actuaciones correctivas.

El mantenimiento preventivo debe plantearse en intervalos regulares y conforme a los requisitos estipulados por los distintos suministradores de equipos, así como por la normativa aplicable.

El Plan de Mantenimiento será el documento base a utilizar por parte del operador en las labores de Operación y Mantenimiento.

El mantenimiento preventivo deberá llevarse a cabo de forma tal, que no afecte a las prestaciones del Proyecto, ni a su disponibilidad o cualquier limitación a la generación derivada de estas tareas. Concretamente, siempre que sea posible, se programará el mantenimiento que afecte a la producción fuera de la jornada de mayor recurso solar, para niveles de radiación bajos (al inicio o al final del día).

Dentro de los trabajos a realizar, se engloban a modo enunciativo las siguientes tareas:

1.4.2.3.4 ACTIVIDADES DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Los trabajos de mantenimiento preventivo incluirán, como mínimo, las siguientes tareas:

- Inspección y comprobación del correcto funcionamiento de todos los equipos, para garantizar la operatividad de los generadores fotovoltaicos e inversores, de acuerdo con las especificaciones aplicables, incluyendo inspección visual y comprobación de rendimiento de los equipos.
- Inspección y corrección de conexiones y anclajes.
- Cumplimentación de las fichas de revisiones periódicas, producciones, averías, incidencias externas y almacén de componentes.
- Revisión periódica de los datos monitorizados del día anterior en busca de anomalías.
- Inspección de los componentes sometidos a desgaste y su reemplazo, en caso de ser necesario.
- Comprobación de estado del sistema de seguridad.
- Comprobación de estado de los elementos que componen el stock de repuestos.
- Comprobación de estado de todos los equipos que componen el sistema de monitorización, el sistema de comunicación y el sistema de seguridad y vigilancia de la planta.
- Atención de fallos o mensajes y pequeñas reclamaciones que no requieran un mantenimiento correctivo.
- Acopio de los residuos resultantes, incluida su adecuada gestión, así como el desbroce del terreno en la medida en que sea necesario.
- Comprobación del correcto funcionamiento de los elementos de protección.

Consulta Pública

- Mantenimiento preventivo y revisión periódica del sistema de avisos instantáneos.
- En general, el mantenimiento de todos los equipos y sistemas que componen el Proyecto.

1.4.2.3.5 PERIODICIDAD DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

En el manual de mantenimiento se establecerá la frecuencia de las tareas descritas. Dicho manual será particular de cada Proyecto, en función de los requisitos operativos requeridos.

A modo de ejemplo, se muestra la siguiente periodicidad y nivel de actividad aplicable a las tareas descritas anteriormente y en función del elemento a mantener:

Actividades semestrales

- Revisión del par de apriete de los pernos de anclaje y tornillería: Se realiza una revisión anual de la tortillería del aerogenerador para mantener el par de apriete correcto.
- Repasos de pintura: Las fases en las que hay ausencia de viento, se aprovechan para revisar el estado de la pintura que protege la estructura metálica, reparándose aquellas zonas donde se observe cualquier deterioro u oxidación
- Revisión y reposición de los niveles de aceite: de manera programada a lo largo del año se hace una revisión a los equipos del aerogenerador para detectar cualquier posible fuga o pérdida. En caso de detectarse cualquier fuga o disminución de los niveles de aceite, se sigue el manual de operación y mantenimiento que entregará el fabricante en el momento de la recepción provisional de las instalaciones.
- Sustitución del pequeño material de los circuitos oleohidraúlicos: como puedan ser manguitos, racores, etc., de acuerdo con el programa de mantenimiento o bien porque se detecte un estado deteriorado del mismo

1.4.2.3.6 MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS BESS

Mantenimiento preventivo para el BESS

- Inspección visual mensual de gabinetes y módulos para detectar daños, corrosión o fugas
- Verificación del nivel de carga y estado de salud a través del BESS, asegurando que el nivel de carga se mantenga dentro de rangos óptimos (20 %–80 %)
- Limpieza de terminales, gabinetes y áreas de ventilación para evitar acumulación de polvo y sales que afecten las conexiones eléctricas
- Torque de conexiones y revisión de tornillería cada 3 meses, garantizando pares de apriete según especificaciones del fabricante
- Control de condiciones ambientales (temperatura y humedad) en la sala de baterías, manteniendo entre 15 °C y 25 °C y humedad relativa < 60 %

Mantenimiento predictivo para el BESS

- Termografía semestral de strings y busbars para identificar “puntos calientes” antes de que deriven en fallas
- Medición de resistencia interna e impedancia de módulos cada 6 meses para evaluar el envejecimiento celular

Consulta Pública

- Prueba de capacidad anual mediante ciclo controlado de descarga hasta 80 % de la profundidad de la descarga y registro de Ampere hora (Ah) entregados vs. nominal

Mantenimiento correctivo para el BESS

- Sustitución inmediata de módulos con aumento de resistencia interna o pérdida de capacidad > 10 %
- Reemplazo de fusibles, contactores o cables dañados detectados en inspecciones eléctricas
- Reparación o cambio de componentes del sistema de climatización o refrigeración que afecten la temperatura óptima de operación

Roles y responsabilidades

- Operador de planta: seguimiento diario de alarmas y parámetros del BESS
- Técnico de mantenimiento: ejecución de inspecciones, limpieza y ajustes mecánicos
- Ingeniero de confiabilidad: análisis de tendencias, pruebas predictivas y gestión de cambios
- Gestor de calidad y seguridad: verificación de cumplimiento de normas aplicables.

1.4.2.3.7 MANTENIMIENTO PREDICTIVO.

El mantenimiento predictivo incluye todas las técnicas destinadas a pronosticar el fallo de un equipo, de tal forma que el componente afectado pueda reemplazarse o repararse de forma planificada antes de que falle. De esta manera, la disponibilidad y el tiempo de vida de los equipos se maximiza.

Los métodos de mantenimiento predictivo más habituales son:

- Monitorización continua mediante sensores para detectar anomalías en turbinas y generadores.
- Análisis de vibraciones para identificar desgaste en componentes mecánicos.
- Uso de inteligencia artificial para predecir fallos y mejorar la planificación del mantenimiento.
- Inspecciones remotas con drones y cámaras térmicas para evaluar el estado de las palas.
- Optimización de tiempos de intervención, reduciendo paradas innecesarias y maximizando la producción energética.

1.4.2.3.8 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

En caso de que se produzca un fallo o avería, el equipo de mantenimiento realizará las acciones necesarias para corregir la avería y cambiar las piezas defectuosas, de tal modo que el Proyecto vuelva a funcionar correctamente en el menor tiempo posible.

Dentro del alcance de los servicios de mantenimiento correctivo podrá incluirse:

- Inspección y diagnóstico de fallos en componentes mecánicos y eléctricos.
- Reemplazo de piezas dañadas, como palas del rotor, generadores o sistemas de transmisión.
- Reparación de sistemas eléctricos, incluyendo cableado, transformadores y conexiones.
- Lubricación y ajuste de componentes mecánicos para restaurar su funcionamiento.
- Corrección de fallos en el sistema de control, como sensores y software de monitoreo.
- Revisión y reparación de estructuras, incluyendo torres y cimentaciones.
- Pruebas de funcionamiento tras la reparación para asegurar la eficiencia del aerogenerador.

Consulta Pública

Es necesario destacar que la sustitución masiva derivada de un evento no cubierto por garantías o causa de fuerza mayor, no debe considerarse dentro del alcance del mantenimiento correctivo. Tales eventos serán ejecutados a través de actividades de mantenimiento extraordinario como servicios adicionales.

1.4.2.3.9 MANTENIMIENTO EXTRAORDINARIO.

Los trabajos o actividades no incluidos en el alcance especificado anteriormente se deberán considerar como actividades de mantenimiento extraordinarias.

Algunos ejemplos de actividades de mantenimiento extraordinarias:

- Reformas o modificaciones que supongan un cambio sustancial en el Proyecto, en comparación con el Proyecto original.
- Sustitución o reparación de los equipos debido a robo o por averías por causas de fuerza mayor.
- Gestión de residuos generados en los trabajos incluidos en el alcance del servicio, a través de los organismos o empresas autorizados.
- Predicción de la producción.
- Servicios de seguridad.
- Formación.
- Extensión de garantía de seguidores.
- Mantenimiento extraordinario de inversores

1.4.2.4 *DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO DE LAS INSTALACIONES*

Aunque la vida útil de las instalaciones es de aproximadamente 50 años, se considera indefinida si se van reponiendo los elementos eléctricos o mecánicos necesarios para el buen funcionamiento del parque y que, en un futuro, se seguirá haciendo uso de la infraestructura para nuevas tecnologías eólicas. Por esto no se considera la etapa de abandono en las instalaciones.

En caso de abandono, los trabajos necesarios para el desmantelamiento de los aerogeneradores serán, de forma general, los siguientes:

- Descenso del rotor mediante grúa;
- Desmantelamiento de las palas del buje;
- Retirada de la góndola mediante grúa;
- Traslado de la góndola a taller para proceder a su desmantelamiento;
- Desmantelamiento de torre;
- Retirada de los cables de media tensión, baja tensión y control, que acceden al aerogenerador
- Señalización de las cimentaciones.

Los trabajos se realizarán, en la medida de lo posible, en serie, es decir, aprovechando la presencia de la grúa en obra se procederá al descenso de todos los rotores y góndolas de los aerogeneradores

En caso de que se lleve a cabo esta etapa, se realizará en un lapso de 2 años de acuerdo al siguiente cronograma:

Consulta Pública

1.4.3 INVERSIÓN REQUERIDA

La inversión requerida para la instalación del Proyecto incluyendo los trabajos necesarios para acondicionar el predio, la obra civil, la construcción, los insumos y el personal necesario, es de $298,500,000 de USD, por lo que para la etapa de preparación se dispondrán de $89,550,000 de USD y $179,100,000 de USD para la construcción. Para la operación y mantenimiento se destinarán $29,850,000 millones de USD por año durante la duración del Proyecto.

El costo aproximado para la aplicación de las medidas de mitigación corresponde a aproximadamente al 2% del valor total de la inversión (aproximadamente 5,970,000 de USD).

Consulta Pública

1.4.4 PROGRAMA DE TRABAJO

El Proyecto se desarrollará en las siguientes etapas:

Preparación y construcción - Para la cual se estima un plazo de 7 años; 2 años para preparación y 5 para construcción.

Operación y Mantenimiento - Para lo cual se estima un plazo de 30 años. La vida útil del Proyecto puede extenderse con las medidas de mantenimiento que se implementen a lo largo de estas etapas.

Abandono: Para lo cual se estima un plazo de dos años. En su momento, y previo a que esto suceda, se presentará el plan de abandono, mismo que será vinculado con la legislación que en ese momento se encuentre vigente.

Actividad	Años Preparación y Construcción								Años Operación y Mantenimiento																																		
	0	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Etapa de preparación																																										
Obtención de permisos y tramites	X	X	X																																								
Programa de Vigilancia Ambiental		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X										X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Señalización y colocación de valla provisional		X	X																																						
Preparación del sitio (desmonte y despalme)		X	X																																						
Limpieza del terreno		X	X																																						
Etapa de Construcción																																									
Obras y Actividades provisionales				X	X																																				
Cimentaciones y construcciones (Obra Civil)				X	X	X	X	X																																	
Obras Asociadas					X	X	X	X																																	
Izado de Góndolas					X	X	X	X																																	
Armado del Aerogenerador					X	X	X	X																																	
Montaje de equipo (Subestación Elevadora (SE))						X	X	X																																	
Instalaciones mecánicas						X	X	X																																	
Pruebas generales							X	X																																	
Prueba de funcionamiento							X	X																																	
Comprobación de prestaciones							X	X																																	
Puesta en marcha							X	X																																	
Etapa de Operación y Mantenimiento																																									
Operación										X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mantenimiento										X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Consulta Pública

1.4.5 RESIDUOS

Durante las actividades de preparación, construcción, operación y mantenimiento del Proyecto se generarán residuos sólidos (no peligrosos, de manejo especial, peligrosos) y aguas sanitarias:

1.4.5.1 *RESIDUOS SÓLIDOS*

Los residuos sólidos se clasifican en no peligrosos y peligrosos

1.4.5.1.1 RESIDUOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS

Se clasifican en:

- Residuos sólidos urbanos
- Residuos susceptibles a reutilización y reciclaje
- Residuos de manejo especial

Durante la obra (y al final está) y durante las actividades de operación y manejo los residuos sólidos no peligrosos realmente producidos (tipo y cantidades) quedarán registrados en las correspondientes bitácoras.

- Bitácora de residuos sólidos urbanos y susceptibles de reutilización y reciclaje.
- Bitácora de residuos de manejo especial.

Tabla 4: Clasificación de residuos sólidos no peligrosos.

Residuo	Origen
Madera	Residuos de concreto (cimentaciones)
Papel	Producto de desmonte y despalme
Cartón	Material producto de excavación
Metales	Electrónicos (distintos componentes, cables, etc.)
Plásticos (PET)	Residuos de rocas
Vidrio	Residuos de demolición (cemento)
Basura (restos de comida, envolturas, etc.)	Metálicos (chatarra)
Residuos sólidos urbanos (susceptibles a reutilización y reciclaje)	Residuos de Manejo Especial

1.4.5.1.2 RESIDUOS PELIGROSOS

Categorización De Generadores Y Registro

Antes de iniciar el proceso constructivo (obra civil, montaje electromecánico y pruebas preoperativas) del Proyecto donde se prevé generar residuos peligrosos, se tiene la obligación de definir la categorización en este caso en la categoría de Pequeño Generador (entre 450 kg y 10 t) así como obtener su registro ante SEMARNAT en la delegación federal del estado de Tamaulipas.

Los residuos serán clasificados como peligrosos cuando:

- Se encuentren definidos como tal en la legislación ambiental.
- Se encuentren en alguno de los listados de la NOM-052-SEMARNAT-2005.

Consulta Pública

- Cuando sean biológico-infecciosos, se gestionarán de acuerdo con la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002.
- Sean productos usados, caducos o fuera de especificación.
- Exista una mezcla de Residuos Peligrosos (RP) con otros residuos o los envases que contuvieron sustancias o residuos peligrosos y aquellos equipos o construcciones que hubiesen estado en contacto con RP y sean desechados.
- Se mezcle suelo con residuos peligrosos, debido a algún derrame o por lixiviación de RP al suelo.

Los residuos peligrosos en donde se determine alguna de las características CRETIB, resultado de alguna prueba o análisis. Dichos registros deberán conservarse durante 5 (cinco) años. Estos serán registrados en la bitácora de generación de acuerdo con las características CRETIB, asignando el Código de Peligrosidad de los Residuos (CPR), basándose en la siguiente tabla:

Consulta Pública

Tabla 5: Características de los residuos CRETIB.

Características	Descripción	CPR
Corrosividad	Es corrosivo cuando presenta cualquiera de las siguientes propiedades:	C
	Es un líquido acuoso y presenta un pH menor o igual a 2.0 o mayor o igual a 12.5 de conformidad con el procedimiento que se establece en la NOM correspondiente	
	Es un sólido que cuando se mezcla con agua destilada presenta un pH menor o igual a 2.0 o mayor o igual a 12.5 de conformidad con el procedimiento que se establece en la NOM correspondiente	
	Es un líquido no acuoso capaz de corroer el acero al carbón, tipo SAE 1020, a una velocidad de 6.35 mm o más por año a una temperatura de 328 K (55°C), según el procedimiento que se establece en la NOM correspondiente.	
Reactividad	Es reactivo cuando presenta cualquiera de las siguientes propiedades:	R
	Es un líquido o solido que después de ponerse en contacto con el aire se inflama en un tiempo menor a cinco minutos sin que exista una fuente externa de ignición, según el procedimiento que se establece en la NOM correspondiente.	
	Cuando se pone en contacto con el agua reacciona espontáneamente y genera gases inflamables en una cantidad mayor de 1 litro por kilogramo del residuo por hora, según el procedimiento que se establece en la NOM correspondiente	
	Es un residuo que en contacto con el aire y sin una fuente de energía suplementaria genera calor, según el procedimiento de la NOM correspondiente.	
	Posee en su constitución cianuros o sulfuros liberables, que cuando se expone a condiciones acidas genera gases en cantidades mayores a 250 mg de ácido cianhídrico por kg de residuo o 500gm de ácidos sulfhídrico por kg de residuo, según el procedimiento que se establece en la NOM correspondiente	
Explosividad	Es explosivo cuando es capaz de producir una reacción o descomposición detonante o explosiva solo o en presencia de una fuente de energía o si es calentado bajo confinamiento. Esta característica no debe determinarse mediante análisis de laboratorio, por lo que la identificación de esta característica debe estar basada en el conocimiento del origen o composición del residuo.	E
Toxicidad	Es toxico ambiental cuando el extracto del PECT, obtenido mediante el procedimiento establecido en la NOM-053-SEMARNAT-1993, cuando contiene cualquiera de los constituyentes tóxicos de la Tabla 2 de la NOM-052-SEMARNAT-2005 en una concentración mayor a los limites ahí señalados, la cual deberá obtenerse según los procedimientos que se establecen en las NOM correspondientes	T
Ambiental	Característica de una substancia o mezcla de sustancias que ocasionan un desequilibrio ecológico	Te
Aguda	Grado en el cual una sustancia o mezcla de sustancias puede provocar, en un corto periodo de tiempo o en una sola explosión, daños o la muerte de algún organismo.	Th
Crónica	Propiedad de una substancia o mezcla de sustancias de causar efectos dañinos a largo plazo en los organismos, generalmente a partir de explosiones continuas o repetidas y que son capaces de producir efectos cancerígenos, teratógenos o mutagénicos.	Tt
Inflamabilidad	Es inflamable cuando presenta cualquiera de las siguientes propiedades:	I
	Es un líquido o una mezcla de líquidos que contienen sólidos en solución que tiene un punto de una inflamación inferior a 60.5 C, medido en copa cerrada, de conformidad con el procedimiento que se establece en la NOM correspondiente, quedando excluidas las soluciones acuosas que contengan un porcentaje de alcohol, en volumen, menor a 24%.	
	No es un líquido y es capaz de provocar fuego por fricción, absorción de humedad o cambios químicos espontáneos a 25 °C, según el procedimiento que se establece en la NOM correspondiente.	
	Es un gas que, a 20 °C y una presión de 101.9 kPa, arde cuando se encuentra en una mezcla del 13% o menos por volumen de aire, o tiene un rango de inflamabilidad con el aire de cuando menos 12 % sin importar el límite inferior de inflamabilidad.	
	Es un gas oxidante que puede causar o contribuir más que el aire, a la combustión de otro material	
Biológico / infeccioso	Es biológico - infeccioso de conformidad con lo que se establece en la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002	B
Cuando se trate de una mezcla de residuos peligrosos listados 3 y 4 de la NOM052-SEMARNAT-2005, se identificarán con la característica de residuos peligrosos de mayor volumen, agregándole al CPR la Letra M		
Cuando se trate de una mezcla de residuos peligrosos listados 3 y 4 de la NOM052-SEMARNAT-2005, se identificarán con la característica de residuos peligrosos de mayor volumen, agregándole al CPR la Letra M		

Se deberá asignar la clave correspondiente de acuerdo con los listados 1, 2, 3, 4 y 5 de la NOM-052-SEMARNAT-2005, con los siguientes datos: nombre genérico y clave del residuo peligroso:

Consulta Pública

Tabla 6: Categoría de los residuos peligrosos.

Categoría	Tipo	Clave
Aceite Gastado	Dieléctricos	05
	Lubricantes	01
	Hidráulicos	03
	Solubles	02
	Templado de Metales	06
	Otros (especifique)	04
Breas	Catalíticas	B1
	De Destilación	B2
	Otras (Especifique)	B3
Biológico-Infecciosos	Cultivo y Cepas	BI1
	Objetos Punzocortantes	BI2
	Residuos Patológicos	BI3
	Residuos No Anatómicos	BI4
	Sangre	BI5
Escorias de Metales Pesados	Finas	E1
	Granulares	E2
Líquidos Residuales de Proceso	Corrosivos	LR1
	No Corrosivos	LR2
Lodos Aceitosos		**L6**
Lodos Provenientes de:	Galvanoplastia	L3
	Proceso de Pinturas	L5
	Templado de Metales	L4
	Tratamiento de Aguas de Aguas de Proceso	L2
	Tratamiento de Aguas Negras	L1
	Otros (especifique)	L7
Sólidos	Telas, Pieles o Asbesto encapsulado	SO1
	De Mantenimiento Automotriz	SO2
	Con Metales Pesados	SO5
	Tortas de Filtro	SO3
	Otros (especifique)	SO4
Solventes	Orgánicos	S1
	Órgano Clorados	S2
Sustancias Corrosivas	Ácidos	C1
	Álcalis	C2

Consulta Pública

Cuando se trate de una mezcla de residuos peligrosos de los Listados 3 y 4 de la NOM-052-SEMARNAT-2005, se identificarán con la característica del residuo de mayor volumen, agregándole al CPR la letra "M". Cada residuo peligroso será identificado con diferentes símbolos de características de peligrosidad para la identificación y etiquetado de bidones de residuos peligrosos, de acuerdo con la NOM-052-SEMARNAT-2005 según aplique y corresponda.

Los residuos peligrosos que se tienen contemplados provienen de bolsas, estopas y trapos impregnados de hidrocarburos o/y aceites; y de envases plásticos y metálicos que contuvieron aceites, diésel o gasolina.

1.4.5.1.3 RESIDUOS LÍQUIDOS

Los únicos residuos líquidos que se generaran durante el Proyecto serán las aguas sanitarias, provenientes de los baños móviles durante la etapa de operación y construcción y será la empresa contratada para brindar este servicio quien se encargue de la recolección, tratamiento y disposición final de este residuo.

Se calcula un sanitario por cada 25 trabajadores, por lo tanto, para las 1,250 personas que laborarán durante la duración de las etapas de preparación y construcción del Proyecto; se utilizarán 340,500 litros de agua al mes. Calculando la contratación de 50 baños portátiles con un gasto de agua diaria de 34.4285 litros (por sanitario).

Durante la operación y el mantenimiento del Proyecto se utilizarán los sanitarios de las instalaciones del Proyecto, que contarán con una fosa séptica y se contratara el servicio con una empresa autorizada para su limpieza y mantenimiento. Se calcula un gasto de 13,500 litros al mes. Con un gasto de 9 litros por persona diario para las 50 personas que laborarán en esta etapa.

En caso de que la etapa de abandono se llevara a cabo, se estima que se usaran 40,860 litros de agua al mes. Calculando la contratación de 6 baños portátiles (1 por cada 25 personas) con un gasto de agua diaria de 34.4285 litros (por sanitario) para los 150 trabajadores que participarán en esta etapa.

1.4.5.1.4 CANTIDADES DE GENERACIÓN

La identificación de cada uno de los residuos a generar en el Proyecto, y la estimación inicial de las cantidades totales, son los indicados en la siguiente tabla; para su cálculo se han tenido en consideración las actividades generadoras de residuos, datos del Proyecto conocidos hasta el momento y datos de residuos producidos en Proyectos similares.

Se calcula que se producirán 4.23 toneladas de basura urbana durante la duración de las etapas de preparación y construcción. Durante la etapa de operación y mantenimiento la producción de residuos sólidos será de 0.10 t al año, debido a que la presencia de personal en el Proyecto se reduce. En caso de que se llegara a realizar el abandono, se producirán 4.5 t de basura urbana para los 9 meses que durará esta etapa.

Durante las etapas de Preparación y de Construcción, se generarán alrededor de 1,647,430.606 m^3 de residuos de manejo especial, provenientes de los restos de los materiales de las excavaciones; cabe resaltar que este material será almacenado para su posterior utilización en las zonas de construcción (cimentaciones, rellenado de zanjas, etc.).

Para el caso de la fase de abandono, se estima que se generarán 183,047.85 m^3 de residuos de manejo especial.

La estimación de generación de residuos durante las fases del Proyecto serán las siguientes cantidades:

Para las etapas de Preparación y Construcción:

Consulta Pública

Tabla 7. Residuos estimados en la etapa de Preparación.

Etapa de Preparación				
Tipo de residuo	**Nombre**	**Cantidad (m^3)**	**Cantidad (toneladas)**	**Observaciones**
Residuos no peligrosos	Urbanos		0.067	
	Madera		0.05	
	Metal (fierro dulce)		0.083	
	Cartón		0.0083	
	Aluminio		0	
	Cobre (cable)		0	
	Vidrio		0	
	Plásticos (PET) y otros		0.025	
Residuos de Manejo especial	Residuos de excavaciones, concreto y escombro	549,143.54	Parte del material de excavación se utilizará para el relleno de las obras necesarias, siempre y cuando cumplan con las características necesarias	
Residuos Peligrosos	Solidos con Hidrocarburos (trapos, plásticos, cartón, filtros)		0.033	
	Solidos con solventes y pinturas (trapos, plásticos, contenedores)		0.033	
	Suelo contaminado con hidrocarburos y solventes		0.5	
	Aceites gastados (lubricante e hidráulico)		0.075	
	Envases de aerosol		0.0167	
		549,143.54	**0.89167**	

Tabla 8: Residuos estimados en la etapa de Construcción.

Etapa de Construcción				
Tipo de residuo	**Nombre**	**Cantidad (m^3)**	**Cantidad (toneladas)**	**Observaciones**
Residuos no peligrosos	Urbano		4.167	
	Madera		833.33	
	Metal (fierro dulce)		5	
	Cartón		416.67	
	Aluminio		291.67	
	Cobre (cable)		104.167	
	Vidrio		0.93	
	Plásticos (PET) y otros		29.167	
Residuos de Manejo especial	Residuos de excavaciones, concreto y escombro	1,098,287.071	Parte del material de excavación se utilizará para el relleno de las obras necesarias, siempre y cuando cumplan con las características necesarias	
Residuos Peligrosos	Solidos con Hidrocarburos (trapos, plásticos, cartón, filtros)		0.4167	
	Solidos con solventes y pinturas (trapos, plásticos, contenedores)		0.4167	
	Suelo contaminado con hidrocarburos y solventes		2.5	

Consulta Pública

Etapa de Construcción				
Tipo de residuo	Nombre	Cantidad (m^3)	Cantidad (toneladas)	Observaciones
	Aceites gastados (lubricante e hidráulico)		2.083	
	Silicón y Resinas		0.25	
	Envases de aerosol		0.083	
	Envases de electrolitos (envases y baterías)		0.083	
	Pinturas / Solventes (estado líquido)		0.25	
	Residuos de soldadura (escorias)		0.25	
	Residuos de soldadura cadweld		0.25	
	Residuos de acido		0.04167	
	Agua con aceite		0.04167	
	Residuo de asfalto		1	
	lámparas fluorescentes y pilas		0.04167	
		1,098,287.071	**1,692.808**	

Tabla 9: Residuos estimados en la etapa de Operación y Mantenimiento.

Etapa de Operación y Mantenimiento				
Tipo de residuo	Nombre	Cantidad (m^3)	Cantidad (toneladas)	Observaciones
Residuos no peligrosos	Basura municipal (restos de comida, envolturas, etc.)		0.100	
	Madera		3.000	
	Metal (fierro dulce)		2.500	
	Cartón		0.400	
	Aluminio		0.300	
	Cobre (cable)		0.300	
	Vidrio		0.020	
	Plásticos (PET) y otros		0.020	
Residuos de Manejo especial	Residuos de excavaciones, concreto y escombro	0.067	Parte del material de excavación se utilizará para el relleno de las obras necesarias, siempre y cuando cumplan con las características necesarias	
Residuos Peligrosos	Solidos con Hidrocarburos (trapos, plásticos, cartón, filtros)		0.04	
	Solidos con solventes y pinturas (trapos, plásticos, contenedores)		0.04	
	Suelo contaminado con hidrocarburos y solventes		0.05	
	Aceites gastados (lubricante e hidráulico)		0.06	
	Silicón y Resinas		0.01	
	Envases de aerosol		0.05	
	Envases de electrolitos (envases y baterías)		0.05	
	Pinturas / Solventes (estado líquido)		0.05	
	Residuos de soldadura (escorias)		0.05	
	Residuos de soldadura cadweld		0.05	
	Residuos de acido		0.03	
	lámparas fluorescentes y pilas		0.02	

Consulta Pública

Etapa de Operación y Mantenimiento				
Tipo de residuo	Nombre	Cantidad (m^3)	Cantidad (toneladas)	Observaciones
		169,212.767	**7.180**	

Tabla 10: Residuos estimados en la etapa de Abandono.

Etapa de Abandono				
Tipo de residuo	Nombre	Cantidad (m^3)	Cantidad (toneladas)	Observaciones
Residuos no peligrosos	Basura municipal (restos de comida, envolturas, etc.)		4.5	
	Madera		187.5	
	Metal (fierro dulce)		112.5	
	Cartón		112.5	
	Aluminio		1.125	
	Cobre (cable)		375	
	Vidrio		375	
	Plásticos (PET) y otros		0.84	
Residuos de Manejo especial	Residuos de excavaciones, concreto y escombro	183,047.845	Parte del material de excavación se utilizará para el relleno de las obras necesarias, siempre y cuando cumplan con las características necesarias	
Residuos Peligrosos	Solidos con Hidrocarburos (trapos, plásticos, cartón, filtros)		0.5625	
	Solidos con solventes y pinturas (trapos, plásticos, contenedores)		0.525	
	Suelo contaminado con hidrocarburos y solventes		2.25	
	Aceites gastados (lubricante e hidráulico)		1.875	
	Envases de electrolitos (envases y baterías)		0.75	
	Pinturas / Solventes (estado líquido)		0.225	
	Residuos de acido		0.75	
	Residuo de asfalto		1.5	
	lámparas fluorescentes y pilas		0.9	
		183,047.845	**1204.55**	

Consulta Pública

En caso de ser necesario, esta estimación inicial será actualizada al inicio de cada etapa para adecuarla a la última información disponible del Proyecto.

1.4.5.1.5 Infraestructura Adecuada Para el Manejo y Disposición Adecuada de los Residuos

Los residuos sólidos no peligrosos generados serán separados de acuerdo con las características que presenten, se contendrán en cada frente de trabajo, mediante contenedores con tapa y debidamente etiquetados. Se almacenarán temporalmente de acuerdo con los siguientes criterios:

1.4.5.1.5.1 RESIDUOS SUSCEPTIBLES A REUTILIZACIÓN Y RECICLAJE

Los residuos susceptibles a reutilización y reciclaje (principalmente residuos inorgánicos) que se generen durante las actividades constructivas se podrán dar en donación, siempre y cuando el personal de la planta solar lo autorice (director o residente de obra), como madera de desecho, tierra de excavación, chatarra, blocs de desecho, plásticos (petos), plásticos utilizados en equipos, lonas, que pueden ser utilizados por los propietarios, por las comunidades cercanas al Proyecto, de lo contrario serán donados o vendidos a empresas especializadas (recicladoras) debidamente autorizadas.

1.4.5.1.5.2 RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL

Para la gestión de los residuos de manejo especial, previamente se deberá consultar ante las instancias ambientales gubernamentales donde se ubique el Proyecto, si es necesario o no la integración de un Plan de Manejo específico para el tipo de residuos que se generarán, instrumento cuyo objetivo es minimizar la generación y maximizar la valorización

de los residuos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, diseñado bajo los principios de responsabilidad compartida y manejo integral, que considera el conjunto de acciones, procedimientos y medios viables e involucra a productores, importadores, exportadores, distribuidores, comerciantes, consumidores, usuarios de subproductos, medianos y grandes generadores de estos residuos. Este plan aplica siempre y cuando la generación de estos se encuentre en la categoría de mediano y gran generador.

Para el tratamiento de residuos se contratará a una empresa especializada y autorizada para dar el debido tratamiento de recolección, transporte y disposición final a este tipo de residuos.

En específico la materia orgánica producto del desmonte y despalme se dispersará en las áreas de reforestación previamente determinadas y evaluadas, se deberá utilizar como mejorador de suelos/control de erosión.

1.4.5.1.5.3 RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS (SÓLIDOS MUNICIPALES)

Los residuos sólidos urbanos generados se clasificarán de la siguiente manera: residuos orgánicos e inorgánicos. Los residuos orgánicos (residuos de comida, cáscara de frutas, etc.) se colocarán en contenedores de color debidamente rotulado y provisto con tapa, para no atraer especies de fauna doméstica o silvestre. Para los residuos inorgánicos (plásticos, papel, flejes, etc.) se colocarán contenedores debidamente rotulados y con tapa.

El tamaño de los contenedores estará en función de las necesidades del Proyecto, y en caso de que el promovente o autoridades en materia ambiental, soliciten el cambio de color o agregar un color para la separación de los residuos se tomará en consideración.

A los contenedores se los pondrá una bolsa de plástico para permitir un manejo práctico y fácil de los residuos y permitir que los recipientes se mantengan en buen estado. Estos se distribuirán en sitios estratégicos en el Proyecto para que los trabajadores depositen los residuos y se mantenga limpia el área de trabajo.

Consulta Pública

Los residuos urbanos se registrarán en la Bitácora de residuos sólidos urbanos, y susceptibles a reutilización y reciclaje. La disposición final de los residuos sólidos no peligrosos se realizará por medio de una empresa autorizada (privada) o por el departamento de limpia municipal.

El supervisor ambiental realizará recorridos para verificar que los contenedores no rebasen del 80% de su capacidad y evitar que las áreas donde estén los recipientes se encuentren sucias.

1.4.5.1.6 ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE RESIDUOS NO PELIGROSOS

Para residuos sólidos urbanos (reutilización-reciclaje) se requiere habilitar un área para almacenar temporalmente estos residuos, esta estará localizada en el área de obras temporales y las características mínimas que se debe cumplir son:

- Que se asigne un espacio dentro del área del Proyecto, previamente autorizada
- Que el área este delimitada (malla ciclónica, bardeada, etc.)
- Estar techado
- Se deberá asignar un espacio específico para cada tipo de residuo a almacenar y deberá estar identificado y delimitado
- Deberá contar con las medidas mínimas de seguridad

Figura 9: Esquema de Almacén de residuos.



1.4.5.1.6.1 RESIDUOS PELIGROSOS

Se deberá asegurar que el personal asignado para almacenar los Residuos Peligrosos (RP), evite mezclarlos entre sí o con otros residuos y que no los deposite en lugares no autorizados.

Se deberán segregar y envasar de acuerdo con su estado físico, con sus características de peligrosidad y considerando su incompatibilidad con otros residuos, en envases:

- Cuyas dimensiones, formas y materiales reúnan las condiciones de seguridad, previstas en la normativa, necesarias para evitar que, durante el almacenamiento, operaciones de carga y descarga y transporte, no sufran pérdida o escape y eviten la exposición de los operarios al residuo.

Consulta Pública

- Identificados con nombre, clave y características del residuo.
- Los contenedores para residuos peligrosos deberán ser rojos preferentemente; sin embargo, si la autoridad solicita que se utilice un color diferente de contenedor para cada tipo de Residuos Peligrosos es aceptable.

Queda prohibido almacenar residuos peligrosos:

- Incompatibles en los términos de la legislación
- En cantidades que rebasen la capacidad instalada de almacenamiento
- En áreas que no reúnan las condiciones previstas en los Impresos I-GPM10602-C y I-GPM10602-D.
- Por más de seis meses

Se realizará el almacenaje de los Residuos Peligrosos considerando sus características de incompatibilidad, las cuales se establecen en la NOM-054-SEMARNAT-1993.

Los contenedores se deberán identificar y etiquetar para el almacenaje de los residuos peligrosos, citando su contenido y características de riesgo, estos contenedores deberán estar en buenas condiciones, con su tapa; se identificará cada uno de los contenedores con su etiqueta correspondiente con:

- Datos del generador de Residuo Peligroso (razón social, dirección)
- Nombre del residuo peligroso (categoría, tipo, clave)
- Características de peligrosidad (CPR)
- Fecha de ingreso al almacén
- Trazabilidad del residuo peligroso en cada contenedor
- Se deberá contar con copia de las hojas de datos de los materiales peligrosos (MSDS) dentro del almacén temporal.

El almacenamiento de residuos peligrosos debe cubrir condiciones básicas para los centros de acopio temporal. Al inicio del Proyecto se deberá definir el establecimiento de un almacén de Residuos Peligrosos, según se especifique en la legislación ambiental y/o contractualmente; el cual comenzará a operar desde el momento en que estos se empiecen a generar.

Los almacenes temporales deberán cumplir con la legislación aplicable a los sitios de almacenamiento de Residuos Peligrosos. El almacén temporal podrá ser utilizado cuando el Proyecto genere un volumen tal que se encuentre en el intervalo de la categoría de Pequeño Generador (entre 450 kg y 10 t) principalmente.

Los residuos peligrosos, una vez captados y envasados, deben ser remitidos al almacén donde no podrán permanecer por un periodo mayor a seis meses.

Consulta Pública

Figura 10: Almacenaje de los Residuos Peligrosos.



1.4.5.1.7 RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE

1.4.5.1.7.1 RESIDUOS PELIGROSOS

Para la recolección y transporte de los residuos peligrosos se contratará a una empresa especializada y autorizada ante la SEMARNAT y la SCT. Esta deberá entregar los permisos vigentes, además de las autorizaciones del sitio de disposición final en donde se confinarán los residuos peligrosos.

La empresa responsable de la recolección de los residuos deberá entregar por cada evento, el Manifiesto de entrega, transporte y recepción correspondiente, así como la orden de embarque y el certificado de destino final correspondiente; el manifiesto deberá ser conservado durante cinco años. Adicionalmente deberá considerar lo siguiente:

- Verificar que los residuos peligrosos de que se trate estén debidamente etiquetados e identificados, y en su caso, envasados y embalados
- Contar con un plan de contingencias y el equipo necesario para atender cualquier emergencia ocasionada por fugas, derrames o accidentes
- Contar con personal capacitado para la recolección y transporte de Residuos Peligrosos
- Solicitar al generador el original del manifiesto correspondiente al volumen de Residuos Peligrosos que vayan a transportarse, firmarlo y guardar las dos copias que del mismo le corresponden.

Observar las características de compatibilidad para el transporte de los Residuos Peligrosos.

Los residuos que contengan agentes infecciosos que les confieren peligrosidad no podrán ser transportarlos junto con ningún otro tipo de Residuo Peligroso.

1.4.5.1.8 DISPOSICIÓN FINAL

1.4.5.1.8.1 RESIDUOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS

Al inicio del Proyecto, el supervisor ambiental deberá identificar y ubicar si existe un relleno sanitario o tiradero municipal autorizado cerca del área de influencia donde se construirán las obras. En el caso de que dichas áreas existan y se encuentren alejadas y no se cuente con el servicio de recolección municipal o particular; será necesario trasladar los residuos en vehículos particulares, acondicionando un vehículo para evitar escurrimientos, malos olores, dispersión de basura con el aire, y deberán ser

Consulta Pública

limpiados una vez concluida dicha actividad. Siempre que sea factible se deberá utilizar el servicio de recolección municipal o contratar un servicio particular. Para la disposición final de estos residuos se deberá contar con las autorizaciones o convenios realizados.

1.4.5.1.8.2 RESIDUOS PELIGROSOS

Una vez que los residuos peligrosos han sido transportados para disposición final, el prestador de servicios deberá entregar el manifiesto de cada disposición final y certificado correspondiente, mencionando si estos serán reutilizados, reciclados o para co-procesamiento por la empresa que ha dado disposición final.

1.4.5.1.9 AVISO DE CIERRE COMO GENERADORES

Una vez construido el Proyecto, se elaborará el aviso por escrito de cierre o finalización del proceso constructivo que contenga el nombre, denominación o razón social, número de registro o autorización, según sea el caso y la explicación correspondiente y se presentará a la Secretaría (SEMARNAT) en la delegación correspondiente al estado de Tamaulipas, con la siguiente información:

Como pequeños generadores de residuos peligrosos (este Proyecto se tendría esta categoría durante el proceso constructivo) proporcionará:

- La fecha prevista del cierre o de la suspensión de la actividad generadora de residuos peligrosos;
- La relación de los residuos peligrosos generados y de materias primas, productos y subproductos almacenados durante los paros de producción, limpieza y desmantelamiento de la instalación;
- El programa de limpieza y desmantelamiento de la instalación, incluyendo la relación de materiales empleados en la limpieza de tubería y equipo;
- El diagrama de tubería de proceso, instrumentación y drenajes de la instalación,
- El registro y descripción de accidentes, derrames u otras contingencias sucedidas dentro del predio durante el periodo de operación, así como los resultados de las acciones que se llevaron a cabo. Este requisito aplica sólo para los grandes generadores.

Los generadores de residuos peligrosos manifestarán en el aviso, bajo protesta de decir verdad, que la información proporcionada es correcta.

1.4.6 GENERACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

Se conoce como efecto invernadero a la forma en que el calor queda atrapado cerca de la superficie de la Tierra por los gases de efecto invernadero. Dichos gases envuelven a la Tierra para mantenerla a una temperatura cálida ya que sin ella la superficie terrestre sería de 33°C menos cálida[2] .

Los gases de efecto invernadero ocurren de forma natural ya que son parte de la composición de la atmósfera terrestre y que permiten que la vida ocurra, sin embargo, las actividades humanas han

[2] https://climate.nasa.gov/faq/70/que-es-el-efecto-invernadero/

Consulta Pública

alterado el equilibrio energético natural del planeta, principalmente a través de la quema de combustibles fósiles agregando dióxido de carbono al aire haciendo que se atrape calor adicional cerca de la superficie de la Tierra haciendo aumentar las temperas en los últimos años.

Los principales contaminantes climáticos de vida corta son:

- Carbono negro (CN)
- Metano (CH4)
- Ozono troposférico (O3)
- Hidrofluorocarbonos (HFC's)

1.4.6.1 *Identificar por Etapas del Proyecto, en su caso las fuentes generadoras de Gases de Efecto Invernadero*

El presente Proyecto tiene contemplada la generación de gases de efecto invernadero durante las etapas de preparación y construcción solamente por parte de las fuentes móviles como son los vehículos y maquinaria utilizados durante las etapas ya mencionadas anteriormente. Los gases contemplados a generar son: Dióxido de Carbono (CO2), Metano (CH4) y Óxido de Nitrógeno (N2O).

1.4.6.2 *Determinación de los gases de efecto invernadero que se generan durante las diferentes etapas del Proyecto, como sea el caso de Vapor de Agua, CO_2, CH_4, N_2O, CFC, O_3, Entre Otros*

A continuación, se muestra una estimación de la cantidad de gases generada durante las diferentes etapas que dura el Proyecto. Cabe señalar que esta estimación se realizó con base a Metodología para calcular las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) hecha por el gobierno del Estado de México[3].

De acuerdo a dicha metodología, el Cálculo de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, se realiza bajo 3 componentes esenciales, los cuáles son:

- Tipo de Combustible.
- Factor de Emisión que es el valor dado por la relación entre la cantidad de contaminante emitido a la atmósfera y el consumo de combustible utilizado.
- Consumo de Combustible.

Para obtener la cantidad de cada Gas de Efecto Invernadero se debe seguir con la siguiente fórmula:

$$Emisión_{GEI} = CC_i \times FE_{GEI}$$

Dónde:

CC_i es el Consumo de combustible (i) utilizado al año en Tera Joules (TJ)

[3] *https://sfpya.edomexico.gob.mx/recaudacion/ReadFile.jsp?File=MetodologiaEmisionesEP.pdf*

Consulta Pública

FE_{GEI} es el Factor de emisión para el combustible i para cada tipo de GEI en toneladas de GEI por Tera Joules (t_{GEI}/TJ).

GEI es el tipo de Gas de efecto invernadero (CO_2, CH_4 y N_2O)

i = Tipo de combustible (Gas natural, Gas L.P., diésel, gasolina, entre otros)

Con respecto al Factor de emisión se usará el valor establecido por los lineamientos presentados por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC sus siglas en inglés) creado por la ONU[4].

Tabla 11: Factor de Emisión.

Tipo de Combustible	Factor de emisión para CO2 (En kg/TJ)	Factor de emisión para CH4 (En kg/TJ)	Factor de emisión para N2O (En kg/TJ)
Gasolina	69.3	3.8	5.7
Diésel	74.10	3.9	3..9

El consumo de combustible estimado anual en TJ para el Proyecto estará dado por la siguiente tabla:

Tabla 12: Consumo de combustible para el Proyecto.

Estimación de Consumo de Combustible para el Proyecto.			
Etapa	Vehículo	Tipo de Combustible	Cantidad de Combustible en TJ
Preparación	Pickup	Gasolina	0.000232782
	Motoconformadora	Diésel	0.00251527680
	Retroexcabadora	Diésel	0.00167685120
	Bulldoser D8	Diésel	0.00628819200
	Camiones	Diésel	0.00586897920
	Pipa	Diésel	0.00314409600
	Vibrocompactador	Diésel	0.00111790080
	Montacargas	Diésel	0.00076855680
	Cargador Frontal	Diésel	0.00139737600
Construcción	pickup	Gasolina	0.000581956
	motoconformadora	Diésel	0.00628819200
	retroexcavadora	Diésel	0.00279475200
	Bulldoser D8	Diésel	0.01572048000
	pipa	Diésel	0.00471614400
	Hormigonera	Diésel	0.00157204800
	Grúa de Camión	Diésel	0.01048032000
	Montacargas	Diésel	0.00209606400
	Grúa Móvil	Diésel	0.00279475200
	Cargador Frontal	Diésel	0.000581956
Operación y Mantenimiento	Pickup	Gasolina	0.0034917350
	Pipa	Diésel	0.01414843200
	Montacargas	Diésel	0.00209606400
	Camiones	Diésel	0.01467244800
	Grúa Móvil	Diésel	0.00419212800
Abandono	Pickup	Gasolina	0.00023278234
	motoconformadora	Diésel	0.00083842560
	Retroexcavadora	Diésel	0.00279475200
	Camiones	Diésel	0.00586897920
	Pipa	Diésel	0.00188645760

[4] *https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/981195/lista_de_combustibles_2025.pdf*

Consulta Pública

Estimación de Consumo de Combustible para el Proyecto.			
Etapa	Vehículo	Tipo de Combustible	Cantidad de Combustible en TJ
	Montacargas	Diésel	0.00027947520
	Bulldoser D8	Diésel	0.00419212800
	Grúa	Diésel	0.00419212800

Lo que nos da como resultado las siguientes estimaciones de Gas de Efecto Invernadero durante las etapas del Proyecto:

Tabla 13: Estimación de emisiones de GEI para la Etapa de Preparación.

Estimación de emisiones de GEI para la Etapa de Preparación	
Gas de Efecto Invernadero	Cantidad
Dióxido de Carbono (CO2)	1.703924470t
Metano (CH4)	0.089715765t
Óxido de Nitrógeno (N2O)	0.090158052t

Tabla 14: Estimación de emisiones de GEI para la Etapa de Construcción

Estimación de emisiones de GEI para la Etapa de Construcción	
Gas de Efecto Invernadero	Cantidad
Dióxido de Carbono (CO2)	3.483219463 t
Metano (CH4)	0.183416165 t
Óxido de Nitrógeno (N2O)	0.184521881 t

Tabla 15: Estimación de emisiones de GEI para la Etapa de Operación y Mantenimiento.

Estimación de emisiones de GEI para la Etapa de Operación y Mantenimiento	
Gas de Efecto Invernadero	Cantidad
Dióxido de Carbono (CO2)	1.445694392 t
Metano (CH4)	0.076622128 t
Óxido de Nitrógeno (N2O)	0.083256424 t

Tabla 16: Estimación de emisiones de GEI para la Etapa de Abandono

Estimación de emisiones de GEI para la Etapa de Abandono	
Gas de Efecto Invernadero	Cantidad
Dióxido de Carbono (CO2)	1.502010625 t
Metano (CH4)	0.079088721 t
Óxido de Nitrógeno (N2O)	0.079531007 t

Consulta Pública

1.5 GENERACIÓN DE RUIDO DURANTE LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN

Durante la etapa de construcción, y por lo tanto de manera puntual y temporal, las emisiones de ruido se incrementarán en la zona, esto derivado del uso de maquinaria de construcción. Sin embargo, la maquinaria pesada como trascabo, camión-pipa, camión volteo, excavadoras y grúas a utilizarse en la etapa de preparación del sitio y construcción se ajustarán a lo establecido en la Norma Oficial

Mexicana NOM-080-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido provenientes del escape de vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición. El límite máximo permisible para vehículos entre 3,000 y 10,000kg de peso bruto es de 92dBA.

Se consideran los valores de emisiones de ruido siguientes:

- Trailers a una distancia 15 m: 90dBA
- Camiones tolva a una distancia de 15 m: 78-90dBA
- Cargador frontal y retroexcavadoras a una distancia de 3m: 90dBA
- Grúas a una distancia de 15m: 78-90dBA

El horario de emisión será de 7:00 a 19:00 horas.

En cuanto al equipo de vibración se tiene el rodillo vibrador y el vibrador de concreto que operarán en lapsos cortos de tiempo, resultando en bajas emisiones. Con respecto a los niveles de ruido de la operación, únicamente en un área de alrededor de 50m al centro del aerogenerador se tendrá una emisión de ruido puntual mayor de 55dB, disminuyendo conforme se aleja, teniendo niveles a 100m en un rango máximo de 50 –55dB, mismas que son inferiores a los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas establecidas por la NOM-081-SEMARNAT/1994.

Debido a que el emplazamiento del Proyecto no se encuentra próximo a las zonas habitacionales, no se producirá efecto alguno a la población a causa del ruido. Por otro lado, a una velocidad de viento de alrededor de 4-7m/s y superiores, el ruido del viento en las hojas, arbustos, árboles, mástiles, etc. enmascarará (ahogará) gradualmente cualquier potencial sonoro de los aerogeneradores.

Esto hace que la medición del sonido de los aerogeneradores de forma precisa sea muy difícil. Generalmente, a velocidades de 8m/s y superiores llega a ser una cuestión bastante abstrusa el discutir las emisiones de sonido de los modernos aerogeneradores, dado que el ruido de fondo enmascarará completamente cualquier ruido de la turbina.

La operación de los aerogeneradores de un parque eólico no produce emisiones de ruidos que causen molestia a los pobladores de la comunidad ni a las personas que transitan en vehículos por carretera; y como se ha observado en distintos estudios, tampoco a la fauna de la zona (R. Dooling, Ph.D., 2002), ya que es común ver aves paradas en la cerca perimetral de las máquinas y alimentándose debajo de ellas, además ganado pastando debajo de los aerogeneradores en funcionamiento. La siguiente figura muestra a un ave buscando alimentos cerca de un aerogenerador, esta es un individuo de la especie carpintero verde (Xiphidiopicus percussus) endémica de Cuba y no es frecuente su observación.

Consulta Pública

Figura 11: Las visitas de los carpinteros verdes (Xiphidiopicus percussus), al Parque de Turiguanó (Cuba) son muy frecuentes, estén parados o girando los aerogeneradores.



Con base a los resultados evaluados en diversos países, parques en México y mediciones realizadas en diferentes Proyectos, se concluye que los aerogeneradores son equipos de bajo impacto, desde el punto de vista acústico ya que sus niveles de ruido están por debajo de la normatividad y estos niveles de ruido no representan una afectación para las poblaciones de aves y murciélagos en la zona.

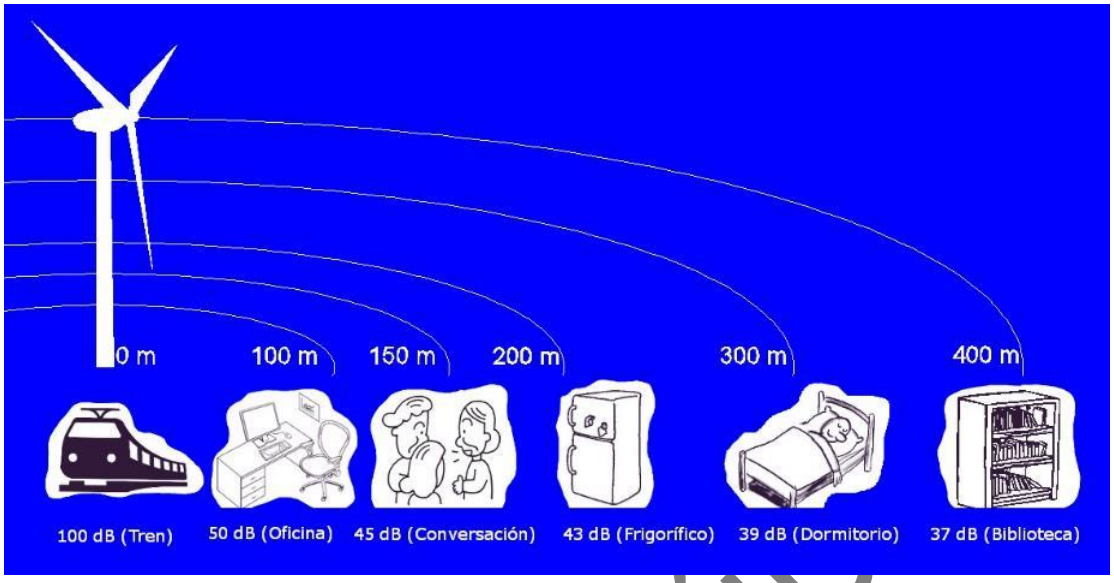
Las distancias a las que son instalados no permiten que las ondas de choque provoquen que los habitantes de las zonas rurales puedan recibir ruidos perjudiciales a su salud.

1. Con base en los resultados mostrados en diferentes análisis de ruido se mantiene válida la hipótesis de la disminución de la intensidad sonora evaluada en estudios, en los que, al alejarse de la fuente de ruido, este disminuye en 6dB cada vez que se duplica la distancia a la fuente en un campo libre.

2. De acuerdo con los registros en diferentes lugares, se puede afirmar que a distancias superiores de 150m el ruido percibido sería similar al de una conversación normal, lo cual no puede provocar efectos negativos en el ser humano y debido a las bajas frecuencias, no afectaría a los animales.

Consulta Publica

Figura 12: Ejemplo de Ruido generado por un aerogenerador en función de la distancia.



El viento al incidir sobre las palas de los aerogeneradores produce ruido. También hay otros ruidos generados por los mecanismos internos de la góndola, aunque son menos importantes.

En cualquier caso, el ruido producido no es excesivo.

El ruido generado por un aerogenerador depende de muchos factores, sin embargo, los principales son los siguientes:

- La intensidad del viento reinante en ese momento.
- La distancia al aerogenerador.

Relación entre velocidad del viento y ruido generado por un aerogenerador (Fuente: Vestas)	
Velocidad del Viento	Ruido generado
11 km/h	96.7 dB (A)
14 km/h	98.1 dB (A)
18 km/h	101.2 dB (A)
22 km/h	104.3 dB (A)
25 km/h	104.4 dB (A)
29 km/h	104.2 dB (A)
32 km/h	104.1dB (A)

El débil sonido que producen, aunque bajo, sí es repetitivo. Se podría comparar al de las olas del mar. La tendencia actual es fabricar aerogeneradores con mayores potencias y que permitan su instalación en áreas con menor viento, por lo tanto, giran a menor velocidad. Por lo que se puede deducir que cada vez los aerogeneradores son más silenciosos, ya que se instalan en lugares con vientos más tranquilos y giran a menor velocidad. La mayor altura de los modernos generadores también disminuye la presión sonora generada.

Consulta Pública

Se identificó que los niveles sonoros registrados mediante el estudio de ruido (anexo 2.13) en el área del Proyecto y su zona de influencia se ven afectados por la velocidad del viento que sopla en la región, siendo el principal factor de alteración en los niveles de ruido en la zona. Dadas las características del viento en la región es difícil distinguir el ruido que se genera por los diversos elementos físicos o bióticos que interactúan en el área del Proyecto o su zona de influencia con el ruido de fondo generado por el viento mismo.

Los patrones de conducta y la actividad de la avifauna y de murciélagos no se ve afectada con el ruido de fondo que se ha monitoreado en diversos parques eólicos ya que los valores que se observan en los diferentes muestreos tienen una diferencia de hasta 30dB y en estos incrementos de ruido ambiental ocasionados por incremento en la velocidad del viento (ráfagas) no se observan cambios conductuales tanto en las aves como en los murciélagos.

A una distancia de 300 m de un aerogenerador el ruido producido es muy reducido, por lo que la instalación y operación del Proyecto no representa mayor problema ya que su operación no incide en un incremento en el ruido ambiental del área del Proyecto, por lo que no afectará los patrones de comportamiento de la avifauna y de los murciélagos; como se mencionó anteriormente, el ruido de los aerogeneradores se confunde con el ruido de fondo del viento por esta causa no hay una afectación a la avifauna ya que no diferencian el ruido de fondo con el de los aerogeneradores. En relación a los murciélagos tal como lo citan varios autores los aerogeneradores no producen ultrasonidos por lo cual no afectan sus patrones de comportamiento.

1.6 SUPERFICIES GENERALES DEL PROYECTO

Las Superficies se detallan de la siguiente manera:

Tabla 17: Superficies que componen el Área del Proyecto.

Área del Proyecto			
Descripción	m^2	ha	Porcentaje en el Proyecto
Obras Temporales	2,975	0.2975	0.10%
Obras Permanentes	3,055,632	305.5632	99.67%
Área de Exclusión	7,175	0.7175	0.23%
Total	**3,065,782**	**306.5782**	**100.00%**

1.6.1 OBRAS TEMPORALES

Las obras temporales que pertenecen al proyecto, estarán ubicadas en un polígono denominado Obras Temporales, mismo que presenta una superficie de 0.2975 ha (2,975 m2). En esta área se colocarán las siguientes instalaciones y obras temporales:

- Acopio y Almacenaje
- Baños
- Oficinas
- Almacenes
- Talleres

Consulta Pública

Dentro del área temporal se contempla la instalación de un área de Acopio y Almacenaje y baños temporales que se utilizarán durante las fases de preparación y construcción.

Así mismo el área temporal se utilizará para instalar oficinas, almacén y talleres. Estas instalaciones serán del tipo modulares móviles, tipo contenedor. Se habilitarán zonas cercadas destinadas al almacenamiento temporal de residuos sólidos no peligrosos provenientes de la etapa de construcción. También se habilitará un recinto cercado con los equipos del suministro de energía eléctrica y lugares para estacionamiento de vehículos, maquinarias y equipos de construcción.

Así mismo se dispondrá de una zona de acopio de material para la estructura metálica y para los paneles, área de baños y áreas para los trabajadores (zonas de para comer, etc).

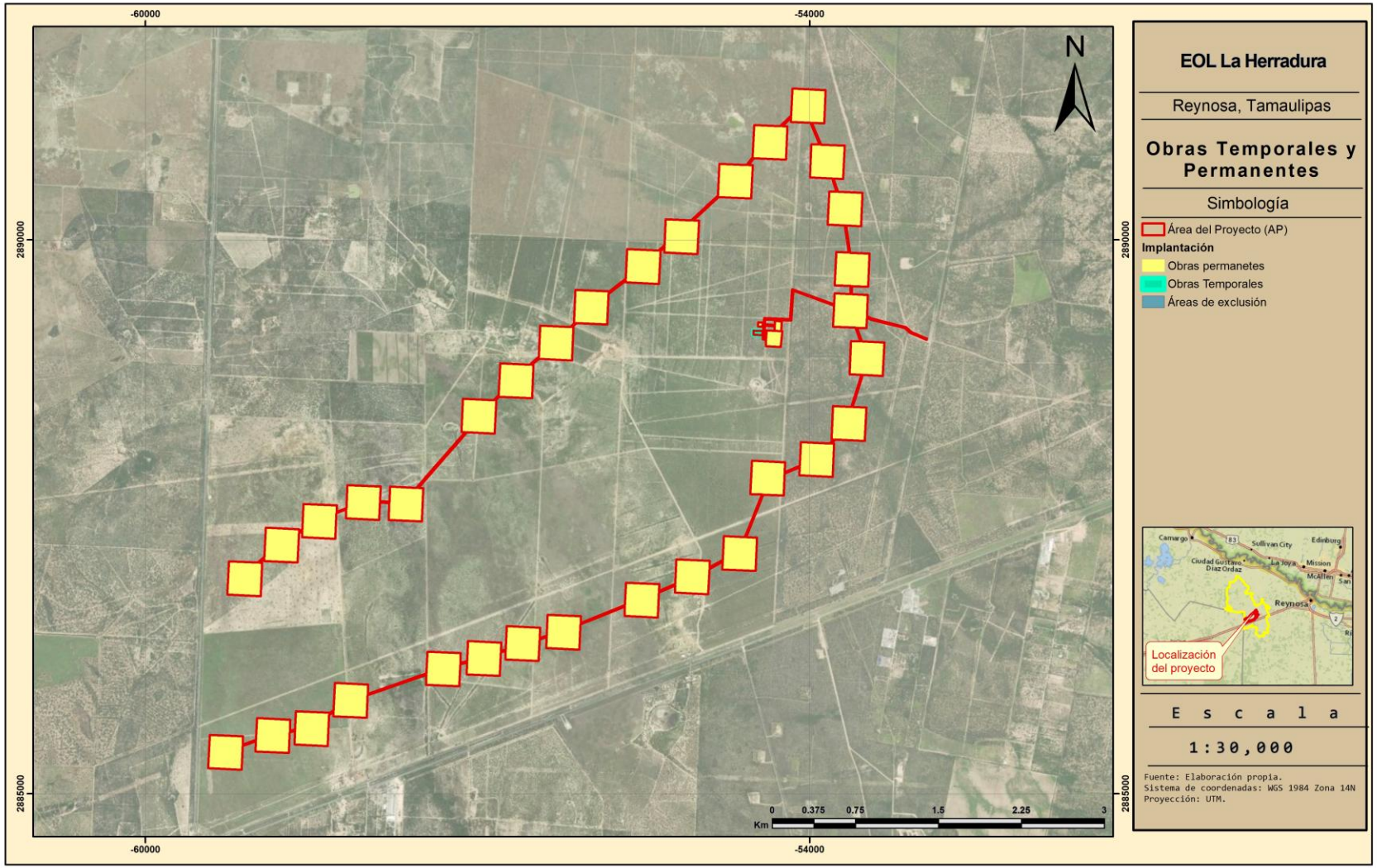
Las coordenadas a continuación mostradas se encuentran en unidades UTM (DATUM WGS84 Zona 14Q, y representan sólo un extracto del total de coordenadas que se encuentran en el anexo 1.2.

Tabla 18. Extracto de coordenadas de los Paneles Solares.

Vértice	Este X*	Norte Y*
1	546494.347	2877474.031
2	546494.330	2877474.031
3	546494.274	2877474.024
4	546494.261	2877474.023
5	546494.193	2877474.006

Consulta Pública

Mapa 4: Obras Temporales



1.6.2 OBRAS PERMANENTES

El conjunto de Obras Permanentes estará conformado por lo siguiente:

- Área para los aerogeneradores.
- Caminos Internos.
- Canaletas.
- Red de Media Tensión.
- Subestación Elevadora (SE).
- Área sistema de almacenamiento con baterías (BESS).
- Cementera.

Las coordenadas UTM (DATUM WGS84 Zona 14Q) de ubicación de estas obras, están contenidas en las siguientes tablas.

Área para los aerogeneradores

Ocuparán un área de **2,798,471 m² (279.8471 ha)**. Las coordenadas a continuación mostradas son sólo un extracto del total de coordenadas que se encuentran en el anexo 2.

Tabla 19: Extracto de Coordenadas Área para los Aerogeneradores.

Punto	X	Y
1	541799.896	2873482.804
2	541798.662	2873484.038
3	541798.652	2873484.048
4	541798.639	2873484.061
5	541798.634	2873484.066

Caminos Internos

Tienen una superficie de **177,406 m² (17.7406 ha).** Las coordenadas de las trayectorias se encuentran en el anexo 1.2. Es importante hacer mención que los caminos internos son los espacios que se habilitarán a fin de facilitar los movimientos al interior del Proyecto.

Las coordenadas a continuación mostradas son sólo un extracto del total de coordenadas que se encuentran en el anexo 1.2.

Tabla 20: Extracto de Coordenadas de Caminos Internos.

Punto	X	Y
1	541797.612	2873469.430
2	541797.485	2873469.381
3	541796.643	2873469.156
4	541795.775	2873469.080
5	541794.907	2873469.156
6	541794.065	2873469.381

Consulta Pública

Subestación Elevadora (SE)

Ocupa un área de **5,316 m² (0.5316 ha)**.

Las coordenadas a continuación mostradas son sólo un extracto del total de coordenadas que se encuentran en el anexo 1.2.

Tabla 21: Coordenadas SE Elevadora.

Punto	X	Y
1	546603.908	2877535.528
2	546603.979	2877535.534
3	546604.048	2877535.542
4	546604.163	2877535.562

Área BESS

Ocupa un área de 19,688 m² (1.9688 ha).

Las coordenadas a continuación mostradas son sólo un extracto del total de coordenadas que se encuentran en el anexo 1.2.

Tabla 22: Coordenadas Área BESS.

Punto	X	Y
1	546534.562	2877413.552
2	546534.597	2877413.553
3	546534.666	2877413.561
4	546534.734	2877413.577

Canaletas.

Esta superficie constará de **20,472 m² (2.0472 ha).** Estas correrán a lo largo de los caminos internos.

Las coordenadas a continuación mostradas son sólo un extracto del total de coordenadas que se encuentran en el anexo 1.2.

Tabla 23: Extracto de Coordenadas de Canaletas.

Punto	X	Y
1	541799.508	2873480.930
2	541797.531	2873482.907
3	541792.239	2873477.615
4	541791.945	2873477.294
5	541791.445	2873476.580
6	541791.076	2873475.790

Red de Media Tensión.

Esta superficie constará de **32,798 m² (3.2798 ha).** Estas correrán a lo largo de los caminos internos.

Las coordenadas a continuación mostradas son sólo un extracto del total de coordenadas que se encuentran en el anexo 1.2.

Consulta Pública

Tabla 24: Extracto de Coordenadas de Red de Media tensión.

Vértice	X	Y
1	541799.653	2873481.633
2	541797.955	2873483.331
3	541797.943	2873483.343
4	541797.889	2873483.388
5	541797.831	2873483.427

Concretera

Ocuparán un área de **1,481 m² (0.1481 ha)** .

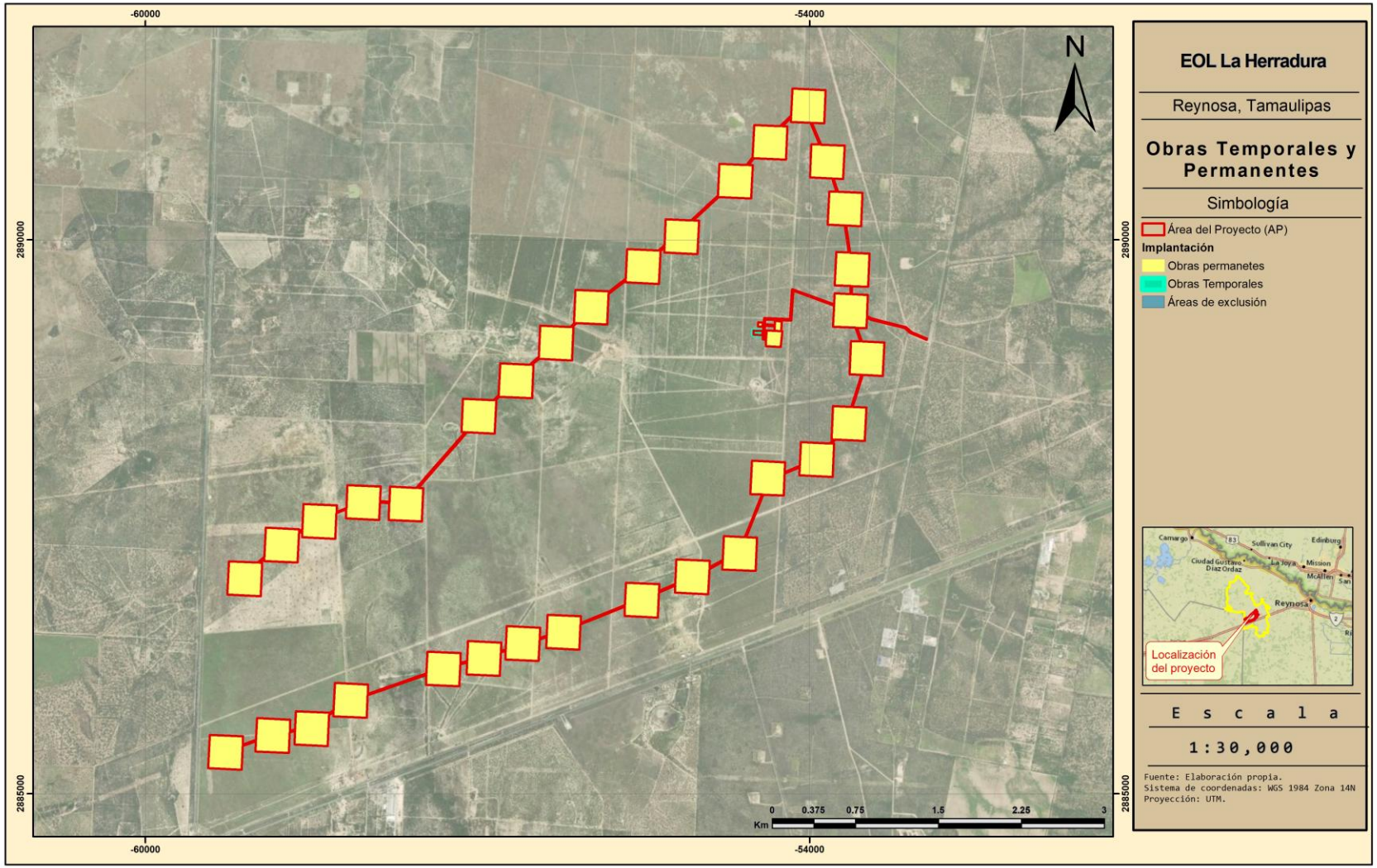
Las coordenadas a continuación mostradas son sólo un extracto del total de coordenadas que se encuentran en el anexo 1.2.

Tabla 25: Coordenadas Concretera.

Punto	X	Y
1	546492.628	2877550.601
2	546492.562	2877550.577
3	546492.500	2877550.545
4	546492.442	2877550.507
5	546492.422	2877550.491
6	546492.388	2877550.462

Consulta Pública

Mapa 5: Obras Permanentes.



1.6.2.1 *ÁREA DE EXCLUSIÓN*

Además de las áreas antes mencionadas existirá el de Exclusión que es una superficie que no se instalará infraestructura, y consta de la sección de la franja de afectación de los gasoductos y de la Zona Federal de los escurrimientos. La superficie total de esta área es de 7,175 m2 (0.7175 ha).

Tabla 26: Superficies que componen el Área sin Infraestructura.

Área Sin Infraestructura			
Descripción	m^2	ha	Porcentaje en el Proyecto
Franja de Afectación del Gasoducto	1,787.00	0.1787	0.06%
Zona Federal de los escurrimientos	5,388	0.5388	0.18%
Total	**7,175**	**0.7175**	**0.23%**

Franja de Afectación del Gasoducto

Las coordenadas a continuación mostradas se encuentran en unidades UTM (DATUM WGS84 Zona 14Q.

Tabla 27. Coordenadas del Cruce con la Carretera.

Vértice	Este X*	Norte Y*
1	546481.699	2875798.772
2	546490.555	2875824.312
3	546500.715	2875853.609
4	546513.454	2875859.130
5	546509.764	2875847.874

Zona Federal de los escurrimientos

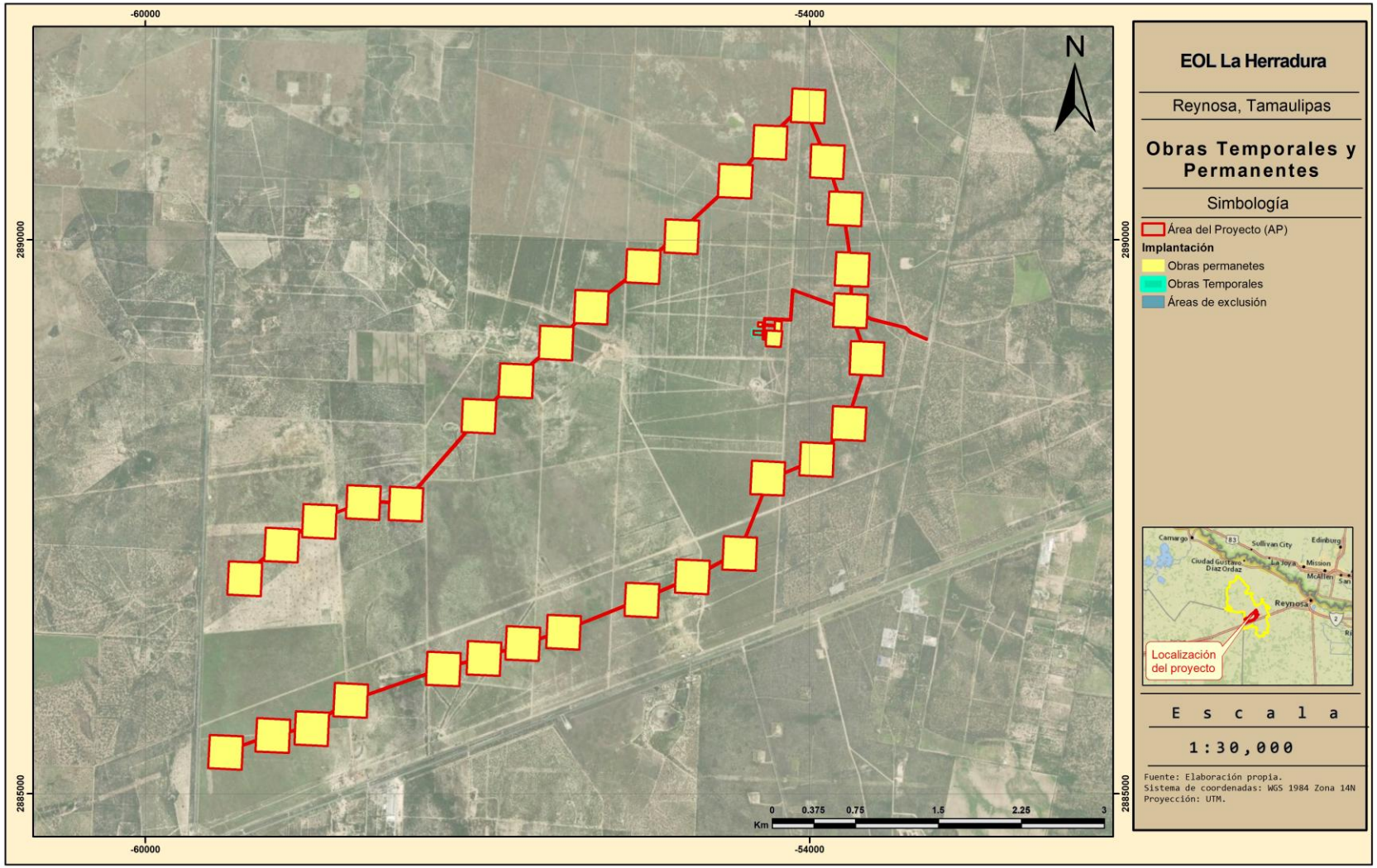
Las coordenadas a continuación mostradas se encuentran en unidades UTM (DATUM WGS84 Zona 14Q, y representan sólo un extracto del total de coordenadas que se encuentran en el anexo 1.2.

Tabla 28. Extracto de coordenadas de las cimentaciones de las torres.

Vértice	X	Y
1	543277.60	2874125.98
2	543278.89	2874134.04
3	543279.44	2874137.48
4	543311.88	2874150.46
5	543311.87	2874150.45

Consulta Pública

Mapa 6: Área sin Infraestructura.



1.6.2.2 *SUPERFICIE A AFECTAR EN M² CON RESPECTO A LA COBERTURA VEGETAL DEL ÁREA DEL PROYECTO.*

De acuerdo a lo observado en campo, el área del proyecto posee los siguientes tipos y vegetación y usos de suelo:

- Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco
- Suelo Desnudo

Distribuidos como lo muestra la siguiente tabla:

Tabla 29: Superficies por Tipo de Vegetación Actual.

Superficies Por Obra			Superficie Desglosada por Vegetación y Afectación				
Descripción	m²	ha	Vegetación Actual	m²	ha	Tipo de Obra	Tipo de Afectación
Área de aerogeneradores	2,798,471	279.8471	Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco	2,674,779	267.4779	Permanente	Se Afecta
			Suelo desnudo	123,692	12.3692		
Áreas BESS	19,688	1.9688	Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco	19,148	1.9148	Permanente	Se Afecta
			Suelo desnudo	540	0.0540		
Caminos Internos	177,406	17.7406	Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco	160,930	16.0930	Permanente	Se Afecta
			Suelo desnudo	16,476	1.6476		
Canaletas	20,472	2.0472	Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco	18,743	1.8743	Permanente	Se Afecta
			Suelo desnudo	1,729	0.1729		
Concretera	1,481	0.1481	Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco	1,481	0.1481	Permanente	Se Afecta
Red de media tensión	32,798	3.2798	Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco	30,453	3.0453	Permanente	Se Afecta
			Suelo desnudo	2,345	0.2345		
SE Elevadora	5,316	0.5316	Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco	5,316	0.5316	Permanente	Se Afecta
Obras Temporales	2,975	0.2975	Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco	2,975	0.2975	Temporal	Se Afecta
Área de impacto de gasoductos	1,787	0.1787	Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco	1,266	0.1266		Sin Afectación
			Suelo desnudo	521	0.0521		
Zona Federal	5,388	0.5388	Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco	3,333	0.3333		Sin Afectación
			Suelo desnudo	2,055	0.2055		
Total	**3,065,782**	**306.5782**		**3,065,782**	**306.5782**		

Consulta Pública

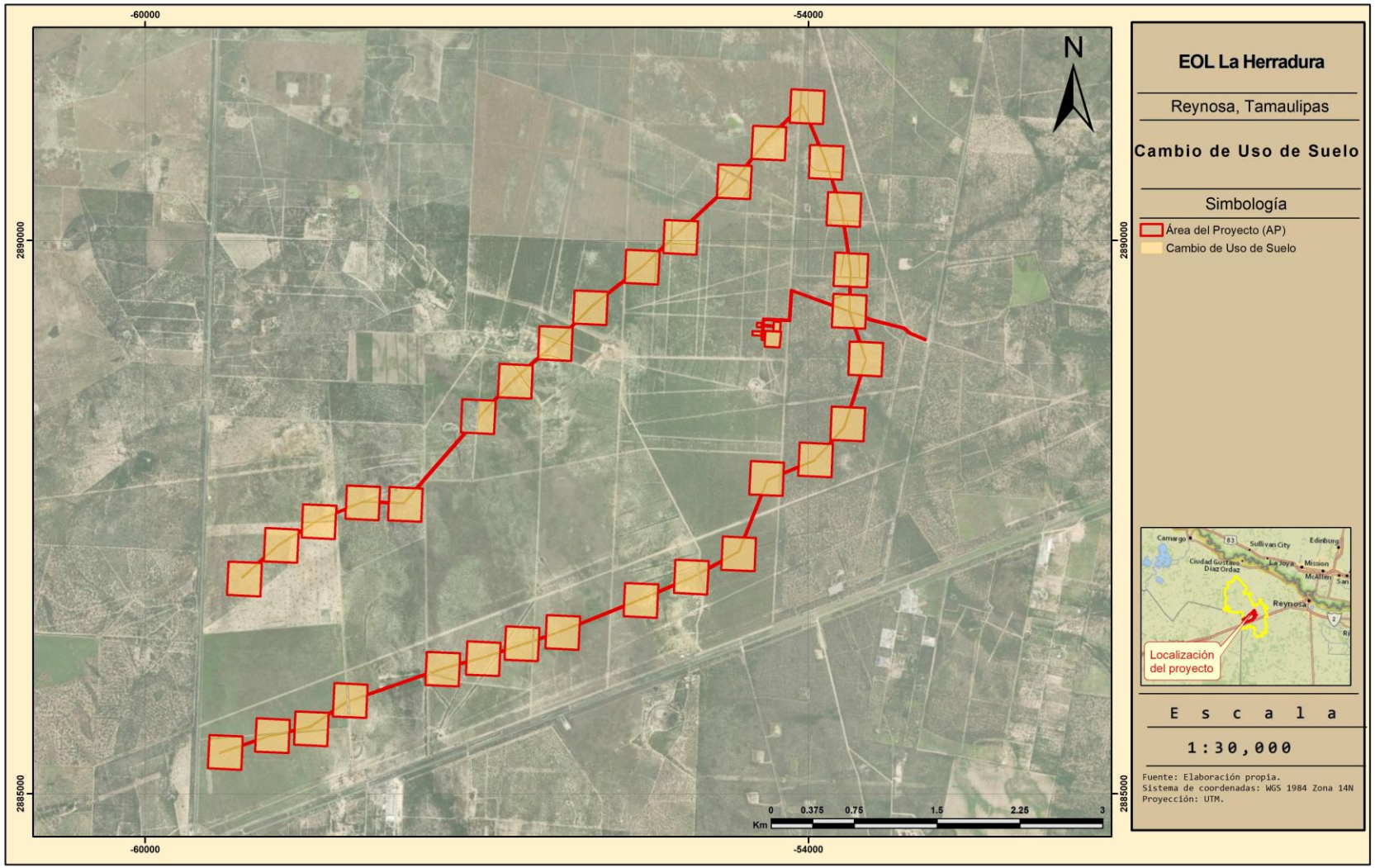
Dado lo anterior, será requerido Cambio de Uso de Suelo en las superficies de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco en las cuales se instalarán las obras temporales y permanentes como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 30: Cambio de Uso de Suelo necesario para la instalación del Proyecto

CUS					
Descripción	Vegetación Actual	m^2	ha	Tipo de Obra	Tipo de Afectación
Área de aerogeneradores	Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco	2,674,779	267.4779	Permanente	Se Afecta
Áreas de BESS	Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco	19,148	1.9148	Permanente	Se Afecta
Caminos internos	Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco	160,930	16.0930	Permanente	Se Afecta
Canaletas	Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco	18,743	1.8743	Permanente	Se Afecta
Concretera	Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco	1,481	0.1481	Permanente	Se Afecta
Obras Temporales	Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco	2,975	0.2975	Permanente	Se Afecta
Red de media tensión	Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco	30,453	3.0453	Permanente	Se Afecta
SE Elevadora	Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco	5,316	0.5316	Permanente	Se Afecta
Total		**2,913,825**	**291.3825**		

Consulta Pú

Mapa 7: Cambio de Uso de Suelo.



2 VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES 2-3

2.1 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO FEDERAL, ESTATAL Y MUNICIPAL 2-3

2.1.1 Programa De Ordenamiento Ecológico General Del Territorio (Poegt) (Secretaría De Medio Ambiente Y Recursos Naturales, Semarnat 2012) 2-3

2.1.2 Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Cuenca de Burgos (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2012) 2-14

2.2 DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS 2-26

2.2.1 Áreas naturales protegidas 2-26

2.2.2 Áreas de importancia para la conservación de las aves 2-28

2.2.3 Sitios RAMSAR 2-30

2.2.4 Regiones Terrestres Prioritarias 2-32

2.2.5 Regiones Hidrológicas Prioritarias 2-34

2.3 PLANES O PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO MUNICIPALES (PDU) 2-36

2.3.1 Programa Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Reynosa, Tamaulipas 2-36

2.4 NORMAS OFICIALES MEXICANAS 2-41

2.4.1 Atmósfera 2-41

2.4.2 Flora y fauna 2-45

2.4.3 Residuos peligrosos 2-46

2.4.4 Residuos de manejo especial 2-49

2.4.5 Ruido 2-50

2.4.6 Suelo 2-51

2.5 OTROS INSTRUMENTOS A CONSIDERAR 2-52

2.5.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (H. Congreso de la Unión 1917) 2-52

2.5.2 Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente(H. Congreso de la Unión 1988a) (H. Congreso de la Unión 1988a) 2-56

2.5.3 Reglamento de la ley general del equilibrio ecológico y protección al ambiente en materia de evaluación del impacto ambiental (H. Congreso de la Unión 1988b) (H. Congreso de la Unión 2000b) 2-64

2.5.4 Ley General de desarrollo forestal sustentable (H. Congreso de la Unión 2018) 2-68

2.5.5 Reglamento de la ley general de desarrollo forestal sustentable(H. Congreso de la Unión 2020) 2-70

2.5.6 Ley general de vida silvestre (H. Congreso de la Unión 2000a) 2-73

2.5.7 Ley general de cambio climático (H. Congreso de la Unión 2012) 2-75

2.5.8 Ley general de prevención y gestión integral de los residuos (H. Congreso de la Unión 2003) 2-78

2.5.9 Reglamento de la ley general para la prevención y gestión integral de los residuos (H. Congreso de la Unión 2006) 2-88

2.5.10 Ley de aguas nacionales (H. Congreso de la Unión 1992) 2-98

2.5.11 Ley de la empresa pública del estado, comisión federal de electricidad; la ley de la empresa pública del estado, petróleos mexicanos; la ley del sector eléctrico; la ley del sector hidrocarburos; la ley de planeación y transición energética; la ley de biocombustibles; la ley de geotermia y, la ley de la comisión nacional de energía; se reforman diversas

Consulta Pública

disposiciones de la ley del fondo mexicano del petróleo para la estabilización y el desarrollo y, se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la ley orgánica de la administración pública federal. (Poder Legislativo 2025) 2-108

2.5.12 Planes de desarrollo 2-112

2.5.12.1 Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030 (Gobierno de México 2025) 2-112

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1 UAB 2-5

Mapa 2 UGA 2-15

Mapa 2: Áreas Naturales Protegidas. 2-27

Mapa 3 Áreas de importancia para la conservación de las aves. 2-29

Mapa 4: Sitios RAMSAR. 2-31

Mapa 5: Regiones Terrestres Prioritarias 2-33

Mapa 6: Regiones Hidrológicas Prioritarias 2-35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Descripción de la UAB 2-3

Tabla 2 Vinculación con los Criterios 2-6

Tabla 3 UGA 331 2-16

Tabla 4 UGA 368 2-16

Tabla 5 Matriz con los criterios de todas las UGA 2-17

Consulta Pública

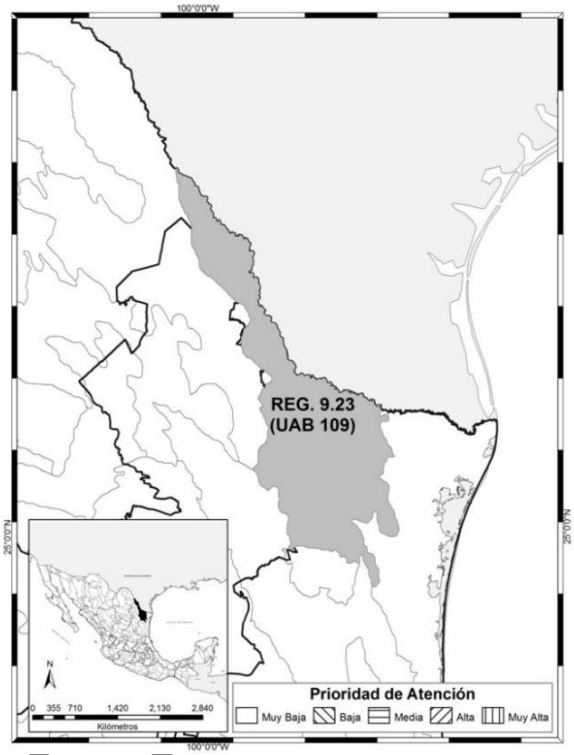
2 VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

2.1 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO FEDERAL, ESTATAL Y MUNICIPAL

2.1.1 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POEGT) (SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES, SEMARNAT 2012)

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.

Tabla 1: Descripción de la UAB

<table>
<tr><td rowspan="3">
</td><td colspan="3">REGION ECOLOGICA: 9.23
Unidad Ambiental Biofísica que la compone:
109. Llanuras de Coahuila y Nuevo León Sur (y Tamaulipas)</td></tr>
<tr><td colspan="3">Localización:
Este de Nuevo León y noroeste de Tamaulipas</td></tr>
<tr><td>Superficie en Km²: 24,630.17 km²</td><td>Población Total:
1,086,454 hab.</td><td>Población Indígena:
Sin presencia</td></tr>
<tr><td>Estado Actual del Medio Ambiente 2008:</td><td colspan="3">Estable a Medianamente estable. Conflicto Sectorial Nulo. Medianamente estable. Conflicto Sectorial Nulo. No presenta superficie de ANP. Alta degradación de los Suelos. Alta degradación de la Vegetación. Media degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es baja. Longitud de Carreteras (km): Media. Porcentaje de Zonas Urbanas: Muy baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Baja. Densidad de población (hab/km2): Baja. El uso de suelo es Pecuario, Otro tipo de vegetación y Agrícola. Con disponibilidad de agua superficial. Con disponibilidad de agua</td></tr>
</table>

Consulta Pública

	subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 3.7. Baja marginación social. Alto índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Bajo hacinamiento en la vivienda. Medio indicador de consolidación de la vivienda. Muy alto indicador de capitalización industrial. Bajo porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Alto porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola con fines comerciales. Media importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.
Escenario al 2033:	Medianamente estable a inestable
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**
109	Ganadería, Industria	-Desarrollo Social -Preservación de Flora y Fauna	Minería	-Desarrollo -Social -PEMEX -SCT	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 16, 17, 18, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 44

Consulta Pública

Mapa 1 UAB

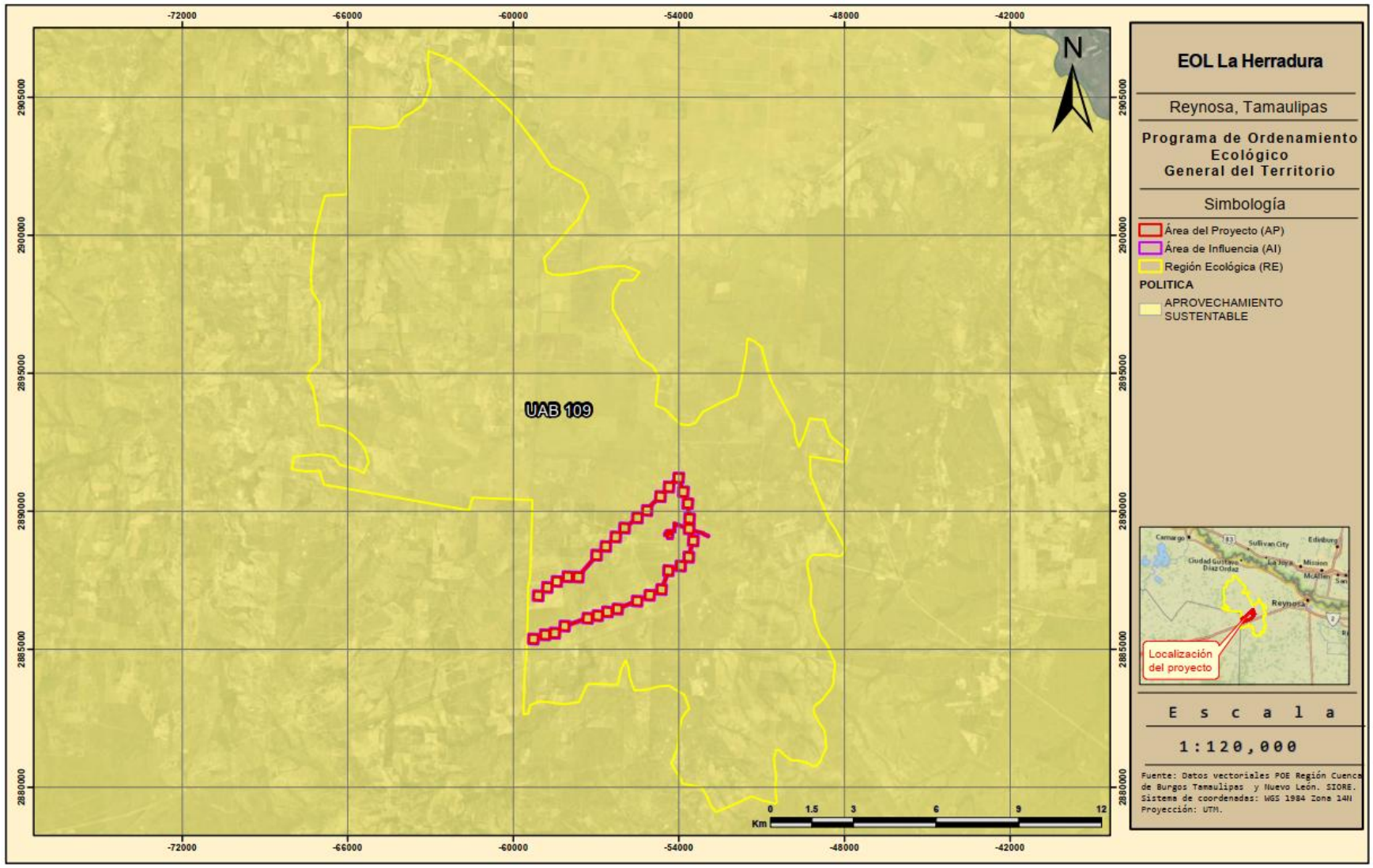

-72000
-66000
-60000
-54000
-48000
-42000
2905000
2900000
2895000
2890000
2885000
2880000
N
UAB 109
0
1.5
3
6
9
12
Km
EOL La Herradura
Reynosa, Tamaulipas
Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio
Simbología
Área del Proyecto (AP)
Área de Influencia (AI)
Región Ecológica (RE)
POLITICA
APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE
Localización del proyecto
E s c a l a
1:120,000
Fuente: Datos vectoriales POE Región Cuenca de Burgos Tamaulipas y Nuevo León. SIORE. Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zone 14N Proyección: UTM.

Tabla 2 Vinculación con los Criterios

Ordenamiento Ecológico General del Territorio (2012)		
	Criterio	**Vinculación**
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio		
A) Preservación	1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad. 2. Recuperación de especies en riesgo. 3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	El Proyecto se desarrollará tanto sobre terrenos agrícolas como en superficies con vegetación forestal, procurando limitar la intervención del suelo y la remoción de vegetación a las áreas estrictamente necesarias para el establecimiento de los aerogeneradores y demás infraestructura asociada. En las superficies que constituyan terrenos forestales y donde resulte necesaria la remoción de vegetación, se tramitará previamente la autorización de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, sustentada mediante el Estudio Técnico Justificativo correspondiente. Asimismo, previo y durante las actividades de preparación del sitio y construcción, se implementarán los Programas de Rescate y Reubicación de Flora y de Rescate, Reubicación y Ahuyentamiento de Fauna, con especial atención a las especies que, en su caso, se encuentren bajo alguna categoría de riesgo. De manera complementaria, el Proyecto contará con un Programa de Monitoreo de Aves y Murciélagos, particularmente relevante por la naturaleza eólica del Proyecto, mediante el cual se dará seguimiento a estos grupos y a su interacción con la infraestructura durante las etapas que correspondan. Finalmente, mediante el Programa de Vigilancia Ambiental se verificará la implementación y cumplimiento de las medidas establecidas para la protección de la vegetación, fauna y demás componentes ambientales.

Consulta Pública

Ordenamiento Ecológico General del Territorio (2012)		
	Criterio	**Vinculación**
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	Respecto de las estrategias 4 y 7, el Proyecto no tiene como finalidad realizar el aprovechamiento de especies, recursos forestales maderables o no maderables ni otros recursos naturales con fines productivos. No obstante, parte de su infraestructura se establecerá en superficies con vegetación forestal, por lo que la remoción de ésta se limitará a las áreas estrictamente necesarias para el desarrollo de las obras. En aquellas superficies que constituyan terrenos forestales y requieran su cambio de uso, se tramitará previamente la autorización de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, sustentada mediante el Estudio Técnico Justificativo correspondiente, y se atenderán las medidas y obligaciones que deriven de dicho procedimiento. En cuanto a las estrategias 5 y 6, parte de la infraestructura del Proyecto se establecerá sobre terrenos actualmente destinados a actividades agrícolas; sin embargo, el Proyecto no tiene por objeto desarrollar actividades agrícolas, pecuarias o hidroagrícolas ni contempla la tecnificación de superficies de cultivo. La ocupación se limitará a las superficies requeridas para los aerogeneradores y demás infraestructura asociada, procurando evitar afectaciones innecesarias sobre los terrenos circundantes y las actividades productivas que en ellos se desarrollan. Finalmente, respecto de la estrategia 8, si bien el Proyecto no tiene por objeto establecer mecanismos de valoración económica de los servicios ambientales, en la evaluación de impacto ambiental se considerarán los componentes y funciones ambientales
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	
	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	
	8. Valoración de los servicios ambientales.	

Consulta Pública

Ordenamiento Ecológico General del Territorio (2012)		
	Criterio	**Vinculación**
		presentes en el área, a fin de identificar los impactos derivados de las obras y establecer las medidas de prevención, mitigación y, en su caso, recuperación que correspondan. De esta manera, el desarrollo del Proyecto considera tanto la presencia de terrenos agrícolas como de superficies con vegetación forestal, diferenciando las medidas y procedimientos ambientales aplicables de acuerdo con las características y condiciones de cada superficie.
C) Protección de los recursos naturales	12. Protección de los ecosistemas. 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	Respecto de la estrategia 12, el desarrollo del Proyecto procurará reducir la intervención sobre los ecosistemas presentes, limitando la remoción de vegetación y la ocupación del suelo a las superficies estrictamente necesarias para el establecimiento de los aerogeneradores y demás infraestructura asociada. En las superficies con vegetación forestal que requieran cambio de uso de suelo se tramitará previamente la autorización correspondiente mediante el Estudio Técnico Justificativo. Asimismo, se implementarán los Programas de Rescate y Reubicación de Flora; Rescate, Reubicación y Ahuyentamiento de Fauna; Conservación de Suelo y Agua; y Vigilancia Ambiental, según corresponda a las características y afectaciones de cada superficie. Adicionalmente, por la naturaleza eólica del Proyecto, el Programa de Monitoreo de Aves y Murciélagos permitirá dar seguimiento a estos grupos faunísticos y establecer, en su caso, las medidas que resulten necesarias durante las etapas correspondientes. En cuanto a la estrategia 13, si bien parte del Proyecto se establecerá sobre terrenos

Consulta Pública

Ordenamiento Ecológico General del Territorio (2012)		
	Criterio	**Vinculación**
		agrícolas, éste no contempla actividades de producción agrícola ni la aplicación de agroquímicos o biofertilizantes, por lo que las acciones específicas previstas por esta estrategia no resultan directamente aplicables a las obras y actividades del Proyecto.
D) Dirigidas a la Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	Esta estrategia guarda relación directa con las características del Proyecto, considerando que su infraestructura se establecerá tanto en terrenos agrícolas como en superficies con vegetación forestal. Las superficies de afectación temporal serán objeto de acciones de recuperación de acuerdo con sus condiciones previas y con el tipo y magnitud de la intervención realizada. Para ello, se implementarán los Programas de Restauración y Revegetación de Áreas Afectadas y de Conservación de Suelo y Agua, mediante los cuales se establecerán las medidas correspondientes para la recuperación física del suelo, prevención y control de procesos erosivos y restablecimiento de la cobertura vegetal cuando resulte aplicable. En las superficies forestales sujetas a Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, las medidas y obligaciones específicas derivadas de dicho procedimiento serán atendidas conforme al ETJ y a la autorización correspondiente.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	18. Establecer mecanismos de supervisión e inspección que permitan el cumplimiento de metas y niveles de seguridad adecuados en el sector de hidrocarburos. 15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.	Las estrategias 15, 15 bis, 16, 17 y 18 se encuentran dirigidas al aprovechamiento de recursos naturales no renovables y al desarrollo, regulación o supervisión de actividades mineras, de hidrocarburos, industriales y manufactureras. El Proyecto corresponde a un parque eólico destinado a la generación de energía mediante

Consulta Pública

Ordenamiento Ecológico General del Territorio (2012)		
	Criterio	**Vinculación**
	15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable	el aprovechamiento de un recurso renovable, por lo que no contempla actividades de exploración o explotación minera o de hidrocarburos, ni procesos de reconversión industrial o producción manufacturera. En consecuencia, las acciones específicas establecidas en estas estrategias no resultan directamente aplicables a las obras y actividades del Proyecto.
	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.	
	17. Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras).	
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana		
C) Agua y Saneamiento	27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.	Las estrategias 27, 28 y 29 están orientadas principalmente al fortalecimiento de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento, así como a la gestión integral y protección del recurso hídrico. El Proyecto no tiene por objeto la prestación de dichos servicios ni contempla el aprovechamiento permanente de cuerpos de agua como parte de su operación. No obstante, durante la preparación del sitio y construcción se implementarán medidas para prevenir afectaciones a la calidad del agua y a los patrones naturales de escurrimiento, así como para evitar la disposición de residuos o sustancias contaminantes en el suelo, cauces y cuerpos de agua. Estas medidas serán atendidas principalmente mediante los Programas de Conservación de Suelo y Agua, Manejo Integral de Residuos y Mantenimiento Preventivo de Vehículos y Maquinaria, según corresponda.
	28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.	
	29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.	

Consulta Pública

Ordenamiento Ecológico General del Territorio (2012)		
	Criterio	**Vinculación**
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	30. Construir y modernizar la red carretera a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población y así contribuir a la integración de la región.	Las estrategias 30, 31 y 32 se encuentran orientadas al desarrollo de infraestructura carretera y al ordenamiento y mejoramiento de ciudades y zonas metropolitanas. El Proyecto no constituye un desarrollo urbano ni tiene por objeto generar nuevos asentamientos o promover la expansión de centros de población. Asimismo, aunque para su construcción se utilizará infraestructura vial y caminos de acceso, el Proyecto no corresponde a una obra destinada a la construcción o modernización de la red carretera regional. Por lo anterior, las acciones específicas señaladas en estas estrategias no resultan directamente aplicables al Proyecto, sin que su desarrollo se contraponga con los objetivos generales de infraestructura y ordenamiento territorial establecidos por el instrumento.
	31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.	
	32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.	
E) Desarrollo Social	33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza.	Las estrategias 33 y 34 se encuentran orientadas principalmente al fortalecimiento de las capacidades sociales, la ampliación de oportunidades en el medio rural y la integración de zonas con condiciones de marginación. El Proyecto no corresponde a un programa de desarrollo social ni tiene por objeto la aplicación de recursos públicos destinados a atender dichas condiciones. No obstante, por su naturaleza como proyecto de infraestructura energética, durante sus diferentes etapas podrá generar una dinámica económica asociada principalmente con la contratación de bienes, servicios y mano de obra, conforme a los requerimientos y necesidades del Proyecto.
	34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional.	

Consulta Pública

Ordenamiento Ecológico General del Territorio (2012)		
	Criterio	**Vinculación**
	37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	Las estrategias 37, 39, 40 y 41 corresponden a políticas de desarrollo e inclusión social dirigidas a grupos específicos de la población, así como al acceso a servicios de salud, asistencia y protección social. Por su naturaleza, el Proyecto no tiene atribuciones ni contempla acciones destinadas a la prestación de servicios de salud, asistencia social o protección social, por lo que dichas acciones no resultan directamente aplicables a sus obras y actividades. No obstante, durante las etapas que requieran contratación de personal, ésta se realizará bajo criterios de igualdad y no discriminación, de conformidad con la legislación aplicable y con las políticas laborales establecidas para el Proyecto.
	39. Incentivar el uso de servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.	
	40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.	
	41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional		
A) Marco Jurídico	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	El desarrollo del Proyecto considerará la situación jurídica y los derechos de propiedad y posesión de los terrenos requeridos para su infraestructura. La ocupación de las superficies necesarias se realizará mediante los instrumentos jurídicos que correspondan y respetando los derechos de los propietarios y poseedores, conforme a la legislación aplicable.

Consulta Pública

Ordenamiento Ecológico General del Territorio (2012)		
	Criterio	**Vinculación**
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.	Las estrategias 43 y 44 están dirigidas principalmente al fortalecimiento de los instrumentos de información agraria, catastro y planeación territorial, así como a la coordinación institucional para impulsar el desarrollo regional. Si bien corresponde a las autoridades competentes la integración y modernización de dichos instrumentos, el Proyecto considerará las disposiciones de ordenamiento ecológico y territorial aplicables a su ubicación, así como los instrumentos de planeación estatal y municipal correspondientes. De igual forma, se gestionarán ante las autoridades competentes las autorizaciones, permisos y demás instrumentos que resulten necesarios para el desarrollo de sus obras y actividades.
	44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	

Consulta Pública

2.1.2 Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Cuenca de Burgos (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2012)

Se cita el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Cuenca de Burgos, publicado el 21 de febrero de 2012 en el Diario Oficial de la Federación, en el cual se verificaron los criterios y lineamientos a los que deberá alinearse el Proyecto durante su implantación. Este Programa establece directrices específicas para la conservación del medio ambiente y el uso sostenible de los recursos naturales, asegurando que el desarrollo de infraestructura, como los parques eólicos, se realice de manera compatible con la protección de la biodiversidad y el mantenimiento de los servicios ecosistémicos de la región. La implementación del Proyecto debe cumplir con estos criterios para minimizar los impactos ambientales negativos y promover el desarrollo sustentable en la Cuenca de Burgos.

A continuación, se presentan las UGA a las cuales el Proyecto se deberá alinear:

Consulta Pública

Mapa 2 UGA

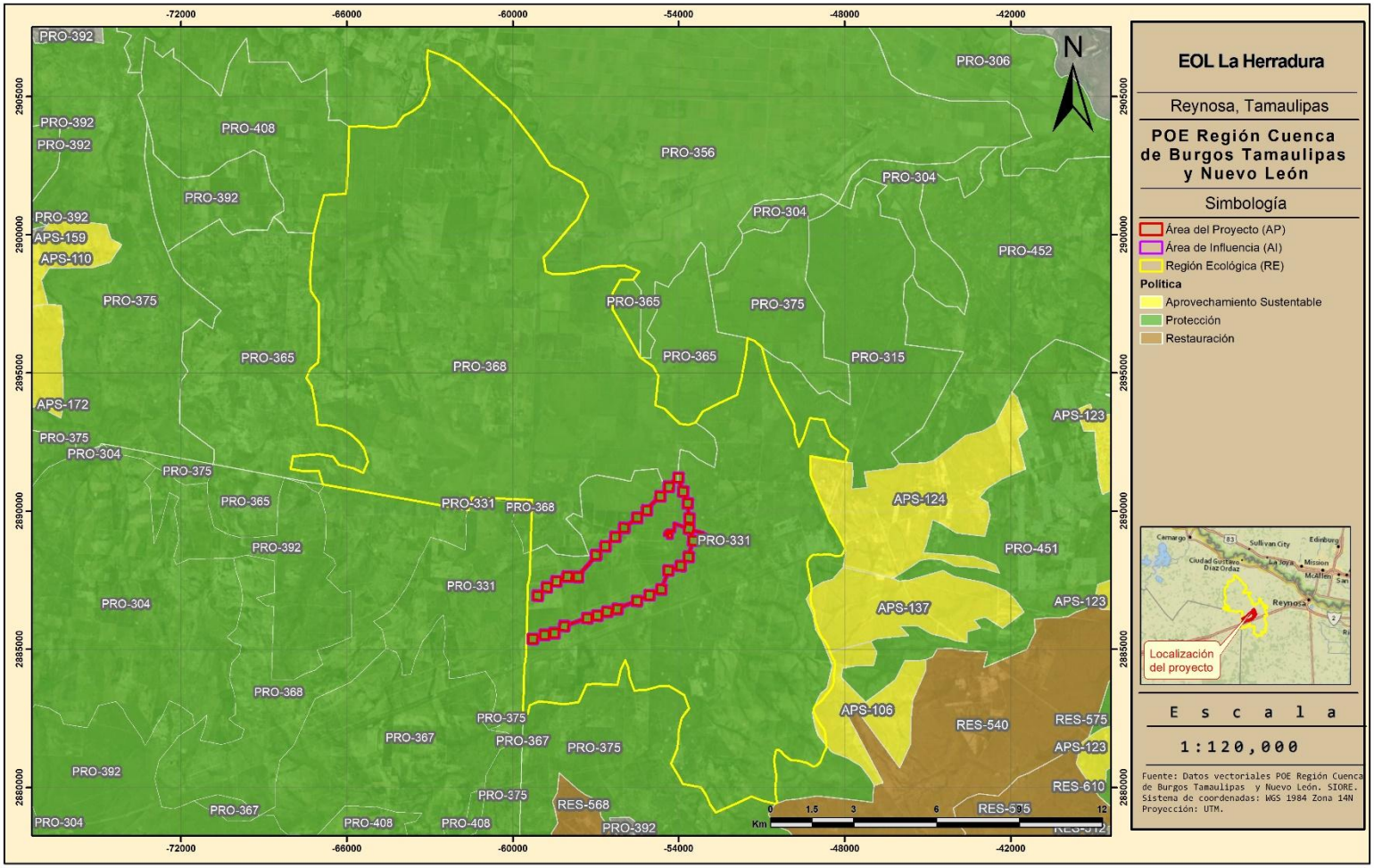

EOL La Herradura
Reynosa, Tamaulipas
POE Región Cuenca de Burgos Tamaulipas y Nuevo León
Simbología
Área del Proyecto (AP)
Área de Influencia (AI)
Región Ecológica (RE)
Política
Aprovechamiento Sustentable
Protección
Restauración
Localización del proyecto
E s c a l a
1:120,000
Fuente: Datos vectoriales POE Región Cuenca de Burgos Tamaulipas y Nuevo León. SIORE. Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N Proyección: UTM.
N
PRO-392
PRO-306
PRO-408
PRO-356
PRO-304
PRO-452
APS-159
APS-110
PRO-375
PRO-365
PRO-315
PRO-368
APS-172
APS-123
APS-124
PRO-331
PRO-451
APS-137
PRO-367
APS-106
RES-540
RES-575
RES-610
RES-568
PRO-304
PRO-408
PRO-392
Km

Tabla 3 UGA 331

Nombre de POE	UGA	Política ambiental	Uso predominante	Criterios
Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Cuenca de Burgos del Estado de Tamaulipas	PRO-331	Protección	Agricultura	L3: 01; L5: 01, 02, 03; L6: 01; L8: 01, 02, 03; L12: 01, 02, 03

Tabla 4 UGA 368

Nombre de POE	UGA	Política ambiental	Uso predominante	Criterios
Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Cuenca de Burgos del Estado de Tamaulipas	PRO-368	Protección	Cinegético	L5: 01, 02; L6: 01, 02, 03; L8: 01, 02, 03; L16: 01, 02

Consulta Pública

Tabla 5 Matriz con los criterios de todas las UGA

UGA		Criterio	Vinculación
331	368		
		1.- Promover la captación, tratamiento y monitoreo de aguas residuales (urbanas e industriales).	Por la naturaleza del Proyecto, estos criterios no resultan directamente aplicables, toda vez que el parque eólico no corresponde a una actividad urbana o industrial generadora de aguas residuales que requiera infraestructura permanente para su tratamiento, ni contempla como parte de su operación sistemas de aprovechamiento de agua. Durante la etapa de construcción, las necesidades sanitarias del personal serán atendidas mediante servicios sanitarios portátiles, cuyo manejo y disposición se realizará a través de prestadores de servicios autorizados, evitando descargas al suelo o cuerpos de agua.
		3.- Promover la conservación de la vegetación natural y acciones de conservación de suelos en zonas de recarga, barrancas y cañadas.	El Proyecto se desarrollará tanto sobre terrenos agrícolas como en superficies con vegetación forestal, procurando limitar la intervención del suelo y la remoción de vegetación a las áreas estrictamente necesarias para el establecimiento de los aerogeneradores y demás infraestructura asociada. En aquellas superficies que constituyan terrenos forestales y donde resulte necesaria la remoción de vegetación, se tramitará previamente la autorización de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, sustentada mediante el Estudio Técnico Justificativo correspondiente. Asimismo, mediante el Programa de Conservación de Suelo y Agua se establecerán medidas para prevenir procesos erosivos, conservar el suelo y evitar alteraciones innecesarias en los patrones naturales de escurrimiento. En las superficies de afectación temporal se aplicarán, cuando corresponda, las acciones previstas en el Programa de Restauración y Revegetación de Áreas Afectadas, mientras que las acciones de rescate y reubicación de flora se dirigirán a las superficies y ejemplares susceptibles de afectación que así lo requieran.
		5.- Promover el cambio de sistemas de riego tradicionales a riego presurizado.	Si bien parte de la infraestructura del Proyecto se establecerá sobre terrenos de uso agrícola, éste corresponde a un parque eólico y no tiene por objeto desarrollar actividades agrícolas, implementar o modificar sistemas de riego, modernizar Distritos de Riego ni establecer infraestructura de drenaje parcelario.
		6.- Promover el mantenimiento del caudal ambiental en los principales ríos de la región.	El Proyecto no contempla el aprovechamiento, desvío o modificación del caudal de los principales ríos de la región. Las obras y actividades se desarrollarán procurando mantener los patrones naturales de escurrimiento y evitando la disposición de materiales o residuos que puedan obstruir los cauces existentes.
		7.- Promover la modernización y tecnificación de los Distritos de Riego regionales y los sistemas de distribución del agua.	Si bien parte de la infraestructura del Proyecto se establecerá sobre terrenos de uso agrícola, éste corresponde a un parque eólico y no tiene por objeto desarrollar actividades agrícolas, implementar o modificar sistemas de riego, modernizar Distritos de Riego ni establecer infraestructura de drenaje parcelario.

Consulta Pública

UGA		Criterio	Vinculación
331	368		
		8.- Promover la utilización de técnicas para el drenaje parcelario (surcos en contorno, represas filtrantes, diques u ollas parcelarias).	
		9.- Promover acciones para el mejoramiento de la cobertura vegetal y para la conservación de los suelos, con el objeto de evitar la sedimentación en los principales cuerpos de agua (laguna madre y grandes presas).	Las actividades que impliquen intervención del suelo se limitarán a las superficies requeridas por el Proyecto. Mediante los Programas de Conservación de Suelo y Agua y de Restauración y Revegetación de Áreas Afectadas se aplicarán medidas para prevenir procesos erosivos, pérdida de suelo y arrastre de sedimentos, así como para favorecer la recuperación de la cobertura vegetal en las superficies de afectación temporal que así lo requieran.
		10.- Controlar el crecimiento urbano, pecuario e industrial en función de la disponibilidad de agua superficial y subterránea, manteniendo los caudales ambientales.	El criterio no resulta directamente aplicable a la naturaleza del Proyecto, ya que su desarrollo no constituye crecimiento urbano, pecuario o industrial ni implica un aprovechamiento significativo de agua superficial o subterránea.
		12.- Promover la reutilización de las aguas tratadas.	El Proyecto no contempla la instalación u operación de infraestructura permanente para el tratamiento de aguas residuales ni la generación de aguas tratadas como parte de su proceso de generación de energía, por lo que la reutilización de este tipo de aguas no constituye una actividad directamente asociada con su operación. Durante la etapa de construcción, las necesidades sanitarias del personal serán atendidas mediante servicios sanitarios portátiles, cuyo manejo, retiro y disposición se realizará a través de prestadores de servicios autorizados, evitando descargas de aguas residuales al suelo o cuerpos de agua. Por lo anterior, el supuesto específico previsto por este criterio no resulta directamente aplicable al Proyecto.
		13.- Evitar los procesos de contaminación del agua superficial y subterránea, producto de las actividades productivas.	Durante la construcción se aplicarán medidas preventivas para evitar derrames, fugas y disposición inadecuada de residuos que pudieran afectar el agua superficial o subterránea, principalmente mediante los Programas de Manejo Integral de Residuos y de Mantenimiento Preventivo de Vehículos y Maquinaria. El Proyecto no contempla la descarga permanente de aguas residuales asociadas con su operación.
		15.- Promover el saneamiento de las aguas contaminadas y su reutilización.	
		16.- Promover la recuperación física, química y biológica de suelos afectados por algún tipo de degradación.	Las actividades constructivas se limitarán a las superficies requeridas por el Proyecto. Se implementarán medidas para prevenir erosión, compactación, contaminación y pérdida innecesaria de suelo mediante el Programa de Conservación de Suelo y Agua. Las superficies de afectación temporal serán recuperadas conforme a sus condiciones y uso previo mediante las acciones del Programa de Restauración y Revegetación de Áreas Afectadas. Asimismo, se aplicarán medidas para prevenir y atender posibles derrames de combustibles, aceites y lubricantes.
		17.- Mitigar los procesos de contaminación de los suelos, producto de las actividades productivas.	
		18.- Promover el manejo sustentable del suelo agrícola con prácticas de conservación agronómicas, tales como la labranza mínima o de conservación, incorporación de abonos	Una parte del Proyecto se desarrollará sobre terrenos agrícolas; sin embargo, los criterios se encuentran dirigidos específicamente a las prácticas de manejo y producción agrícola. El Proyecto no realizará actividades de cultivo, labranza, rotación de cultivos o aplicación de abonos,

Consulta Pública

UGA		Criterio	Vinculación
331	368		
		verdes y rastrojos, rotación de cultivos, entre otros.	por lo que no le corresponde implementar dichas prácticas. En las superficies agrícolas intervenidas se procurará limitar la afectación del suelo a las áreas estrictamente necesarias.
		19.- Promover el uso de abonos orgánicos en áreas agrícolas.	
		20.- Prevenir la erosión eólica a través de la estabilización de los suelos con cobertura vegetal y el establecimiento de cortinas rompe vientos.	Durante las actividades que impliquen remoción o exposición del suelo se implementarán medidas de prevención y control de erosión conforme al Programa de Conservación de Suelo y Agua. En las superficies de afectación temporal se favorecerá su estabilización y recuperación de acuerdo con las condiciones previas del sitio.
		21.- Promover acciones de remediación en sitios contaminados (minas, jales, canteras, entre otros).	El Proyecto no corresponde a una actividad minera o extractiva ni contempla la intervención de minas, jales o canteras como parte de sus obras. En caso de presentarse una contaminación accidental del suelo durante la construcción, se aplicarán las medidas de contención, limpieza y manejo que correspondan.
		22.- Impulsar el manejo sustentable del suelo pecuario mediante el cumplimiento de los coeficientes de agostadero.	Estos criterios no resultan directamente aplicables al Proyecto, ya que éste no tiene por objeto desarrollar actividades pecuarias ni establecer áreas verdes urbanas
		23.- Promover que las áreas verdes urbanas se establezcan sobre suelos con una calidad adecuada.	
		24.- En la realización de actividades de aprovechamientos forestales, se deberá evitar la erosión o degradación del suelo, para lo cual dichas actividades se realizarán de manera tal que mantenga su integridad, su capacidad productiva forestal, y que no se comprometa su biodiversidad y los servicios ambientales que presta, para hacerlo consistente con los criterios obligatorios de política forestal de carácter ambiental y silvícola a que se refiere el Artículo 33, fracciones V y VI, de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.	El Proyecto no tiene por objeto realizar aprovechamientos forestales maderables o no maderables ni el aprovechamiento de tierra de monte. No obstante, en aquellas superficies con vegetación forestal donde sea necesaria su remoción para el establecimiento de infraestructura, se tramitará previamente la autorización de CUSTF mediante el ETJ correspondiente, aplicándose además las medidas de conservación de suelo previstas para el Proyecto.
		25.- El aprovechamiento de tierra de monte debe hacerse de manera que se mantenga la integridad física y la capacidad productiva del suelo, controlando en todo caso los procesos de erosión y degradación.	
		26.- Crear y/o fortalecer los centros de compostaje municipal.	Los criterios corresponden a acciones de carácter municipal y urbano que no forman parte de las obras o actividades del Proyecto, por lo que no resultan directamente aplicables.

Consulta Pública

UGA		Criterio	Vinculación
331	368		
		27.- Promover el establecimiento y mantenimiento de áreas verdes en zonas urbanas (entre 9 y 16 m2/habitante).	
		28.- Promover la conservación de espacios con vegetación forestal en las zonas de aprovechamiento productivo.	El Proyecto procurará limitar la remoción de vegetación forestal a las superficies estrictamente necesarias para el establecimiento de su infraestructura. En aquellas superficies donde resulte necesario efectuar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales se gestionará la autorización correspondiente mediante el ETJ, complementándose con las medidas previstas en los programas ambientales aplicables.
		29.- Fortalecer y extender los programas que inciden sobre el control de incendios, plagas y enfermedades.	Durante la preparación del sitio y construcción se aplicarán medidas preventivas para reducir el riesgo de incendios, incluyendo la prohibición de quemas y el control de fuentes de ignición. Asimismo, durante las actividades de rescate y reubicación de flora se dará seguimiento al estado de los ejemplares intervenidos.
		30.- Impulsar la restauración de las áreas afectadas por las explotaciones industriales, mineras, y otras que provoquen la degradación de los suelos y de la cobertura vegetal.	Si bien el Proyecto no constituye una explotación minera o industrial, las superficies que sean afectadas temporalmente durante su construcción serán objeto de acciones de recuperación conforme al Programa de Restauración y Revegetación de Áreas Afectadas, complementadas con las medidas de conservación de suelo que correspondan.
		31.- Mantener y extender las áreas de pastizales nativos o endémicos.	En caso de identificarse pastizales nativos dentro de las superficies de intervención, se procurará minimizar su afectación. Cuando las acciones de revegetación requieran el establecimiento de cobertura vegetal, se privilegiará el empleo de especies nativas y acordes con las condiciones ambientales del sitio.
		32.- Privilegiar la siembra de pastos nativos sobre los pastos exóticos.	
		33.- En aquellas zonas colindantes a las áreas naturales protegidas de competencia federal, o que se determinen como zonas de influencia de las mismas en los programas de manejo respectivos, privilegiar actividades compatibles con la zonificación y subzonificación de dichas Áreas Naturales Protegidas.	De acuerdo con la ubicación del Proyecto, éste no se encuentra dentro ni colindante con un Área Natural Protegida de competencia federal, por lo que el supuesto específico previsto por el criterio no resulta aplicable.
		34.- Fomentar la conservación del matorral espinoso tamaulipeco, de los mezquitales y el matorral submontano.	El diseño y ejecución del Proyecto procurará reducir la superficie de remoción de vegetación natural y limitarla a las áreas necesarias para su infraestructura, conservando la vegetación fuera de dichas superficies. En las áreas forestales sujetas a intervención se aplicarán las medidas derivadas del ETJ, así como los Programas de Rescate y Reubicación de Flora, Conservación de Suelo y Agua y Restauración y Revegetación de Áreas Afectadas, según corresponda. Asimismo, se procurará evitar afectaciones innecesarias a los parches de vegetación y mantener, en la
		35.- Promover la conectividad entre parches de vegetación para establecer corredores	

Consulta Pública

UGA		Criterio	Vinculación
331	368		
		biológicos que faciliten la movilización y dispersión de la vida silvestre.	medida técnicamente posible, su conectividad para favorecer el desplazamiento de la fauna silvestre
		36.- Promover que la producción de carbón vegetal utilice madera proveniente de plantaciones forestales.	No resulta aplicable, toda vez que el Proyecto no contempla la producción de carbón vegetal ni el aprovechamiento de madera con dicha finalidad.
		37.- Promover la reforestación con especies nativas y con obras de conservación de suelos.	Cuando las medidas de recuperación ambiental aplicables al Proyecto contemplen el establecimiento de vegetación, se utilizarán especies nativas y adecuadas a las condiciones ambientales del sitio, complementándose, cuando corresponda, con acciones de conservación de suelo. En zonas riparias que pudieran requerir recuperación se considerarán especies propias de dichos ambientes. Las acciones de reforestación que, en su caso, deriven específicamente del CUSTF se determinarán conforme a la autorización y al instrumento forestal correspondiente.
		38.- Promover la reforestación con especies adecuadas para la recuperación de las zonas riparias.	
		39.- Promover que la reforestación considere los escenarios de cambio climático.	
		40.- Considerar métodos de cosecha de especies no maderables, que garanticen la permanencia de sus poblaciones.	No resulta aplicable, ya que el Proyecto no contempla el aprovechamiento o cosecha de recursos forestales no maderables.
		41.- Fortalecer los esquemas de seguimiento y vigilancia a las medidas de mitigación marcadas en los estudios de impacto ambiental (medidas de manejo, de prevención, minimización, de compensación y de rehabilitación).	El Proyecto contará con un Programa de Vigilancia Ambiental, mediante el cual se dará seguimiento al cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación, restauración y demás acciones ambientales establecidas para sus diferentes etapas, generándose las evidencias y registros correspondientes.
		43.- Recuperar las poblaciones de fauna acuática nativa mediante la restauración de las condiciones de los ecosistemas acuáticos.	El Proyecto no tiene por objeto el aprovechamiento de fauna acuática ni contempla actividades dirigidas a modificar ecosistemas acuáticos. Durante su desarrollo se evitarán afectaciones innecesarias a cauces y cuerpos de agua. En caso de requerirse intervención en sitios que constituyan hábitat para fauna silvestre, se aplicarán las medidas correspondientes del Programa de Rescate, Reubicación y Ahuyentamiento de Fauna.
		45.- Generar sistemas de información que permitan la prevención de riesgos meteorológicos, geológicos y antropogénicos.	Estos criterios corresponden principalmente al fortalecimiento y generación de sistemas de información, así como al seguimiento de actividades turísticas y recreativas en ANP, por lo que no constituyen acciones directamente atribuibles al Proyecto. No obstante, durante su desarrollo se observarán las disposiciones y medidas de prevención que correspondan a los riesgos identificados para el área.
		47.- Fortalecer el Sistema Nacional de Información de la Calidad del Aire (SINAICA).	
		48.- Promover la creación de un sistema que permita monitorear los impactos de las actividades turísticas y recreativas en Áreas Naturales Protegidas.	

Consulta Pública

UGA		Criterio	Vinculación
331	368		
		50.- Fomentar la integración de las actividades productivas en cadenas sistema-producto a nivel municipal y regional. Las actividades que pretendan realizarse dentro de las áreas naturales protegidas de competencia federal se regirán por lo dispuesto en la declaratoria respectiva y en el Programa de Manejo de cada área.	Los criterios se encuentran dirigidos al fortalecimiento de cadenas productivas y sistemas silvopastoriles, actividades que no forman parte del Proyecto, por lo que no resultan directamente aplicables.
		51.- Impulsar la creación de sistemas silvo-pastoriles con el uso de leguminosas forrajeras, de preferencia nativas de la región.	
		53.- Incentivar la agricultura orgánica.	Si bien parte del Proyecto se establecerá sobre terrenos agrícolas, éste no desarrollará actividades agrícolas ni modificará las prácticas de cultivo de los productores, por lo que el criterio no resulta directamente aplicable.
		54.- Promover el establecimiento de bancos de germoplasma forestal.	El establecimiento de bancos de germoplasma forestal no forma parte de las obras o actividades del Proyecto. No obstante, las acciones de rescate, reubicación y, en su caso, propagación de flora que resulten aplicables considerarán especies nativas de la región conforme a las características de la vegetación presente y a las medidas establecidas para el Proyecto.
		55.- Mejorar el manejo piscícola apoyando la realización de estudios biológico-pesqueros y económicos.	Los criterios están dirigidos al desarrollo de actividades piscícolas, UMA, viveros productivos y diversificación de la actividad ganadera, ninguna de las cuales constituye una obra o actividad del Proyecto. Su establecimiento tampoco implica que el parque eólico deba desarrollar dichas actividades como medidas ambientales, por lo que estos criterios no resultan directamente aplicables.
		56.- Promover la creación de Unidades para el Manejo, Conservación y Aprovechamiento Sustentable de la vida silvestre (UMA).	
		58.- Fomentar el establecimiento de viveros de especies nativas en las áreas agrícolas de aptitud baja como complemento a la economía local y regional.	
		60.- Fomentar la identificación, evaluación y promoción de tecnologías tradicionales adecuadas a las condiciones socio-ambientales actuales.	El Proyecto no contempla el desarrollo de tecnologías productivas tradicionales ni actividades agrícolas que requieran la aplicación de agroquímicos, por lo que los supuestos específicos de estos criterios no resultan directamente aplicables.
		61.- Emplear únicamente agroquímicos permitidos por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST).	

Consulta Pública

UGA		Criterio	Vinculación
331	368		
		62.- Minimizar el impacto de las actividades productivas sobre los ecosistemas frágiles de la región (MET, etc.).	Este criterio resulta particularmente relevante para el Proyecto. La ubicación y ejecución de las obras procurará reducir la afectación sobre la vegetación natural, limitando la remoción a las superficies estrictamente necesarias. En las áreas forestales sujetas a intervención se aplicarán las medidas derivadas del ETJ, así como los Programas de Rescate y Reubicación de Flora, Conservación de Suelo y Agua y Restauración y Revegetación de Áreas Afectadas, según corresponda. Asimismo, el Programa de Vigilancia Ambiental permitirá verificar el cumplimiento de las medidas establecidas para reducir los impactos sobre estos ecosistemas.
		63.- Promover la utilización de especies nativas en la restauración de caminos y áreas perimetrales a las instalaciones de las actividades extractivas.	El criterio está dirigido específicamente a instalaciones asociadas con actividades extractivas, las cuales no forman parte del Proyecto. No obstante, cuando las superficies de afectación temporal del parque eólico requieran revegetación, se privilegiará el uso de especies nativas y acordes con las condiciones ambientales del sitio.
		64.- Promover el manejo adecuado de residuos sólidos mediante la construcción de rellenos sanitarios y otras tecnologías idóneas.	El Proyecto no contempla la construcción u operación de rellenos sanitarios; sin embargo, los residuos generados durante sus diferentes etapas serán manejados conforme al Programa de Manejo Integral de Residuos, considerando su clasificación, almacenamiento temporal, recolección, transporte y disposición final mediante los mecanismos y prestadores autorizados que correspondan.
		65.- Impulsar el desarrollo y aplicación de tecnologías para evitar la dispersión de polvos provenientes de las actividades de extracción.	El criterio se encuentra dirigido específicamente a actividades extractivas, las cuales no forman parte del Proyecto. No obstante, durante la construcción se aplicarán medidas para reducir la generación y dispersión de polvos asociada al tránsito de vehículos, movimiento de materiales y demás actividades que puedan generarlos.
		67.- Promover la participación de las comunidades y de los pueblos indígenas en el uso, protección, conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales existentes en los territorios que les pertenezcan, considerando su conocimiento tradicional en dichas actividades.	El Proyecto observará las disposiciones legales y procedimientos que, en su caso, resulten aplicables en materia de participación social y derechos de comunidades y pueblos indígenas. El criterio no implica por sí mismo una actividad específica de aprovechamiento de recursos naturales atribuible al parque eólico.
		68.- Capacitar a los productores en producción acuícola integral.	Los criterios se encuentran dirigidos a la capacitación y fortalecimiento de actividades productivas acuícolas, forestales y sectoriales que no forman parte del objeto del Proyecto, por lo que no resultan directamente aplicables.
		69.- Promover la capacitación de los productores locales para el establecimiento de plantaciones forestales.	
		70.- Implementar programas de capacitación y comercialización de los productos del sector.	

Consulta Pública

UGA		Criterio	Vinculación
331	368		
		71.- Capacitar sobre el uso y manejo del hábitat y agostaderos para actividades cinegéticas.	Los criterios se encuentran dirigidos a actividades cinegéticas, difusión y capacitación ambiental, así como al manejo de sitios ecoturísticos, acciones que no forman parte de las obras y actividades del Proyecto, por lo que no resultan directamente aplicables.
		72.- Promover la difusión de información sobre el impacto de la introducción de especies exóticas en los ecosistemas de la región.	
		73.- Capacitar en materia ambiental a los municipios.	
		74.- Realizar programas de educación ambiental para uso adecuado de sitios ecoturísticos.	
		75.- Identificar los cultivos básicos genéticamente modificados y realizar control y monitoreo de su siembra y producción.	Si bien parte del Proyecto se establecerá sobre terrenos agrícolas, éste no contempla actividades de siembra, producción o manejo de cultivos genéticamente modificados, por lo que el criterio no resulta directamente aplicable.
		76.- Identificación y difusión de las prácticas adecuadas para la restauración de los sitios degradados.	Las superficies que sean afectadas temporalmente por las actividades constructivas serán recuperadas conforme a sus condiciones previas y al tipo de afectación generada, mediante las acciones establecidas en el Programa de Restauración y Revegetación de Áreas Afectadas, complementadas, cuando corresponda, con las medidas del Programa de Conservación de Suelo y Agua.
		77.- Elaboración de estudios que fundamenten la incorporación de sitios prioritarios para la conservación/protección como ANP.	Los criterios corresponden a acciones de planeación, investigación y gestión dirigidas a la identificación de sitios prioritarios para conservación, valoración de servicios ambientales y manejo de agostaderos, las cuales no constituyen obras o actividades del Proyecto.
		78.- Identificación de los servicios ambientales que ofrecen los distintos ecosistemas y su valoración económica para impulsar programas de pago locales y regionales.	
		79.- Elaboración de estudios que actualicen y afinen los coeficientes de agostadero, considerando alternativas de diversificación.	
		81.- Elaboración de proyectos específicos de recuperación de suelos de acuerdo al nivel y tipo de afectación.	Las medidas de recuperación del suelo se establecerán en función del tipo y magnitud de la afectación generada por las obras. Para ello, el Programa de Conservación de Suelo y Agua contemplará acciones para prevenir y corregir procesos de erosión, compactación y pérdida de suelo; asimismo, en las superficies de afectación temporal se aplicarán las acciones de recuperación previstas en el Programa de Restauración y Revegetación de Áreas Afectadas, según las condiciones particulares de cada sitio
		82.- Promover la elaboración de estudios técnicos que determinen las causas	Estos criterios corresponden principalmente a acciones de investigación, planeación y establecimiento de instrumentos de gestión de alcance regional, por lo que no constituyen

Consulta Pública

UGA		Criterio	Vinculación
331	368		
		ambientales y sociales de la degradación de los suelos en la región.	obligaciones directamente atribuibles al Proyecto. La MIA considerará las condiciones ambientales del área y los impactos derivados específicamente de las obras y actividades propuestas, sin que ello implique la elaboración de los estudios regionales señalados en estos criterios.
		83.- Elaborar escenarios y sus impactos de cambio climático en la región.	
		84.- Fomentar esquemas o mecanismos de pago local o regional por servicios ambientales de los ecosistemas.	
		85.- Impulsar la realización de estudios sobre la ecología de las poblaciones y de diversidad de especies de fauna silvestre.	Como parte de la caracterización ambiental de la MIA se considerará la fauna silvestre presente en el área de estudio. Asimismo, por tratarse de un parque eólico, se implementará un Programa de Monitoreo de Aves y Murciélagos, orientado al seguimiento de estos grupos y de su interacción con la infraestructura del Proyecto; adicionalmente, durante preparación del sitio y construcción se aplicará el Programa de Rescate, Reubicación y Ahuyentamiento de Fauna.
		86.- Elaboración de un inventario sobre la generación y descargas de residuos.	El Programa de Manejo Integral de Residuos considerará la identificación y control de los residuos generados por el Proyecto, así como las medidas para su clasificación, almacenamiento temporal, manejo, transporte y disposición final conforme a su naturaleza y a la normatividad aplicable.
		88.- Impulsar programas de apoyo a proyectos de restauración de ecosistemas.	El criterio tiene un alcance general orientado al impulso de programas de apoyo a la restauración. En lo que corresponde directamente al Proyecto, las superficies de afectación temporal que así lo requieran serán objeto de las acciones establecidas en el Programa de Restauración y Revegetación de Áreas Afectadas, considerando las condiciones previas y el tipo de afectación de cada sitio.
		89.- Promover el pago de servicios ambientales a los propietarios de terrenos con ecosistemas forestales.	Estos criterios están orientados al establecimiento de mecanismos de pago por servicios ambientales y programas de apoyo a actividades cinegéticas y de conservación, los cuales no forman parte de las obras o actividades del Proyecto, por lo que no resultan directamente aplicables.
		90.- Crear programas de apoyo para incentivar la actividad cinegética y de conservación de la biodiversidad.	
		91.- Apoyar económica y técnicamente la reconversión agrícola.	El criterio se encuentra dirigido al apoyo económico y técnico para la reconversión de actividades agrícolas. Si bien parte de la infraestructura del Proyecto se establecerá sobre terrenos de uso agrícola, éste no contempla actividades de producción agrícola ni tiene por objeto realizar procesos de reconversión de dicha actividad, por lo que el criterio no resulta directamente aplicable.

Consulta Pública

2.2 DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

2.2.1 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

De acuerdo al Art. 44 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), las Áreas Naturales Protegidas (ANP) son zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la Nación ejerce soberanía y jurisdicción, en las que los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano, o que sus ecosistemas y funciones integrales requieren ser preservadas y restauradas, quedarán sujetas al régimen previsto en esta Ley y los demás ordenamientos aplicables.

Mediante las ANP se pueden ampliar corredores naturales, que permiten que las especies se adapten y ajusten sus áreas de distribución, frente a las nuevas condiciones climáticas.

La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), administra actualmente 232 Áreas Naturales Protegidas de carácter federal que representan 98,000,719 hectáreas.

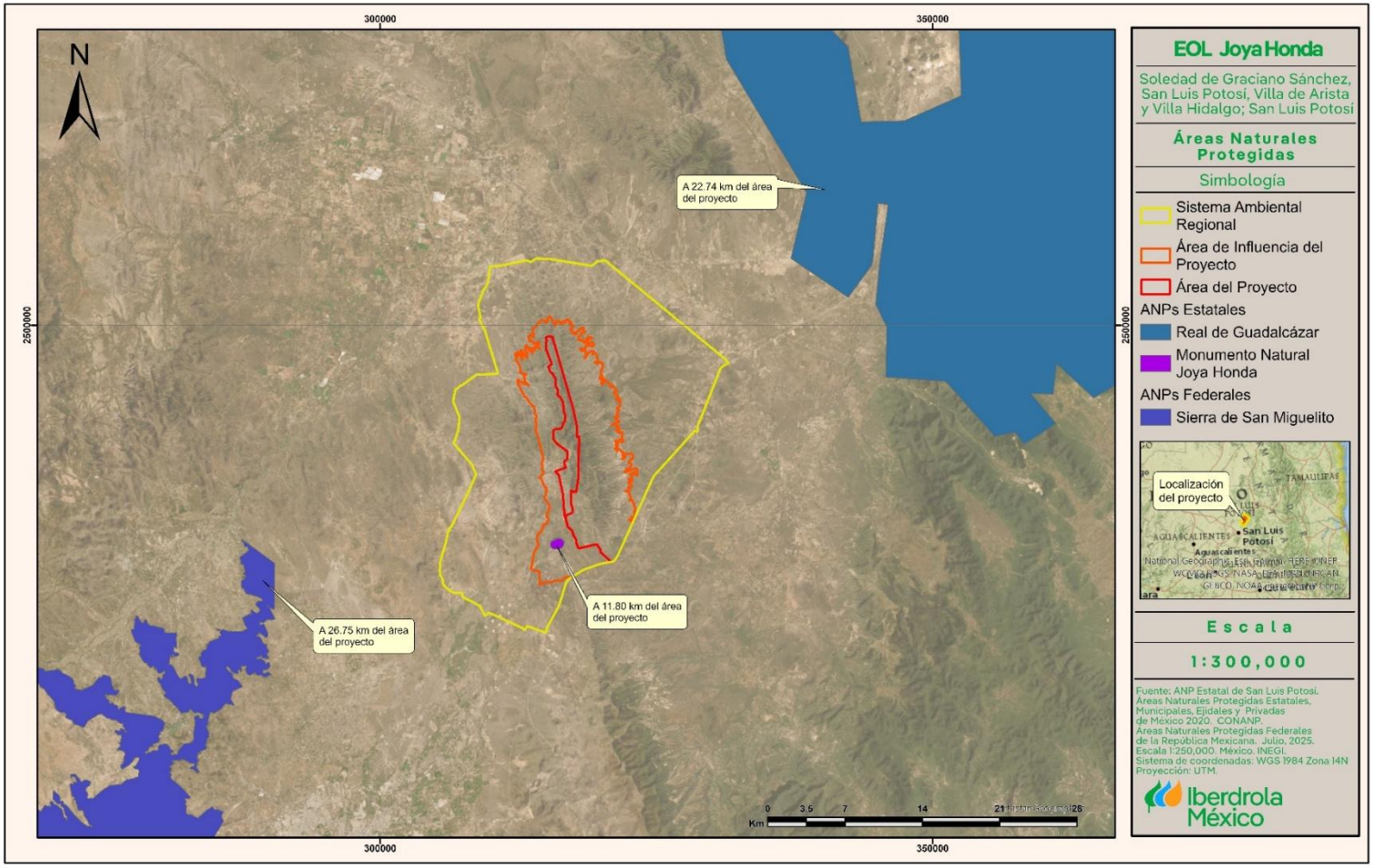
Tras la realización del análisis de la información presentada por el INEGI, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), se determinó que el Proyecto se localiza a más de 100 km al Noroeste de la ANP Estatal Sierra Picachos, misma que ostenta la categoría de Zona Sujeta a Conservación ecológica.

A demás, a más de 150 km hacia el suroeste, se localiza la ANP estatal Cerro de la Silla, cuyo estatus es de Zona Sujeta a Conservación Ecológica. Para ambos casos, el Proyecto no representa una amenaza.

Hacia el Sureste, el Proyecto se localiza a más de 100 k del ANP Federal Laguna Madre y Delta del Rio Bravo. Debido a la distancia, el Proyecto no representa una amenaza.

Consulta Pública

Mapa 3: Áreas Naturales Protegidas.



2.2.2 ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES

La CONABIO, en conjunto con 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, el Programa de las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS).

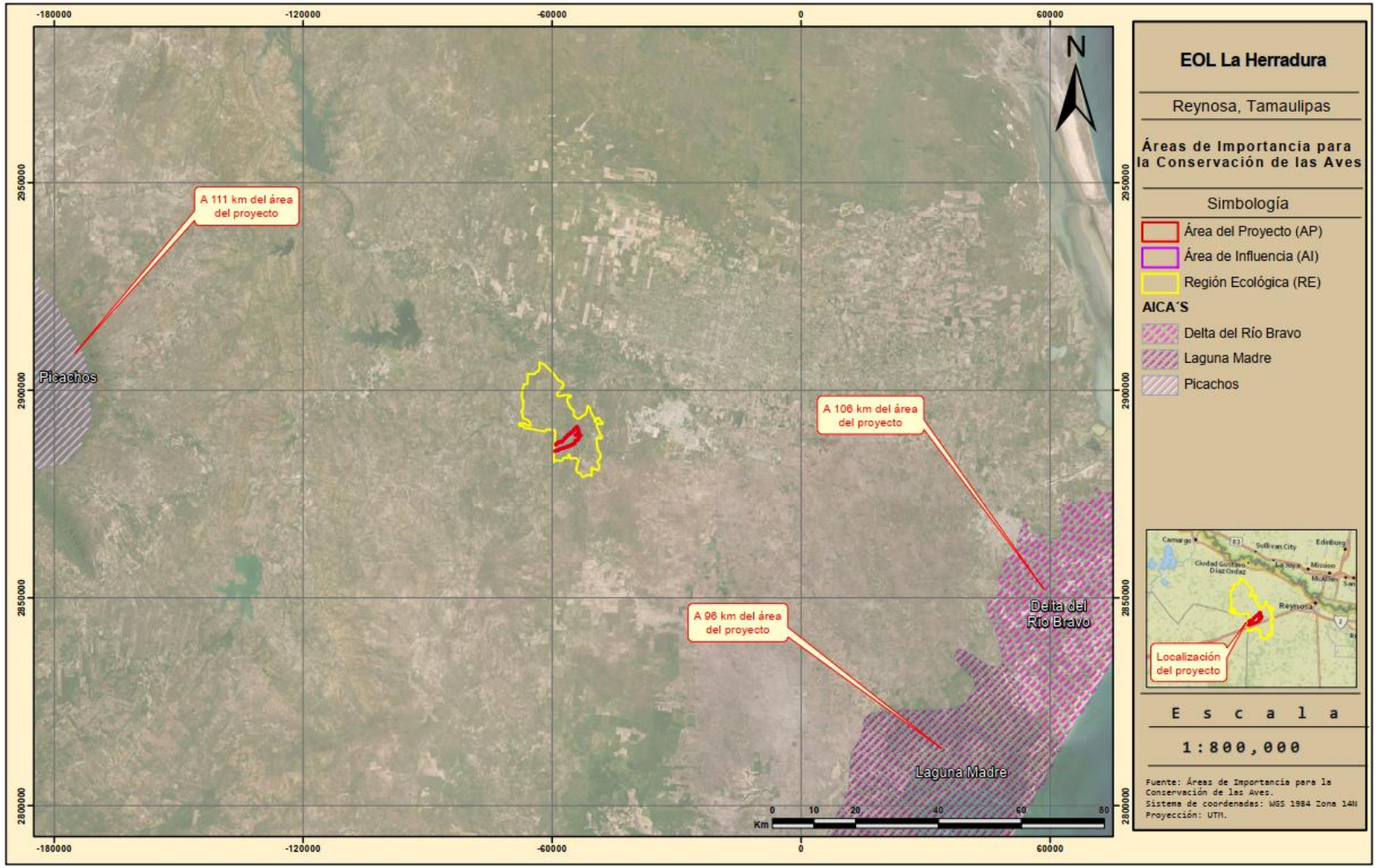
El listado completo incluye un total de 272 áreas, que incluyen aproximadamente 56,116 registros de diversas especies de aves. Tras el análisis realizado para el proyecto, se determinó que existen 2 AICAS en un radio de más de 100 km de distancia.

La primera de ellas, ubicada hacia el este del Proyecto, es el AICA Delta del Río Bravo, ubicada a más de 100 km de distancia del Proyecto. Hacia el Sureste, se localiza el AICA Laguna Madre, con número de Identificación 67.

Posteriormente, situada hacia el oeste del Proyecto, se localiza el AICA Picachos con número de identificación 68. Para estos casos, el Proyecto no representa una amenaza, al no incidir en ninguna de ellas.

Consulta Pública

Mapa 4 Áreas de importancia para la conservación de las aves.



2.2.3 SITIOS RAMSAR

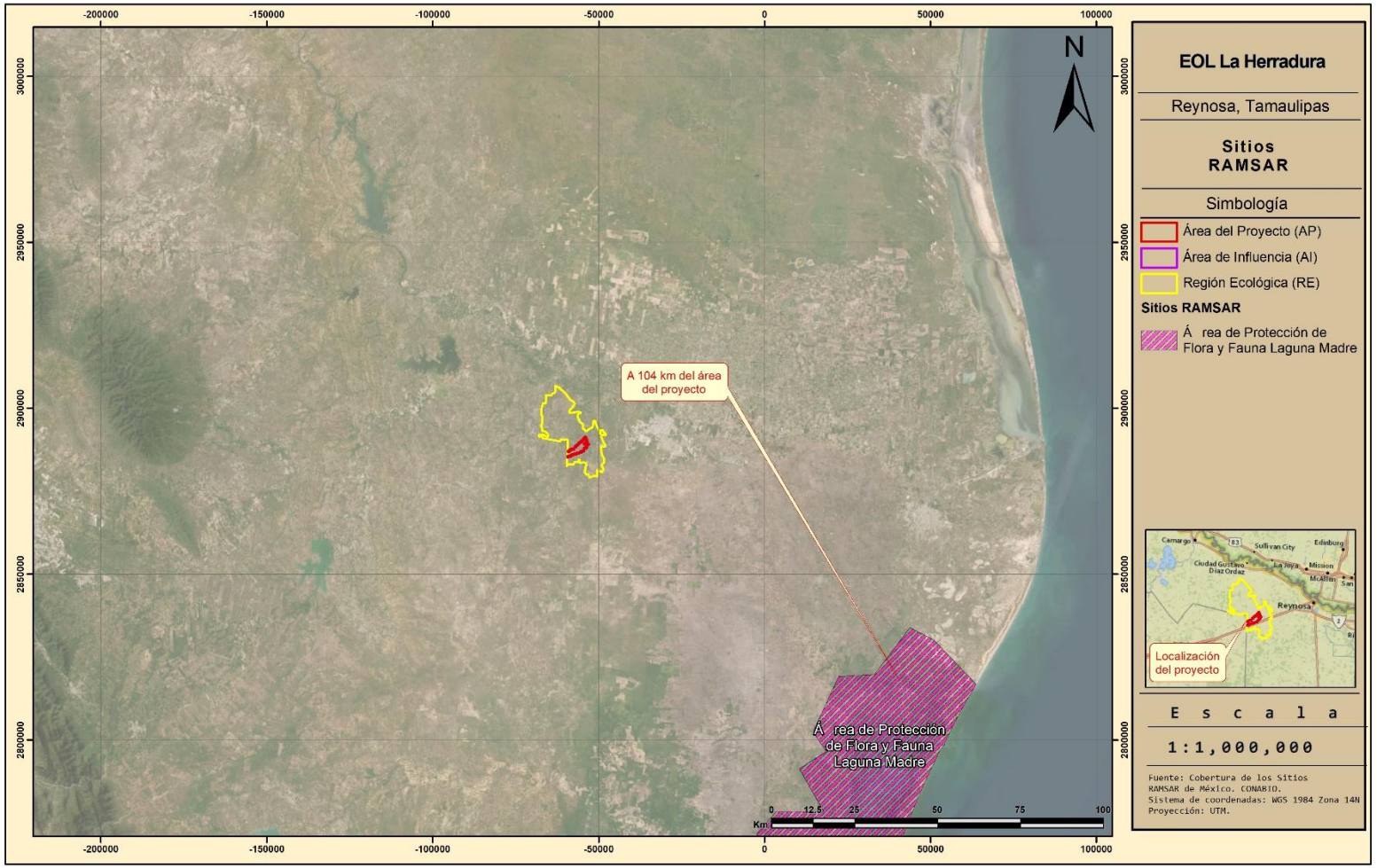
La Convención sobre los Humedales, llamada la Convención de Ramsar, es un tratado intergubernamental que sirve de marco para la acción nacional y la cooperación internacional en pro de la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos.

Un compromiso fundamental de las partes contratantes de Ramsar consiste en identificar humedales adecuados e incluirlos en la lista de Humedales de Importancia Internacional, también conocida como la Lista de Ramsar.

Actualmente en México, se cuenta con un listado de 142 sitios designados como Humedales de Importancia Internacional abarcando una superficie de 8,643,579 hectáreas, de los cuales, el más próximo al Proyecto es el denominado Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre, misma que se ubica a una distancia aproximada de más de 100 km. Debido a esto, el Proyecto no representa ninguna amenaza para el Sitio RAMSAR.

Consulta Pública

Mapa 5: Sitios RAMSAR.



2.2.4 REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS

El Programa de Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad a cargo 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.

El proyecto de 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 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.

En términos numéricos, la mayor concentración de RTP se presenta en las entidades de mayor extensión del país: Chihuahua, Sonora y Coahuila, las que, al tener una baja densidad demográfica, disponen de grandes espacios relativamente inalterados.

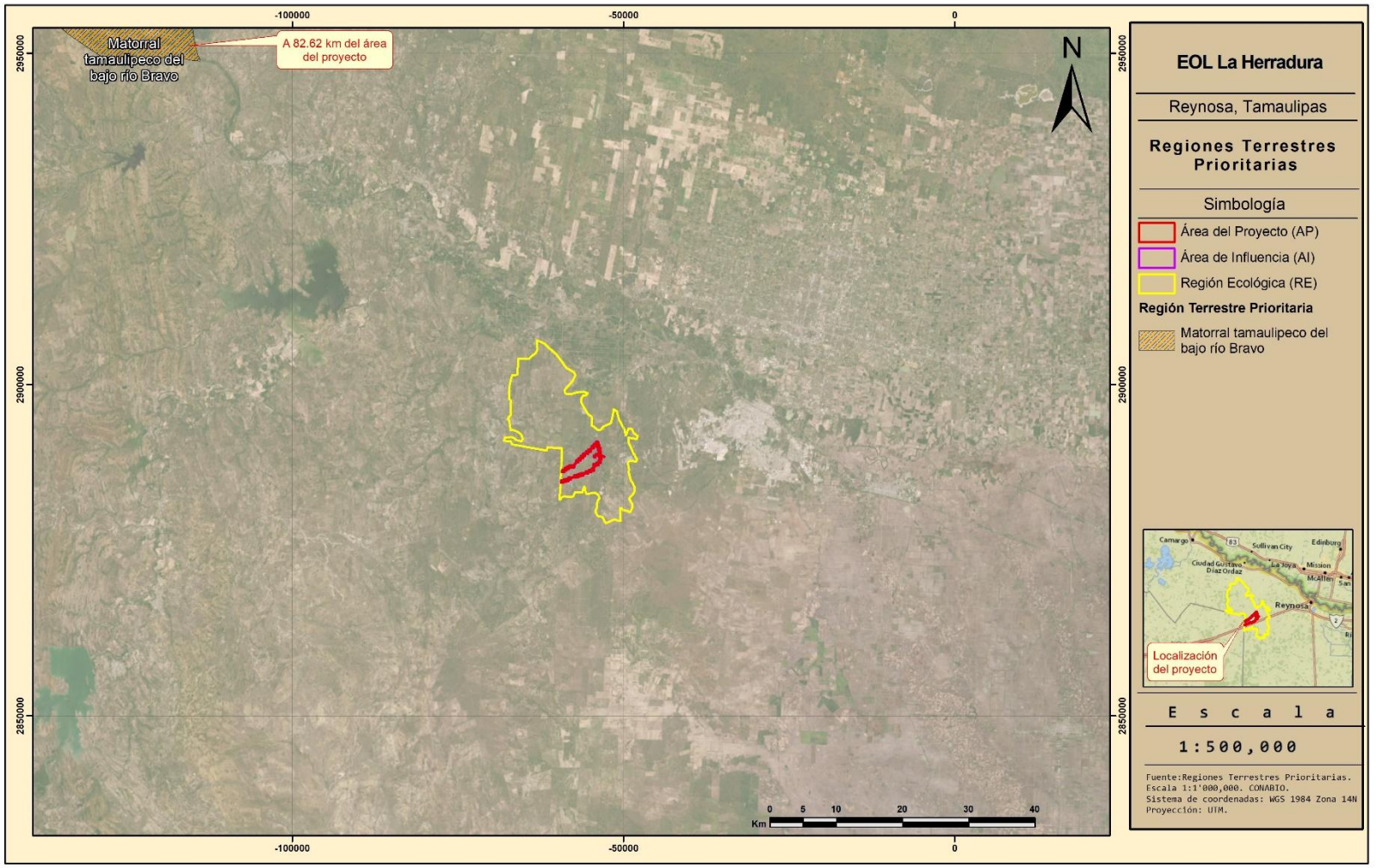
Debe tenerse en cuenta que las regiones identificadas tienen por sí mismas la calidad de prioritarias, ya que representan una propuesta sobre regiones del país que por sus atributos biológicos deben ser consideradas bajo algún esquema de conservación y de uso sustentable, por lo mismo, se pretende sugerir acciones en el corto y mediano plazo, las cuales no necesariamente estarán encaminadas a decretarlas bajo alguna categoría de área natural protegida.

En México se cuenta con un registro de 152 Regiones Terrestres Prioritarias, de las cuales el Proyecto, no recae dentro de ninguna. por lo que no se vincula con ningún lineamiento

Las más cercanas son la Región 39 Matorral Tamaulipeco del Bajo Río Bravo, localizada a más de 90 km de distancia. Además, a más de 100 km de distancia, se localiza la RTP numero 61 Laguna Madre, así como la Región 56 Sierra Picachos, ubicada a más de 100 km al oeste del proyecto.

Consulta Pública

Mapa 6: Regiones Terrestres Prioritarias



2.2.5 REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS

El Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) implantado por la CONABIO en mayo de 1998, tiene como función coordinar, apoyar y promover acciones relacionadas con el conocimiento y uso de50 la diversidad biológica mediante actividades orientadas hacia su conservación y manejo sostenible, así como obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones 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 han identificado 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.

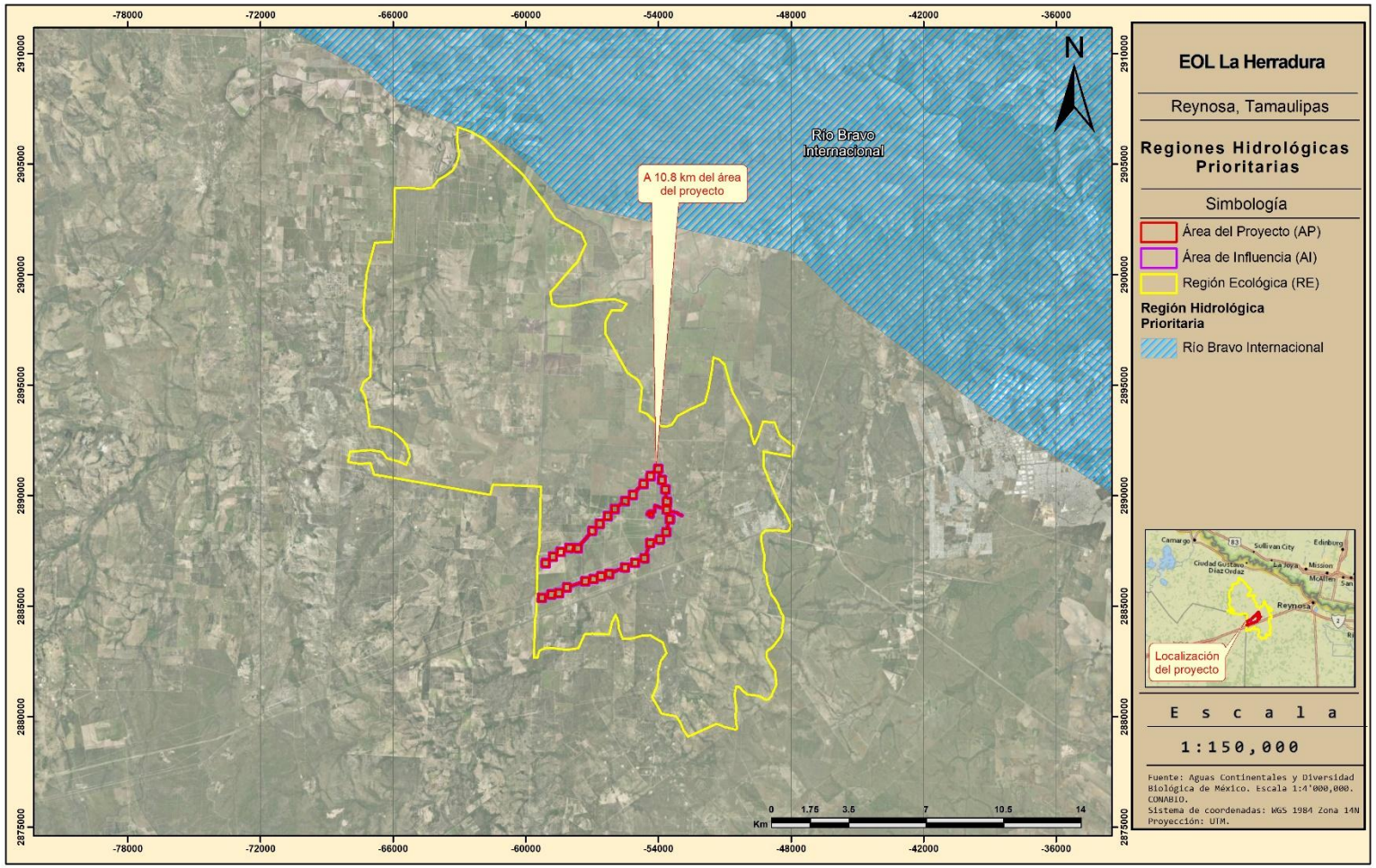
El Proyecto no se encuentra dentro de ninguna Región Hidrológica Prioritaria (RHP). La más cercana es la Región 2 Río Bravo Internacional, localizada a poco más de 10 km de distancia hacia el norte del Proyecto.

Por otro lado, al norte, se localiza la Región 2 Río Bravo Internacional, localizada a más de 30 km del Proyecto. Hacia el Oeste, se localiza la Región 32 Río San Juan y Río Pesquería, misma que se localiza a más de 40 km de distancia del Proyecto.

Es por lo anterior, que se afirma que el Proyecto no presente incidencia directa sobre alguna Región Hidrológica Prioritaria.

Consulta Pública

Mapa 7: Regiones Hidrológicas Prioritarias



2.3 PLANES O PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO MUNICIPALES (PDU)

2.3.1 PROGRAMA MUNICIPAL DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y DESARROLLO URBANO DE REYNOSA, TAMAULIPAS

El Programa Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Reynosa, Tamaulipas, publicado en el Periódico Oficial del Estado de Tamaulipas el 15 de diciembre de 2020, constituye el instrumento técnico-jurídico de planeación urbana y ordenamiento territorial aplicable en el ámbito municipal, mediante el cual se establecen los lineamientos para orientar el aprovechamiento del territorio, considerando sus características urbanas, sociales, económicas y ambientales.

El Programa tiene entre sus alcances la definición de los usos, destinos, reservas territoriales e infraestructura, así como el establecimiento de acciones orientadas al ordenamiento del territorio municipal, el mejoramiento de sus condiciones ambientales y la adecuada distribución de infraestructura y servicios.

Asimismo, el instrumento integra dentro de su estructura las condicionantes derivadas de niveles superiores de planeación, distinguiendo aquellas relacionadas con el ordenamiento territorial, ordenamiento ecológico, riesgos físico-naturales y planeación metropolitana, a efecto de considerarlas en la formulación de sus políticas y estrategias.

En este sentido, la vinculación del Proyecto con el PMOTDU se realiza considerando tanto la clasificación territorial establecida mediante su Zonificación Primaria y Secundaria, como aquellas estrategias y líneas de acción que guardan relación con la naturaleza y características de las obras y actividades propuestas.

Zonificación Primaria y Secundaria

La Zonificación Primaria del PMOTDU constituye el primer nivel de clasificación territorial y distingue, de manera general, las áreas urbanas, urbanizables y no urbanizables. El propio Programa señala que para su determinación se consideraron, entre otros elementos, las tendencias de crecimiento urbano, las restricciones y condicionantes urbano-territoriales, así como la conservación de superficies agrícolas, corrientes y cuerpos de agua y áreas de valor biótico.

Conforme al análisis cartográfico realizado respecto de la Zonificación Primaria, el Proyecto se localiza en un Área No Urbanizable.

Por su parte, dentro de las áreas no urbanizables, el PMOTDU reconoce distintas categorías en función de las características y usos predominantes del territorio, entre ellas Agrícola de Alto Potencial (AP), Agrícola de Temporal (AT), Bosque (BO), Pastizal (PZ) y Matorral (MT). Para esta última categoría, el Programa señala que corresponde a zonas con predominancia de matorral.

De acuerdo con la revisión de la Zonificación Secundaria, el área donde se pretende desarrollar el Proyecto corresponde a la categoría Matorral (MT). Esta condición resulta relevante para su vinculación, considerando que las obras y actividades propuestas deberán desarrollarse atendiendo las disposiciones territoriales y ambientales aplicables a dicha superficie.

En este contexto, la clasificación del sitio como Área No Urbanizable – Matorral (MT) será considerada conjuntamente con las estrategias y líneas de acción establecidas por el PMOTDU, particularmente

Consulta Pública

aquellas relacionadas con la conservación de los recursos naturales, la mitigación de efectos ambientales y el aprovechamiento de fuentes sustentables de energía.

Vinculación con las estrategias y líneas de acción aplicables

El Programa Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Reynosa establece diversas estrategias orientadas a procurar un desarrollo territorial compatible con la protección de los recursos naturales, la mitigación de los efectos ambientales derivados de las actividades humanas y la atención del cambio climático.

Considerando la naturaleza del Proyecto y las características del sitio donde se pretende desarrollar, se identificaron las siguientes estrategias y líneas de acción con incidencia en su desarrollo.

Estrategia 5.1.6.1. Formular medidas de mitigación de efectos negativos al medio ambiente

Entre las líneas de acción establecidas por esta estrategia se encuentran:

> *"Elaborar el Programa de Ordenamiento Ecológico para apoyar a la planificación del uso del suelo en zonas forestales o de preservación ecológica."*
>
> *"Restauración orgánica de suelos."*

Asimismo, la estrategia contempla acciones relacionadas con la protección ambiental y el incremento de áreas verdes y vegetación nativa.

Vinculación con el Proyecto

El Proyecto considera desde su diseño la implementación de medidas dirigidas a prevenir, mitigar y, cuando corresponda, compensar los efectos ambientales derivados de las actividades de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.

Considerando que para el establecimiento de parte de su infraestructura será necesaria la remoción de vegetación forestal, se tramitará la autorización correspondiente en materia de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, sustentada mediante el Estudio Técnico Justificativo respectivo.

Asimismo, se implementarán medidas para limitar la intervención a las superficies estrictamente necesarias y prevenir afectaciones adicionales sobre la vegetación y el suelo. Para ello, el Proyecto contará, entre otros, con un Programa de Conservación de Suelo y Agua, un Programa de Rescate y Reubicación de Flora y un Programa de Restauración y Revegetación de Áreas Afectadas, mediante los cuales se establecerán las acciones específicas de prevención, conservación y recuperación aplicables.

Adicionalmente, el cumplimiento de las medidas ambientales será verificado mediante el Programa de Vigilancia Ambiental.

Estrategia 5.1.6.2. Conservar las zonas de recarga hidrológica

El Programa establece como líneas de acción:

> *"Mantener y aumentar la masa forestal y las condiciones de la cobertura vegetal."*
>
> *"Controlar el avance de la huella urbana en zonas de recarga hidrológica."*

Consulta Pública

Vinculación con el Proyecto

El Proyecto no corresponde a un desarrollo urbano ni tiene por objeto generar nuevas áreas habitacionales o ampliar la huella urbana del municipio, sino establecer infraestructura destinada a la generación de energía eléctrica mediante el aprovechamiento del recurso eólico.

No obstante, debido a que su establecimiento implica intervenciones puntuales sobre el suelo y la vegetación, se aplicarán medidas dirigidas a conservar las condiciones físicas del suelo y reducir modificaciones innecesarias en los patrones naturales de escurrimiento e infiltración.

El Programa de Conservación de Suelo y Agua contemplará las medidas necesarias para prevenir y controlar procesos erosivos, manejar adecuadamente el suelo removido y favorecer la recuperación de las superficies temporalmente intervenidas.

De igual forma, la remoción de vegetación forestal se limitará a las superficies requeridas para el establecimiento de las obras autorizadas, evitando afectaciones fuera de éstas.

Estrategia 5.1.6.3. Gestionar el establecimiento de pago por servicios ambientales derivados de la conservación e inducción de los espacios con alto valor ambiental y paisajístico

Como línea de acción se establece:

> *"Fomentar la conservación de ecosistemas, espacios y paisajes y estímulos y/o esquemas de pago por servicios ambientales naturales o inducidos."*

Vinculación con el Proyecto

Esta estrategia se encuentra orientada principalmente al establecimiento y promoción de mecanismos de conservación y pago por servicios ambientales, por lo que su implementación corresponde fundamentalmente a las autoridades y a los instrumentos específicos que se desarrollen para tal efecto.

El Proyecto no contempla el establecimiento o administración de esquemas de pago por servicios ambientales. No obstante, considerando que parte de sus obras requerirá la remoción de vegetación forestal, se dará cumplimiento a las obligaciones que resulten aplicables en materia de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales y a las medidas de prevención, mitigación y compensación que determine la autoridad competente.

Asimismo, las actividades se limitarán a las superficies necesarias para el establecimiento de la infraestructura, procurando conservar la vegetación existente fuera de las áreas autorizadas para intervención.

Estrategia 5.1.6.4. Implementar condicionantes en el proceso de autorización de licencias de uso de suelo, de construcción y terminación de obra que permitan mitigar sus efectos negativos ambientales

Entre las líneas de acción de esta estrategia se establece la revisión del catálogo de vegetación nativa y la utilización de especies adaptadas al contexto inmediato, así como la incorporación de sistemas para el ahorro y uso eficiente del agua en nuevas construcciones, ampliaciones o remodelaciones.

Vinculación con el Proyecto

Consulta Pública

El Proyecto atenderá las autorizaciones, licencias y demás disposiciones que resulten aplicables para el establecimiento de sus obras e infraestructura.

En materia ambiental, las actividades se desarrollarán bajo medidas dirigidas a reducir las afectaciones sobre suelo, vegetación y fauna. En aquellas superficies de afectación temporal susceptibles de recuperación, se implementarán acciones de restauración y revegetación, privilegiando el uso de especies nativas y propias de las condiciones ambientales del sitio, cuando resulte técnicamente procedente.

Asimismo, durante las diferentes etapas del Proyecto se procurará el uso eficiente del agua, evitando consumos innecesarios y aplicando las medidas ambientales establecidas para su adecuado manejo.

Estrategia 5.1.8.2. Acciones para el Cambio Climático

Dentro de esta estrategia, el PMOTDU establece, entre otras, las siguientes líneas de acción:

> *"Incentivar a empresas para la disminución de los gases efecto invernadero (GEI)."*
>
> *"Fomentar el Uso de energías sustentables."*

Vinculación con el Proyecto

Esta estrategia guarda una relación directa con la naturaleza del Proyecto, al tratarse de infraestructura destinada a la generación de energía eléctrica mediante el aprovechamiento del recurso eólico, una fuente renovable de energía.

En este sentido, el desarrollo del Proyecto resulta congruente con la orientación establecida por el PMOTDU para fomentar el uso de energías sustentables y promover acciones relacionadas con la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero.

Durante la etapa de operación, el aprovechamiento de la energía cinética del viento para la generación eléctrica no requiere la combustión de combustibles fósiles como parte del proceso de generación, por lo que constituye una alternativa de generación de energía asociada con los objetivos de transición hacia fuentes energéticas sustentables.

Lo anterior no exime al Proyecto del cumplimiento de las disposiciones ambientales y territoriales aplicables. Por ello, su desarrollo estará acompañado de las medidas de prevención, mitigación y compensación correspondientes a los impactos ambientales identificados.

Análisis de la Tabla de Usos del Suelo

Como parte de la Normatividad Urbana, el Programa Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Reynosa incorpora una Tabla de Usos del Suelo, cuya función es establecer con mayor detalle los usos compatibles y no compatibles en las distintas zonas, así como aquellos usos condicionados que pueden desarrollarse previo cumplimiento de los requerimientos técnicos correspondientes.

Conforme al análisis de la Zonificación Primaria y Secundaria realizado para el Proyecto, el sitio donde se pretende establecer su infraestructura se localiza en un Área No Urbanizable, dentro de la categoría Matorral (MT).

Consulta Pública

La revisión de la Tabla de Usos del Suelo se realizó considerando dicha clasificación territorial y la naturaleza de las obras propuestas. Sin embargo, en la tabla no se identifica de manera expresa e inequívoca un uso denominado parque eólico o generación de energía eléctrica mediante aprovechamiento del recurso eólico, por lo que no resulta procedente asignar al Proyecto una categoría de compatibilidad específica a partir de una interpretación extensiva de otros usos contenidos en la matriz.

Esta situación se encuentra prevista por la propia Tabla de Usos del Suelo, la cual establece, en su nota 3, que aquellos usos que por omisión, confusión o ambigüedad no estén claramente considerados en la Carta Urbana y/o en la Tabla de Usos del Suelo quedarán sujetos a un análisis técnico realizado por el IMPLAN. Asimismo, la nota 4 establece que, cuando se trate de la construcción de un nuevo equipamiento u obra de infraestructura, deberá realizarse la revisión de la norma correspondiente.

Por lo anterior, la ausencia de una categoría específica para la generación eólica en la Tabla de Usos del Suelo no se interpreta, para efectos de la presente vinculación, como una determinación automática de compatibilidad o incompatibilidad. La procedencia específica del uso pretendido deberá verificarse ante la autoridad municipal competente, atendiendo al análisis técnico y a las disposiciones que resulten aplicables conforme al propio PMOTDU.

Congruencia territorial y ambiental del Proyecto

Sin perjuicio de lo anterior, el análisis integral del PMOTDU permite identificar disposiciones que guardan congruencia con la naturaleza del Proyecto.

En particular, dentro de la Estrategia 5.1.8.2. Acciones para el Cambio Climático, el Programa establece como líneas de acción incentivar a las empresas para la disminución de gases de efecto invernadero y "Fomentar el Uso de energías sustentables".

El Proyecto corresponde precisamente a infraestructura destinada a la generación de energía eléctrica mediante el aprovechamiento del recurso eólico, por lo que su naturaleza guarda congruencia con la orientación del Programa hacia el fomento de fuentes sustentables de energía.

Asimismo, su ubicación en un Área No Urbanizable clasificada como Matorral (MT) será considerada durante el desarrollo de las obras y actividades. La intervención se limitará a las superficies necesarias para el establecimiento de la infraestructura y, debido a que parte de ésta requerirá la remoción de vegetación forestal, se tramitará la autorización correspondiente en materia de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, sustentada mediante el Estudio Técnico Justificativo respectivo.

Adicionalmente, se implementarán las medidas y programas ambientales correspondientes para prevenir y mitigar las afectaciones sobre el suelo, la vegetación, la fauna y demás componentes ambientales, en congruencia con las estrategias del propio PMOTDU dirigidas a mitigar efectos negativos sobre el ambiente y conservar las condiciones de la cobertura vegetal.

Conclusión de la vinculación

Con base en el análisis realizado, se determina que el Proyecto guarda congruencia con las estrategias del Programa Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Reynosa relacionadas

Consulta Pública

con el fomento al uso de energías sustentables, así como con las disposiciones orientadas a incorporar medidas de prevención y mitigación de los efectos ambientales derivados del desarrollo de obras e infraestructura.

Territorialmente, el Proyecto se localiza en un Área No Urbanizable, dentro de la categoría Matorral (MT). Esta clasificación será considerada para el desarrollo de las obras y para la aplicación de las medidas ambientales correspondientes, particularmente aquellas relacionadas con la conservación del suelo, la vegetación y el cumplimiento de las obligaciones derivadas del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales.

Por otra parte, derivado de la revisión de la Tabla de Usos del Suelo, no se identificó una categoría específica que permita clasificar inequívocamente la generación de energía eléctrica mediante aprovechamiento eólico como uso permitido, condicionado o no permitido en la categoría MT. En consecuencia, y de conformidad con las propias disposiciones de dicha Tabla para los usos que presenten omisión, confusión o ambigüedad, la compatibilidad específica del uso pretendido deberá ser verificada mediante el análisis técnico correspondiente ante la autoridad municipal competente, así como mediante la revisión de las disposiciones aplicables a la infraestructura propuesta.

En este sentido, la vinculación realizada permite identificar congruencia entre la naturaleza del Proyecto y las estrategias de sustentabilidad energética establecidas por el PMOTDU, sin que ello sustituya la determinación específica que corresponda en materia de uso del suelo.

2.4 Normas Oficiales Mexicanas

2.4.1 Atmósfera

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se requerirá el uso de vehículos automotores y maquinaria para el transporte de personal, materiales y equipos, así como para la ejecución de las diferentes actividades constructivas.

Derivado de lo anterior, se generarán temporalmente emisiones de gases y partículas asociadas con la operación de motores de combustión interna. Para prevenir y reducir dichas emisiones, el Proyecto contará con un Programa de Mantenimiento Preventivo de Vehículos y Maquinaria, complementado mediante las acciones de seguimiento establecidas en el Programa de Vigilancia Ambiental.

En este contexto, se analizaron las Normas Oficiales Mexicanas relacionadas con las emisiones provenientes de fuentes móviles, considerando el objeto y campo de aplicación específico de cada una.

NOM-041-SEMARNAT-2015 (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 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."*

Descripción de la NOM

La NOM-041-SEMARNAT-2015 establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de determinados vehículos automotores en circulación que utilizan gasolina como combustible, así como los métodos de prueba correspondientes.

Consulta Pública

Vinculación con el Proyecto

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción podrán utilizarse vehículos automotores que empleen gasolina para el traslado de personal, supervisión y otras actividades relacionadas con la ejecución de las obras.

El Proyecto procurará que los vehículos utilizados se mantengan en adecuadas condiciones mecánicas y de funcionamiento mediante la implementación del Programa de Mantenimiento Preventivo de Vehículos y Maquinaria, considerando revisiones periódicas de los sistemas de combustión y escape y la atención oportuna de fallas que pudieran ocasionar emisiones anormales.

Asimismo, los vehículos deberán contar con la documentación y verificaciones que resulten exigibles conforme a las disposiciones aplicables a cada unidad.

Mediante el Programa de Vigilancia Ambiental se verificará el cumplimiento de las medidas establecidas para el control de emisiones provenientes de vehículos y maquinaria.

De esta manera, el Proyecto mantendrá medidas preventivas para reducir las emisiones atmosféricas asociadas con la circulación y operación de vehículos durante las etapas constructivas, atendiendo las disposiciones normativas que resulten aplicables.

NOM-042-SEMARNAT-2003 (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2005)

> *"Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos, cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,857 kilogramos, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diésel, así como de las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos."*

Descripción de la NOM

Esta Norma establece especificaciones relacionadas con las emisiones provenientes de vehículos automotores nuevos cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,857 kg, considerando diferentes tipos de combustible y los procedimientos correspondientes para determinar el cumplimiento de los límites establecidos.

Vinculación con el Proyecto

La NOM-042-SEMARNAT-2003 regula características y emisiones asociadas con vehículos automotores nuevos, por lo que sus obligaciones principales se encuentran relacionadas con los fabricantes, ensambladores e importadores responsables de la introducción y comercialización de dichos vehículos.

En consecuencia, no se identifica una obligación directa para el Proyecto derivada exclusivamente del uso de vehículos previamente comercializados que se encuentren dentro de su campo material de regulación.

Consulta Pública

No obstante, cuando para las actividades del Proyecto se utilicen vehículos nuevos o recientemente incorporados al parque vehicular, se procurará que éstos correspondan a unidades legalmente comercializadas y que cuenten con la documentación aplicable.

Durante su utilización, las unidades serán incorporadas al Programa de Mantenimiento Preventivo de Vehículos y Maquinaria, con el objeto de conservarlas en condiciones adecuadas de funcionamiento y reducir las emisiones derivadas de una operación mecánica deficiente.

NOM-044-SEMARNAT-2017 (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2018a)

> *"Que establece los límites máximos permisibles de emisión de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos no metano, hidrocarburos no metano más óxidos de nitrógeno, partículas y amoniaco, provenientes del escape de motores nuevos que utilizan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos, así como del escape de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipados con este tipo de motores."*

Descripción de la NOM

La NOM-044-SEMARNAT-2017 establece límites máximos permisibles de emisión para motores nuevos que utilizan diésel y vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kg equipados con dichos motores.

Su campo de aplicación establece expresamente su observancia obligatoria para los fabricantes e importadores de los motores y vehículos nuevos comprendidos por la Norma.

Vinculación con el Proyecto

Durante la construcción podrán utilizarse vehículos pesados para el transporte de materiales, componentes y equipos.

Sin embargo, considerando el campo de aplicación de la NOM-044-SEMARNAT-2017, el Proyecto no se constituye por el solo uso de dichos vehículos en fabricante o importador de los motores y vehículos nuevos regulados por esta Norma, por lo que no resulta adecuado atribuirle directamente las obligaciones de certificación establecidas para dichos sujetos.

En caso de utilizar vehículos nuevos comprendidos dentro de su ámbito material, éstos deberán corresponder a unidades legalmente introducidas y comercializadas en el país conforme a la normatividad aplicable.

Independientemente de lo anterior, los vehículos pesados utilizados durante las actividades del Proyecto serán considerados dentro del Programa de Mantenimiento Preventivo de Vehículos y Maquinaria, mediante el cual se establecerán acciones para conservarlos en condiciones adecuadas de operación y prevenir emisiones excesivas asociadas con deficiencias mecánicas.

NOM-045-SEMARNAT-2017 (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2018b)

Consulta Pública

"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."

Descripción de la NOM

La NOM-045-SEMARNAT-2017 establece los límites máximos permisibles de opacidad provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que utilizan diésel como combustible, así como el procedimiento de prueba y las características técnicas de los equipos utilizados para su medición.

A diferencia de la NOM-044-SEMARNAT-2017, dirigida a motores y vehículos nuevos y principalmente a sus fabricantes e importadores, la NOM-045 se relaciona con las condiciones de emisión de vehículos diésel que ya se encuentran en circulación.

Vinculación con el Proyecto

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se prevé la utilización de vehículos automotores que empleen diésel como combustible para el transporte de materiales, componentes y equipos requeridos para la ejecución de las obras.

Los vehículos comprendidos dentro del campo de aplicación de la NOM-045-SEMARNAT-2017 deberán cumplir con los límites máximos permisibles de opacidad y demás disposiciones que les resulten aplicables.

Como medida preventiva, el Proyecto implementará un Programa de Mantenimiento Preventivo de Vehículos y Maquinaria, mediante el cual se establecerán revisiones y mantenimientos periódicos destinados a conservar las unidades en adecuadas condiciones mecánicas y prevenir emisiones anormales derivadas de fallas en los sistemas de combustión y escape.

Cuando durante las actividades se identifique un vehículo que presente emisiones ostensiblemente anormales, éste deberá ser sometido a revisión y mantenimiento antes de continuar su operación en el Proyecto.

Asimismo, se verificará que las unidades cuenten con la documentación y verificaciones que, conforme a su régimen y características, les resulten legalmente exigibles.

El seguimiento de estas medidas se realizará mediante el Programa de Vigilancia Ambiental, conservando la evidencia documental correspondiente.

Conclusión en materia de emisiones de fuentes móviles

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, las emisiones atmosféricas asociadas con vehículos y maquinaria serán de carácter temporal y estarán vinculadas principalmente con la utilización de motores de combustión interna.

Para su prevención y control, el Proyecto implementará el Programa de Mantenimiento Preventivo de Vehículos y Maquinaria, procurando que las unidades se mantengan en condiciones adecuadas de funcionamiento y atendiendo las Normas Oficiales Mexicanas que resulten aplicables de acuerdo con el tipo de vehículo, combustible, condición de circulación y demás características correspondientes.

Consulta Pública

El cumplimiento de estas medidas será verificado mediante el Programa de Vigilancia Ambiental.

2.4.2 FLORA Y FAUNA

NOM-059-SEMARNAT-2010 (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 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."*

Descripción de la NOM

La NOM-059-SEMARNAT-2010 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.

La Norma reconoce las siguientes categorías de riesgo:

- Probablemente extinta en el medio silvestre (E);
- En peligro de extinción (P);
- Amenazada (A); y
- Sujeta a protección especial (Pr).

Para efectos del Proyecto, esta Norma constituye un referente para determinar la presencia de especies de flora y fauna silvestres incluidas en alguna categoría de riesgo y establecer las medidas de prevención y mitigación que correspondan en función de los resultados obtenidos durante la caracterización ambiental.

Vinculación con el Proyecto

Como parte de los estudios ambientales del Proyecto se realizará la caracterización de la flora y fauna presente en el área de estudio, incluyendo la identificación de las especies registradas y la revisión de su estatus respecto de los listados establecidos en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En caso de identificarse especies incluidas en alguna categoría de riesgo, éstas serán consideradas de manera prioritaria dentro de las medidas ambientales establecidas para el Proyecto, atendiendo sus características biológicas, distribución y susceptibilidad a las actividades propuestas.

Previo al inicio de las actividades de preparación del sitio y construcción que impliquen intervención de vegetación, se implementarán acciones de rescate y reubicación de flora, dirigidas principalmente a aquellos ejemplares susceptibles de ser rescatados y cuya conservación resulte técnica y ambientalmente procedente, otorgando especial atención a las especies que, en su caso, se encuentren incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En materia de fauna silvestre, antes y durante las actividades de preparación del sitio se realizarán acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación, según corresponda, con el propósito de favorecer el desplazamiento de los ejemplares hacia áreas que conserven condiciones adecuadas de hábitat y reducir el riesgo de afectación directa.

Consulta Pública

Las actividades serán realizadas por personal capacitado y se establecerán protocolos para la atención de encuentros fortuitos con ejemplares de fauna durante las obras, evitando su captura, manipulación o afectación innecesaria.

Asimismo, considerando la naturaleza eólica del Proyecto, se implementará un Programa de Monitoreo de Aves y Murciélagos, mediante el cual se dará seguimiento a estos grupos faunísticos y se generará información que permita evaluar la efectividad de las medidas ambientales establecidas y, cuando resulte necesario, implementar acciones adicionales de manejo.

El cumplimiento de las medidas de protección de flora y fauna será supervisado mediante el Programa de Vigilancia Ambiental, manteniendo los registros y evidencias correspondientes.

Conclusión

El Proyecto considerará las disposiciones de la NOM-059-SEMARNAT-2010 durante la identificación y evaluación de la flora y fauna silvestres presentes en el área, prestando especial atención a aquellas especies que, en su caso, se encuentren incluidas en alguna categoría de riesgo.

Las medidas de rescate, reubicación, ahuyentamiento y monitoreo que correspondan permitirán prevenir y reducir las afectaciones sobre la flora y fauna durante las diferentes etapas del Proyecto, en coordinación con los demás programas y medidas ambientales establecidos.

2.4.3 RESIDUOS PELIGROSOS

Durante las diferentes etapas del Proyecto podrán generarse residuos que, por sus características, requieran ser identificados y manejados como residuos peligrosos. Su gestión se realizará conforme a la legislación y normatividad aplicables, desde su generación y almacenamiento temporal hasta su entrega a prestadores de servicios autorizados para su manejo y destino correspondiente.

Para tal efecto, el Proyecto contará con un Programa de Manejo Integral de Residuos, en el cual se establecerán las medidas para la identificación, separación, almacenamiento temporal, manejo y disposición de los diferentes tipos de residuos generados.

El cumplimiento de dichas medidas será supervisado mediante el Programa de Vigilancia Ambiental.

NOM-052-SEMARNAT-2005 (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2006)

"Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos."

Descripción de la NOM

La NOM-052-SEMARNAT-2005 establece el procedimiento para identificar si un residuo es peligroso, incluyendo los listados correspondientes y las características que permiten determinar su peligrosidad.

La Norma considera las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad ambiental, inflamabilidad y biológico-infecciosa, identificadas mediante el acrónimo CRETIB.

Consulta Pública

Su aplicación permite determinar la clasificación correspondiente a los residuos generados y constituye uno de los referentes normativos para establecer las condiciones adecuadas para su posterior manejo.

Vinculación con el Proyecto

Durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento podrán generarse residuos derivados principalmente de las actividades de mantenimiento y utilización de vehículos, maquinaria, equipos y materiales.

Cuando se generen residuos que por su naturaleza o características pudieran considerarse peligrosos, éstos serán identificados y clasificados conforme a los procedimientos, características y listados establecidos en la NOM-052-SEMARNAT-2005.

Entre los residuos que potencialmente podrían generarse se encuentran aceites usados, materiales impregnados con hidrocarburos, filtros, recipientes que hayan contenido sustancias peligrosas y otros residuos derivados del mantenimiento de equipos, siempre que por sus características o composición correspondan a residuos peligrosos conforme a la normatividad aplicable.

Una vez identificados, serán separados de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial y se mantendrán temporalmente en condiciones adecuadas para prevenir derrames, mezclas o liberaciones al ambiente.

Su manejo y entrega se realizará mediante prestadores de servicios autorizados, cuando corresponda, manteniendo la documentación y registros establecidos por la legislación aplicable.

Estas acciones estarán contempladas dentro del Programa de Manejo Integral de Residuos, mientras que su correcta implementación será verificada mediante el Programa de Vigilancia Ambiental.

NOM-053-SEMARNAT-1993 (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 1993a)

> *"Que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente."*

Descripción de la NOM

La NOM-053-SEMARNAT-1993 establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción mediante la cual se determinan los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

Por su naturaleza, esta Norma tiene una aplicación específica asociada con la caracterización de aquellos residuos para los cuales resulte necesario determinar dicha característica de peligrosidad.

Vinculación con el Proyecto

La aplicación de la NOM-053-SEMARNAT-1993 al Proyecto será condicionada a la generación de algún residuo cuya determinación de peligrosidad por toxicidad al ambiente requiera la realización de la prueba de extracción prevista por la Norma.

Consulta Pública

En caso de actualizarse dicho supuesto, la caracterización correspondiente se realizará conforme al procedimiento establecido en la NOM-053-SEMARNAT-1993 y sus resultados serán considerados para determinar el manejo que corresponda al residuo.

Por tanto, la inclusión de esta Norma tiene carácter preventivo y no implica que necesariamente se generarán residuos que requieran la realización de dicha prueba durante las actividades del Proyecto.

NOM-054-SEMARNAT-1993 (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 1993b)

> *"Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados peligrosos."*

Descripción de la NOM

La NOM-054-SEMARNAT-1993 establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos peligrosos, con la finalidad de prevenir que su mezcla o contacto pueda ocasionar reacciones que representen riesgos para las personas o el ambiente.

Su aplicación resulta particularmente relevante para definir condiciones adecuadas de separación y almacenamiento temporal cuando se generen diferentes tipos de residuos peligrosos.

Vinculación con el Proyecto

Los residuos peligrosos que, en su caso, sean generados durante las diferentes etapas del Proyecto serán identificados previamente conforme a la normatividad aplicable y se mantendrán separados de acuerdo con sus características.

Cuando se generen dos o más residuos peligrosos respecto de los cuales resulte necesario determinar su incompatibilidad, se atenderá el procedimiento establecido en la NOM-054-SEMARNAT-1993, evitando su mezcla o almacenamiento conjunto cuando exista posibilidad de una reacción incompatible.

El Programa de Manejo Integral de Residuos establecerá las medidas para la separación, identificación, etiquetado y almacenamiento temporal de los residuos peligrosos, considerando sus características y compatibilidad.

El seguimiento de estas acciones se realizará mediante el Programa de Vigilancia Ambiental.

Conclusión

El Proyecto realizará la identificación y clasificación de los residuos peligrosos que, en su caso, se generen durante sus diferentes etapas conforme a la NOM-052-SEMARNAT-2005.

Cuando las características particulares de algún residuo hagan necesario determinar su toxicidad al ambiente o la incompatibilidad entre diferentes residuos peligrosos, se atenderán, según corresponda, los procedimientos establecidos en las NOM-053-SEMARNAT-1993 y NOM-054-SEMARNAT-1993.

Su manejo se realizará mediante el Programa de Manejo Integral de Residuos, bajo medidas de separación, almacenamiento temporal y entrega para su manejo y destino conforme a la legislación

Consulta Pública

aplicable, mientras que el Programa de Vigilancia Ambiental permitirá verificar el cumplimiento de dichas medidas.

2.4.4 RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL

NOM-161-SEMARNAT-2011 (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013b)

> *"Que establece los criterios para clasificar a los residuos de manejo especial y determinar cuáles están sujetos a planes de manejo, el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado, así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo."*

Descripción de la NOM

La NOM-161-SEMARNAT-2011 establece los criterios para clasificar los residuos de manejo especial y determinar cuáles se encuentran sujetos a Plan de Manejo, así como el listado correspondiente y los elementos y procedimientos para la formulación de dichos planes.

La Norma constituye un referente para identificar los residuos de manejo especial que puedan generarse como consecuencia de las diferentes actividades y determinar, de acuerdo con sus características, cantidades y demás supuestos establecidos en la normatividad aplicable, las obligaciones correspondientes para su manejo.

Vinculación con el Proyecto

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción podrán generarse residuos de manejo especial derivados de las actividades constructivas, instalación de infraestructura, acondicionamiento de superficies y utilización de diferentes materiales.

Entre éstos podrán encontrarse, dependiendo de las actividades efectivamente realizadas, residuos de construcción, materiales metálicos, madera, plásticos, empaques y otros residuos que por sus características y volumen correspondan a esta categoría conforme a la legislación y normatividad aplicables.

Los residuos generados serán previamente identificados y clasificados con la finalidad de determinar el manejo que corresponda a cada uno de ellos.

El Proyecto contará con un Programa de Manejo Integral de Residuos, mediante el cual se establecerán las medidas para su separación desde el punto de generación, almacenamiento temporal, valorización cuando resulte técnica y ambientalmente viable, recolección y entrega para su aprovechamiento o disposición final en sitios autorizados, según corresponda.

Asimismo, se mantendrán los registros y documentación aplicables respecto de los residuos generados y su destino.

Cuando, de acuerdo con el tipo, características, cantidades generadas y demás supuestos establecidos en la NOM-161-SEMARNAT-2011 y en la legislación aplicable, algún residuo se encuentre sujeto a Plan de Manejo, se atenderán las obligaciones correspondientes.

El cumplimiento de las medidas establecidas será supervisado mediante el Programa de Vigilancia Ambiental.

Consulta Pública

Conclusión

El Proyecto realizará la identificación y manejo de los residuos de manejo especial que se generen durante sus diferentes etapas conforme a la legislación y normatividad aplicables, considerando los criterios establecidos en la NOM-161-SEMARNAT-2011.

Su manejo se realizará mediante el Programa de Manejo Integral de Residuos y, cuando se actualicen los supuestos normativos correspondientes, se atenderán las disposiciones aplicables en materia de Planes de Manejo.

2.4.5 RUIDO

NOM-080-SEMARNAT-1994 (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 1995)

> *Protección ambiental—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.*

Descripción de la NOM

La NOM-080-SEMARNAT-1994 establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de determinados vehículos automotores en circulación, así como el método para su medición.

Su ámbito de regulación se encuentra relacionado específicamente con las emisiones sonoras provenientes del escape de vehículos automotores en circulación, por lo que no constituye una norma general para regular todas las emisiones de ruido producidas por las actividades constructivas, maquinaria o infraestructura del Proyecto.

Vinculación con el Proyecto

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se utilizarán vehículos automotores para el traslado de personal, materiales, componentes y equipos necesarios para la ejecución de las obras.

Los vehículos comprendidos dentro del campo de aplicación de la NOM-080-SEMARNAT-1994 deberán mantenerse en condiciones adecuadas de funcionamiento, particularmente respecto de sus sistemas de escape y dispositivos destinados al control de emisiones sonoras.

Para tal efecto, el Proyecto implementará un Programa de Mantenimiento Preventivo de Vehículos y Maquinaria, mediante el cual se realizarán revisiones y mantenimientos periódicos con la finalidad de prevenir emisiones de ruido excesivas asociadas con deficiencias mecánicas.

Cuando se identifique algún vehículo que presente emisiones sonoras anormales derivadas de fallas mecánicas o del sistema de escape, éste deberá ser sometido a revisión y mantenimiento antes de continuar su operación.

El cumplimiento de estas medidas será supervisado mediante el Programa de Vigilancia Ambiental.

Conclusión

Consulta Pública

Durante las actividades que impliquen la utilización de vehículos automotores en circulación, el Proyecto atenderá las disposiciones aplicables de la NOM-080-SEMARNAT-1994, complementando su cumplimiento mediante acciones de mantenimiento preventivo y supervisión ambiental.

2.4.6 SUELO

NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013a)

> *Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación. (DOF 10 de septiembre de 2013)*

Descripción de la NOM

La NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 establece los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos, las especificaciones para su caracterización mediante muestreo y análisis, así como las disposiciones aplicables para la remediación de sitios contaminados por hidrocarburos.

La Norma considera diferentes fracciones de hidrocarburos y establece concentraciones máximas permisibles en función del uso del suelo, además de los procedimientos técnicos que deberán observarse cuando resulte necesario determinar la presencia y concentración de estos contaminantes.

Su aplicación se encuentra asociada principalmente con aquellos sitios en los que se haya producido contaminación del suelo por hidrocarburos y resulte necesario realizar su caracterización y, cuando corresponda, implementar acciones de remediación.

Vinculación con el Proyecto

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se utilizarán vehículos, maquinaria y equipos que requieren combustibles, aceites, grasas y lubricantes para su funcionamiento, por lo que existe la posibilidad de que se presenten derrames o fugas accidentales de hidrocarburos.

Con la finalidad de prevenir la contaminación del suelo, el Proyecto implementará medidas para el adecuado manejo de combustibles, aceites y lubricantes, así como para la prevención y atención de derrames accidentales.

Los vehículos y maquinaria serán considerados dentro del Programa de Mantenimiento Preventivo de Vehículos y Maquinaria, procurando mantenerlos en adecuadas condiciones mecánicas y prevenir fugas derivadas de fallas o deficiencias en sus sistemas.

En caso de presentarse un derrame accidental, se realizarán de manera inmediata las acciones necesarias para detener la fuente, contener el derrame y retirar los materiales o suelo evidentemente afectados, evitando en la medida de lo posible su dispersión hacia superficies adyacentes.

Los materiales contaminados que sean retirados serán identificados, clasificados y manejados conforme a la legislación y normatividad aplicables en materia de residuos.

Cuando por las características, magnitud o condiciones del evento resulte necesario determinar la concentración de hidrocarburos presente en el suelo, se realizará la caracterización correspondiente conforme a la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.

Consulta Pública

En caso de que los resultados determinen concentraciones superiores a los límites máximos permisibles que resulten aplicables, se llevarán a cabo las acciones de remediación correspondientes, atendiendo las especificaciones de la Norma y demás disposiciones legales aplicables.

El seguimiento de las medidas preventivas y, en su caso, de las acciones correctivas derivadas de algún evento de contaminación será realizado mediante el Programa de Vigilancia Ambiental, conservando la documentación y evidencia correspondiente.

Conclusión

La aplicación de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 al Proyecto tendrá un carácter condicionado a la ocurrencia de un evento que genere contaminación del suelo por hidrocarburos y requiera su caracterización y, en su caso, remediación.

Como medida preventiva, el Proyecto implementará acciones dirigidas a evitar fugas y derrames asociados con la utilización de vehículos, maquinaria y equipos. En caso de presentarse un evento de esta naturaleza, se realizarán inmediatamente las acciones de contención y manejo correspondientes y, cuando resulte necesario, la caracterización y remediación del suelo se efectuará conforme a las disposiciones de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 y demás normatividad aplicable.

2.5 OTROS INSTRUMENTOS A CONSIDERAR

2.5.1 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS (H. CONGRESO DE LA UNIÓN 1917)

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos es el documento legal fundamental de México que fue originalmente redactado en 1917 y ha tenido diversas reformas desde entonces, siendo la última publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) la del 15 de abril de 2025.

Debido a que en la Carta Magna se encuentran consagrados los derechos y obligaciones que se tienen en México, tanto para los ciudadanos como para las autoridades, es indispensable asegurar su vinculación con el Proyecto, ya que emanan de ésta los criterios reglamentarios nacionales que constituyen el contexto de la legislación en materia ambiental y de planeación del desarrollo, que más adelante se mencionan en sus diferentes niveles, haciendo mención de los artículos de la misma que aplican al Proyecto como fundamento principal, siendo los siguientes relacionados al caso en estudio:

> *Artículo 4o. ... Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley.*

Es en sus artículos 25, 26 y 27 donde están contenidos los principales aspectos que determinan el papel del Estado Mexicano en el campo de los recursos naturales en general y del sector energético en particular.

El artículo 25 de la Constitución define el papel del Estado, al establecer que:

> *Artículo 25. Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable, que fortalezca la Soberanía de la Nación y su régimen democrático y que, mediante la competitividad, el fomento del crecimiento económico y el empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales, cuya seguridad protege esta Constitución. La*

Consulta Pública

competitividad se entenderá como el conjunto de condiciones necesarias para generar un mayor crecimiento económico, promoviendo la inversión y la generación de empleo.

El Estado planeará, conducirá, coordinará y orientará la actividad económica nacional, y llevará al cabo la regulación y fomento de las actividades que demande el interés general en el marco de libertades que otorga esta Constitución.

Al desarrollo económico nacional concurrirán, con responsabilidad social, el sector público, el sector social y el sector privado, sin menoscabo de otras formas de actividad económica que contribuyan al desarrollo de la Nación.

El sector público tendrá a su cargo, de manera exclusiva, las áreas estratégicas que se señalan en el artículo 28, párrafo cuarto de la Constitución, manteniendo siempre el Gobierno Federal la propiedad y el control sobre los organismos y empresas públicas del Estado que en su caso se establezcan. Tratándose de la planeación y el control del sistema eléctrico nacional, y del servicio público de transmisión y distribución de energía eléctrica, así como de la exploración y extracción de petróleo y demás hidrocarburos, la Nación llevará a cabo dichas actividades en términos de lo dispuesto por los párrafos sexto y séptimo del artículo 27 de esta Constitución. En las actividades citadas la ley establecerá las normas relativas a la administración, organización, funcionamiento, procedimientos de contratación y demás actos jurídicos que celebren las empresas públicas del Estado, así como el régimen de remuneraciones de su personal, para garantizar su eficacia, eficiencia, honestidad, productividad, transparencia y rendición de cuentas, y determinará las demás actividades que podrán realizar. Asimismo, podrá participar por sí o con los sectores social y privado, de acuerdo con la ley, para impulsar y organizar las áreas prioritarias del desarrollo.

Bajo criterios de equidad social, productividad y sustentabilidad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolas a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente.

La ley alentará y protegerá la actividad económica que realicen los particulares y proveerá las condiciones para que el desenvolvimiento del sector privado contribuya al desarrollo económico nacional, promoviendo la competitividad e implementando una política nacional para el desarrollo industrial sustentable que incluya vertientes sectoriales y regionales, en los términos que establece esta Constitución.

Lo antes descrito permite visualizar que en el Estado recae la planeación, conducción, coordinación y orientación de la actividad económica nacional, llevando a cabo la regulación y fomento de las actividades que demande bajo criterios de equidad social, productividad y sustentabilidad, apoyando e impulsando a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolas a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente, con observancia del marco de libertades que otorga la Constitución.

Respecto a la planeación del desarrollo de la nación, el artículo 26 dicta lo siguiente:

Consulta Pública

Artículo 26…El Estado organizará un sistema de planeación democrática del desarrollo nacional que imprima solidez, dinamismo, competitividad, permanencia y equidad al crecimiento de la economía para la independencia y la democratización política, social y cultural de la nación.

Los fines del proyecto nacional contenidos en esta Constitución determinarán los objetivos de la planeación. La planeación será democrática y deliberativa. Mediante los mecanismos de participación que establezca la ley, recogerá las aspiraciones y demandas de la sociedad para incorporarlas al plan y los programas de desarrollo. Habrá un plan nacional de desarrollo al que se sujetarán obligatoriamente los programas de la Administración Pública Federal.

La ley facultará al Ejecutivo para que establezca los procedimientos de participación y consulta popular en el sistema nacional de planeación democrática, y los criterios para la formulación, instrumentación, control y evaluación del plan y los programas de desarrollo. Asimismo, determinará los órganos responsables del proceso de planeación y las bases para que el Ejecutivo Federal coordine mediante convenios con los gobiernos de las entidades federativas e induzca y concierte con los particulares las acciones a realizar para su elaboración y ejecución. El plan nacional de desarrollo considerará la continuidad y adaptaciones necesarias de la política nacional para el desarrollo industrial, con vertientes sectoriales y regionales.

El cumplimiento de la obligación de evaluar los impactos ambientales de forma previa a la realización del Proyecto asegura el acatamiento de las disposiciones legales previstas con el objeto, entre otros, de garantizar el derecho a un medio ambiente sano, evitar daños y deterioros ambientales y favorecer el desarrollo sustentable de la actividad de generación de energía eléctrica que se propone ejecutar. Además, la ejecución responsable del Proyecto fortalece los esquemas de planeación del país, al asegurar que la actividad económica se realice respetando los lineamientos en materia de conservación de los recursos naturales y protección del medio ambiente.

En el artículo 27 se establece, entre otros aspectos, el régimen de propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro del territorio nacional, así como disposiciones relacionadas con la planeación y el control del sistema eléctrico nacional y las actividades de la industria eléctrica, considerando para ello lo siguiente:

Artículo 27. 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.

Corresponde exclusivamente a la Nación la planeación y el control del sistema eléctrico nacional, así como el servicio público de transmisión y distribución de energía eléctrica; en estas actividades no se otorgarán concesiones, sin perjuicio de que el Estado pueda celebrar contratos con particulares en los términos que establezcan las leyes, mismas que determinarán la forma en que los particulares podrán participar en las demás actividades de la industria eléctrica.

El artículo 28 señala que:

Consulta Pública

Artículo 28. En los Estados Unidos Mexicanos quedan prohibidos los monopolios, las (…) prácticas monopólicas, los estancos y las exenciones de impuestos en los términos y condiciones que fijan las leyes.

También puntualiza que:

"No constituirán monopolios las funciones que el Estado ejerza de manera exclusiva en las siguientes áreas consideradas estratégicas: … la planeación y el control del sistema eléctrico nacional, así como el servicio público de transmisión y distribución de energía eléctrica…

El Estado contará con los organismos y empresas que requiera para el eficaz manejo de las áreas estratégicas a su cargo y en las actividades de carácter prioritario donde, de acuerdo con las leyes, participe por sí o con los sectores social y privado."

Además, el Pacto Federal prevé la formulación de un marco normativo en el que la concurrencia de las autoridades se encuentra implícita, incluyendo la regulación de las áreas estratégicas como es el caso del sector energético. Con relación a esto, el artículo 73 de la Constitución Federal contempla lo siguiente:

Artículo 73. El Congreso tiene facultad:

X. Para legislar en toda la República sobre (…) energía eléctrica y nuclear y para expedir las leyes del trabajo reglamentarias del artículo 123;

XXIX. Para establecer contribuciones:

5o. Especiales sobre:

a) Energía eléctrica;

Las entidades federativas participarán en el rendimiento de estas contribuciones especiales, en la proporción que la ley secundaria federal determine. Las legislaturas locales fijarán el porcentaje correspondiente a los Municipios, en sus ingresos por concepto del impuesto sobre energía eléctrica.

XXIX-G. Para expedir leyes que establezcan la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de las entidades federativas, de los Municipios y, en su caso, de las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, en el ámbito de sus respectivas competencias, en materia de protección al ambiente, preservación y restauración del equilibrio ecológico; y de protección y bienestar de los animales;

En materia de desarrollo urbano y utilización del suelo, el artículo 115 constitucional establece las atribuciones de los municipios en los términos de las leyes federales y estatales aplicables, particularmente respecto de la formulación, aprobación y administración de la zonificación y de los planes de desarrollo urbano, así como del control y vigilancia de la utilización del suelo dentro de su ámbito de competencia, de acuerdo con lo previsto en el siguiente artículo:

Artículo 115. Los Estados adoptarán, para su régimen interior, la forma de gobierno republicano, representativo, democrático, laico y popular, teniendo como base de su división territorial y de su organización política y administrativa el municipio libre, conforme a las bases siguientes: …

Consulta Pública

V. Los Municipios, en los términos de las leyes federales y Estatales relativas, estarán facultados para:

a) Formular, aprobar y administrar la zonificación y planes de desarrollo urbano municipal, así como los planes en materia de movilidad y seguridad vial;

b) Participar en la creación y administración de sus reservas territoriales;

c) Participar en la formulación de planes de desarrollo regional, los cuales deberán estar en concordancia con los planes generales de la materia. Cuando la Federación o los Estados elaboren proyectos de desarrollo regional deberán asegurar la participación de los municipios;

d) Autorizar, controlar y vigilar la utilización del suelo, en el ámbito de su competencia, en sus jurisdicciones territoriales;

e) Intervenir en la regularización de la tenencia de la tierra urbana;

f) Otorgar licencias y permisos para construcciones;

g) Participar en la creación y administración de zonas de reservas ecológicas y en la elaboración y aplicación de programas de ordenamiento en esta materia.

Vinculación con el Proyecto

De la revisión de las disposiciones constitucionales señaladas, se considera que el Proyecto es compatible con los principios constitucionales relativos al derecho a un medio ambiente sano, al desarrollo sustentable, a la planeación del desarrollo nacional, a la regulación del sector energético y a la concurrencia de los tres órdenes de gobierno en materia ambiental y territorial.

Asimismo, el Proyecto se sujetará a los instrumentos de planeación y ordenamiento territorial que resulten aplicables, así como a las autorizaciones ambientales y sectoriales correspondientes. En particular, previo al inicio de las obras y actividades que así lo requieran, se deberán obtener las autorizaciones correspondientes en materia de impacto ambiental y de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, así como cumplir con las medidas y condicionantes que, en su caso, establezcan las autoridades competentes.

Por lo anterior, el desarrollo del Proyecto se realizará bajo el marco constitucional aplicable, procurando que las obras y actividades propuestas se ejecuten conforme a las disposiciones relativas a la protección del medio ambiente, al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y a las competencias que corresponden a las autoridades de los diferentes órdenes de gobierno.

2.5.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente(H. Congreso de la Unión 1988a) (H. Congreso de la Unión 1988a)

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) es reglamentaria 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 que la Nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo

Consulta Pública

sustentable y establecer las bases para garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar.

La presente Ley establece las bases para la preservación, restauración y mejoramiento del ambiente; la protección de la biodiversidad; la prevención y control de la contaminación del aire, agua y suelo; así como la distribución de competencias entre la Federación, las entidades federativas y los municipios en materia ambiental.

Las disposiciones de esta Ley resultan aplicables al Proyecto, particularmente aquellas relacionadas con la evaluación del impacto ambiental, la protección de la flora y fauna silvestres, la prevención y control de la contaminación atmosférica y del suelo, así como el manejo de los residuos que se generen durante sus diferentes etapas.

Las competencias de la Federación en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente, como autoridad a cargo de la evaluación del Proyecto en estas materias, quedan estipuladas en el artículo 5°, de acuerdo con lo siguiente:

> *Artículo 5.- Son facultades de la Federación: …*
>
> *V.- La expedición de las normas oficiales mexicanas y la vigilancia de su cumplimiento en las materias previstas en esta Ley; …*
>
> *X.- La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de esta Ley y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes;*
>
> *XII.- La regulación de la contaminación de la atmósfera, proveniente de todo tipo de fuentes emisoras, así como la prevención y el control en zonas o en caso de fuentes fijas y móviles de jurisdicción federal;*
>
> *XIII. El fomento de la aplicación de tecnologías, equipos y procesos que reduzcan las emisiones y descargas contaminantes provenientes de cualquier tipo de fuente, en coordinación con las autoridades de los Estados, el Distrito Federal y los Municipios; así como el establecimiento de las disposiciones que deberán observarse para el aprovechamiento sustentable de los energéticos; …*
>
> *XV. La regulación de la prevención de la contaminación ambiental originada por ruido, vibraciones, energía térmica, lumínica, radiaciones electromagnéticas y olores perjudiciales para el equilibrio ecológico y el ambiente;*
>
> *Artículo 6o.- Las atribuciones que esta Ley otorga a la Federación, serán ejercidas por el Poder Ejecutivo Federal a través de la Secretaría y, en su caso, podrán colaborar con ésta las Secretarías de Defensa Nacional y de Marina cuando por la naturaleza y gravedad del problema así lo determine, salvo las que directamente corresponden al Presidente de la República por disposición expresa de la Ley.*

Por ello, las obras y actividades consideradas para el desarrollo y puesta en marcha del Proyecto quedan sujetas a las disposiciones descritas con anterioridad, debiendo dar cumplimiento a las disposiciones aplicables. En particular, el Proyecto deberá someterse al procedimiento de Evaluación

Consulta Pública

del Impacto Ambiental, de conformidad con lo establecido en la Sección V de la Ley, a fin de evaluar su viabilidad ambiental.

La obligatoriedad del sometimiento a dicho procedimiento se encuentra establecida en la fracción II del artículo 28, que señala:

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

A fin de obtener la autorización citada en el párrafo anterior, se integra la presente Manifestación de Impacto Ambiental de acuerdo con lo señalado en el artículo 30 de la referida Ley, que expresa lo siguiente:

> *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. Cuando se trate de actividades consideradas altamente riesgosas en los términos de la presente Ley, la manifestación deberá incluir el estudio de riesgo correspondiente.*

Aunado a lo antes descrito, resulta aplicable al Proyecto el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas en materia ambiental de acuerdo con sus características, resultando vinculante con el artículo 37:

> *Artículo 37.- En la formulación de normas oficiales mexicanas en materia ambiental deberá considerarse que el cumplimiento de sus previsiones deberá realizarse de conformidad con las características de cada proceso productivo o actividad sujeta a regulación, sin que ello implique el uso obligatorio de tecnologías específicas.*
>
> *Cuando las normas oficiales mexicanas en materia ambiental establezcan el uso de equipos, procesos o tecnologías específicas, los destinatarios de las mismas podrán proponer a la Secretaría para su aprobación, los equipos, procesos o tecnologías alternativos mediante los cuales se ajustarán a las previsiones correspondientes.*
>
> *Para tal efecto, los interesados acompañarán a su propuesta la justificación en que ésta se sustente para cumplir con los objetivos y finalidades establecidos en la norma oficial mexicana de que se trate.*

Consulta Pública

Una vez recibida la propuesta, la Secretaría en un plazo que no excederá de treinta días emitirá la resolución respectiva. En caso de que no se emita dicha resolución en el plazo señalado, se considerará que ésta es negativa.

Cuando la resolución sea favorable, deberá publicarse en un órgano de difusión oficial y surtirá efectos en beneficio de quien lo solicite, respetando, en su caso, los derechos adquiridos en materia de propiedad industrial.

Uno de los principales propósitos de la Ley es establecer las bases para la protección del ambiente, la preservación y restauración del equilibrio ecológico y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. En este sentido, el Proyecto contempla la aplicación de medidas de prevención, mitigación y, en su caso, compensación, así como la implementación de programas ambientales para atender los impactos identificados durante sus diferentes etapas.

En efecto, mediante la presentación de la presente Manifestación de Impacto Ambiental se contemplan las medidas de prevención, mitigación, compensación y protección que resulten necesarias para evitar o reducir los posibles efectos negativos sobre el ambiente derivados de las obras y actividades del Proyecto.

Resulta importante para los efectos del cumplimiento de las disposiciones vigentes aplicables al caso en estudio, establecer que las obras y actividades relacionadas con el Proyecto se ejecutarán de manera que se apeguen a las disposiciones en materia de preservación de la vida silvestre.

Artículo 79. Para la preservación y aprovechamiento sustentable de la flora y fauna silvestre, se considerarán los siguientes criterios:

I. La preservación y conservación de la biodiversidad y del hábitat natural de las especies de flora y fauna que se encuentran en el territorio nacional y en las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción;

II. La continuidad de los procesos evolutivos de las especies de flora y fauna y demás recursos biológicos, destinando áreas representativas de los sistemas ecológicos del país a acciones de preservación e investigación;

III. La preservación de las especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial;

IV. El combate al tráfico o apropiación ilegal de especies;

V. El fomento y creación de las estaciones biológicas de rehabilitación y repoblamiento de especies de fauna silvestre;

VI. La participación de las organizaciones sociales, públicas o privadas, y los demás interesados en la preservación de la biodiversidad;

VII. El fomento y desarrollo de la investigación de la fauna y flora silvestre, y de los materiales genéticos, con el objeto de conocer su valor científico, ambiental, económico y estratégico para la Nación;

Consulta Pública

VIII. El fomento del trato digno y respetuoso a las especies animales, con el propósito de evitar la crueldad en contra de éstas;

IX. El desarrollo de actividades productivas alternativas para las comunidades rurales, y

X. El conocimiento biológico tradicional y la participación de las comunidades, así como los pueblos indígenas en la elaboración de programas de biodiversidad de las áreas en que habiten.

Artículo 82. Las disposiciones de esta Ley son aplicables a la posesión, administración, preservación, repoblación, propagación, importación, exportación y desarrollo de la flora y fauna silvestre y material genético, sin perjuicio de lo establecido en otros ordenamientos jurídicos.

Artículo 83. El aprovechamiento de los recursos naturales en áreas que sean el hábitat de especies de flora o fauna silvestres, especialmente de las endémicas, amenazadas o en peligro de extinción, deberá hacerse de manera que no se alteren las condiciones necesarias para la subsistencia, desarrollo y evolución de dichas especies.

La Secretaría deberá promover y apoyar el manejo de la flora y fauna silvestre, con base en el conocimiento biológico tradicional, información técnica, científica y económica, con el propósito de hacer un aprovechamiento sustentable de las especies.

Artículo 86. A la Secretaría le corresponde aplicar las disposiciones que sobre preservación y aprovechamiento sustentable de especies de fauna silvestre establezcan ésta y otras leyes, y autorizar su aprovechamiento en actividades económicas, sin perjuicio de las facultades que correspondan a otras dependencias, conforme a otras leyes.

Para el desarrollo del Proyecto será necesaria la movilización de vehículos y operación de maquinaria durante las etapas que correspondan, por lo que se atenderán las disposiciones aplicables en materia de protección de la atmósfera y prevención y control de emisiones.

Artículo 110. Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:

I. La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del país; y

II. Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.

En general, el Proyecto contempla la realización de diversas obras y actividades, mismas que se ejecutarán con apego a las disposiciones de la presente Ley, así como a las que resulten aplicables en cada caso, atendiendo los criterios y obligaciones ambientales en materia de prevención y control de la contaminación atmosférica.

Artículo 112. En materia de prevención y control de la contaminación atmosférica, los gobiernos de los Estados, del Distrito Federal y de los Municipios, de conformidad con la distribución de atribuciones establecida en los artículos 7o., 8o. y 9o. de esta Ley, así como con la legislación local en la materia: …

Consulta Pública

V. Establecerán y operarán sistemas de verificación de emisiones de automotores en circulación; …

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 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.

Los vehículos automotores y maquinaria que se utilicen durante las diferentes etapas del Proyecto deberán encontrarse en condiciones adecuadas de operación y mantenimiento, con la finalidad de prevenir y controlar emisiones atmosféricas. Estas acciones serán atendidas mediante el programa correspondiente de mantenimiento preventivo de vehículos y maquinaria y serán objeto de seguimiento mediante el Programa de Vigilancia Ambiental.

De igual modo, se implementarán las acciones y medidas preventivas y de mitigación determinadas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental, además de aquellas que establezca la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en la autorización correspondiente.

En materia de prevención y control de la contaminación del suelo, serán aplicables los siguientes criterios:

Artículo 134.- Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios:

I. Corresponde al estado y la sociedad prevenir la contaminación del suelo;

II. Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos;

III. Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reúso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes;

IV. La utilización de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas, debe ser compatible con el equilibrio de los ecosistemas y considerar sus efectos sobre la salud humana a fin de prevenir los daños que pudieran ocasionar, y

V. En los suelos contaminados por la presencia de materiales o residuos peligrosos, deberán llevarse a cabo las acciones necesarias para recuperar o restablecer sus condiciones, de tal manera que puedan ser utilizados en cualquier tipo de actividad prevista por el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable.

Artículo 135.- Los criterios para prevenir y controlar la contaminación del suelo se consideran, en los siguientes casos:

III. La generación, manejo y disposición final de residuos sólidos, industriales y peligrosos, así como en las autorizaciones y permisos que al efecto se otorguen.

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:

Consulta Pública

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

IV. Riesgos y problemas de salud.

Artículo 137. Queda sujeto a la autorización de los Municipios o del Distrito Federal, conforme a sus leyes locales en la materia y a las normas oficiales mexicanas que resulten aplicables, el funcionamiento de los sistemas de recolección, almacenamiento, transporte, alojamiento, reúso, tratamiento y disposición final de residuos sólidos municipales.

Artículo 139. Toda descarga, depósito o infiltración de sustancias o materiales contaminantes en los suelos se sujetará a lo que disponga esta Ley, la Ley de Aguas Nacionales, sus disposiciones reglamentarias y las normas oficiales mexicanas que para tal efecto expida la Secretaría.

Artículo 140. La generación, manejo y disposición final de los residuos de lenta degradación deberá sujetarse a lo que se establezca en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría, en coordinación con la Secretaría de Economía.

Artículo 142. En ningún caso podrá autorizarse la importación de residuos para su derrame, depósito, confinamiento, almacenamiento, incineración o cualquier tratamiento para su destrucción o disposición final en el territorio nacional o en las zonas en las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Las autorizaciones para el tránsito por el territorio nacional de residuos no peligrosos con destino a otra Nación sólo podrán otorgarse cuando exista previo consentimiento de ésta.

De conformidad con las actividades consideradas para el desarrollo del Proyecto, se dará cumplimiento a las disposiciones de la legislación aplicable, especialmente por lo que respecta a la prevención de la contaminación del suelo y al manejo de los residuos peligrosos, de manejo especial y sólidos urbanos que se generen durante sus diferentes etapas.

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 Economía, 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. El Reglamento y las normas oficiales mexicanas a que se refiere el párrafo anterior, contendrán los criterios y listados que identifiquen y clasifiquen los materiales y residuos peligrosos por su grado de peligrosidad, considerando sus características y volúmenes; además, habrán de diferenciar aquellos de alta y baja peligrosidad. Corresponde a la Secretaría la regulación y el control de los materiales y residuos peligrosos.

Artículo 151. La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los 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

Consulta Pública

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.

Artículo 151 BIS. Requiere autorización previa de la Secretaría:

I. La prestación de servicios a terceros que tenga por objeto la operación de sistemas para la recolección, almacenamiento, transporte, reúso, tratamiento, reciclaje, incineración y disposición final de residuos peligrosos;

II. La instalación y operación de sistemas para el tratamiento o disposición final de residuos peligrosos, o para su reciclaje cuando éste tenga por objeto la recuperación de energía, mediante su incineración, y

III. La instalación y operación, por parte del generador de residuos peligrosos, de sistemas para su reúso, reciclaje y disposición final, fuera de la instalación en donde se generaron dichos residuos.

Artículo 152. La Secretaría promoverá programas tendientes a prevenir y reducir la generación de residuos peligrosos, así como a estimular su reúso y reciclaje.

En aquellos casos en que los residuos peligrosos puedan ser utilizados en un proceso distinto al que los generó, el Reglamento de la presente Ley y las normas oficiales mexicanas que se expidan, deberán establecer los mecanismos y procedimientos que hagan posible su manejo eficiente desde el punto de vista ambiental y económico.

Los residuos peligrosos que sean usados, tratados o reciclados en un proceso distinto al que los generó, dentro del mismo predio, serán sujetos a un control interno por parte de la empresa responsable, de acuerdo con las formalidades que establezca el Reglamento de la presente Ley.

En el caso de que los residuos señalados en el párrafo anterior sean transportados a un predio distinto a aquél en el que se generaron, se estará a lo dispuesto en la normatividad aplicable al transporte terrestre de residuos peligrosos.

Artículo 152 BIS. Cuando la generación, manejo o disposición final de materiales o residuos peligrosos, produzca contaminación del suelo, los responsables de dichas operaciones deberán llevar a cabo las acciones necesarias para recuperar y restablecer las condiciones del mismo, con el propósito de que éste pueda ser destinado a alguna de las actividades previstas en el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable, para el predio o zona respectiva.

Por lo anterior, el Proyecto contempla las medidas necesarias para dar cumplimiento a las disposiciones de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente relacionadas con la evaluación del impacto ambiental, la protección de la biodiversidad, la prevención y control de la contaminación atmosférica y del suelo, así como el manejo adecuado de los residuos que se generen durante sus diferentes etapas.

La implementación de las medidas ambientales propuestas, así como el seguimiento de los términos y condicionantes que, en su caso, establezca la autoridad ambiental en la autorización

Consulta Pública

correspondiente, será realizada mediante el Programa de Vigilancia Ambiental, complementado con los programas ambientales específicos aplicables al Proyecto.

2.5.3 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (H. Congreso de la Unión 1988b) (H. Congreso de la Unión 2000b)

Este Reglamento, cuya última reforma fue publicada el 31 de octubre de 2014, establece en el inciso K de su artículo 5°, que quienes pretendan llevar a cabo obras o actividades relacionadas con la industria eléctrica, requieren previamente de la autorización de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en materia de impacto ambiental, en los casos previstos por dicho artículo. Así también, en su artículo 9°, se establece que los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una Manifestación de Impacto Ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización.

> *Artículo 5o.- Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:*
>
> *K) Industria eléctrica:*
>
> *I. Construcción de plantas nucleoeléctricas, hidroeléctricas, carboeléctricas, geotermoeléctricas, eoloeléctricas o termoeléctricas, convencionales, de ciclo combinado o de unidad turbogás, con excepción de las plantas de generación con una capacidad menor o igual a medio MW, utilizadas para respaldo en residencias, oficinas y unidades habitacionales;*
>
> *II. Construcción de estaciones o subestaciones eléctricas de potencia o distribución;*
>
> *III. Obras de transmisión y subtransmisión eléctrica, y*
>
> *IV. Plantas de cogeneración y autoabastecimiento de energía eléctrica mayores a 3 MW.*
>
> *Las obras a que se refieren las fracciones II a III anteriores no requerirán autorización en materia de impacto ambiental cuando pretendan ubicarse en áreas urbanas, suburbanas, de equipamiento urbano o de servicios, rurales, agropecuarias, industriales o turísticas.*
>
> *Artículo 9o.- Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización.*

En particular, para el Proyecto, aplicará la presentación ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, bajo los lineamientos establecidos en los artículos 10 al 28 del referido Reglamento, en virtud de que las obras y actividades que lo integran se encuentran dentro de los supuestos establecidos en el artículo 5° del presente Reglamento y en el artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Por lo anterior, y de acuerdo con las características del Proyecto referidas con anterioridad, se presenta ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales la presente Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional, aplicable a las actividades propias de la industria eléctrica, cuyos lineamientos para la presentación, evaluación y resolución se encuentran establecidos por el presente Reglamento, particularmente en sus artículos 10 y 11, 13, 17 al 22, 24 y del 26 al 28.

Consulta Pública

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

Regional…

Artículo 11. Las Manifestaciones de Impacto Ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de:

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

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

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

Artículo 13.- La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información:

I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;

II. Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo;

III. Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables;

IV. Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región;

V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;

VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;

VII. Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas, y

VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental.

Artículo 17.- El promovente deberá presentar a la Secretaría la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, anexando:

I. La manifestación de impacto ambiental;

II. Un resumen del contenido de la manifestación de impacto ambiental, presentado en disquete, y

Consulta Pública

III. Una copia sellada de la constancia del pago de derechos correspondientes.

Artículo 19.- La solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, sus anexos y, en su caso, la información adicional, deberán presentarse en un disquete al que se acompañarán cuatro tantos impresos de su contenido.

Excepcionalmente, dentro de los diez días siguientes a la integración del expediente, la Secretaría podrá solicitar al promovente, por una sola vez, la presentación de hasta tres copias adicionales de los estudios de impacto ambiental cuando por alguna causa justificada se requiera. En todo caso, la presentación de las copias adicionales deberá llevarse a cabo dentro de los tres días siguientes a aquel en que se hayan solicitado.

Artículo 20.- Con el objeto de no retardar el procedimiento de evaluación, la Secretaría comunicará al promovente, en el momento en que éste presente la solicitud y sus anexos, si existen deficiencias formales que puedan ser corregidas en ese mismo acto.

En todo caso, la Secretaría se ajustará a lo previsto en el artículo 43 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo.

Artículo 21.- La Secretaría, en un plazo no mayor a diez días contados a partir de que reciba la solicitud y sus anexos, integrará el expediente; en ese lapso, procederá a la revisión de los documentos para determinar si su contenido se ajusta a las disposiciones de la Ley, del presente reglamento y a las normas oficiales mexicanas aplicables.

Artículo 22.- En los casos en que la manifestación de impacto ambiental presente insuficiencias que impidan la evaluación del proyecto, la Secretaría podrá solicitar al promovente, por única vez y dentro de los cuarenta días siguientes a la integración del expediente, aclaraciones, rectificaciones o ampliaciones al contenido de la misma y en tal caso, se suspenderá el término de sesenta días a que se refiere el artículo 35 bis de la Ley.

La suspensión no podrá exceder de sesenta días computados a partir de que sea declarada. Transcurrido este plazo sin que la información sea entregada por el promovente, la Secretaría podrá declarar la caducidad del trámite en los términos del artículo 60 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo.

Artículo 24.- La Secretaría podrá solicitar, dentro del procedimiento de evaluación y en los términos previstos en la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, la opinión técnica de alguna dependencia o entidad de la Administración Pública, cuando por el tipo de obra o actividad así se requiera.

Asimismo, la Secretaría podrá consultar a grupos de expertos cuando por la complejidad o especialidad de las circunstancias de ejecución y desarrollo se estime que sus opiniones pueden proveer de mejores elementos para la formulación de la resolución correspondiente; en este caso, notificará al promovente los propósitos de la consulta y le remitirá una copia de las opiniones recibidas para que éste, durante el procedimiento, manifieste lo que a su derecho convenga.

Consulta Pública

La Secretaría deberá mantener, al momento de realizar la consulta, la reserva a que se refiere el artículo 37 de este reglamento.

Artículo 26.- Iniciado el trámite de evaluación, la Secretaría deberá ir agregando al expediente:

I. La información adicional que se genere;

II. Las opiniones técnicas que se hubiesen solicitado;

III. Los comentarios y observaciones que realicen los interesados en el proceso de consulta pública, así como el extracto del proyecto que durante dicho proceso se haya publicado;

IV. La resolución;

V. Las garantías otorgadas, y

VI. Las modificaciones al proyecto que se hubieren realizado.

Artículo 27.- Cuando se realicen modificaciones al proyecto de obra o actividad durante el procedimiento de evaluación del impacto ambiental, el promovente deberá hacerlas del conocimiento de la Secretaría con el objeto de que ésta, en un plazo no mayor de diez días, proceda a:

I. Solicitar información adicional para evaluar los efectos al ambiente derivados de tales modificaciones, cuando éstas no sean significativas, o

II. Requerir la presentación de una nueva manifestación de impacto ambiental, cuando las modificaciones propuestas puedan causar desequilibrios ecológicos, daños a la salud, o causar impactos acumulativos o sinérgicos.

Artículo 28.- Si el promovente pretende realizar modificaciones al proyecto después de emitida la autorización en materia de impacto ambiental, deberá someterlas a la consideración de la Secretaría, la que, en un plazo no mayor a diez días, determinará:

I. Si es necesaria la presentación de una nueva manifestación de impacto ambiental;

II. Si las modificaciones propuestas no afectan el contenido de la autorización otorgada, o

III. Si la autorización otorgada requiere ser modificada con objeto de imponer nuevas condiciones a la realización de la obra o actividad de que se trata.

En este último caso, las modificaciones a la autorización deberán ser dadas a conocer al promovente en un plazo máximo de veinte días.

La presente Manifestación de Impacto Ambiental para el Proyecto se presenta en Modalidad Regional, ya que está compuesto por un conjunto de obras y actividades dentro del Sector Eléctrico. La elaboración del estudio considera los lineamientos establecidos en el artículo 13 del presente Reglamento, así como los demás preceptos aplicables al procedimiento de evaluación del impacto ambiental.

Consulta Pública

2.5.4 LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE (H. CONGRESO DE LA UNIÓN 2018)

Esta Ley, cuyo texto original fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de junio de 2018 y cuya última reforma se publicó el 1 de abril de 2024, es reglamentaria del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Sus disposiciones son de orden público y de interés social, siendo de observancia general en todo el territorio nacional. Su objeto es regular y fomentar 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 en materia forestal entre la Federación, las entidades federativas y los municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73, fracción XXIX-G, de la Constitución, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable.

Una consideración importante es lo previsto por dicha Ley respecto del cambio de uso de suelo en terrenos forestales, que particularmente prevé lo siguiente:

> *Artículo 7.*
>
> *Cambio de uso del suelo en terreno forestal: la remoción total o parcial de la vegetación forestal de los terrenos forestales arbolados o de otros terrenos forestales para destinarlos o inducirlos a actividades no forestales;*
>
> *Fracción LXXI: Terreno forestal: es el que está cubierto por vegetación forestal o vegetación secundaria nativa, y produce bienes y servicios forestales;*
>
> *Fracción LXXIX: Vegetación forestal: el conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, y otros ecosistemas, dando lugar al desarrollo y convivencia equilibrada de otros recursos y procesos naturales.*

Dado que el Proyecto se desarrollará en una superficie que presenta vegetación forestal y secundaria nativa, de conformidad con las definiciones anteriores, será indispensable tramitar y obtener la autorización correspondiente de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, ya que la instalación de infraestructura, caminos y plataformas asociadas al Proyecto requerirá la remoción de vegetación forestal.

> *Artículo 10.*
>
> *Son atribuciones de la Federación:*
>
> *XXX. Expedir, por excepción, las autorizaciones de cambio de uso del suelo de los terrenos forestales, así como controlar y vigilar el uso del suelo forestal.*
>
> *Artículo 14.*
>
> *La Secretaría ejercerá las siguientes atribuciones:*
>
> *XI. Expedir, por excepción, las autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.*

Con base en lo anterior, se reconoce que la facultad para autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales corresponde a la Federación, a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), y únicamente por excepción. Por tanto, el Proyecto se someterá

Consulta Pública

a dicho procedimiento al ubicarse sobre terrenos que presentan cobertura vegetal clasificada como forestal, y donde será necesaria la remoción de vegetación para la instalación de infraestructura eléctrica.

> *Artículo 93.*
>
> *La Secretaría solo podrá autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, la capacidad de almacenamiento de carbono, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.*
>
> *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.*

En cumplimiento a este artículo, el promovente elaborará un Estudio Técnico Justificativo (ETJ), en el cual se acreditará que el cambio de uso de suelo no comprometerá la biodiversidad ni los servicios ecosistémicos en el área del Proyecto. Asimismo, se considerarán las medidas de prevención, mitigación, restauración y compensación que correspondan, así como la implementación del Programa de Rescate y Reubicación de Flora y del Programa de Rescate, Reubicación y Ahuyentamiento de Fauna Silvestre, conforme a lo que determine la autorización correspondiente y la normativa aplicable.

Asimismo, se dará cumplimiento a lo que señale el Consejo Estatal Forestal correspondiente, en concordancia con los principios de fundamentación y motivación que exige la Ley, así como a los instrumentos de planeación territorial aplicables, como los Programas de Ordenamiento Ecológico, las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones reglamentarias relacionadas con el cambio de uso de suelo.

Por tanto, el Proyecto considera las disposiciones de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, al incorporar dentro de su planeación las medidas técnicas, administrativas y legales necesarias para, en su caso, obtener la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, bajo un enfoque de desarrollo sustentable y restauración ambiental.

> *Artículo 98.*
>
> *Los interesados en el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, deberán comprobar que realizaron el depósito ante el Fondo Forestal Mexicano, por concepto de compensación ambiental, para que se lleven a cabo acciones de restauración de los ecosistemas que se afecten, preferentemente dentro de la cuenca hidrográfica en donde se ubique la autorización del proyecto, en los términos y condiciones que establezca el Reglamento.*

En cumplimiento a este artículo, el promovente realizará, en su caso, el depósito correspondiente ante el Fondo Forestal Mexicano, conforme a lo que disponga el Reglamento y a las determinaciones de la

Consulta Pública

autoridad competente, a efecto de asegurar la ejecución de las acciones de restauración que correspondan.

Asimismo, en atención a lo establecido en la Ley y conforme a los principios de protección de la biodiversidad, se implementará el Programa de Rescate y Reubicación de Flora, que se aplicará previo al desmonte en el área autorizada, con énfasis en las especies nativas o sujetas a protección conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Estas medidas serán ejecutadas por personal especializado y su cumplimiento será supervisado mediante el Programa de Vigilancia Ambiental correspondiente.

De esta forma, el Proyecto considera lo previsto por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, al contemplar dentro de su planeación la obtención de la autorización para el cambio de uso de suelo, la elaboración del Estudio Técnico Justificativo, la ejecución de las medidas y programas que correspondan, así como la compensación ambiental que, en su caso, sea determinada conforme a la normatividad vigente.

2.5.5 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE(H. CONGRESO DE LA UNIÓN 2020)

El Reglamento tiene por objeto reglamentar la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en el ámbito de competencia federal, en materia de instrumentos de política forestal, manejo y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas forestales del país y de sus recursos, así como su conservación, protección y restauración.

El Reglamento prevé, entre otras cosas, el contenido del Estudio Técnico Justificativo (ETJ), así como los plazos, etapas y procedimientos que rigen el trámite de evaluación y autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, conforme a lo siguiente:

> *Artículo 1. El presente ordenamiento es de observancia general en todo el territorio nacional y tiene por objeto reglamentar la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en el ámbito de competencia federal, en materia de conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento sustentables de los ecosistemas forestales del país y sus recursos.*
>
> *Su aplicación corresponde a la Secretaría, a través de las unidades administrativas que señale su Reglamento Interior o de los órganos administrativos desconcentrados denominados Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, según el ámbito de competencias que establezca la Ley, este Reglamento y otros ordenamientos jurídicos aplicables, así como a la Comisión en las materias cuyo ejercicio directo le atribuyan la Ley, el presente Reglamento y las disposiciones jurídicas que de ellos emanen.*

Dado que el Proyecto se localiza en terrenos que cuentan con cobertura vegetal clasificada como forestal, y se prevé su remoción para llevar a cabo obras de infraestructura, se requerirá la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF), conforme al procedimiento normativo previsto en el Reglamento.

> *Artículo 82. La colecta de Recursos biológicos forestales requiere de un aviso ante la Secretaría en los casos siguientes:*

Consulta Pública

I. La colecta de Germoplasma forestal para Reforestación y Forestación con fines de conservación o restauración, y

Como parte de los trabajos de preparación para el cambio de uso de suelo, se prevé la colecta de germoplasma forestal (semillas, esquejes, estacas, entre otros) que podrá ser utilizada en acciones de restauración y revegetación. Por tanto, en caso de llevarse a cabo dicha actividad, se atenderá lo dispuesto por este artículo y se realizará el aviso correspondiente ante la Secretaría, conforme a la normativa aplicable.

Artículo 141. Los estudios técnicos justificativos a que se refiere el artículo 93 de la Ley, deberán contener, por lo menos, lo siguiente:

I. Descripción del o los usos que se pretendan dar al terreno;

II. Ubicación y superficie total del o los polígonos donde se pretenda realizar el Cambio de uso del suelo en los Terrenos forestales, precisando su localización geográfica en los planos del predio correspondiente, los cuales estarán georeferenciados y expresados en coordenadas UTM;

III. Descripción de los elementos físicos y biológicos de la Cuenca hidrográfica, subcuenca y microcuenca, donde se encuentra ubicada la superficie solicitada incluyendo clima, tipos de suelo, topografía, hidrografía, geología y la composición y estructura florística por tipos de vegetación y composición de grupos faunísticos;

IV. Descripción de las condiciones del área sujeta a Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales, que incluya clima, tipos de suelo, pendiente media, relieve, hidrografía y tipos de vegetación y de fauna;

V. Un análisis comparativo de la composición florística y faunística del área sujeta a Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales con relación a los tipos de vegetación del ecosistema de la cuenca, subcuenca o microcuenca hidrográfica, que permita determinar el grado de afectación por el Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales;

VI. Un análisis comparativo de las tasas de erosión de los suelos, así como la calidad, captación e infiltración del agua, en el área solicitada respecto a las que se tendrían después de la remoción de la Vegetación forestal;

VII. Estimación del volumen en metros cúbicos, por especie y por predio, de las Materias primas forestales derivadas del Cambio de uso del suelo;

VIII. Plazo propuesto y la programación de las acciones para la ejecución del Cambio de uso de suelo;

IX. Propuesta de programa de rescate y reubicación de especies de flora y fauna que pudieran resultar afectadas y su adaptación al nuevo hábitat, en caso de autorizarse el Cambio de uso de suelo;

X. Medidas de prevención y mitigación por la afectación sobre los Recursos forestales, el suelo, el agua, la flora y fauna silvestres aplicables durante las distintas etapas de desarrollo del Cambio de uso de suelo;

Consulta Pública

XI. Servicios ambientales que serán afectados por el Cambio de uso de suelo propuesto;

XII. Análisis que demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados por el Cambio del uso de suelo se mantenga;

XIII. Datos de inscripción en el Registro del Prestador de Servicios forestales que haya elaborado el estudio, y del que estará a cargo de la ejecución del Cambio de uso de suelo;

XIV. Aplicación de los criterios establecidos en los programas de ordenamiento ecológico del territorio en sus diferentes categorías, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones jurídicas aplicables, y

XV. Los demás requisitos que establezcan otras disposiciones jurídicas.

La propuesta de programa a que se refiere la fracción IX del presente artículo deberá incluir el nombre de las especies a rescatar, la densidad de plantación, el Plano georeferenciado del sitio donde serán reubicadas dentro del ecosistema afectado, preferentemente en áreas vecinas o cercanas a donde se realizarán los trabajos de Cambio de uso de suelo, así como las acciones que aseguren al menos un ochenta por ciento de supervivencia de las referidas especies, los periodos de ejecución de dichas acciones y de su mantenimiento.

Para efectos de lo previsto en la fracción XIV del presente artículo, los interesados identificarán los criterios de los programas de ordenamiento ecológico que emitan las autoridades competentes de los tres órdenes de gobierno, atendiendo al uso que se pretende dar al Terreno forestal.

En cumplimiento de este artículo, se elaborará un Estudio Técnico Justificativo (ETJ) que incorporará los elementos requeridos, incluyendo la descripción del uso propuesto del terreno; localización geográfica mediante coordenadas UTM; caracterización físico-biológica del área y de su cuenca hidrográfica; análisis de erosión y calidad, captación e infiltración del agua; estimación del volumen de materias primas forestales; así como el análisis de los servicios ambientales y la biodiversidad que pudieran ser afectados.

Además, se diseñará una propuesta de Programa de Rescate y Reubicación de Especies de Flora y Fauna, conforme a la fracción IX del artículo, que indicará el nombre de las especies a rescatar, la densidad de plantación, la ubicación georreferenciada para su reubicación y las acciones de mantenimiento que aseguren al menos un 80% de supervivencia de las especies, priorizando áreas vecinas o cercanas a donde se realizarán los trabajos de cambio de uso de suelo. Esta información formará parte integral del ETJ y será evaluada por la SEMARNAT.

Asimismo, se considerarán las medidas de prevención, mitigación y restauración que correspondan de acuerdo con las características del Proyecto, así como las disposiciones que, en su caso, establezca la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

Artículo 213. Para la formulación y desarrollo de los programas de restauración ecológica, tendentes a controlar los procesos de Degradación de tierras, de Desertificación o de desequilibrios ecológicos en Terrenos forestales o preferentemente forestales, la Comisión promoverá la participación de los sectores público, social y privado. Asimismo, promoverá y

Consulta Pública

organizará las acciones voluntarias de Conservación, protección y Restauración forestal con los propietarios o Legítimos poseedores de los terrenos, mediante la celebración de convenios y demás instrumentos aplicables.

En su caso, las acciones de restauración y revegetación que se determinen para el Proyecto considerarán las disposiciones aplicables del presente Reglamento y se vincularán con las medidas que correspondan derivadas de la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales y de la compensación ambiental que, en su caso, determine la autoridad competente.

2.5.6 LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE (H. CONGRESO DE LA UNIÓN 2000A)

Esta Ley, cuya última reforma deberá verificarse conforme a la versión vigente publicada en el Diario Oficial de la Federación, estipula en su artículo 1° que es reglamentaria del párrafo tercero del artículo 27 y de la fracción XXIX, inciso G, del artículo 73 constitucionales, y tiene por objeto 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.

De acuerdo con los resultados obtenidos en los monitoreos de flora y fauna silvestres dentro del área del Proyecto y su área de influencia, se determinó el avistamiento de algunos ejemplares de fauna con alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo que, además de observar lo estipulado en dicha Norma Oficial Mexicana, deberán atenderse los lineamientos establecidos en la presente Ley que resulten aplicables al Proyecto.

Respecto a lo antes descrito, en los artículos 4° y 18 de esta Ley se precisa el deber de conservar la vida silvestre y la obligación de contribuir a la conservación de su hábitat. Si bien estos artículos señalan la posibilidad de que los propietarios o legítimos poseedores de los predios en donde se distribuya la vida silvestre tengan derechos de aprovechamiento en los términos prescritos en esta Ley y demás disposiciones aplicables, el Proyecto no contempla realizar ningún tipo de aprovechamiento de ejemplares, partes o derivados de vida silvestre con fines comerciales o de cualquier otra naturaleza. En su lugar, la vida silvestre será protegida mediante la implementación del Programa de Rescate, Reubicación y Ahuyentamiento de Fauna Silvestre, a cargo de personal especializado, mediante la aplicación de medidas de prevención y protección durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento que resulten aplicables.

Artículo 4o. 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.

Los propietarios o legítimos poseedores de los predios en donde se distribuye la vida silvestre tendrán derechos de aprovechamiento sustentable sobre sus ejemplares, partes y derivados en los términos prescritos en la presente Ley y demás disposiciones aplicables.

Los derechos sobre los recursos genéticos estarán sujetos a los tratados internacionales y a las disposiciones sobre la materia.

Consulta Pública

El Proyecto no contempla el aprovechamiento de especies silvestres para fines comerciales, por lo que no se prevé la gestión de una Unidad de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre (UMA). En su lugar, se implementará un Programa de Rescate, Reubicación y Ahuyentamiento de Fauna Silvestre, a cargo de personal técnico especializado, con el objetivo de prevenir afectaciones a los ejemplares presentes en el sitio. Dicho programa se desarrollará conforme a las disposiciones aplicables y, en lo que corresponda, se vinculará con el procedimiento de autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

> *Artículo 18. Los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se distribuye la vida silvestre tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat conforme a lo establecido en la presente Ley; asimismo podrán transferir esta prerrogativa a terceros, conservando el derecho a participar de los beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento.*
>
> *Los propietarios y legítimos poseedores de dichos predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat.*

Además de lo anterior, se observarán las disposiciones aplicables al manejo de ejemplares vivos de fauna silvestre.

En el caso del Proyecto, no se ejercerán derechos de aprovechamiento sobre ejemplares de vida silvestre, pero sí se contribuirá a la conservación de la fauna y su hábitat mediante acciones de prevención, mitigación y protección durante las diferentes etapas del Proyecto. Las actividades de rescate y, en su caso, reubicación de fauna se realizarán procurando evitar o disminuir la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor de los ejemplares.

En cumplimiento de las disposiciones aplicables, se tomarán las medidas correspondientes para el manejo de fauna silvestre viva:

> *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.*
>
> *Artículo 33. Cuando de conformidad con las disposiciones en la materia deba someterse a cuarentena a cualquier ejemplar de la fauna silvestre, se adoptarán las medidas para mantenerlos en condiciones adecuadas de acuerdo a sus necesidades.*
>
> *Artículo 36. La tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor de los ejemplares de fauna silvestre deberá evitarse o disminuirse en los casos de sacrificio de éstos, mediante la utilización de los métodos físicos o químicos adecuados.*
>
> *Artículo 52. Las personas que trasladen ejemplares vivos de especies silvestres deberán contar con la autorización correspondiente otorgada por la Secretaría de conformidad con lo establecido en el reglamento. Asimismo, deberán dar cumplimiento a las normas oficiales mexicanas correspondientes.*

Consulta Pública

Dichas disposiciones serán atendidas mediante la participación de personal capacitado y, cuando corresponda, mediante la gestión de las autorizaciones que resulten necesarias ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, así como mediante la aplicación de protocolos técnicos para el manejo, traslado y liberación de ejemplares.

Asimismo, se observarán las siguientes disposiciones:

> *Artículo 73. Queda prohibido el uso de cercos u otros métodos, de conformidad con lo establecido en el reglamento, para retener o atraer ejemplares de la fauna silvestre nativa que de otro modo se desarrollarían en varios predios…*
>
> *Artículo 79. La liberación de ejemplares a su hábitat natural se realizará de conformidad con lo establecido en el reglamento. La Secretaría procurará que la liberación se lleve a cabo a la brevedad posible, a menos que se requiera rehabilitación.*

En caso de requerirse el rescate y liberación de ejemplares, estas actividades se realizarán en sitios adecuados y conforme a las características de cada especie, procurando mantener las condiciones necesarias para su supervivencia y bienestar. La selección de los sitios de liberación y las actividades de manejo se realizarán conforme a las disposiciones legales aplicables y a las determinaciones de la autoridad competente.

Conclusión:

Con base en la Ley General de Vida Silvestre, su Reglamento y la NOM-059-SEMARNAT-2010, el Proyecto considera las medidas necesarias para la protección, conservación y manejo adecuado de la vida silvestre y su hábitat. Esto se realizará mediante la implementación del Programa de Rescate, Reubicación y Ahuyentamiento de Fauna Silvestre, diseñado de acuerdo con las características del Proyecto y vinculado, en lo que corresponda, con el procedimiento de autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

El citado programa atenderá las disposiciones aplicables del Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre en lo relativo al manejo, contención, traslado y liberación de ejemplares, procurando garantizar su bienestar durante las actividades de rescate y manejo. Asimismo, se aplicarán medidas específicas de protección para aquellas especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, particularmente las clasificadas como en peligro de extinción (P), amenazadas (A) o sujetas a protección especial (Pr).

De esta manera, el Proyecto contempla medidas de protección de la fauna silvestre desde la etapa de preparación del sitio y construcción, así como durante las etapas posteriores que resulten aplicables, en apego al marco jurídico ambiental nacional y a las disposiciones establecidas para la conservación de la vida silvestre.

2.5.7 LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO (H. CONGRESO DE LA UNIÓN 2012)

La presente Ley, cuya última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación fue el 01 de abril de 2024, establece el marco normativo para enfrentar los efectos adversos del cambio climático. En general, sus disposiciones descritas en su artículo 2°, tienen por objeto lo siguiente:

> *Artículo 2o. Esta Ley tiene por objeto:*

Consulta Pública

I. Garantizar el derecho a un medio ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades de la federación, las entidades federativas y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero;

II. Regular las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero para que México contribuya a lograr la estabilización de sus concentraciones en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático considerando, en su caso, lo previsto por el artículo 2o. de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y demás disposiciones derivadas de la misma;

III. Regular las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático;

IV. Reducir la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas del país frente a los efectos adversos del cambio climático, así como crear y fortalecer las capacidades nacionales de respuesta al fenómeno;

V. Fomentar la educación, investigación, desarrollo y transferencia de tecnología e innovación y difusión en materia de adaptación y mitigación al cambio climático;

VI. Establecer las bases para la concertación con la sociedad;

VII. Promover la transición hacia una economía competitiva, sustentable, de bajas emisiones de carbono y resiliente a los fenómenos hidrometeorológicos extremos asociados al cambio climático, y

VIII. Establecer las bases para que México contribuya al cumplimiento del Acuerdo de París, que tiene entre sus objetivos mantener el aumento de la temperatura media mundial por debajo de 2 °C, con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir con los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1.5 °C, con respecto a los niveles preindustriales, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático.

El Proyecto resulta congruente con los objetivos anteriores, ya que promueve una fuente de generación eléctrica mediante el aprovechamiento de energía eólica, contribuyendo a la reducción de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero al generar electricidad sin requerir la combustión de combustibles fósiles durante su operación.

En específico, el Proyecto es compatible con los siguientes artículos:

Artículo 33. Los objetivos de las políticas públicas para la mitigación son:

III. Promover de manera gradual la sustitución del uso y consumo de los combustibles fósiles por fuentes renovables de energía, así como la generación de electricidad a través del uso de fuentes renovables de energía;

IV. Promover prácticas de eficiencia energética, el desarrollo y uso de fuentes renovables de energía y la transferencia y desarrollo de tecnologías bajas en carbono, particularmente en bienes muebles e inmuebles de dependencias y entidades de la administración pública federal centralizada y paraestatal, de las entidades federativas y de los municipios;

Consulta Pública

Artículo 34. Para reducir las emisiones, las dependencias y entidades de la administración pública federal, las Entidades Federativas y los Municipios, en el ámbito de su competencia, promoverán el diseño y la elaboración de políticas y acciones de mitigación asociadas a los sectores correspondientes, considerando las disposiciones siguientes:

I. Reducción de emisiones en la generación y uso de energía:

a) Fomentar prácticas de eficiencia energética y promover el uso de fuentes renovables de energía; así como la transferencia de tecnología de bajas en emisiones de carbono, de conformidad con la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía y la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento para la Transición Energética.

b) Desarrollar y aplicar incentivos a la inversión tanto pública como privada en la generación de energía eléctrica proveniente de fuentes renovables y tecnologías de cogeneración eficiente. Dichos incentivos se incluirán en la Estrategia Nacional, la Estrategia Nacional de Energía, la Prospectiva del Sector Eléctrico y en el Programa Sectorial de Energía.

e) Fomentar la utilización de energías renovables para la generación de electricidad, de conformidad con la legislación aplicable en la materia.

ARTÍCULOS TRANSITORIOS

Artículo Segundo. El país asume el objetivo indicativo o meta aspiracional de reducir al año 2020 un treinta por ciento de emisiones con respecto a la línea base; así como un cincuenta por ciento de reducción de emisiones al 2050 con las emitidas en el año 2000…Estas metas se revisarán cuando se publique la siguiente Estrategia Nacional.

Artículo Tercero. Las dependencias y entidades de la administración pública federal centralizada y paraestatal, las Entidades Federativas y los Municipios deberán de implementar las acciones necesarias en Mitigación y Adaptación, de acuerdo con sus atribuciones y competencias para alcanzar las siguientes metas aspiracionales y plazos indicativos:

II. Mitigación:

e) La Secretaría de Energía en coordinación con la Comisión Federal de Electricidad y la Comisión Reguladora de Energía, promoverán que la generación eléctrica proveniente de fuentes de energía limpias alcance por lo menos 35 por ciento para el año 2024.

El Proyecto contribuye a los objetivos de mitigación establecidos en la Ley, al utilizar energía eólica para la generación de electricidad y evitar, durante su operación, la combustión de combustibles fósiles asociada a la generación convencional de energía eléctrica. Lo anterior representa una contribución al aprovechamiento de fuentes renovables de energía y a la transición hacia sistemas de generación con menores emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero.

Conclusión:

El Proyecto, al emplear energía eólica como fuente primaria para la generación eléctrica, resulta congruente con los objetivos de la Ley General de Cambio Climático, particularmente en materia de promoción de fuentes renovables de energía y mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero.

Consulta Pública

Asimismo, al generar electricidad a partir del aprovechamiento del recurso eólico, sin requerir la combustión de combustibles fósiles durante su operación, el Proyecto contribuye a la transición hacia una economía de bajas emisiones de carbono y a los objetivos nacionales de mitigación y adaptación frente al cambio climático, en concordancia con el marco jurídico ambiental aplicable.

2.5.8 LEY GENERAL DE PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS (H. CONGRESO DE LA UNIÓN 2003)

La presente Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), cuya última reforma fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 19 de enero de 2026, establece las disposiciones aplicables para la prevención de la generación, valorización y gestión integral de los residuos peligrosos, sólidos urbanos y de manejo especial, así como para prevenir la contaminación de sitios y, en su caso, llevar a cabo su remediación.

En este sentido, el Proyecto considera las disposiciones aplicables en materia de residuos durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y cierre, mediante la implementación del Programa de Manejo Integral de Residuos, cuyo objetivo será prevenir y minimizar la generación de residuos, favorecer su separación y valorización, y asegurar que aquellos que requieran manejo especializado sean entregados a prestadores de servicios autorizados.

> *Artículo 5.- Para los efectos de esta Ley se entiende por:*
>
> *XXX. Residuos de Manejo Especial: Son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos;*
>
> *XXXI. Residuos Incompatibles: Aquellos que al entrar en contacto o al ser mezclados con agua u otros materiales o residuos, reaccionan produciendo calor, presión, fuego, partículas, gases o vapores dañinos;*
>
> *XXXII. Residuos Peligrosos: Son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio, de conformidad con lo que se establece en esta Ley;*
>
> *XXXIII. Residuos Sólidos Urbanos: Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole;*

Conforme a las definiciones anteriores, durante el desarrollo del Proyecto podrán generarse residuos de diferente naturaleza, cuya clasificación y manejo se realizará de acuerdo con sus características y con las disposiciones jurídicas aplicables.

En términos generales, se consideran para el Proyecto los siguientes:

Consulta Pública

· Residuos de Manejo Especial: aquellos que se generen principalmente durante las actividades de construcción, mantenimiento y, en su caso, desmantelamiento, siempre que no reúnan las características para ser considerados residuos peligrosos o residuos sólidos urbanos.

· Residuos Peligrosos: aquellos que, de acuerdo con sus características y con la normatividad aplicable, sean clasificados como tales. Su manejo se realizará conforme a la LGPGIR, su Reglamento y las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes.

· Residuos Sólidos Urbanos: aquellos que presenten características domiciliarias y que se generen principalmente por las actividades administrativas, de servicios y por el personal durante las diferentes etapas del Proyecto.

La clasificación definitiva de los residuos se realizará en función de las características y cantidades efectivamente generadas, evitando establecer categorías que no correspondan a los residuos que realmente se produzcan durante el desarrollo del Proyecto.

Artículo 3.- Se consideran de utilidad pública:

I. Las medidas necesarias para evitar el deterioro o la destrucción que los elementos naturales puedan sufrir, en perjuicio de la colectividad, por la liberación al ambiente de residuos;

II. La ejecución de obras destinadas a la prevención, conservación, protección del medio ambiente y remediación de sitios contaminados, cuando éstas sean imprescindibles para reducir riesgos a la salud;

III. Las medidas de emergencia que las autoridades apliquen en caso fortuito o fuerza mayor, tratándose de contaminación por residuos peligrosos, y

IV. Las acciones de emergencia para contener los riesgos a la salud derivados del manejo de residuos.

Asimismo, el artículo 5 de la LGPGIR establece las categorías de generadores y conceptos relacionados con el manejo integral de residuos, entre ellos:

XII. Gran Generador: Persona física o moral que genere una cantidad igual o superior a 10 toneladas en peso bruto total de residuos al año o su equivalente en otra unidad de medida;

XVII. Manejo Integral: Las actividades de reducción en la fuente, separación, reutilización, reciclaje, co-procesamiento, tratamiento biológico, químico, físico o térmico, acopio, almacenamiento, transporte y disposición final de residuos, individualmente realizadas o combinadas de manera apropiada, para adaptarse a las condiciones y necesidades de cada lugar, cumpliendo objetivos de valorización, eficiencia sanitaria, ambiental, tecnológica, económica y social;

XIX. Microgenerador: Establecimiento industrial, comercial o de servicios que genere una cantidad de hasta cuatrocientos kilogramos de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida;

Consulta Pública

XX. Pequeño Generador: Persona física o moral que genere una cantidad igual o mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas en peso bruto total de residuos al año o su equivalente en otra unidad de medida;

XXI. Plan de Manejo: Instrumento cuyo objetivo es minimizar la generación y maximizar la valorización de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos específicos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, con fundamento en el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos, diseñado bajo los principios de responsabilidad compartida y manejo integral, que considera el conjunto de acciones, procedimientos y medios viables e involucra a productores, importadores, exportadores, distribuidores, comerciantes, consumidores, usuarios de subproductos y grandes generadores de residuos, según corresponda, así como a los tres niveles de gobierno;

En consecuencia, la categoría del Proyecto como generador de residuos peligrosos se determinará con base en la cantidad anual efectivamente generada, de conformidad con los rangos establecidos por la Ley. En caso de ubicarse en alguna de las categorías de pequeño o gran generador, se cumplirán las obligaciones administrativas y de manejo correspondientes.

El Programa de Manejo Integral de Residuos constituirá el instrumento interno mediante el cual se establecerán las medidas de prevención, separación, almacenamiento temporal, valorización, recolección, transporte y disposición o tratamiento de los residuos generados durante las diferentes etapas del Proyecto, sin sustituir los planes de manejo que, en su caso, resulten obligatorios conforme a la legislación aplicable.

En cumplimiento con lo establecido en el artículo 16 de la LGPGIR, la clasificación de los residuos peligrosos se realizará con base en las Normas Oficiales Mexicanas que establecen las características, procedimientos de identificación, clasificación y listados correspondientes.

Artículo 16.- La clasificación de un residuo como peligroso, minero o metalúrgico, se debe establecer en las normas oficiales mexicanas que especifiquen la forma de determinar sus características, que incluyan los listados de los mismos y fijen los límites de concentración de las sustancias contenidas en ellos, con base en los conocimientos científicos y las evidencias acerca de su peligrosidad y riesgo.

En este sentido, para la identificación y clasificación de los residuos peligrosos que eventualmente se generen en el Proyecto se observará principalmente la NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.

Asimismo, cuando por las características de los residuos resulte aplicable, se observarán las demás Normas Oficiales Mexicanas correspondientes.

Artículo 18.- Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.

Consulta Pública

Los residuos sólidos urbanos que se generen durante las actividades administrativas y de servicios del Proyecto serán separados desde el punto de generación, diferenciando, cuando resulte aplicable, los residuos orgánicos de los inorgánicos, con el objeto de facilitar su manejo y valorización, de conformidad con las disposiciones estatales y municipales aplicables.

Artículo 19.- Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes:

I. Residuos de las rocas o los productos de su descomposición que sólo puedan utilizarse para la fabricación de materiales de construcción o se destinen para este fin, así como los productos derivados de la descomposición de las rocas, excluidos de la competencia federal conforme a las fracciones IV y V del artículo 5 de la Ley Minera;

VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general;

X. Los neumáticos usados,

En función de las actividades previstas, el Proyecto podrá generar residuos de manejo especial relacionados principalmente con actividades de construcción, mantenimiento y, en su caso, desmantelamiento, así como neumáticos usados derivados del mantenimiento de vehículos y maquinaria.

Estos residuos serán manejados de acuerdo con las disposiciones aplicables en el Estado de Tamaulipas y, cuando corresponda, mediante prestadores de servicios autorizados por la autoridad competente.

Artículo 20.- La clasificación de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, sujetos a planes de manejo se llevará a cabo de conformidad con los criterios que se establezcan en las normas oficiales mexicanas que contendrán los listados de los mismos y cuya emisión estará a cargo de la Secretaría.

Por su parte, los gobiernos de las entidades federativas y de los municipios, deberán publicar en el órgano de difusión oficial y diarios de circulación local, la relación de los residuos sujetos a planes de manejo y, en su caso, proponer a la Secretaría los residuos sólidos urbanos o de manejo especial que deban agregarse a los listados a los que hace referencia el párrafo anterior.

La determinación de los residuos sujetos a planes de manejo se realizará conforme a los criterios establecidos en la legislación y en las Normas Oficiales Mexicanas aplicables. Por ello, el Proyecto sujetará a plan de manejo aquellos residuos respecto de los cuales exista obligación legal de hacerlo, considerando su naturaleza, volumen y características.

Estas medidas se integrarán en el Programa de Manejo Integral de Residuos y su cumplimiento será objeto de seguimiento mediante el Programa de Vigilancia Ambiental, mediante la conservación de registros y evidencias documentales de la gestión realizada.

Artículo 28.- Estarán obligados a la formulación y ejecución de los planes de manejo, según corresponda:

Consulta Pública

I. Los productores, importadores, exportadores y distribuidores de los productos que al desecharse se convierten en los residuos peligrosos a los que hacen referencia las fracciones I a XI del artículo 31 de esta Ley y los que se incluyan en las normas oficiales mexicanas correspondientes;

II. Los generadores de los residuos peligrosos a los que se refieren las fracciones XII a XV del artículo 31 y de aquellos que se incluyan en las normas oficiales mexicanas correspondientes;

III. Los grandes generadores y los productores, importadores, exportadores y distribuidores de los productos que al desecharse se convierten en residuos sólidos urbanos o de manejo especial que se incluyan en los listados de residuos sujetos a planes de manejo de conformidad con las normas oficiales mexicanas correspondientes; los residuos de envases plásticos, incluyendo los de poliestireno expandido; así como los importadores y distribuidores de neumáticos usados, bajo los principios de valorización y responsabilidad compartida, y

IV. Los grandes generadores y los productores, importadores, exportadores y distribuidores de pilas y baterías eléctricas que sean considerados como residuos de manejo especial en la norma oficial mexicana correspondiente.

De acuerdo con este artículo, la obligación de formular y ejecutar un plan de manejo dependerá del tipo de residuo, de la categoría del generador y de los supuestos específicos establecidos en la legislación y en las disposiciones aplicables.

Por lo anterior, el Proyecto implementará el Programa de Manejo Integral de Residuos y, en caso de ubicarse en alguno de los supuestos que hagan obligatorio un Plan de Manejo, éste será elaborado, registrado y ejecutado conforme a las disposiciones correspondientes.

Artículo 30.- La determinación de residuos que podrán sujetarse a planes de manejo se llevará a cabo con base en los criterios siguientes y los que establezcan las normas oficiales mexicanas:

I. Que los materiales que los componen tengan un alto valor económico;

II. Que se trate de residuos de alto volumen de generación, producidos por un número reducido de generadores;

III. Que se trate de residuos que contengan sustancias tóxicas persistentes y bioacumulables, y

IV. Que se trate de residuos que representen un alto riesgo a la población, al ambiente o a los recursos naturales.

Artículo 31.- Estarán sujetos a un plan de manejo los siguientes residuos peligrosos y los productos usados, caducos, retirados del comercio o que se desechen y que estén clasificados como tales en la norma oficial mexicana correspondiente:

I. Aceites lubricantes usados;

II. Disolventes orgánicos usados;

III. Convertidores catalíticos de vehículos automotores;

IV. Acumuladores de vehículos automotores conteniendo plomo;

Consulta Pública

V. Baterías eléctricas a base de mercurio o de níquel-cadmio;

VI. Lámparas fluorescentes y de vapor de mercurio;

VII. Aditamentos que contengan mercurio, cadmio o plomo;

VIII. Fármacos;

IX. Plaguicidas y sus envases que contengan remanentes de los mismos;

X. Compuestos orgánicos persistentes como los bifenilos policlorados;

XI. Lodos de perforación base aceite, provenientes de la extracción de combustibles fósiles y lodos provenientes de plantas de tratamiento de aguas residuales cuando sean considerados como peligrosos;

En el caso del Proyecto, los residuos que efectivamente se generen y que se encuentren comprendidos en los supuestos del artículo 31 estarán sujetos al manejo que corresponda conforme a la legislación aplicable. Entre ellos podrán encontrarse aceites lubricantes usados y, en su caso, otros residuos derivados de las actividades de mantenimiento de vehículos y maquinaria, siempre que por sus características sean clasificados como residuos peligrosos.

Los residuos peligrosos serán entregados únicamente a empresas o gestores que cuenten con las autorizaciones vigentes correspondientes para realizar las actividades de manejo de que se trate.

Artículo 33.- Las empresas o establecimientos responsables de los planes de manejo presentarán, para su registro a la Secretaría, los relativos a los residuos peligrosos; y para efectos de su conocimiento a las autoridades estatales los residuos de manejo especial, y a las municipales para el mismo efecto los residuos sólidos urbanos, de conformidad con lo dispuesto en esta Ley y según lo determinen su Reglamento y demás ordenamientos que de ella deriven.

En caso de que el Proyecto se encuentre obligado a formular un Plan de Manejo, éste será presentado ante la autoridad competente de acuerdo con la naturaleza del residuo y con las disposiciones aplicables.

El seguimiento de las obligaciones derivadas de dichos instrumentos se realizará mediante el Programa de Vigilancia Ambiental, manteniendo la documentación que permita acreditar la correcta gestión de los residuos.

Artículo 40.- Los residuos peligrosos, mineros y metalúrgicos deben 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.

Artículo 42.- Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, mineros y metalúrgicos, pueden 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 autorizado

Consulta Pública

por 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 cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo.

En cumplimiento de los artículos 40 y 42, el Proyecto garantizará que los residuos peligrosos que eventualmente se generen sean manejados de manera segura y ambientalmente adecuada. Cuando se contraten servicios externos, se verificará previamente que las empresas o gestores cuenten con las autorizaciones vigentes correspondientes.

La entrega de los residuos a un tercero autorizado no exime al Proyecto de sus obligaciones como generador, por lo que se conservarán los documentos que acrediten la entrega y el manejo correspondiente.

Asimismo, el Proyecto no contempla la generación de lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales derivada de instalaciones sanitarias propias, debido a que los servicios sanitarios durante las etapas que así lo requieran serán proporcionados mediante baños portátiles, cuyo mantenimiento, extracción y manejo serán realizados por el prestador del servicio correspondiente, de conformidad con las disposiciones aplicables.

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.

En caso de que durante el desarrollo del Proyecto se generen residuos peligrosos, se atenderán las obligaciones de registro, notificación y control que correspondan de acuerdo con la categoría del generador y con las disposiciones aplicables.

Artículo 44.- Los generadores de residuos peligrosos tendrán las siguientes categorías:

I. Grandes generadores;

II. Pequeños generadores, y

III. Microgeneradores.

La categoría correspondiente al Proyecto se determinará con base en la cantidad anual de residuos peligrosos efectivamente generada, conforme a los parámetros establecidos por la LGPGIR y su Reglamento.

Consulta Pública

Artículo 45.- Los generadores de residuos peligrosos, mineros y metalúrgicos deben 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 en las que se hayan generado éstos, cuando se cierren o se dejen de realizar en ellas las actividades generadoras de tales residuos.

El Proyecto establecerá mecanismos para identificar, clasificar, almacenar y manejar adecuadamente los residuos peligrosos que se generen, de acuerdo con la LGPGIR, su Reglamento y las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.

Asimismo, al concluir las actividades generadoras de residuos, se realizarán las acciones necesarias para dejar las áreas utilizadas libres de residuos peligrosos y de contaminación que represente un riesgo para la salud o el ambiente.

Artículo 46.- Los grandes generadores de residuos peligrosos, están obligados a registrarse ante la Secretaría y someter a su consideración el Plan de Manejo de Residuos Peligrosos, así como llevar una bitácora y presentar un informe anual acerca de la generación y modalidades de manejo a las que sujetaron sus residuos de acuerdo con los lineamientos que para tal fin se establezcan en el Reglamento de la presente Ley, así como contar con un seguro ambiental, de conformidad con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

En caso de que el Proyecto sea clasificado como gran generador de residuos peligrosos, se cumplirán las obligaciones correspondientes, incluyendo el registro ante la Secretaría, la presentación del Plan de Manejo de Residuos Peligrosos, la integración de la bitácora y la presentación del informe anual, así como las obligaciones relativas al seguro ambiental conforme a la legislación aplicable.

Artículo 54.- Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales. La Secretaría establecerá los procedimientos a seguir para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo.

Artículo 55.- La Secretaría determinará en el Reglamento y en las normas oficiales mexicanas, la forma de manejo que se dará a los envases o embalajes que contuvieron residuos peligrosos y que no sean reutilizados con el mismo fin ni para el mismo tipo de residuo, por estar considerados como residuos peligrosos.

Asimismo, los envases y embalajes que contuvieron materiales peligrosos y que no sean utilizados con el mismo fin y para el mismo material, serán considerados como residuos peligrosos, con excepción de los que hayan sido sujetos a tratamiento para su reutilización, reciclaje o disposición final.

En ningún caso, se podrán emplear los envases y embalajes que contuvieron materiales o residuos peligrosos, para almacenar agua, alimentos o productos de consumo humano o animal.

Consulta Pública

En apego a los artículos 54 y 55 de la LGPGIR, el Proyecto evitará la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos cuando ello pueda generar reacciones que representen riesgos para la salud, el ambiente o los recursos naturales.

Los residuos serán segregados desde su generación y se utilizarán recipientes adecuados, debidamente identificados y compatibles con las características de los residuos que contengan. Asimismo, los envases y embalajes que hayan contenido materiales o residuos peligrosos serán manejados conforme a las disposiciones aplicables y no serán destinados a almacenar agua, alimentos o productos de consumo humano o animal.

> *Artículo 67.- En materia de residuos peligrosos, está prohibido:*
>
> *I. El transporte de residuos por vía aérea;*
>
> *II. El confinamiento de residuos líquidos o semisólidos, sin que hayan sido sometidos a tratamientos para eliminar la humedad, neutralizarlos o estabilizarlos y lograr su solidificación, de conformidad con las disposiciones de esta Ley y demás ordenamientos legales aplicables;*
>
> *III. El confinamiento de compuestos orgánicos persistentes como los bifenilos policlorados, los compuestos hexaclorados y otros, así como de materiales contaminados con éstos, que contengan concentraciones superiores a 50 partes por millón de dichas sustancias, y la dilución de los residuos que los contienen con el fin de que se alcance este límite máximo;*
>
> *IV. La mezcla de bifenilos policlorados con aceites lubricantes usados o con otros materiales o residuos;*
>
> *V. El almacenamiento por más de seis meses en las fuentes generadoras;*
>
> *VI. El confinamiento en el mismo lugar o celda, de residuos peligrosos incompatibles o en cantidades que rebasen la capacidad instalada;*
>
> *VII. El uso de residuos peligrosos, tratados o sin tratar, para recubrimiento de suelos, de conformidad con las normas oficiales mexicanas sin perjuicio de las facultades de la Secretaría y de otros organismos competentes;*
>
> *VIII. La dilución de residuos peligrosos en cualquier medio, cuando no sea parte de un tratamiento autorizado, y*
>
> *IX. La incineración de residuos peligrosos que sean o contengan compuestos orgánicos persistentes y bioacumulables; plaguicidas organoclorados; así como baterías y acumuladores usados que contengan metales tóxicos; siempre y cuando exista en el país alguna otra tecnología disponible que cause menor impacto y riesgo ambiental.*

El Proyecto observará las prohibiciones establecidas en el artículo 67 de la LGPGIR, particularmente aquellas relacionadas con la mezcla de residuos incompatibles, el almacenamiento de residuos peligrosos por periodos superiores a los permitidos, la dilución no autorizada y cualquier forma de manejo que pueda generar contaminación o riesgo ambiental.

Consulta Pública

Artículo 68.- Quienes resulten responsables de la contaminación de un sitio, así como de daños a la salud como consecuencia de ésta, estarán obligados a reparar el daño causado, conforme a las disposiciones legales correspondientes.

Toda persona física o moral que, directa o indirectamente, contamine un sitio u ocasione un daño o afectación al ambiente como resultado de la generación, manejo o liberación, descarga, infiltración o incorporación de materiales o residuos peligrosos al ambiente, será responsable y estará obligada a su reparación y, en su caso, a la compensación correspondiente, de conformidad a lo previsto por la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.

Artículo 69.- Las personas responsables de actividades relacionadas con la generación y manejo de materiales y residuos peligrosos que hayan ocasionado la contaminación de sitios con éstos, están obligadas a llevar a cabo las acciones de remediación conforme a lo dispuesto en la presente Ley y demás disposiciones aplicables.

Artículo 71.- No podrá transferirse la propiedad de sitios contaminados con residuos peligrosos, salvo autorización expresa de la Secretaría.

Las personas que transfieran a terceros los inmuebles que hubieran sido contaminados por materiales o residuos peligrosos, en virtud de las actividades que en ellos se realizaron, deberán informar de ello a quienes les transmitan la propiedad o posesión de dichos bienes.

Además de la remediación, quienes resulten responsables de la contaminación de un sitio se harán acreedores a las sanciones penales y administrativas correspondientes.

Artículo 72.- Tratándose de contaminación de sitios con materiales o residuos peligrosos, por caso fortuito o fuerza mayor, las autoridades competentes impondrán las medidas de emergencia necesarias para hacer frente a la contingencia, a efecto de no poner en riesgo la salud o el medio ambiente.

En caso de que las actividades del Proyecto ocasionen accidentalmente la contaminación de un sitio con materiales o residuos peligrosos, se implementarán de manera inmediata las medidas de contención, atención y remediación que correspondan conforme a la legislación ambiental aplicable. La atención de estos eventos se vinculará con los procedimientos de emergencia y con el Programa de Vigilancia Ambiental.

De esta manera, el Proyecto considera las obligaciones aplicables en materia de prevención y gestión integral de residuos, mediante la clasificación adecuada de los residuos generados, su separación y almacenamiento temporal, la valorización cuando resulte técnica y legalmente procedente, y la entrega de los residuos que requieran manejo especializado a empresas o gestores que cuenten con las autorizaciones correspondientes.

El cumplimiento de estas medidas será documentado mediante registros, bitácoras, comprobantes de entrega, manifiestos y demás documentación que resulte aplicable, permitiendo acreditar la trazabilidad del manejo de los residuos generados durante las diferentes etapas del Proyecto.

Consulta Pública

2.5.9 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS (H. CONGRESO DE LA UNIÓN 2006)

El Proyecto, se vincula directamente con lo referido en este Reglamento reformado el 31 de octubre de 2014 respecto a las modalidades de los planes de manejo para residuos peligrosos, en su elaboración y aplicación con la previa aprobación de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, para llevar a cabo una buena planeación en la gestión y manejo integral de estos residuos que pudieran generarse durante el desarrollo del proyecto, tal como se estipula a continuación:

Artículo 16.- Los planes de manejo para residuos se podrán establecer en una o más de las siguientes modalidades:

I. Atendiendo a los sujetos que intervienen en ellos, podrán ser:

a) Privados, los instrumentados por los particulares que conforme a la Ley se encuentran obligados a la elaboración, formulación e implementación de un plan de manejo de residuos, o

b) Mixtos, los que instrumenten los señalados en el inciso anterior con la participación de las autoridades en el ámbito de sus competencias.

II. Considerando la posibilidad de asociación de los sujetos obligados a su formulación y ejecución, podrán ser:

a) Individuales, aquéllos en los cuales sólo un sujeto obligado establece en un único plan, el manejo integral que dará a uno, varios o todos los residuos que genere, o

b) Colectivos, aquéllos que determinan el manejo integral que se dará a uno o más residuos específicos y el cual puede elaborarse o aplicarse por varios sujetos obligados.

III. Conforme a su ámbito de aplicación, podrán ser:

a) Nacionales, cuando se apliquen en todo el territorio nacional;

b) Regionales, cuando se apliquen en el territorio de dos o más estados o el Distrito Federal, o de dos o más municipios de un mismo estado o de distintos estados, y

c) Locales, cuando su aplicación sea en un solo estado, municipio o el Distrito Federal.

IV. Atendiendo a la corriente del residuo.

Artículo 20.- Los sujetos que, conforme a la Ley, estén obligados a la elaboración de planes de manejo podrán implementarlos mediante la suscripción de los instrumentos jurídicos que estimen necesarios y adecuados para fijar sus responsabilidades. En este caso, sin perjuicio de lo pactado por las partes, dichos instrumentos podrán contener lo siguiente:

I. Los residuos objeto del plan de manejo, así como la cantidad que se estima manejar de cada uno de ellos;

II. La forma en que se realizará la minimización de la cantidad, valorización o aprovechamiento de los residuos;

III. Los mecanismos para que otros sujetos obligados puedan incorporarse a los planes de manejo, y

Consulta Pública

IV. Los mecanismos de evaluación y mejora del plan de manejo.

Artículo 21.- Para el cumplimiento del principio de valorización y aprovechamiento de los residuos a que se refiere la fracción II del artículo anterior, se podrá transmitir la propiedad de los mismos, a título oneroso o gratuito, para ser utilizados como insumo o materia prima en otro proceso productivo y podrán considerarse como subproductos cuando la transmisión de propiedad se encuentre documentada e incluida en el plan de manejo que se haya registrado ante la Secretaría.

Los residuos podrán ser valorizados cuando se incorporen al proceso que los generó y ello sea incluido en el plan de manejo que se haya registrado ante la Secretaría.

Artículo 24.- Las personas que conforme a lo dispuesto en la Ley deban registrar ante la Secretaría los planes de manejo de residuos peligrosos se sujetarán al siguiente procedimiento:

I. Incorporarán al portal electrónico de la Secretaría, a través del sistema establecido para ese efecto, la siguiente información:

a) Nombre, denominación o razón social del solicitante, domicilio, giro o actividad preponderante, nombre de su representante legal;

b) Modalidad del plan de manejo;

c) Residuos peligrosos objeto del plan, especificando sus características físicas, químicas o biológicas y el volumen estimado de manejo;

d) Formas de manejo, y

e) Nombre, denominación o razón social de los responsables de la ejecución del plan de manejo.

Cuando se trate de un plan de manejo colectivo, los datos a que se refiere el inciso a) de la presente fracción corresponderán a los de la persona que se haya designado en el propio plan de manejo para tramitar su registro.

II. A la información proporcionada se anexarán en formato electrónico, como archivos de imagen u otros análogos, los siguientes documentos:

a) Identificación oficial o documento que acredite la personalidad del representante legal;

b) Documento que contenga el plan de manejo, y

c) Instrumentos que hubieren celebrado en términos de lo establecido en el artículo 20 de este Reglamento.

III. Una vez incorporados los datos, la Secretaría automáticamente, por el mismo sistema, indicará el número con el cual queda registrado el plan de manejo correspondiente.

En caso de que para el interesado no fuere posible anexar electrónicamente los documentos señalados en la fracción II del presente artículo, presentará copia de los mismos en las oficinas de la Secretaría y realizará la incorporación de la información señalada en la fracción I directamente en la Dependencia.

Consulta Pública

Si el interesado no cuenta con los medios electrónicos para solicitar el registro a que se refiere el presente artículo, podrá presentarse en las oficinas de la Secretaria para cumplir con su trámite.

El procedimiento previsto en el presente artículo aplicará también cuando los interesados pretendan modificar un plan de manejo registrado. En este caso, será necesario que indiquen solamente el número de registro que les fue asignado con anterioridad.

Artículo 27.- Podrán sujetarse a condiciones particulares de manejo los siguientes residuos peligrosos:

I. Los que sean considerados como tales, de conformidad con lo previsto en la Ley;

II. Los listados por fuente específica y no específica en la norma oficial mexicana correspondiente, siempre y cuando, como resultado de la modificación de procesos o de materia prima, cambien las características por las cuales fueron listados, y

III. Los que, conforme a dicha norma, se clasifiquen por tipo y se sujeten expresamente a dichas condiciones.

Artículo 28.- Los generadores de los residuos señalados en el artículo anterior podrán proponer a la Secretaría por escrito, las condiciones particulares de manejo por instalación, proceso o tipo de residuo.

Para este efecto, describirán en su propuesta el proceso, la corriente del residuo, su caracterización, la propuesta de manejo y los argumentos que justifiquen la condición particular.

La Secretaría dispondrá de treinta días hábiles para resolver sobre las condiciones particulares de manejo propuestas.

La aprobación o determinación de condiciones particulares de manejo no modifica o cancela la clasificación de un residuo como peligroso.

Artículo 35.- Los residuos peligrosos se identificarán de acuerdo a lo siguiente:

I. Los que sean considerados como tales, de conformidad con lo previsto en la Ley;

II. Los clasificados en las normas oficiales mexicanas a que hace referencia el artículo 16 de la Ley, mediante:

a) Listados de los residuos por características de peligrosidad: corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad e inflamabilidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad; agrupados por fuente específica y no especifica; por ser productos usados, caducos, fuera de especificación o retirados del comercio y que se desechen; o por tipo de residuo sujeto a condiciones particulares de manejo. La Secretaría considerará la toxicidad crónica, aguda y ambiental que les confieran peligrosidad a dichos residuos, y

b) Criterios de caracterización y umbrales que impliquen un riesgo al ambiente por corrosividad, reactividad, explosividad, inflamabilidad, toxicidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, y

Consulta Pública

III. Los derivados de la mezcla de residuos peligrosos con otros residuos; los provenientes del tratamiento, almacenamiento y disposición final de residuos peligrosos y aquellos equipos y construcciones que hubiesen estado en contacto con residuos peligrosos y sean desechados.

Los residuos peligrosos listados por alguna condición de corrosividad, reactividad, explosividad e inflamabilidad señalados en la fracción II inciso a) de este artículo, se considerarán peligrosos, sólo si exhiben las mencionadas características en el punto de generación, sin perjuicio de lo previsto en otras disposiciones jurídicas que resulten aplicables.

Artículo 37.- La determinación de un residuo como peligroso, basada en el conocimiento empírico del generador, aplica para aquellos residuos derivados de procesos o de la mezcla de residuos peligrosos con cualquier otro material o residuo.

Si con base en el conocimiento empírico de su residuo, el generador determina que alguno de sus residuos no es peligroso, ello no lo exime del cumplimiento de las disposiciones jurídicas que resulten aplicables.

Artículo 38.- Aquellos materiales en unidades de almacenamiento de materia prima, intermedias y de producto terminado, así como las de proceso productivo, que son susceptibles de considerarse residuo peligroso, no se caracterizarán mientras permanezcan en ellas.

Cuando estos materiales no sean reintegrados a su proceso productivo y se desechen, deberán ser caracterizados y se considerará que el residuo peligroso ha sido generado y se encuentra sujeto a regulación.

Artículo 39.- Cuando exista una mezcla de residuos listados como peligrosos o caracterizados como tales por su toxicidad, con otros residuos, aquélla será peligrosa.

Cuando dentro de un proceso se lleve a cabo una mezcla de residuos con otros caracterizados como peligrosos, por su corrosividad, reactividad, explosividad o inflamabilidad, y ésta conserve dichas características, será considerada residuo peligroso sujeto a condiciones particulares de manejo.

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 caracterizase y cumplir las condiciones particulares de descarga 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 a 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 a las normas oficiales mexicanas que al efecto se expidan.

Artículo 42.- Atendiendo a las categorías establecidas en la Ley, los generadores de residuos peligrosos son:

Consulta Pública

I. Gran generador: el que realiza una actividad que genere una cantidad igual o superior a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida;

II. Pequeño generador: el que realice una actividad que genere una cantidad mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida, y

III. Microgenerador: el establecimiento industrial, comercial o de servicios que genere una cantidad de hasta cuatrocientos kilogramos de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida.

Los generadores que cuenten con plantas, instalaciones, establecimientos o filiales dentro del territorio nacional y en las que se realice la actividad generadora de residuos peligrosos, podrán considerar los residuos peligrosos que generen todas ellas para determinar la categoría de generación.

Artículo 43.- Las personas que conforme a la Ley estén obligadas a registrarse ante la Secretaría como generadores de residuos peligrosos se sujetarán al siguiente procedimiento:

I. Incorporarán al portal electrónico de la Secretaría la siguiente información:

a) Nombre, denominación o razón social del solicitante, domicilio, giro o actividad preponderante;

b) Nombre del representante legal, en su caso;

c) Fecha de inicio de operaciones;

d) Clave empresarial de actividad productiva o en su defecto denominación de la actividad principal;

e) Ubicación del sitio donde se realiza la actividad;

f) Clasificación de los residuos peligrosos que estime generar, y

g) Cantidad anual estimada de generación de cada uno de los residuos peligrosos por los cuales solicite el registro;

II. A la información proporcionada se anexarán en formato electrónico, tales como archivos de imagen u otros análogos, la identificación oficial, cuando se trate de personas físicas o el acta constitutiva cuando se trate de personas morales. En caso de contar con Registro Único de Personas Acreditadas bastará indicar dicho registro, y

III. Una vez incorporados los datos, la Secretaría automáticamente, por el mismo sistema, indicará el número con el cual queda registrado el generador y la categoría de generación asignada.

En caso de que para el interesado no fuere posible anexar electrónicamente los documentos señalados en la fracción II del presente artículo, podrá enviarla a la dirección electrónica que para tal efecto se habilite o presentará copia de los mismos en las oficinas de la Secretaría y

Consulta Pública

realizará la incorporación de la información señalada en la fracción I directamente en la Dependencia.

En tanto se suscriben los convenios a que se refieren los artículos 12 y 13 de la Ley, los microgeneradores de residuos se registrarán ante la Secretaría conforme al procedimiento previsto en el presente artículo.

Artículo 46.- Los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos deberán:

I. Identificar y clasificar los residuos peligrosos que generen;

II. Manejar separadamente los residuos peligrosos y no mezclar aquéllos que sean incompatibles entre sí, en los términos de las normas oficiales mexicanas respectivas, ni con residuos peligrosos reciclables o que tengan un poder de valorización para su utilización como materia prima o como combustible alterno, o bien, con residuos sólidos urbanos o de manejo especial;

III. Envasar los residuos peligrosos generados de acuerdo con su estado físico, en recipientes cuyas dimensiones, formas y materiales reúnan las condiciones de seguridad para su manejo conforme a lo señalado en el presente Reglamento y en las normas oficiales mexicanas correspondientes;

IV. Marcar o etiquetar los envases que contienen residuos peligrosos con rótulos que señalen nombre del generador, nombre del residuo peligroso, características de peligrosidad y fecha de ingreso al almacén y lo que establezcan las normas oficiales mexicanas aplicables;

V. Almacenar adecuadamente, conforme a su categoría de generación, los residuos peligrosos en un área que reúna las condiciones señaladas en el artículo 82 del presente Reglamento y en las normas oficiales mexicanas correspondientes, durante los plazos permitidos por la Ley;

VI. Transportar sus residuos peligrosos a través de personas que la Secretaría autorice en el ámbito de su competencia y en vehículos que cuenten con carteles correspondientes de acuerdo con la normatividad aplicable;

VII. Llevar a cabo el manejo integral correspondiente a sus residuos peligrosos de acuerdo con lo dispuesto en la Ley, en este Reglamento y las normas oficiales mexicanas correspondientes;

VIII. Elaborar y presentar a la Secretaría los avisos de cierre de sus instalaciones cuando éstas dejen de operar o cuando en las mismas ya no se realicen las actividades de generación de los residuos peligrosos, y

IX. Las demás previstas en este Reglamento y en otras disposiciones aplicables.

Las condiciones establecidas en las fracciones I a VI rigen también para aquellos generadores de residuos peligrosos que operen bajo el régimen de importación temporal de insumos.

Artículo 71.- Las bitácoras previstas en la Ley y este Reglamento contendrán:

I. Para los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos:

a) Nombre del residuo y cantidad generada;

Consulta Pública

b) Características de peligrosidad;

c) Área o proceso donde se generó;

d) Fechas de ingreso y salida del almacén temporal de residuos peligrosos, excepto cuando se trate de plataformas marinas, en cuyo caso se registrará la fecha de ingreso y salida de las áreas de resguardo o transferencia de dichos residuos;

e) Señalamiento de la fase de manejo siguiente a la salida del almacén, área de resguardo o transferencia, señaladas en el inciso anterior;

f) Nombre, denominación o razón social y número de autorización del prestador de servicios a quien en su caso se encomiende el manejo de dichos residuos, y

g) Nombre del responsable técnico de la bitácora.

La información anterior se asentará para cada entrada y salida del almacén temporal dentro del periodo comprendido de enero a diciembre de cada año...

Artículo 72.- Los grandes generadores de residuos peligrosos deberán presentar anualmente ante la Secretaría un informe mediante la Cédula de Operación Anual, en la cual proporcionarán:

I. La identificación de las características de peligrosidad de los residuos peligrosos;

II. El área de generación;

III. La cantidad o volumen anual generados, expresados en unidades de masa;

IV. Los datos del transportista, centro de acopio, tratador o sitio de disposición final;

V. El volumen o cantidad anual de residuos peligrosos transferidos, expresados en unidades de masa o volumen;

VI. Las condiciones particulares de manejo que en su caso le hubieren sido aprobadas por la Secretaría, describiendo la cantidad o volumen de los residuos manejados en esta modalidad y las actividades realizadas, y

VII. Tratándose de confinamiento se describirá, además; método de estabilización, celda de disposición y resultados del control de calidad.

En caso de que los grandes generadores hayan almacenado temporalmente los residuos peligrosos en el mismo lugar de su generación, informarán el tipo de almacenamiento, atendiendo a su aislamiento; las características del almacén, atendiendo al lugar, ventilación e iluminación; las formas de almacenamiento, atendiendo al tipo de contenedor empleado; la cantidad anual de residuos almacenada, expresada en unidades de masa y el periodo de almacenamiento, expresado en días.

La información presentada en los términos señalados no exime a los grandes generadores de residuos peligrosos de llenar otros apartados de la Cédula de Operación Anual, relativos a información que estén obligados a proporcionar a la Secretaría conforme a otras disposiciones jurídicas aplicables a las actividades que realizan.

Consulta Pública

En caso de que los generadores de residuos peligrosos no estén obligados por otras disposiciones jurídicas a proporcionar una información distinta a la descrita en el presente artículo, únicamente llenarán el apartado de la Cédula de Operación Anual que corresponde al tema de residuos peligrosos.

Lo dispuesto en el presente artículo es aplicable para los prestadores de servicios de manejo de residuos peligrosos, quienes también presentarán dichos informes conforme al procedimiento previsto en el siguiente artículo.

Cuando el generador que reporta sea subcontratado por otra persona, indicará en la cédula la cantidad de residuos peligrosos generados, la actividad para la que fue contratado por la que se generen los residuos peligrosos y el lugar de generación.

Artículo 73.- La presentación de informes a través de la Cédula de Operación Anual se sujetará al siguiente procedimiento:

I. Se realizará dentro del periodo comprendido entre el 1 de enero al 30 de abril de cada año, debiendo reportarse la información relativa al periodo del 1 de enero al 31 de diciembre del año inmediato anterior;

II. Se presentarán en formato impreso, electrónico o (sic) través del portal electrónico de la Secretaría o de sus Delegaciones Federales. La Secretaría pondrá a disposición de los interesados los formatos a que se refiere la presente fracción para su libre reproducción;

III. La Secretaría contará con un plazo de veinte días hábiles, contados a partir de la recepción de la Cédula de Operación Anual, para revisar que la información contenida se encuentre debidamente requisitada y, en su caso, por única vez, podrá requerir al generador para que complemente, rectifique, aclare o confirme dicha información, dentro de un plazo que no excederá de quince días hábiles contados a partir de su notificación;

IV. Desahogado el requerimiento, se tendrá por presentada la Cedula de Operación Anual y, en consecuencia, por rendido el informe, y

V. En caso de que el generador no desahogue el requerimiento a que se refiere la fracción anterior, se tendrá por no presentada la Cédula de Operación Anual y, en consecuencia, por no rendido el informe a que se refiere el artículo 46 de la Ley.

Artículo 75.- La información y documentación que conforme a la Ley y el presente Reglamento deban conservar los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos y los prestadores de servicios de manejo de este tipo de residuos se sujetará a lo siguiente:

I. Las bitácoras de los grandes y pequeños generadores se conservarán durante cinco años;

II. El generador y los prestadores de servicios de manejo conservarán el manifiesto durante un periodo de cinco años contados a partir de la fecha en que hayan suscrito cada uno de ellos. Se exceptúa de lo anterior a los prestadores de servicios de disposición final, quienes deberán conservar la copia que les corresponde del manifiesto por el término de responsabilidad establecido en el artículo 82 de la Ley;

Consulta Pública

III. El generador debe conservar los registros de los resultados de cualquier prueba, análisis u otras determinaciones de residuos peligrosos durante cinco años, contados a partir de la fecha en que hubiere enviado los residuos al sitio de tratamiento o de disposición final, y

Artículo 82.- Las áreas de almacenamiento de residuos peligrosos de pequeños y grandes generadores, así como de prestadores de servicios deberán cumplir con las condiciones siguientes, además de las que establezcan las normas oficiales mexicanas para algún tipo de residuo en particular:

I. Condiciones básicas para las áreas de almacenamiento:

a) Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados;

b) Estar ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones;

c) Contar con dispositivos para contener posibles derrames, tales como muros, pretiles de contención o fosas de retención para la captación de los residuos en estado líquido o de los lixiviados;

d) Cuando se almacenan residuos líquidos, se deberá contar en sus pisos con pendientes y, en su caso, con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención con capacidad para contener una quinta parte como mínimo de los residuos almacenados o del volumen del recipiente de mayor tamaño;

e) Contar con pasillos que permitan el tránsito de equipos mecánicos, eléctricos o manuales, así como el movimiento de grupos de seguridad y bomberos, en casos de emergencia;

f) Contar con sistemas de extinción de incendios y equipos de seguridad para atención de emergencias, acordes con el tipo y la cantidad de los residuos peligrosos almacenados;

g) Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los residuos peligrosos almacenados, en lugares y formas visibles;

h) El almacenamiento debe realizarse en recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios, y

i) La altura máxima de las estibas será de tres tambores en forma vertical.

II. Condiciones para el almacenamiento en áreas cerradas, además de las precisadas en la fracción I de este artículo:

a) No deben existir conexiones con drenajes en el piso, válvulas de drenaje, juntas de expansión, albañales o cualquier otro tipo de apertura que pudieran permitir que los líquidos fluyan fuera del área protegida;

b) Las paredes deben estar construidas con materiales no inflamables;

Consulta Pública

c) Contar con ventilación natural o forzada. En los casos de ventilación forzada, debe tener una capacidad de recepción de por lo menos seis cambios de aire por hora;

d) Estar cubiertas y protegidas de la intemperie y, en su caso, contar con ventilación suficiente para evitar acumulación de vapores peligrosos y con iluminación a prueba de explosión, y

e) No rebasar la capacidad instalada del almacén.

III. Condiciones para el almacenamiento en áreas abiertas, además de las precisadas en la fracción I de este artículo:

a) Estar localizadas en sitios cuya altura sea, como mínimo, el resultado de aplicar un factor de seguridad de 1.5; al nivel de agua alcanzado en la mayor tormenta registrada en la zona,

b) Los pisos deben ser lisos y de material impermeable en la zona donde se guarden los residuos, y de material antiderrapante en los pasillos. Estos deben ser resistentes a los residuos peligrosos almacenados;

c) En los casos de áreas abiertas no techadas, no deberán almacenarse residuos peligrosos a granel, cuando éstos produzcan lixiviados, y

d) En los casos de áreas no techadas, los residuos peligrosos deben estar cubiertos con algún material impermeable para evitar su dispersión por viento.

En caso de incompatibilidad de los residuos peligrosos se deberán tomar las medidas necesarias para evitar que se mezclen entre sí o con otros materiales.

Artículo 87.- Los envases que hayan estado en contacto con materiales o residuos peligrosos podrán ser reutilizados para contener el mismo tipo de materiales o residuos peligrosos u otros compatibles con los envasados originalmente, siempre y cuando dichos envases no permitan la liberación de los materiales o residuos peligrosos contenidos en ellos.

Artículo 88.- La Secretaría expedirá las normas oficiales mexicanas que establezcan los criterios y procedimientos técnicos para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo, con la finalidad de evitar mezclas. En tanto no se expidan esas normas oficiales mexicanas, los interesados podrán efectuar los análisis correspondientes para determinar dicha incompatibilidad conforme a la Ley Federal de Metrología y Normalización.

Artículo 154.- La Secretaría, por conducto de la Procuraduría, realizará los actos de inspección y vigilancia a que se refiere el artículo 101 de la Ley, así como los relativos al cumplimiento de las disposiciones contenidas en el presente ordenamiento y las que del mismo se deriven, e impondrá las medidas de seguridad, correctivas o de urgente aplicación y sanciones que resulten procedentes.

La Procuraduría podrá realizar verificaciones documentales para confrontar la información contenida en los planes de manejo, las autorizaciones expedidas por la Secretaría y los informes anuales que rindan los generadores y los prestadores de servicios de manejo de residuos peligrosos, para tal fin, revisará la información que obre en los archivos de la Secretaría.

Consulta Pública

Así mismo, podrá solicitar en cualquier momento la información referente a los balances de residuos peligrosos para su cotejo con la información presentada por el generador, la empresa prestadora de servicios a terceros, el transportista o el destinatario, con el propósito de comprobar que se realiza un adecuado manejo de los residuos peligrosos.

2.5.10 LEY DE AGUAS NACIONALES (H. CONGRESO DE LA UNIÓN 1992)

Para estar de acuerdo con esta Ley en su última actualización el 08 de mayo del 2023, el Proyecto se apegará a las Leyes descritas a continuación.

ARTÍCULO 1. La presente Ley es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales; es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social 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.

ARTÍCULO 2. Las disposiciones de esta Ley son aplicables a todas las aguas nacionales, sean superficiales o del subsuelo. Estas disposiciones también son aplicables a los bienes nacionales que la presente Ley señala.

Las disposiciones de esta Ley son aplicables a las aguas de zonas marinas mexicanas en tanto a la conservación y control de su calidad, sin menoscabo de la jurisdicción o concesión que las pudiere regir.

ARTÍCULO 3. Para los efectos de esta Ley se entenderá por:

I. "Aguas Nacionales": Son aquellas referidas en el Párrafo Quinto del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos;

II. "Acuífero": Cualquier formación geológica o conjunto de formaciones geológicas hidráulicamente conectados entre sí, por las que circulan o se almacenan aguas del subsuelo que pueden ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento y cuyos límites laterales y verticales se definen convencionalmente para fines de evaluación, manejo y administración de las aguas nacionales del subsuelo;

III. "Aguas claras" o "Aguas de primer uso": Aquellas provenientes de distintas fuentes naturales y de almacenamientos artificiales que no han sido objeto de uso previo alguno;

III BIS. "Aguas de Laboreo": Aquéllas del subsuelo que necesariamente deban extraerse para permitir la realización de obras y trabajos de exploración y explotación minera.

IV. "Aguas del subsuelo": Aquellas aguas nacionales existentes debajo de la superficie terrestre;

V. "Aguas marinas": Se refiere a las aguas en zonas marinas;

VI. "Aguas Residuales": Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos público urbano, doméstico, industrial, comercial, de servicios, agrícola, pecuario, de las plantas de tratamiento y en general, de cualquier uso, así como la mezcla de ellas;

VII. "Aprovechamiento": Aplicación del agua en actividades que no impliquen consumo de la misma;

Consulta Pública

VII Bis. "Aprovechamiento de Paso": Aquel realizado en cualquier actividad que no implique consumo de volúmenes de agua, y sus alteraciones no excedan los parámetros que establezcan las normas oficiales mexicanas;

VIII. "Asignación": Título que otorga el Ejecutivo Federal, a través de "la Comisión" o del Organismo de Cuenca que corresponda, conforme a sus respectivas competencias, para realizar la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales, a los municipios, a los estados o al Distrito Federal, destinadas a los servicios de agua con carácter público urbano o doméstico;

IX. "Bienes Públicos Inherentes": Aquellos que se mencionan en el Artículo 113 de esta Ley;

X. "Capacidad de Carga": Estimación de la tolerancia de un ecosistema al uso de sus componentes, tal que no rebase su capacidad de recuperación en el corto plazo sin la aplicación de medidas de restauración o recuperación para restablecer el equilibrio ecológico;

XI. "Cauce de una corriente": El canal natural o artificial que tiene la capacidad necesaria para que las aguas de la creciente máxima ordinaria escurran sin derramarse. Cuando las corrientes estén sujetas a desbordamiento, se considera como cauce el canal natural, mientras no se construyan obras de encauzamiento; en los orígenes de cualquier corriente, se considera como cauce propiamente definido, cuando el escurrimiento se concentre hacia una depresión topográfica y éste forme una cárcava o canal, como resultado de la acción del agua fluyendo sobre el terreno. Para fines de aplicación de la presente Ley, la magnitud de dicha cárcava o cauce incipiente deberá ser de cuando menos de 2.0 metros de ancho por 0.75 metros de profundidad;

XII. "Comisión Nacional del Agua": Órgano Administrativo Desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, con funciones de Derecho Público en materia de gestión de las aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes, con autonomía técnica, ejecutiva, administrativa, presupuestal y de gestión, para la consecución de su objeto, la realización de sus funciones y la emisión de los actos de autoridad que conforme a esta Ley corresponde tanto a ésta como a los órganos de autoridad a que la misma se refiere;

XIII. "Concesión": Título que otorga el Ejecutivo Federal, a través de "la Comisión" o del Organismo de Cuenca que corresponda, conforme a sus respectivas competencias, para la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales, y de sus bienes públicos inherentes, a las personas físicas o morales de carácter público y privado, excepto los títulos de asignación;

XIV. "Condiciones Particulares de Descarga": El conjunto de parámetros físicos, químicos y biológicos y de sus niveles máximos permitidos en las descargas de agua residual, determinados por "la Comisión" o por el Organismo de Cuenca que corresponda, conforme a sus respectivas competencias, para cada usuario, para un determinado uso o grupo de usuarios de un cuerpo receptor específico con el fin de conservar y controlar la calidad de las aguas conforme a la presente Ley y los reglamentos derivados de ella;

Consulta Pública

XV. "Consejo de Cuenca": Órganos colegiados de integración mixta, que serán instancia de coordinación y concertación, apoyo, consulta y asesoría, entre "la Comisión", incluyendo el Organismo de Cuenca que corresponda, y las dependencias y entidades de las instancias federal, estatal o municipal, y los representantes de los usuarios de agua y de las organizaciones de la sociedad, de la respectiva cuenca hidrológica o región hidrológica;

XVI. "Cuenca Hidrológica": Es la unidad del territorio, diferenciada de otras unidades, normalmente delimitada por un parte aguas o divisoria de las aguas -aquella línea poligonal formada por los puntos de mayor elevación en dicha unidad, en donde ocurre el agua en distintas formas, y ésta se almacena o fluye hasta un punto de salida que puede ser el mar u otro cuerpo receptor interior, a través de una red hidrográfica de cauces que convergen en uno principal, o bien el territorio en donde las aguas forman una unidad autónoma o diferenciada de otras, aun sin que desemboquen en el mar. En dicho espacio delimitado por una diversidad topográfica, coexisten los recursos agua, suelo, flora, fauna, otros recursos naturales relacionados con éstos y el medio ambiente. La cuenca hidrológica conjuntamente con los acuíferos, constituye la unidad de gestión de los recursos hídricos. La cuenca hidrológica está a su vez integrada por subcuencas y estas últimas están integradas por microcuencas.

Para los fines de esta Ley, se considera como:

a) "Región hidrológica": Área territorial conformada en función de sus características morfológicas, orográficas e hidrológicas, en la cual se considera a la cuenca hidrológica como la unidad básica para la gestión de los recursos hídricos, cuya finalidad es el agrupamiento y sistematización de la información, análisis, diagnósticos, programas y acciones en relación con la ocurrencia del agua en cantidad y calidad, así como su explotación, uso o aprovechamiento. Normalmente una región hidrológica está integrada por una o varias cuencas hidrológicas. Por tanto, los límites de la región hidrológica son en general distintos en relación con la división política por estados, Distrito Federal y municipios. Una o varias regiones hidrológicas integran una región hidrológico - administrativa, y

b) "Región Hidrológico - Administrativa": Área territorial definida de acuerdo con criterios hidrológicos, integrada por una o varias regiones hidrológicas, en la cual se considera a la cuenca hidrológica como la unidad básica para la gestión de los recursos hídricos y el municipio representa, como en otros instrumentos jurídicos, la unidad mínima de gestión administrativa en el país;

XVII. "Cuerpo receptor": La corriente o depósito natural de agua, presas, cauces, zonas marinas o bienes nacionales donde se descargan aguas residuales, así como los terrenos en donde se infiltran o inyectan dichas aguas, cuando puedan contaminar los suelos, subsuelo o los acuíferos;

XVIII. "Cuota de Autosuficiencia": Es aquella destinada a recuperar los costos derivados de la operación, conservación y mantenimiento de las obras de infraestructura hidráulica, instalaciones diversas y de las zonas de riego, así como los costos incurridos en las inversiones en infraestructura, mecanismos y equipo, incluyendo su mejoramiento, rehabilitación y reemplazo. Las cuotas de autosuficiencia no son de naturaleza fiscal y normalmente son

Consulta Pública

cubiertas por los usuarios de riego o regantes, en los distritos, unidades y sistemas de riego, en las juntas de agua con fines agropecuarios y en otras formas asociativas empleadas para aprovechar aguas nacionales en el riego agrícola; las cuotas de autosuficiencia en distritos y unidades de temporal son de naturaleza y características similares a las de riego, en materia de infraestructura de temporal, incluyendo su operación, conservación y mantenimiento y las inversiones inherentes;

XIX. "Cuota Natural de Renovación de las Aguas": El volumen de agua renovable anualmente en una cuenca hidrológica o en un cuerpo de aguas del subsuelo;

XX. "Delimitación de cauce y zona federal": Trabajos y estudios topográficos, batimétricos, fotogramétricos, hidrológicos e hidráulicos, necesarios para la determinación de los límites del cauce y la zona federal;

XXI. "Desarrollo sustentable": En materia de recursos hídricos, es el proceso evaluable mediante criterios e indicadores de carácter hídrico, económico, social y ambiental, que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se fundamenta en las medidas necesarias para la preservación del equilibrio hidrológico, el aprovechamiento y protección de los recursos hídricos, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de agua de las generaciones futuras;

XXII. "Descarga": La acción de verter, infiltrar, depositar o inyectar aguas residuales a un cuerpo receptor;

XXIII. "Disponibilidad media anual de aguas superficiales": En una cuenca hidrológica, es el valor que resulta de la diferencia entre el volumen medio anual de escurrimiento de una cuenca hacia aguas abajo y el volumen medio anual actual comprometido aguas abajo;

XXIV. "Disponibilidad media anual de aguas del subsuelo": En una unidad hidrogeológica -entendida ésta como el conjunto de estratos geológicos hidráulicamente conectados entre sí, cuyos límites laterales y verticales se definen convencionalmente para fines de evaluación, manejo y administración de las aguas nacionales subterráneas-, es el volumen medio anual de agua subterránea que puede ser extraído de esa unidad hidrogeológica para diversos usos, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro el equilibrio de los ecosistemas;

XXV. a. "Distrito de Riego": Es el establecido mediante Decreto Presidencial, el cual está conformado por una o varias superficies previamente delimitadas y dentro de cuyo perímetro se ubica la zona de riego, el cual cuenta con las obras de infraestructura hidráulica, aguas superficiales y del subsuelo, así como con sus vasos de almacenamiento, su zona federal, de protección y demás bienes y obras conexas, pudiendo establecerse también con una o varias unidades de riego;

b. "Distrito de Temporal Tecnificado": Área geográfica destinada normalmente a las actividades agrícolas que no cuenta con infraestructura de riego, en la cual mediante el uso de diversas técnicas y obras, se aminoran los daños a la producción por causa de ocurrencia de lluvias fuertes y prolongadas -éstos también denominados Distritos de Drenaje- o en condiciones de

Consulta Pública

escasez, se aprovecha con mayor eficiencia la lluvia y la humedad en los terrenos agrícolas; el distrito de temporal tecnificado está integrado por unidades de temporal;

XXVI. "Estero": Terreno bajo, pantanoso, que suele llenarse de agua por la lluvia o por desbordes de una corriente, o una laguna cercana o por el mar;

XXVII. "Explotación": Aplicación del agua en actividades encaminadas a extraer elementos químicos u orgánicos disueltos en la misma, después de las cuales es retornada a su fuente original sin consumo significativo;

XXVIII. "Gestión del Agua": Proceso sustentado en el conjunto de principios, políticas, actos, recursos, instrumentos, normas formales y no formales, bienes, recursos, derechos, atribuciones y responsabilidades, mediante el cual coordinadamente el Estado, los usuarios del agua y las organizaciones de la sociedad, promueven e instrumentan para lograr el desarrollo sustentable en beneficio de los seres humanos y su medio social, económico y ambiental, (1) el control y manejo del agua y las cuencas hidrológicas, incluyendo los acuíferos, por ende su distribución y administración, (2) la regulación de la explotación, uso o aprovechamiento del agua, y (3) la preservación y sustentabilidad de los recursos hídricos en cantidad y calidad, considerando los riesgos ante la ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos extraordinarios y daños a ecosistemas vitales y al medio ambiente. La gestión del agua comprende en su totalidad a la administración gubernamental del agua;

XXIX. "Gestión Integrada de los Recursos Hídricos": Proceso que promueve la gestión y desarrollo coordinado del agua, la tierra, los recursos relacionados con éstos y el ambiente, con el fin de maximizar el bienestar social y económico equitativamente sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales. Dicha gestión está íntimamente vinculada con el desarrollo sustentable. Para la aplicación de esta Ley en relación con este concepto se consideran primordialmente agua y bosque;

XXX. "Humedales": Las zonas de transición entre los sistemas acuáticos y terrestres que constituyen áreas de inundación temporal o permanente, sujetas o no a la influencia de mareas, como pantanos, ciénagas y marismas, cuyos límites los constituyen el tipo de vegetación hidrófila de presencia permanente o estacional; las áreas en donde el suelo es predominantemente hídrico; y las áreas lacustres o de suelos permanentemente húmedos por la descarga natural de acuíferos;

XXXI. "La Comisión": La Comisión Nacional del Agua;

XXXII. "La Ley": Ley de Aguas Nacionales;

XXXIII. "La Procuraduría": La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente;

XXXIV. "La Secretaría": La Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales;

XXXV. "Los Consejos": Los Consejos de Cuenca;

XXXVI. "Los Organismos": Los Organismos de Cuenca;

Consulta Pública

XXXVII. "Materiales Pétreos": Materiales tales como arena, grava, piedra y/o cualquier otro tipo de material utilizado en la construcción, que sea extraído de un vaso, cauce o de cualesquiera otros bienes señalados en Artículo 113 de esta Ley;

XXXVIII. "Normas Oficiales Mexicanas": Aquellas expedidas por "la Secretaría", en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización referidas a la conservación, seguridad y calidad en la explotación, uso, aprovechamiento y administración de las aguas nacionales y de los bienes nacionales a los que se refiere el Artículo 113 de esta Ley;

XXXIX. "Organismo de Cuenca": Unidad técnica, administrativa y jurídica especializada, con carácter autónomo, adscrita directamente al Titular de "la Comisión", cuyas atribuciones se establecen en la presente Ley y sus reglamentos, y cuyos recursos y presupuesto específicos son determinados por "la Comisión";

XL. "Permisos": Para los fines de la presente Ley, existen dos acepciones de permisos:

a) "Permisos": Son los que otorga el Ejecutivo Federal a través de "la Comisión" o del Organismo de Cuenca que corresponda, conforme a sus respectivas competencias, para la construcción de obras hidráulicas y otros de índole diversa relacionadas con el agua y los bienes nacionales a los que se refiere el Artículo 113 de la presente Ley;

b) "Permisos de Descarga": Título que otorga el Ejecutivo Federal a través de "la Comisión" o del Organismo de Cuenca que corresponda, conforme a sus respectivas competencias, para la descarga de aguas residuales a cuerpos receptores de propiedad nacional, a las personas físicas o morales de carácter público y privado;

XLI. "Persona física o moral": Los individuos, los ejidos, las comunidades, las asociaciones, las sociedades y las demás instituciones a las que la ley reconozca personalidad jurídica, con las modalidades y limitaciones que establezca la misma;

XLII. "Programa Nacional Hídrico": Documento rector que integra los planes hídricos de las cuencas a nivel nacional, en el cual se definen la disponibilidad, el uso y aprovechamiento del recurso, así como las estrategias, prioridades y políticas, para lograr el equilibrio del desarrollo regional sustentable y avanzar en la gestión integrada de los recursos hídricos;

XLIII. "Programa Hídrico de la Cuenca": Documento en el cual se definen la disponibilidad, el uso y aprovechamiento del recurso, así como las estrategias, prioridades y políticas, para lograr el equilibrio del desarrollo regional sustentable en la cuenca correspondiente y avanzar en la gestión integrada de los recursos hídricos;

XLIV. "Registro Público de Derechos de Agua": (REPDA) Registro que proporciona información y seguridad jurídica a los usuarios de aguas nacionales y bienes inherentes a través de la inscripción de los títulos de concesión, asignación y permisos de descarga, así como las modificaciones que se efectúen en las características de los mismos;

XLV. "Rescate": Acto emitido por el Ejecutivo Federal por causas de utilidad pública o interés público, mediante la declaratoria correspondiente, para extinguir:

Consulta Pública

1. Concesiones o asignaciones para la explotación, uso o aprovechamiento de Aguas Nacionales, de sus bienes públicos inherentes, o

2. b. Concesiones para construir, equipar, operar, conservar, mantener, rehabilitar y ampliar infraestructura hidráulica federal y la prestación de los servicios respectivos;

XLVI. "Reúso": La explotación, uso o aprovechamiento de aguas residuales con o sin tratamiento previo;

XLVII. "Ribera o Zona Federal": Las fajas de diez metros de anchura contiguas al cauce de las corrientes o al vaso de los depósitos de propiedad nacional, medidas horizontalmente a partir del nivel de aguas máximas ordinarias. La amplitud de la ribera o zona federal será de cinco metros en los cauces con una anchura no mayor de cinco metros. El nivel de aguas máximas ordinarias se calculará a partir de la creciente máxima ordinaria que será determinada por "la Comisión" o por el Organismo de Cuenca que corresponda, conforme a sus respectivas competencias, de acuerdo con lo dispuesto en los reglamentos de esta Ley. En los ríos, estas fajas se delimitarán a partir de cien metros río arriba, contados desde la desembocadura de éstos en el mar. En los cauces con anchura no mayor de cinco metros, el nivel de aguas máximas ordinarias se calculará a partir de la media de los gastos máximos anuales producidos durante diez años consecutivos. Estas fajas se delimitarán en los ríos a partir de cien metros río arriba, contados desde la desembocadura de éstos en el mar. En los orígenes de cualquier corriente, se considera como cauce propiamente definido, el escurrimiento que se concentre hacia una depresión topográfica y forme una cárcava o canal, como resultado de la acción del agua fluyendo sobre el terreno. La magnitud de la cárcava o cauce incipiente deberá ser de cuando menos de 2.0 metros de ancho por 0.75 metros de profundidad;

XLVIII. "Río": Corriente de agua natural, perenne o intermitente, que desemboca a otras corrientes, o a un embalse natural o artificial, o al mar;

XLIX. "Servicios Ambientales": Los beneficios de interés social que se generan o se derivan de las cuencas hidrológicas y sus componentes, tales como regulación climática, conservación de los ciclos hidrológicos, control de la erosión, control de inundaciones, recarga de acuíferos, mantenimiento de escurrimientos en calidad y cantidad, formación de suelo, captura de carbono, purificación de cuerpos de agua, así como conservación y protección de la biodiversidad; para la aplicación de este concepto en esta Ley se consideran primordialmente los recursos hídricos y su vínculo con los forestales;

L. "Sistema de Agua Potable y Alcantarillado": Conjunto de obras y acciones que permiten la prestación de servicios públicos de agua potable y alcantarillado, incluyendo el saneamiento, entendiendo como tal la conducción, tratamiento, alejamiento y descarga de las aguas residuales;

LI. "Unidad de Riego": Área agrícola que cuenta con infraestructura y sistemas de riego, distinta de un distrito de riego y comúnmente de menor superficie que aquél; puede integrarse por asociaciones de usuarios u otras figuras de productores organizados que se asocian entre sí libremente para prestar el servicio de riego con sistemas de gestión autónoma y operar las

Consulta Pública

obras de infraestructura hidráulica para la captación, derivación, conducción, regulación, distribución y desalojo de las aguas nacionales destinadas al riego agrícola;

LII. "Uso": Aplicación del agua a una actividad que implique el consumo, parcial o total de ese recurso;

LIII. "Uso Agrícola": La aplicación de agua nacional para el riego destinado a la producción agrícola y la preparación de ésta para la primera enajenación, siempre que los productos no hayan sido objeto de transformación industrial;

LIV. "Uso Ambiental" o "Uso para conservación ecológica": El caudal o volumen mínimo necesario en cuerpos receptores, incluyendo corrientes de diversa índole o embalses, o el caudal mínimo de descarga natural de un acuífero, que debe conservarse para proteger las condiciones ambientales y el equilibrio ecológico del sistema;

LV. "Uso Consuntivo": El volumen de agua de una calidad determinada que se consume al llevar a cabo una actividad específica, el cual se determina como la diferencia del volumen de una calidad determinada que se extrae, menos el volumen de una calidad también determinada que se descarga, y que se señalan en el título respectivo;

LVI. "Uso Doméstico": La aplicación de agua nacional para el uso particular de las personas y del hogar, riego de sus jardines y de árboles de ornato, incluyendo el abrevadero de animales domésticos que no constituya una actividad lucrativa, en términos del Artículo 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos;

LVII. "Uso en Acuacultura": El aprovechamiento de paso de aguas nacionales en el conjunto de actividades dirigidas a la reproducción controlada, pre engorda y engorda de especies de la fauna y flora realizadas en instalaciones en aguas nacionales, por medio de técnicas de cría o cultivo, que sean susceptibles de explotación comercial, ornamental o recreativa;

LVII BIS. "Uso industrial en la minería": El aprovechamiento, explotación o uso de aguas nacionales, incluyendo las aguas de laboreo, en la exploración, explotación o beneficio de minerales y sustancias reservadas a la Federación en los términos de la Ley de Minería, se considera un tipo de uso industrial;

LVIII. "Uso industrial": La aplicación de aguas nacionales en fábricas o empresas que realicen la extracción, conservación o transformación de materias primas o minerales, el acabado de productos o la elaboración de satisfactores, así como el agua que se utiliza en parques industriales, calderas, dispositivos para enfriamiento, lavado, baños y otros servicios dentro de la empresa, las salmueras que se utilizan para la extracción de cualquier tipo de sustancias y el agua aun en estado de vapor, que sea usada para la generación de energía eléctrica o para cualquier otro uso o aprovechamiento de transformación;

LIX. "Uso Pecuario": La aplicación de aguas nacionales para la cría y engorda de ganado, aves de corral y otros animales, y su preparación para la primera enajenación siempre que no comprendan la transformación industrial; no incluye el riego de pastizales;

Consulta Pública

LX. "Uso Público Urbano": La aplicación de agua nacional para centros de población y asentamientos humanos, a través de la red municipal;

LXI. "Vaso de lago, laguna o estero": El depósito natural de aguas nacionales delimitado por la cota de la creciente máxima ordinaria;

LXI BIS. "Yacimiento geotérmico hidrotermal": Aquel definido en términos de la Ley de Energía Geotérmica;

LXII. "Zona de Protección": La faja de terreno inmediata a las presas, estructuras hidráulicas y otra infraestructura hidráulica e instalaciones conexas, cuando dichas obras sean de propiedad nacional, en la extensión que en cada caso fije "la Comisión" o el Organismo de Cuenca que corresponda, conforme a sus respectivas competencias, para su protección y adecuada operación, conservación y vigilancia, de acuerdo con lo dispuesto en los reglamentos de esta Ley;

LXIII. "Zona reglamentada": Aquellas áreas específicas de los acuíferos, cuencas hidrológicas, o regiones hidrológicas, que, por sus características de deterioro, desequilibrio hidrológico, riesgos o daños a cuerpos de agua o al medio ambiente, fragilidad de los ecosistemas vitales, sobreexplotación, así como para su reordenamiento y restauración, requieren un manejo hídrico específico para garantizar la sustentabilidad hidrológica;

LXIV. "Zona de reserva": Aquellas áreas específicas de los acuíferos, cuencas hidrológicas, o regiones hidrológicas, en las cuales se establecen limitaciones en la explotación, uso o aprovechamiento de una porción o la totalidad de las aguas disponibles, con la finalidad de prestar un servicio público, implantar un programa de restauración, conservación o preservación o cuando el Estado resuelva explotar dichas aguas por causa de utilidad pública;

LXV. "Zona de veda": Aquellas áreas específicas de las regiones hidrológicas, cuencas hidrológicas o acuíferos, en las cuales no se autorizan aprovechamientos de agua adicionales a los establecidos legalmente y éstos se controlan mediante reglamentos específicos, en virtud del deterioro del agua en cantidad o calidad, por la afectación a la sustentabilidad hidrológica, o por el daño a cuerpos de agua superficiales o subterráneos, y

LXVI. "Zonas Marinas Mexicanas": Las que clasifica como tales la Ley Federal del Mar. Para los efectos de esta Ley, son aplicables las definiciones contenidas en el Artículo 3 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente que no se contrapongan con las asentadas en el presente Artículo. Los términos adicionales que llegaren a ser utilizados en los reglamentos de la presente Ley, se definirán en tales instrumentos jurídicos.

ARTÍCULO 7. Se declara de utilidad pública:

II. La protección, mejoramiento, conservación y restauración de cuencas hidrológicas, acuíferos, 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;

Consulta Pública

El Proyecto respetará y observará los Artículos de esta Ley como se describe a continuación.

> *ARTÍCULO 16. La presente Ley establece las reglas y condiciones para el otorgamiento de las concesiones para explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales, en cumplimiento a lo dispuesto en el Párrafo Sexto del Artículo 27 Constitucional.*
>
> *El régimen de propiedad nacional de las aguas subsistirá aun cuando las aguas, mediante la construcción de obras, sean desviadas del cauce o vaso originales, se impida su afluencia a ellos o sean objeto de tratamiento.*

El Proyecto fue diseñado, con especial atención en respetar cualquier corriente y su zona Federal en la que incida el mismo, con el fin de ser congruente con los siguientes artículos.

> *ARTÍCULO 29 BIS 6. "La Autoridad del Agua" podrá imponer servidumbres sobre bienes de propiedad pública o privada observando al respecto el marco legal del Código Civil Federal y disposiciones legales administrativas, que se aplicarán en lo conducente sobre aquellas áreas indispensables para el uso, reúso, aprovechamiento, conservación, y preservación del agua, ecosistemas vitales, defensa y protección de riberas, caminos y, en general, para las obras hidráulicas que las requieran.*
>
> *ARTÍCULO 113. La administración de los siguientes bienes nacionales queda a cargo de "la Comisión":*
>
> *IV. Las riberas o zonas federales contiguas a los cauces de las corrientes y a los vasos o depósitos de propiedad nacional, en los términos previstos por el Artículo 3 de esta Ley;*
>
> *ARTÍCULO 116. Los terrenos ganados por medios artificiales al encauzar una corriente, pasarán al dominio público de la Federación. Los terrenos descubiertos al limitar o desecar parcial o totalmente un vaso de propiedad nacional, seguirán en el dominio público de la Federación. Las obras de encauzamiento o limitación se considerarán como parte integrante de los cauces y vasos correspondientes, y de la zona federal y de la zona de protección respectivas, por lo que estarán sujetas al dominio público de la Federación.*
>
> *ARTÍCULO 117. El Ejecutivo Federal por sí o a través de la Comisión podrá reducir o suprimir mediante declaratoria la zona federal de corrientes, lagos y lagunas de propiedad nacional, así como la zona federal de la infraestructura hidráulica, en las porciones comprendidas dentro del perímetro de las poblaciones.*
>
> *Los estados, el Distrito Federal, los municipios o en su caso los particulares interesados en los terrenos a que se refiere este Artículo, deberán presentar a "la Comisión" para su aprobación el proyecto para realizar las obras de control y las que sean necesarias para reducir o suprimir la zona federal.*
>
> *"La Comisión" podrá convenir con los gobiernos de los estados, del Distrito Federal o de los municipios, las custodias, conservación y mantenimiento de las zonas federales referidas en este Artículo. En el caso de los particulares interesados, esto se realizará mediante subasta pública.*

Consulta Pública

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. Para el caso de materiales pétreos se estará a lo dispuesto en el Artículo 113 BIS de esta Ley. Para el otorgamiento de las concesiones de la zona federal a que se refiere este Artículo, en igualdad de circunstancias, fuera de las zonas urbanas y para fines productivos, tendrá preferencia el propietario o poseedor colindante a dicha zona federal.

2.5.11 LEY DE LA EMPRESA PÚBLICA DEL ESTADO, COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD; LA LEY DE LA EMPRESA PÚBLICA DEL ESTADO, PETRÓLEOS MEXICANOS; LA LEY DEL SECTOR ELÉCTRICO; LA LEY DEL SECTOR HIDROCARBUROS; LA LEY DE PLANEACIÓN Y TRANSICIÓN ENERGÉTICA; LA LEY DE BIOCOMBUSTIBLES; LA LEY DE GEOTERMIA Y, LA LEY DE LA COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA; SE REFORMAN DIVERSAS DISPOSICIONES DE LA LEY DEL FONDO MEXICANO DEL PETRÓLEO PARA LA ESTABILIZACIÓN Y EL DESARROLLO Y, SE REFORMAN, ADICIONAN Y DEROGAN DIVERSAS DISPOSICIONES DE LA LEY ORGÁNICA DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA FEDERAL. (PODER LEGISLATIVO 2025)

Esta Ley, publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 18 de marzo de 2025, tiene por objeto regular la organización, administración, funcionamiento, operación, control, evaluación y rendición de cuentas de la Comisión Federal de Electricidad, como empresa pública del Estado, así como establecer su régimen especial. Asimismo, establece el objeto de la CFE, relacionado con el desarrollo sustentable de las actividades de generación, almacenamiento, transmisión, distribución, comercialización y suministro de electricidad.

El Proyecto se vincula con la Ley de la Empresa Pública del Estado, Comisión Federal de Electricidad, particularmente con lo establecido en los artículos 1, 3 y 8, en la medida en que las actividades de El Proyecto se relacionen con el sector eléctrico y, en su caso, con las actividades desarrolladas por la Comisión Federal de Electricidad. El artículo 3 establece como objeto de la CFE procurar la justicia energética y el desarrollo sustentable de las actividades de generación, almacenamiento, transmisión, distribución, comercialización y suministro de electricidad.

De manera específica, El Proyecto se relaciona con el objeto previsto en el artículo 3, al contemplar la generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables. No obstante, debe precisarse que las disposiciones de esta Ley regulan directamente a la Comisión Federal de Electricidad como empresa pública del Estado, por lo que su aplicación directa a El Proyecto dependerá de la participación que, en su caso, tenga la CFE o alguna de sus empresas filiales en su desarrollo, ejecución u operación.

Respecto al artículo 8, la Ley establece que la Comisión Federal de Electricidad presta de manera directa el servicio público de transmisión y distribución de energía eléctrica y, adicionalmente, puede llevar a cabo diversas actividades. La fracción I prevé expresamente la generación y comercialización de energía eléctrica y productos asociados, mientras que la fracción II se refiere a la salvaguarda del acceso al servicio público de energía eléctrica mediante las actividades que ahí se señalan.

El Proyecto se desarrollará en el estado de San Luis Potosí y requiere cambio de uso de suelo en terrenos forestales. En este contexto, se elaborará el Estudio Técnico Justificativo (ETJ) correspondiente, cuya procedencia y autorización se sujetarán a la legislación forestal aplicable. Asimismo, en el marco de la Manifestación de Impacto Ambiental correspondiente, se implementarán, conforme a las características y posibles impactos de El Proyecto, el Programa de Rescate y

Consulta Pública

Reubicación de Flora y el Programa de Rescate, Reubicación y Ahuyentamiento de Fauna Silvestre, sin perjuicio de las medidas y obligaciones que se determinen en las autorizaciones correspondientes.

> *Artículo 1.- La presente Ley es Reglamentaria de los artículos 25, párrafo quinto, 27, párrafo sexto y 28, párrafo cuarto, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; es de interés público y tiene por objeto regular la organización, administración, funcionamiento, operación, control, evaluación y rendición de cuentas de la Comisión Federal de Electricidad, como empresa pública del Estado, así como establecer su régimen especial.*
>
> *Artículo 3.- La Comisión Federal de Electricidad tiene como objeto procurar la justicia energética para el pueblo de los Estados Unidos Mexicanos y el desarrollo sustentable de las actividades de generación, almacenamiento, transmisión, distribución, comercialización y suministro de electricidad, así como contribuir en la provisión del servicio de Internet y telecomunicaciones con el Estado Mexicano.*
>
> *Cuya esencia es cumplir con su responsabilidad social y garantizar la continuidad, accesibilidad, seguridad y confiabilidad del servicio público de electricidad.*
>
> *Artículo 8.- La Comisión Federal de Electricidad presta de manera directa el servicio público de transmisión y distribución de energía eléctrica. Asimismo, puede llevar a cabo las actividades siguientes:*
>
> *I. La generación y comercialización de energía eléctrica y productos asociados, incluyendo la importación y exportación de éstos, de acuerdo con la Ley del Sector Eléctrico;*
>
> *II. Salvaguardar el acceso al servicio público de energía eléctrica a través de la generación, transmisión, distribución, comercialización, suministro eléctrico, la proveeduría de insumos primarios para la industria eléctrica, así como las actividades auxiliares y conexas de la misma;*

El Proyecto se vincula con los artículos 1, 3 y 8 de la Ley de la Empresa Pública del Estado, Comisión Federal de Electricidad, publicada el 18 de marzo de 2025 en el Diario Oficial de la Federación, en virtud de su relación con actividades de generación de energía eléctrica. La vinculación directa con las disposiciones que regulan a la CFE estará condicionada a que dicha empresa pública participe en el desarrollo, ejecución, operación o demás actividades relacionadas con El Proyecto.

El artículo 1 establece que la Ley regula la organización, administración, funcionamiento, operación, control, evaluación y rendición de cuentas de la Comisión Federal de Electricidad como empresa pública del Estado. Por su parte, el artículo 3 establece entre los objetivos de la CFE el desarrollo sustentable de las actividades de generación, almacenamiento, transmisión, distribución, comercialización y suministro de electricidad. En este sentido, El Proyecto, al orientarse a la generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables, guarda relación con las actividades contempladas en el objeto de la CFE, en caso de que exista participación de dicha empresa en El Proyecto.

El artículo 3 también señala que la esencia de la CFE consiste en cumplir con su responsabilidad social y garantizar la continuidad, accesibilidad, seguridad y confiabilidad del servicio público de electricidad. En este contexto, la generación de energía eléctrica mediante fuentes renovables puede contribuir a los objetivos de desarrollo sustentable del sector eléctrico; sin embargo, esta disposición no

Consulta Pública

constituye por sí misma una autorización ambiental ni sustituye las autorizaciones, permisos o trámites que resulten aplicables a El Proyecto.

Respecto al artículo 8, El Proyecto se relaciona con las actividades que puede desarrollar la CFE, particularmente con la fracción I, relativa a la generación y comercialización de energía eléctrica y productos asociados. La fracción II se refiere a la salvaguarda del acceso al servicio público de energía eléctrica mediante las actividades señaladas en dicha disposición, por lo que no debe interpretarse como una disposición específica que autorice o regule ambientalmente la ejecución de El Proyecto.

Cabe señalar que El Proyecto requiere cambio de uso de suelo en terrenos forestales, motivo por el cual se elaborará posteriormente el Estudio Técnico Justificativo (ETJ) correspondiente, cuya autorización se sujetará a las disposiciones aplicables en materia forestal. En dicho instrumento se desarrollarán los elementos técnicos y las medidas que correspondan conforme al procedimiento de cambio de uso de suelo en terrenos forestales y, en su caso, a las condiciones que establezca la autorización respectiva. En este contexto, el Programa de Restauración y Revegetación de Áreas Temporalmente Afectadas se implementará conforme a las obligaciones y medidas que resulten aplicables y a las autorizaciones correspondientes.

Adicionalmente, en el marco de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, se implementarán el Programa de Rescate y Reubicación de Flora y el Programa de Rescate, Reubicación y Ahuyentamiento de Fauna Silvestre, de acuerdo con las características ambientales del sitio, los impactos identificados y las disposiciones jurídicas aplicables, incluyendo, cuando corresponda, las disposiciones de la Ley General de Vida Silvestre y la NOM-059-SEMARNAT-2010. Las acciones estarán orientadas a prevenir y minimizar afectaciones sobre los ejemplares de flora y fauna silvestre que pudieran resultar afectados por las actividades de El Proyecto.

Finalmente, la vinculación de El Proyecto con el marco jurídico energético deberá analizarse de manera conjunta con la Ley del Sector Eléctrico, la Ley de Planeación y Transición Energética y demás disposiciones que resulten aplicables, sin que la presente Ley constituya por sí misma el fundamento para acreditar la viabilidad ambiental de El Proyecto.

> *Artículo 114.- La Comisión Federal de Electricidad y, en su caso, sus empresas filiales deben elaborar un programa para reducir el impacto ambiental de sus actividades y orientar sus esfuerzos hacia un desempeño más eficiente de sus operaciones en el que se debe procurar:*
>
> *I. La reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, mediante el uso de fuentes de energía renovables y de energías limpias en el desarrollo de sus actividades empresariales, económicas, industriales y comerciales en términos de su objeto;*
>
> *II. La transición hacia una economía baja en carbono y el cumplimiento de los acuerdos internacionales de los que México es parte, y*
>
> *III. El monitoreo de su progreso y realizar las medidas necesarias para su cumplimiento.*
>
> *Artículo 115.- La Comisión Federal de Electricidad y sus empresas filiales deben contribuir al desarrollo sostenible y al bienestar social de las comunidades en las que realicen sus actividades, operaciones o servicios necesarios para el cumplimiento de su objeto, mediante*

Consulta Pública

acciones de responsabilidad social y estrategias de vinculación con las comunidades y autoridades estatales y municipales.

Artículo 116.- La Comisión Federal de Electricidad y sus empresas filiales deben procurar ambientes laborales seguros, sanos y justos, y condiciones de trabajo que propicien la integridad del personal, promuevan la productividad y refuercen el compromiso de sus trabajadores con la seguridad, la salud en el trabajo, la protección ambiental, el desarrollo sustentable y perspectiva de género.

Los artículos 114, 115 y 116 de la Ley de la Empresa Pública del Estado, Comisión Federal de Electricidad, establecen disposiciones dirigidas a la Comisión Federal de Electricidad y, en los casos previstos, a sus empresas filiales. Por ello, su vinculación directa con El Proyecto dependerá de la participación de la CFE o de alguna de sus empresas filiales en las actividades correspondientes.

En atención al artículo 114, cuando resulte aplicable a la CFE o a sus empresas filiales, se contempla la elaboración de un programa para reducir el impacto ambiental de sus actividades, procurando, entre otros aspectos, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero mediante el uso de fuentes de energía renovables y energías limpias, la transición hacia una economía baja en carbono y el monitoreo de los avances correspondientes. El Proyecto, al contemplar el aprovechamiento de una fuente renovable para la generación de energía eléctrica, guarda relación con estos objetivos. No obstante, esta disposición no establece por sí misma obligaciones ambientales específicas para un proyecto de generación que no sea desarrollado por la CFE o sus empresas filiales.

Respecto al artículo 115, la disposición establece obligaciones para la CFE y sus empresas filiales relacionadas con el desarrollo sostenible, el bienestar social de las comunidades y las estrategias de vinculación con las comunidades y autoridades estatales y municipales. En caso de que El Proyecto sea desarrollado o ejecutado por la CFE o alguna de sus empresas filiales, las acciones correspondientes deberán atender lo dispuesto en dicho artículo y en las demás disposiciones aplicables.

En cumplimiento del artículo 116, cuando resulte aplicable, la CFE y sus empresas filiales deben procurar ambientes laborales seguros, sanos y justos, así como condiciones de trabajo que promuevan la seguridad, la salud en el trabajo, la protección ambiental, el desarrollo sustentable y la perspectiva de género. Las condiciones laborales durante la construcción y operación de El Proyecto deberán atender, en todo caso, la legislación laboral, de seguridad y salud en el trabajo y demás disposiciones que resulten aplicables, independientemente de la aplicabilidad directa de este artículo.

Por otra parte, El Proyecto requiere cambio de uso de suelo en terrenos forestales, motivo por el cual se elaborará el Estudio Técnico Justificativo (ETJ) correspondiente. Las medidas de prevención, mitigación, restauración y, en su caso, compensación que correspondan en materia forestal se definirán conforme a la legislación aplicable y estarán sujetas a las determinaciones de la autoridad competente. En este contexto, el Programa de Restauración y Revegetación de Áreas Temporalmente Afectadas se aplicará de acuerdo con las medidas que correspondan y con las autorizaciones respectivas, sin considerar que su implementación dentro del ETJ constituya por sí misma la autorización del cambio de uso de suelo.

Consulta Pública

Finalmente, en el marco de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, se implementarán el Programa de Rescate y Reubicación de Flora y el Programa de Rescate, Reubicación y Ahuyentamiento de Fauna Silvestre, de acuerdo con los impactos ambientales identificados, las características del sitio y las disposiciones aplicables en materia de biodiversidad y vida silvestre. Cuando se identifiquen especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se establecerán las medidas de prevención, rescate, reubicación y demás acciones que resulten procedentes conforme a la legislación aplicable y a las condiciones de la autorización ambiental correspondiente.

2.5.12 PLANES DE DESARROLLO

2.5.12.1 PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2025-2030 (GOBIERNO DE MÉXICO 2025)

El Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030 (PND 2025-2030), publicado en el Diario Oficial de la Federación el 15 de abril de 2025, constituye el instrumento rector de la planeación nacional del desarrollo y establece los objetivos, estrategias y prioridades de la Administración Pública Federal para el periodo 2025-2030. El PND se estructura en cuatro Ejes Generales: 1) Gobernanza con justicia y participación ciudadana; 2) Desarrollo con bienestar y humanismo; 3) Economía moral y trabajo; y 4) Desarrollo sustentable; así como tres Ejes Transversales: Igualdad sustantiva y derechos de las mujeres; Innovación pública para el desarrollo tecnológico nacional; y Derechos de los pueblos y comunidades indígenas y afromexicanas.

El Proyecto guarda relación con los Ejes Generales del Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030, particularmente con el Eje 4, Desarrollo Sustentable, al contemplar la generación de energía eléctrica a partir del aprovechamiento de una fuente renovable. Esta vinculación se establece en términos de congruencia con los objetivos y prioridades de política pública previstos en el PND, sin que ello implique que el instrumento de planeación sustituya las autorizaciones, permisos o demás obligaciones ambientales aplicables a El Proyecto. El PND reconoce la transición energética como una prioridad y señala el impulso a las fuentes de energía renovables como parte de la política nacional en materia energética y de sustentabilidad.

En términos de desarrollo con bienestar y humanismo, El Proyecto podrá generar empleos y requerir la contratación de bienes y servicios durante sus diferentes etapas, de acuerdo con las necesidades efectivas de su ejecución. Asimismo, las actividades de El Proyecto deberán desarrollarse conforme a la legislación laboral, ambiental y de seguridad aplicable, procurando condiciones adecuadas para las personas que participen en su ejecución.

Desde la perspectiva de Economía Moral y Trabajo, El Proyecto se relaciona con el aprovechamiento sustentable de los recursos y con el desarrollo de actividades económicas vinculadas con la generación de energía eléctrica. Su contribución deberá entenderse en función de las actividades efectivamente desarrolladas, así como de las medidas de prevención, mitigación y manejo ambiental previstas para atender los impactos que pudieran generarse.

Finalmente, El Proyecto guarda una relación directa con el Eje General 4, Desarrollo Sustentable, toda vez que el PND establece como prioridades la protección del medio ambiente y los recursos naturales, la transición energética hacia fuentes renovables y la reducción de emisiones contaminantes. Asimismo, El Proyecto contempla la aplicación de medidas y programas ambientales orientados a la

Consulta Pública

prevención y atención de los impactos identificados, entre ellos el Programa de Conservación de Suelo y Agua y el Programa de Manejo Integral de Residuos.

En su conjunto, la vinculación de El Proyecto con el Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030 se establece principalmente a partir de su relación con las políticas nacionales de desarrollo sustentable, transición energética, protección ambiental y aprovechamiento responsable de los recursos naturales. Esta vinculación se realiza sin atribuir al PND el carácter de autorización ambiental ni considerar que sus objetivos sustituyan el cumplimiento de las disposiciones jurídicas aplicables.

A continuación, se describen en particular los cuatro Ejes Generales:

1. Gobernanza con justicia y participación ciudadana

- República democrática, justa, honesta, libre, participativa y responsable.
- República segura y con justicia.

El Proyecto guarda relación con el eje de Gobernanza con Justicia y Participación Ciudadana del Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030, particularmente en lo relativo a la participación ciudadana, transparencia, coordinación con autoridades y desarrollo de las actividades dentro del marco jurídico aplicable.

a. República Democrática, Justa, Honesta, Libre, Participativa y Responsable

Participación Ciudadana:

El desarrollo de El Proyecto considerará los mecanismos de participación, información y comunicación social que resulten aplicables conforme a la legislación vigente y a las características del proyecto. En su caso, se atenderán los procedimientos de participación social que correspondan a las autorizaciones o instrumentos aplicables.

Transparencia y Rendición de Cuentas:

El Proyecto se desarrollará conforme a las disposiciones jurídicas y administrativas aplicables, proporcionando la información que corresponda a las autoridades competentes en el marco de los procedimientos de autorización, seguimiento y vigilancia ambiental.

Generación de oportunidades:

El Proyecto podrá generar oportunidades de empleo y contratación de bienes y servicios durante sus diferentes etapas, de acuerdo con los requerimientos de su ejecución y con las condiciones del mercado laboral y de proveeduría local.

b. República Segura y con Justicia

Promoción de un Entorno Seguro:

El Proyecto contempla la implementación del Programa de Vigilancia Ambiental, así como las medidas de prevención y atención que correspondan para reducir los riesgos ambientales asociados con las actividades previstas. Asimismo, se atenderán las disposiciones aplicables en materia de seguridad y salud en el trabajo durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.

Consulta Pública

Justicia Ambiental y Social:

El Proyecto considerará la prevención, mitigación y manejo de los impactos ambientales identificados, así como el cumplimiento de las disposiciones aplicables en materia ambiental y social. Las acciones que correspondan se desarrollarán conforme a los instrumentos de gestión y autorizaciones aplicables.

Contribución a la Justicia Climática:

El aprovechamiento de una fuente renovable para la generación de energía eléctrica guarda congruencia con las políticas nacionales de transición energética y reducción de emisiones contaminantes previstas en el PND 2025-2030. No obstante, los beneficios específicos en materia de emisiones deberán determinarse con base en las características y condiciones de operación de El Proyecto.

Conclusión:

El Proyecto guarda congruencia con los principios del eje de Gobernanza con Justicia y Participación Ciudadana, en particular mediante el cumplimiento del marco jurídico aplicable, la atención de los mecanismos de participación que correspondan y la implementación de medidas de prevención y vigilancia ambiental.

2. Desarrollo con bienestar y humanismo

- República fraterna.
- República educadora, humanística y científica.
- República cultural y lectora.
- República sana.
- República con acceso a la vivienda.
- República de y para las mujeres.

El Proyecto se vincula con el eje de Desarrollo con Bienestar y Humanismo del Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030 en aquellos aspectos que resultan compatibles con su naturaleza y alcance, particularmente respecto de la generación de empleo, el desarrollo de capacidades y la observancia de condiciones laborales adecuadas. La vinculación con los subtemas de este eje debe entenderse de acuerdo con las actividades efectivamente previstas para El Proyecto.

República Fraterna

El Proyecto podrá generar oportunidades de empleo y contratación de bienes y servicios durante sus diferentes etapas. Asimismo, las relaciones con las comunidades y autoridades del área de influencia se desarrollarán conforme a los mecanismos de comunicación, participación y vinculación que resulten aplicables.

República Educadora, Humanística y Científica

El Proyecto podrá contemplar actividades de capacitación dirigidas al personal que participe en su ejecución, particularmente en materia de seguridad, protección ambiental y aplicación de los programas ambientales. Estas actividades estarán relacionadas con las necesidades operativas de El Proyecto y con las obligaciones que resulten aplicables.

Consulta Pública

República Cultural y Lectora

La vinculación de este subtema con El Proyecto es indirecta, por lo que no se atribuyen a El Proyecto acciones específicas que no formen parte de sus actividades previstas. En su caso, cualquier actividad de difusión o educación ambiental se realizará conforme a las necesidades y programas que efectivamente se establezcan.

República Sana

El Proyecto deberá aplicar las medidas ambientales y de seguridad correspondientes para prevenir o reducir los impactos que pudieran incidir sobre el entorno y las personas. En particular, el Programa de Manejo Integral de Residuos contribuirá a prevenir la disposición inadecuada de residuos y los posibles efectos adversos asociados con su manejo.

La generación de energía mediante una fuente renovable puede contribuir, a escala nacional, a las políticas de transición energética y reducción de emisiones contaminantes; sin embargo, no se atribuye a El Proyecto un efecto directo sobre la salud de las comunidades que no haya sido determinado mediante la evaluación ambiental correspondiente.

República con Acceso a la Vivienda

El Proyecto no contempla, de acuerdo con la información disponible, actividades destinadas directamente a la construcción o provisión de vivienda. Por lo anterior, la vinculación con este subtema no se considera directa.

República de y para las Mujeres

El Proyecto observará las disposiciones aplicables en materia laboral y de igualdad de oportunidades. En caso de contratación de personal, se atenderán las disposiciones correspondientes, sin establecer porcentajes o metas específicas de participación de mujeres que no se encuentren contemplados en la información de El Proyecto.

Conclusión:

El Proyecto guarda relación con el eje de Desarrollo con Bienestar y Humanismo principalmente mediante la generación de oportunidades de empleo, la capacitación del personal y la aplicación de medidas orientadas a la protección ambiental y a condiciones adecuadas de trabajo. La vinculación con los demás subtemas se considera indirecta cuando éstos no corresponden con las actividades o alcances de El Proyecto.

3. Economía moral y trabajo

- República con trabajo y salario justo.
- República rural justa y soberana.
- República próspera y conectada.

El Proyecto se vincula con el eje de Economía Moral y Trabajo del Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030 en función de las actividades económicas y laborales que se desarrollarán durante sus diferentes etapas.

Consulta Pública

a. República con Trabajo y Salario Justo

El Proyecto generará empleos directos e indirectos durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, de acuerdo con los requerimientos efectivos de cada etapa. Las condiciones laborales deberán observar la legislación vigente en materia de trabajo, seguridad y salud laboral.

Asimismo, se promoverá la igualdad de oportunidades en la contratación, conforme a las disposiciones legales aplicables.

b. República Rural Justa y Soberana

El Proyecto se desarrolla en terrenos rurales previamente utilizados para actividades agrícolas, de acuerdo con la información proporcionada para su evaluación. En consecuencia, su vinculación con este subtema se relaciona con la continuidad de actividades productivas compatibles y con la implementación de medidas de manejo ambiental.

A través del Programa de Conservación de Suelo y Agua se contemplarán las medidas que correspondan para prevenir o reducir procesos erosivos y conservar las condiciones del suelo durante las actividades de El Proyecto.

Asimismo, la contratación de bienes, servicios y mano de obra se realizará conforme a las necesidades efectivas de El Proyecto y a las condiciones de disponibilidad de proveedores y trabajadores.

c. República Próspera y Conectada

El Proyecto contribuye al desarrollo del sector energético mediante la generación de electricidad a partir de una fuente renovable. El PND 2025-2030 reconoce el impulso a las energías renovables y la necesidad de fortalecer la infraestructura energética nacional dentro de una estrategia de transición energética.

Conclusión:

El Proyecto guarda congruencia con el eje de Economía Moral y Trabajo mediante la generación de oportunidades laborales y la participación en actividades vinculadas con la generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables. Esta vinculación se establece sin atribuir beneficios económicos específicos que no se encuentren sustentados en las características efectivas de El Proyecto.

4. Desarrollo sustentable

- República soberana y con energía sustentable.
- República con derecho al agua.
- República que protege el medio ambiente y sus recursos naturales.

El Proyecto guarda una relación particularmente relevante con el eje de Desarrollo Sustentable del Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030, debido a que éste reconoce la transición energética, el impulso de las fuentes renovables, la protección del medio ambiente y el uso responsable de los recursos naturales como elementos de la política nacional.

Consulta Pública

a. República soberana y con energía sustentable

El Proyecto contempla la generación de energía eléctrica mediante el aprovechamiento del recurso eólico, lo cual guarda congruencia con el objetivo nacional de impulsar las fuentes de energía renovables y acelerar la transición energética. El PND establece expresamente el impulso a las energías renovables dentro del apartado correspondiente a la República soberana y con energía sustentable.

La contribución específica de El Proyecto a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero deberá valorarse de acuerdo con sus características, capacidad de generación, condiciones de operación y metodología de evaluación correspondiente.

b. República con derecho al agua

El Proyecto considerará el uso responsable del agua durante las actividades que efectivamente requieran este recurso, así como las medidas necesarias para prevenir afectaciones a los recursos hídricos.

Asimismo, el Programa de Conservación de Suelo y Agua contemplará las acciones que correspondan para prevenir procesos erosivos y favorecer la conservación de las condiciones del suelo. Estas medidas deberán implementarse de acuerdo con las características del sitio y las actividades previstas.

La vinculación con este subtema se establece principalmente desde la perspectiva de la prevención de impactos sobre el recurso hídrico, sin afirmar que El Proyecto contribuya por sí mismo a garantizar el derecho humano al agua, cuya garantía corresponde a las autoridades y a las instituciones competentes.

c. República que protege el medio ambiente y sus recursos naturales

El Proyecto contempla medidas y programas ambientales orientados a prevenir, minimizar y controlar los impactos ambientales que pudieran generarse durante sus diferentes etapas.

Entre los programas ambientales previstos se encuentran:

- Programa de Rescate y Reubicación de Flora.
- Programa de Rescate, Reubicación y Ahuyentamiento de Fauna Silvestre.
- Programa de Manejo Integral de Residuos.
- Programa de Conservación de Suelo y Agua.
- Programa de Vigilancia Ambiental.
- Programa de Restauración y Revegetación de Áreas Temporalmente Afectadas.

La aplicación de estos programas se realizará conforme a las características de El Proyecto, los impactos ambientales identificados y las obligaciones que deriven de las autorizaciones y disposiciones jurídicas aplicables.

Conclusión:

El Proyecto guarda congruencia con el Eje General 4, Desarrollo Sustentable, del Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030, particularmente con las políticas nacionales relacionadas con el impulso de las

Consulta Pública

energías renovables, la transición energética y la protección del medio ambiente y los recursos naturales. Esta vinculación se materializará mediante la ejecución de las medidas y programas ambientales que resulten aplicables a El Proyecto, sin que el PND sustituya las autorizaciones, permisos o demás obligaciones establecidas por la legislación ambiental vigente.

Consulta Pública

3 DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA 3-1
3.1 Delimitación y justificación de la región ecológica (RE) donde pretende establecerse el proyecto 3-1
3.2 Caracterización y análisis de la región ecológica 3-14
3.3 Caracterización y análisis de la calidad ambiental de la re, medio abiótico 3-15
3.3.1 Clima 3-15
3.3.2 Fenómenos climatológicos 3-27
3.3.3 Fisiografía 3-36
3.3.4 Geomorfología 3-39
3.3.5 Riesgo geológico 3-42
3.3.6 Tipos de suelo 3-49
3.3.7 Erosión hídrica 3-48
3.3.8 Erosión Eólica 3-58
3.3.9 Degradación de suelos 3-63
3.3.10 Agua 3-66
3.3.11 Medio Biótico 3-88
3.3.12 Medio socioeconómico 3-227
3.4 Diagnostico ambiental 3-235
3.4.1 Asignación de variables 3-235
3.4.2 Diagnóstico 3-242
3.4.3 Tendencia del cambio 3-243

Índice de Tablas

Tabla 1: Temperatura Media Mensual, NASA 3-18
Tabla 2: Temperaturas Extremas 3-19
Tabla 3: Precipitación media 3-21
Tabla 4: Radiación Solar global media 3-24
Tabla 5: Factor de corrección para zonas áridas 3-24
Tabla 6: Evapotranspiración mensual Turc (1961) 3-25
Tabla 7: Dirección y velocidad del viento a 2 m, Power Data Access Viewer (NASA) 3-27
Tabla 8: Valores y equivalencias de la Pendiente Media 3-40
Tabla 9: Ecuaciones regionalizadas para la Repúblicas Mexicana (Cortés, 1991) 3-49
Tabla 10: Factor K de acuerdo con el tipo de suelo de la clasificación desarrollada por la WRB (tomado de Montes-León et al., 2011) 3-51

Consulta Pública

Tabla 11: Valores que toma m en función del grado de pendiente (Becerra,1999)..... 3-52
Tabla 12: Factor de C, valores tomados de Montes –León et al., 2011 3-53
Tabla 13: Erosión actual total dentro del AP (306.5782ha)..... 3-56
Tabla 14: Riesgo de Erosión 3-56
Tabla 15: Erosión hídrica potencial total del AP 3-57
Tabla 16: Incremento en la erosión hídrica del AP 3-58
Tabla 17: Erosión hídrica potencial del AI 3-58
Tabla 18: Erosión hídrica potencial de la RE 3-58
Tabla 19: Características de las corrientes principales de la RE, SIATL v 4 3-73
Tabla 20: Caudal máximo de las corrientes principales de la RE, SIATL v 4 3-74
Tabla 21: Volumen de escurrimiento total potencial del AP 3-81
Tabla 22: Evapotranspiración mensual Turc (1961)..... 3-83
Tabla 23: Balance hídrico 3-83
Tabla 24: Infiltración con Balance Hídrico Actual de la RE 3-84
Tabla 25: Infiltración con Balance Hídrico Actual del AI 3-85
Tabla 26: Infiltración con Balance Hídrico Actual del AP 3-85
Tabla 27: Infiltración con Balance hídrico potencial del AP 3-86
Tabla 28: Diferencia entre infiltración actual y potencial del AP 3-86
Tabla 29: Infiltración potencial del AI 3-86
Tabla 30: Infiltración potencial de la RE 3-87
Tabla 31: Relación de parámetro medible (I) en muestreo piloto de la RE. 3-93
Tabla 32: Relación de Nivel de confianza y puntuación z..... 3-94
Tabla 33: Coordenadas de ubicación de unidades muestrales del RE..... 3-96
Tabla 34: Coordenadas de ubicación de unidades muestrales del AI. 3-98
Tabla 35: Coordenadas de ubicación de unidades muestrales del AP. 3-100
Tabla 36: Tipos de vegetación y usos de suelo. 3-109
Tabla 37 Listado de flora potencial. 3-119
Tabla 38: Especies de plantas vasculares registradas en campo para el AP, AI y RE..... 3-130
Tabla 39: Estimación de especies arbóreas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco de la RE. 3-136
Tabla 40: Estimación de especies arbustivas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco de la RE. 3-137

Consulta Pública

Tabla 41: Estimación de especies herbáceas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco de la RE. 3-138

Tabla 42: Estimación de especies suculentas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco de la RE. 3-139

Tabla 43: Estimación de especies arbóreas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco del AI. 3-140

Tabla 44: Estimación de especies arbustivas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco del AI. 3-141

Tabla 45: Estimación de especies herbáceas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco del AI. 3-142

Tabla 46: Estimación de especies suculentas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco del AI. 3-143

Tabla 47: Estimación de especies arbóreas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco del AP. 3-144

Tabla 48: Estimación de especies arbustivas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco del AP. 3-145

Tabla 49: Estimación de especies herbáceas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco del AP. 3-146

Tabla 50: Estimación de especies suculentas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco del AP. 3-147

Tabla 51: Índices de diversidad biológica para la RE, AI y AP en Matorral Espinoso Tamaulipeco. 3-148

Tabla 52: Abreviaturas de ensambles. 3-150

Tabla 53: Índice de Sørensen-Dice para el ensamble de especies de la RE, AI y AP. 3-150

Tabla 54: Índice de Jaccard para el ensamble de especies de la RE, AI y AP. 3-151

Tabla 55: Índice de Morisita para el ensamble de especies de la RE, AI y AP. 3-151

Tabla 56: Índice de Horn para el ensamble de especies de la RE, AI y AP. 3-152

Tabla 57 Relación de parámetro medible (I) en muestreo piloto. 3-161

Tabla 58 Relación de Nivel de confianza y puntuación z. 3-162

Tabla 59 Coordenadas de ubicación de las unidades muestrales en la RE. 3-163

Tabla 60 Coordenadas de ubicación de unidades muestrales del AI. 3-166

Tabla 61 Coordenadas de ubicación de unidades muestrales del AP. 3-168

Tabla 62 Valores de puntuación asignados a diferentes tipos de evidencia para calcular la ocurrencia. 3-174

Tabla 63 Listado de fauna potencial de vertebrados terrestres 3-179

Tabla 64: Categorías de especies determinadas en campo. 3-190

Tabla 65 Especies registradas en la lista roja (IUCN) 3-195

Consulta Pública

Tabla 66 Estacionalidad de las especies reportadas....3-195
Tabla 67 Estimación de especies por área durante la temporada de lluvias....3-197
Tabla 68 Estimación de especies por área durante la temporada de secas....3-199
Tabla 69. Índices de diversidad biológica obtenidos....3-202
Tabla 70 Abreviación de ensambles....3-205
Tabla 71: Localización de las cuencas visuales....3-217
Tabla 72: Evaluación de la calidad visual....3-221
Tabla 73: Factores para evaluar fragilidad en el paisaje....3-223
Tabla 74: Evaluación de Capacidad de absorción, utilizando determinación de fragilidad....3-225
Tabla 75: Valor asignado al grado de Degradación del suelo....3-237
Tabla 76: Valor Asignado a las Regiones indígenas....3-239
Tabla 77: Valor obtenido de acuerdo al grado de conservación....3-240

Índice de Mapas

Mapa 1: Cuencas Hidrográficas y Red hidrográfica en las que incide el proyecto.....3-3
Mapa 2: Uso de suelo y vegetación en la que incide el Proyecto....3-4
Mapa 3: Topografía del área del Proyecto.....3-5
Mapa 4: Programa de Ordenamiento Ecológico....3-6
Mapa 5: Programa de Ordenamiento Ecológico....3-7
Mapa 6: Delimitación de la RE y AI....3-10
Mapa 7: Región Ecológica (RE)....3-12
Mapa 8: Área de Influencia (AI)....3-13
Mapa 9: Unidades Climáticas, INEGI (2008)....3-17
Mapa 10: Rangos de Temperatura, CONABIO.....3-20
Mapa 11: Riesgo por Heladas....3-29
Mapa 12: Riesgo por ciclones....3-30
Mapa 13: Riesgo por granizo....3-32
Mapa 14: Riesgo por sequía....3-33
Mapa 15: Riesgo por inundaciones....3-35
Mapa 16: Provincia fisiográfica....3-37
Mapa 17: Subprovincias fisiográficas....3-38
Mapa 18: Sistema de Topoformas....3-41

Consulta Pública

Mapa 19: Regionalización Sísmica 3-43
Mapa 20: Fallas y Fracturas 3-45
Mapa 21: Riesgo por hundimientos y deslizamientos 3-47
Mapa 22: Volcanes activos 3-48
Mapa 23: Tipos de suelos (WRB, 2015) 3-47
Mapa 24: Degradación del suelo CONABIO 3-65
Mapa 25: Cuenca Hidrográfica 3-68
Mapa 26: Red hidrográfica por condición en la RE 3-75
Mapa 27: Red hidrográfica por condición en el AP 3-76
Mapa 28: Acuíferos 3-79
Mapa 29: Distribución de los tipos de vegetación en la RE de acuerdo con INEGI, serie VII. 3-112
Mapa 30: Distribución de los tipos de vegetación en el AI de acuerdo con INEGI, serie VII. 3-114
Mapa 31: Distribución de los tipos de vegetación en el AP de acuerdo con INEGI, serie VII. 3-116
Mapa 32: Distribución de la vegetación actual en el AP 3-118
Mapa 33: Especies registradas en campo incluidas en la NOM-059. 3-133
Mapa 34: Ubicación de las unidades muestrales de la RE 3-165
Mapa 35: Ubicación de las unidades muestrales del AI 3-167
Mapa 36: Ubicación de las unidades muestrales del AP 3-169
Mapa 37: Cuenca Visual 218
Mapa 38: Diagnóstico Ambiental, grado de degradación/conservación de las UE 3-241

Índice de Figuras

Figura 1: Selección e interrelación de componentes o procesos ecosistémicos 3-1
Figura 2: Gráfico, Temperatura Media Mensual. 3-18
Figura 3: Gráfico, Temperaturas Extremas. 3-19
Figura 4: Grafico, Precipitación media 3-21
Figura 5: Rango de precipitación 3-22
Figura 6: Valores de Radiación Solar Extraterrestre 3-26
Figura 7: Valores de Hora Sol Máximas 3-26
Figura 8: Mapa de regiones con Igual Erosividad en la República Mexicana (SAGARPA-INIFAP, 2007) 3-49
Figura 9: Regiones Hidrológicas Administrativas de México 3-66
Figura 10: Ejemplo de orden de corrientes, Strahler 1957 3-71

Consulta Pública

Figura 11: Corriente principal 1 que se localiza al oriente de la RE (color naranja) 3-72

Figura 12: Corriente principal 1 que se localiza al oriente de la RE (color naranja) 3-73

Figura 13: Representación esquemática del tamaño y forma de la unidad muestral de la vegetación. 3-90

Figura 14: Ilustración gráfica del muestreo de arbóreas. 3-90

Figura 15: Ilustración gráfica del muestreo de arbustivas. 3-91

Figura 16: Ilustración gráfica del muestreo de herbáceas. 3-91

Figura 17: Ilustración gráfica del muestreo de suculentas. 3-92

Mapa 18: Ubicación de las unidades muestrales de vegetación dentro de la RE. 3-97

Mapa 19: Ubicación de las unidades muestrales de vegetación dentro del AI. 3-99

Mapa 20: Ubicación de las unidades muestrales de vegetación dentro del AP. 3-101

Figura 21: Diversidad genérica y específica de la flora vascular dentro de la RE. 3-134

Figura 22: Diversidad genérica y específica de la flora vascular dentro del AI. 3-135

Figura 23: Diversidad genérica y específica de la flora vascular dentro del AP. 3-135

Figura 24: Curva de acumulación de especies arbóreas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco de la RE. 3-136

Figura 25: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies arbóreas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco de la RE. 3-136

Figura 26: Curva de acumulación de especies arbustivas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco de la RE. 3-137

Figura 27: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies arbustivas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco de la RE. 3-137

Figura 28: Curva de acumulación de especies herbáceas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia de la RE. 3-138

Figura 29: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies herbáceas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco de la RE. 3-138

Figura 30: Curva de acumulación de especies suculentas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia de la RE. 3-139

Figura 31: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies suculentas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco de la RE. 3-139

Figura 32: Curva de acumulación de especies arbóreas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco del AI. 3-140

Figura 33: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies arbóreas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco del AI. 3-140

Figura 34: Curva de acumulación de especies arbustivas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco del AI. 3-141

Consulta Pública

Figura 35: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies arbustivas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco del AI. 3-141

Figura 36: Curva de acumulación de especies herbáceas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco del AI. 3-142

Figura 37: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies herbáceas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco del AI. 3-142

Figura 38: Curva de acumulación de especies suculentas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco del AI. 3-143

Figura 39: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies suculentas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco del AI. 3-143

Figura 40: Curva de acumulación de especies arbóreas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco del AP. 3-144

Figura 41: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies arbóreas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco del AP. 3-144

Figura 42: Curva de acumulación de especies arbustivas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco del AP. 3-145

Figura 43: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies arbustivas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco del AP. 3-145

Figura 44: Curva de acumulación de especies herbáceas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco del AP. 3-146

Figura 45: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies herbáceas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco del AP. 3-146

Figura 46: Curva de acumulación de especies suculentas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco del AP. 3-147

Figura 47: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies suculentas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco del AP. 3-147

Figura 48 Representación esquemática del tamaño y forma de la unidad muestral de la fauna. 3-157

Figura 49 Ilustración gráfica del muestreo de mamíferos. 3-158

Figura 50 Ilustración gráfica del muestro de aves. 3-159

Figura 51 Ilustración gráfica del muestreo de reptiles. 3-159

Figura 52 Ilustración gráfica del muestreo de anfibios. 3-160

Figura 53 Curva de acumulación de especies en el AP 3-197

Figura 54 Curva de acumulación de especies del AI. 3-198

Figura 55 Curva de acumulación de especies de la RE. 3-198

Figura 56 Curva de acumulación de especies en el AP. 3-199

Figura 57 Curva de acumulación en el AI. 3-200

Consulta Pública

Figura 58 Curva de acumulación de especies en la RE. 3-201
Figura 59 índice de Jaccard 3-206
Figura 60 Índice de Morisita 3-207
Figura 61 Índice de Sorensen-Dice 3-207
Figura 62 Índice de Horn 3-208
Figura 63 Índice de Jaccard 3-209
Figura 64 Índice de Morisita 3-210
Figura 65 Índice de Sorensen-Dice 3-210
Figura 66 índice de Horn 3-211
Figura 67: Características visuales básicas de los componentes del paisaje(Anon 1992). 3-216
Figura 68: Variable A, Uso de suelo y Vegetación Actual 3-236
Figura 69: Variable B, Degradación del suelo 3-237
Figura 70: Variable C, Pendientes 3-238
Figura 71: Variable D, Regiones indígenas 3-239

Consulta Pública

3 DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA

3.1 DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA (RE) DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO

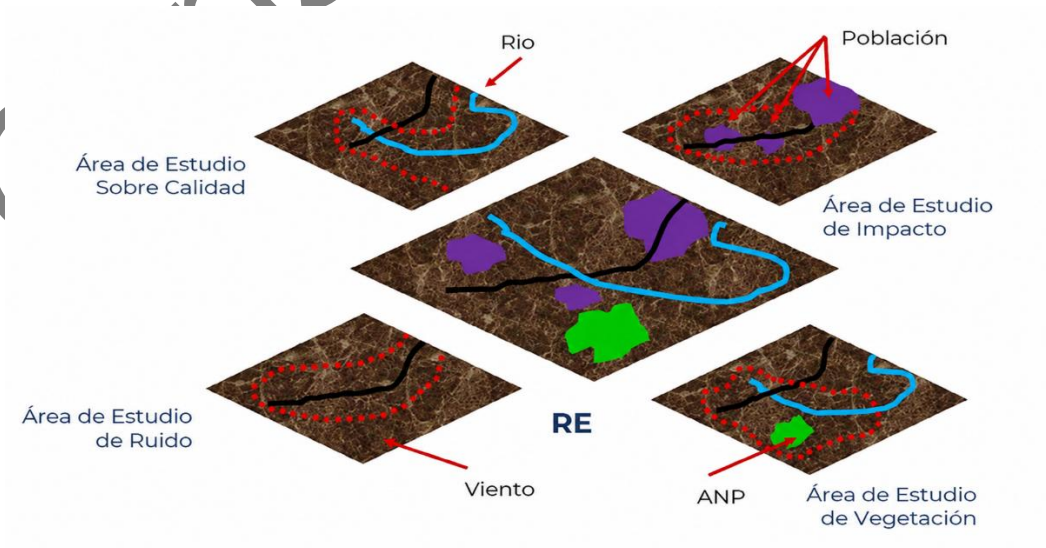
Para llevar a cabo el diagnóstico de un sistema territorial existen numerosos enfoques. Gómez Orea en su libro Ordenación Territorial (2007) adopta una aproximación por subsistemas y menciona los siguientes:

- **Medio físico:** elementos y procesos naturales del territorio.
- **Población:** sus actividades de producción, consumo y relación social.
- **Sistema de asentamientos:** el conjunto de asentamientos humanos y los canales a través de los que se relacionan.
- **Marco legal e institucional:** regula y administra las reglas de funcionamiento.

De igual manera, y de acuerdo a la Guía para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental Regional de SEMARNAT (2022), se define a un Sistema Ambiental como un *espacio finito definido con base en las interacciones entre los medios abiótico, biótico y socioeconómico de la región donde se pretende establecer un proyecto, generalmente formado por un conjunto de ecosistemas y dentro del cual se aplicará un análisis de los problemas, restricciones y potencialidades ambientales y de aprovechamiento.* Concepto que se circunscribe a una expresión objetiva, inventariable y cartografiable de los ecosistemas naturales y artificiales donde **se inserta el Proyecto**, derivada de la selección e interrelación de componentes y factores ambientales significativos (flora, suelo, hidrología, corredores biológicos, etc.) **con los que el Proyecto interactuará en espacio y tiempo.**

Todos estos componentes pueden ser inventariados, analizados y cartografiados utilizando los Sistemas de Información geográfica (SIG).

Figura 1: Selección e interrelación de componentes o procesos ecosistémicos



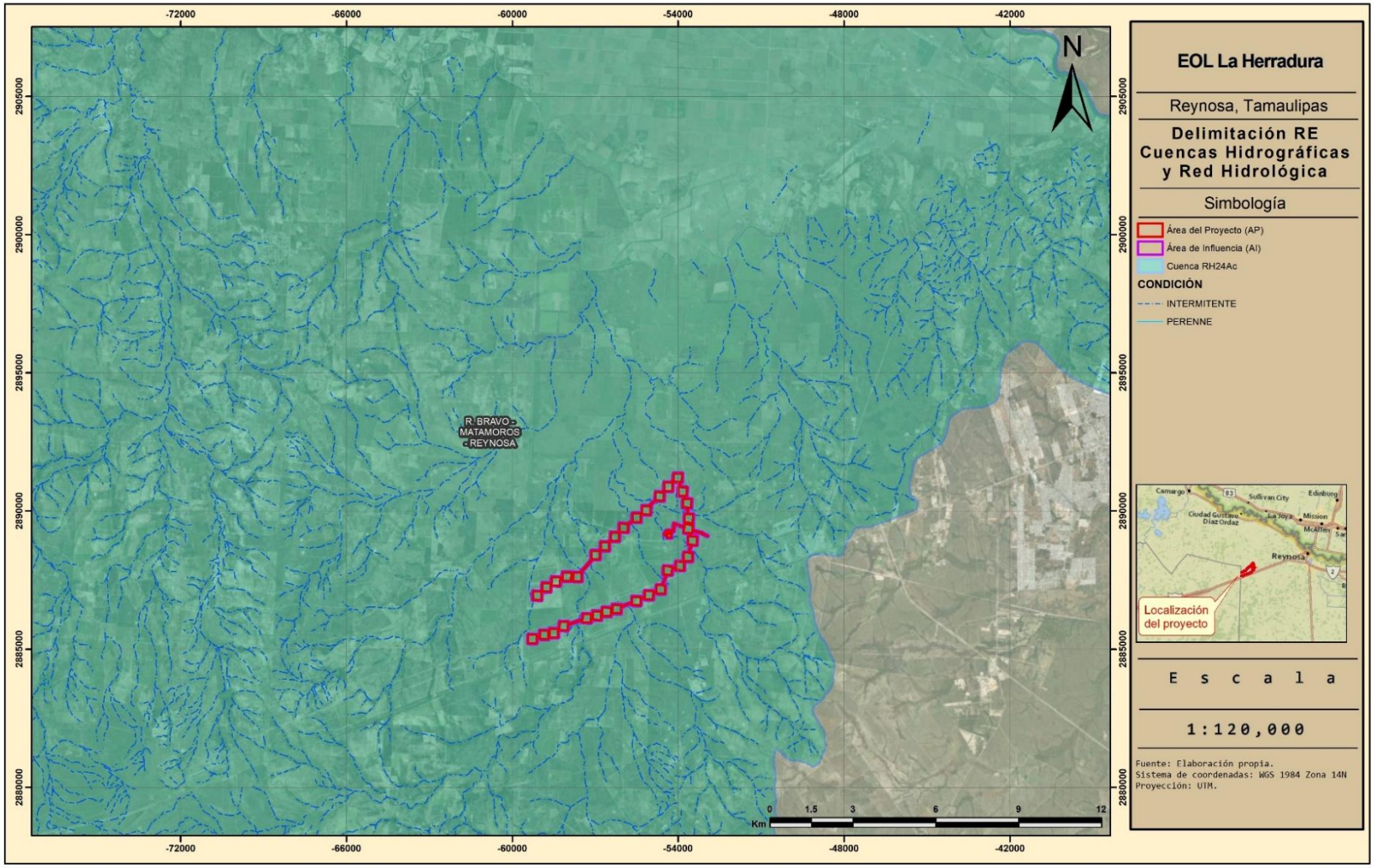
Consulta Pública

.

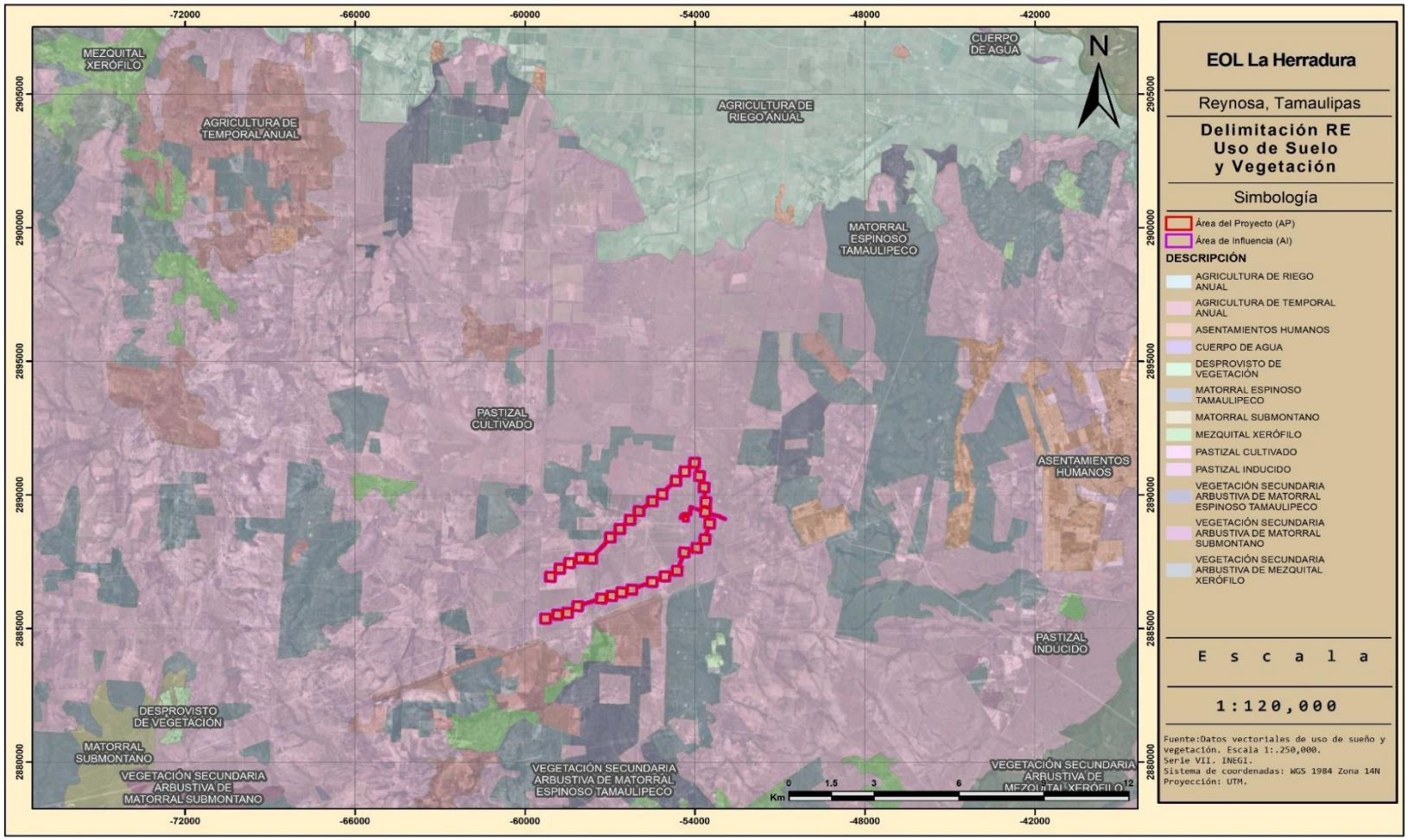
Para delimitar la Región Ecológico (RE) de este proyecto, se procesó (en software ArcGIS 10.8) la información referente a hidrografía, uso de suelo y vegetación, topografía y vías de comunicación con las que interactúa el Proyecto en tiempo y espacio.

Consulta Pública

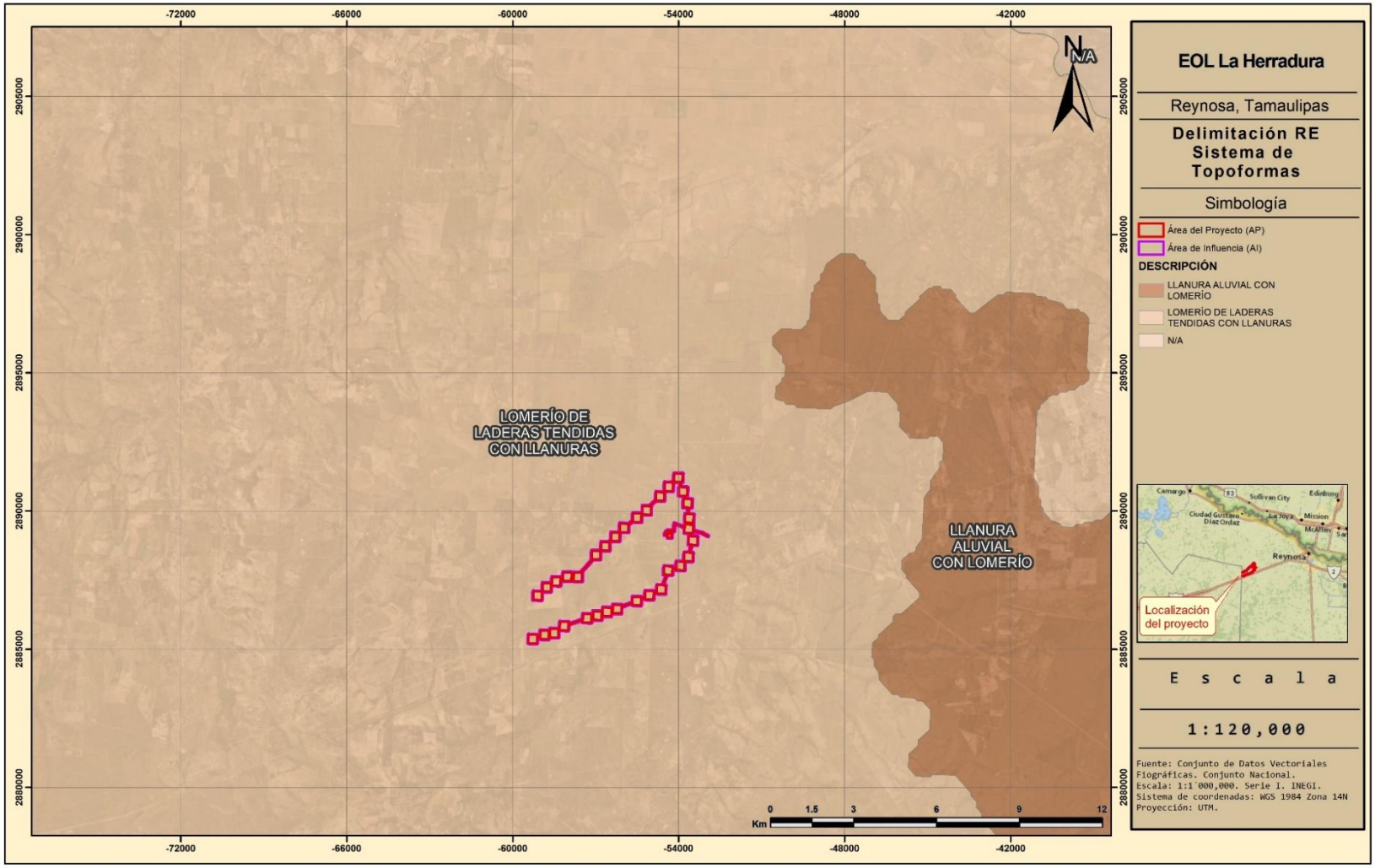
Mapa 1: Cuencas Hidrográficas y Red hidrográfica en las que incide el proyecto.



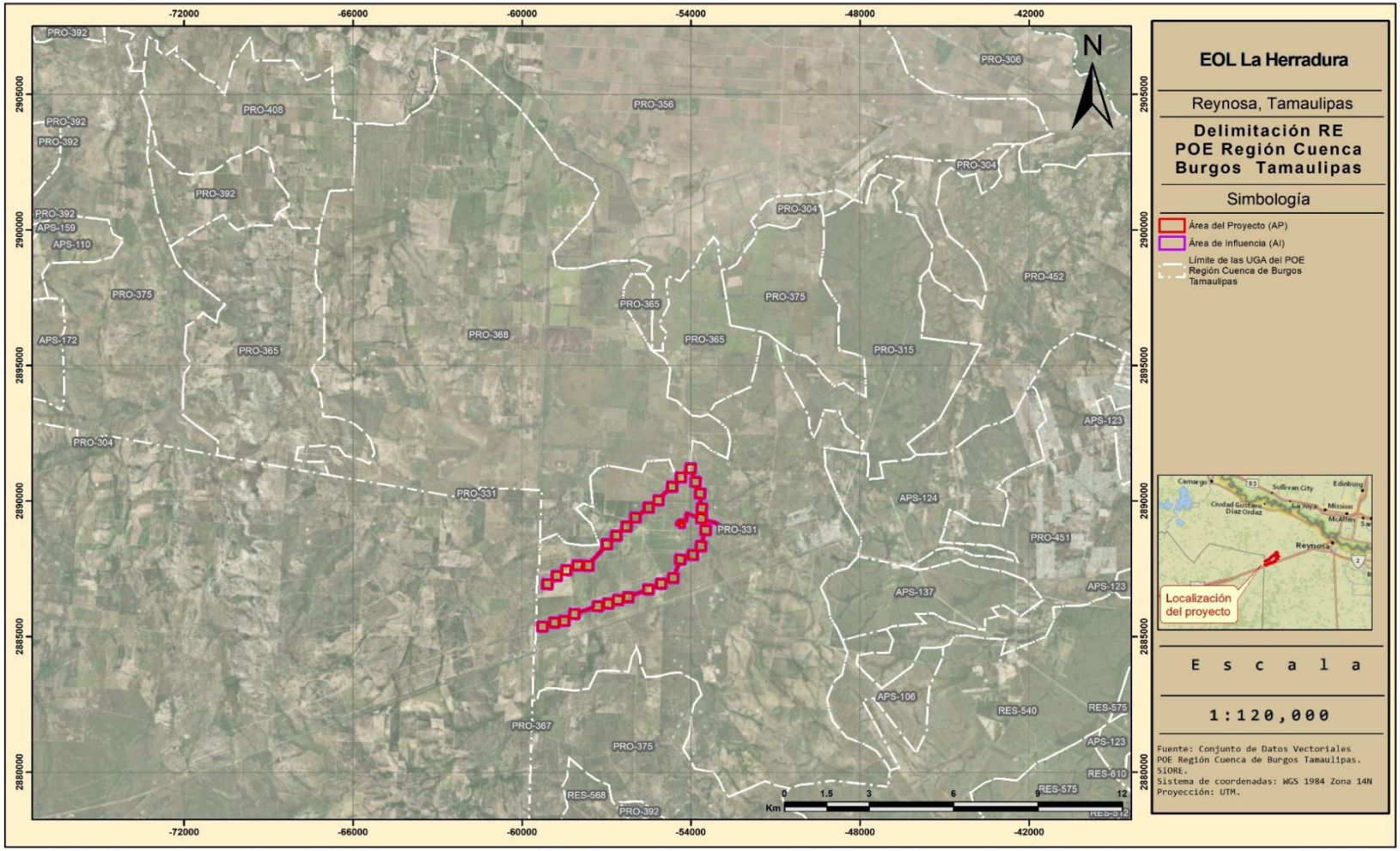
Mapa 2: Uso de suelo y vegetación en la que incide el Proyecto



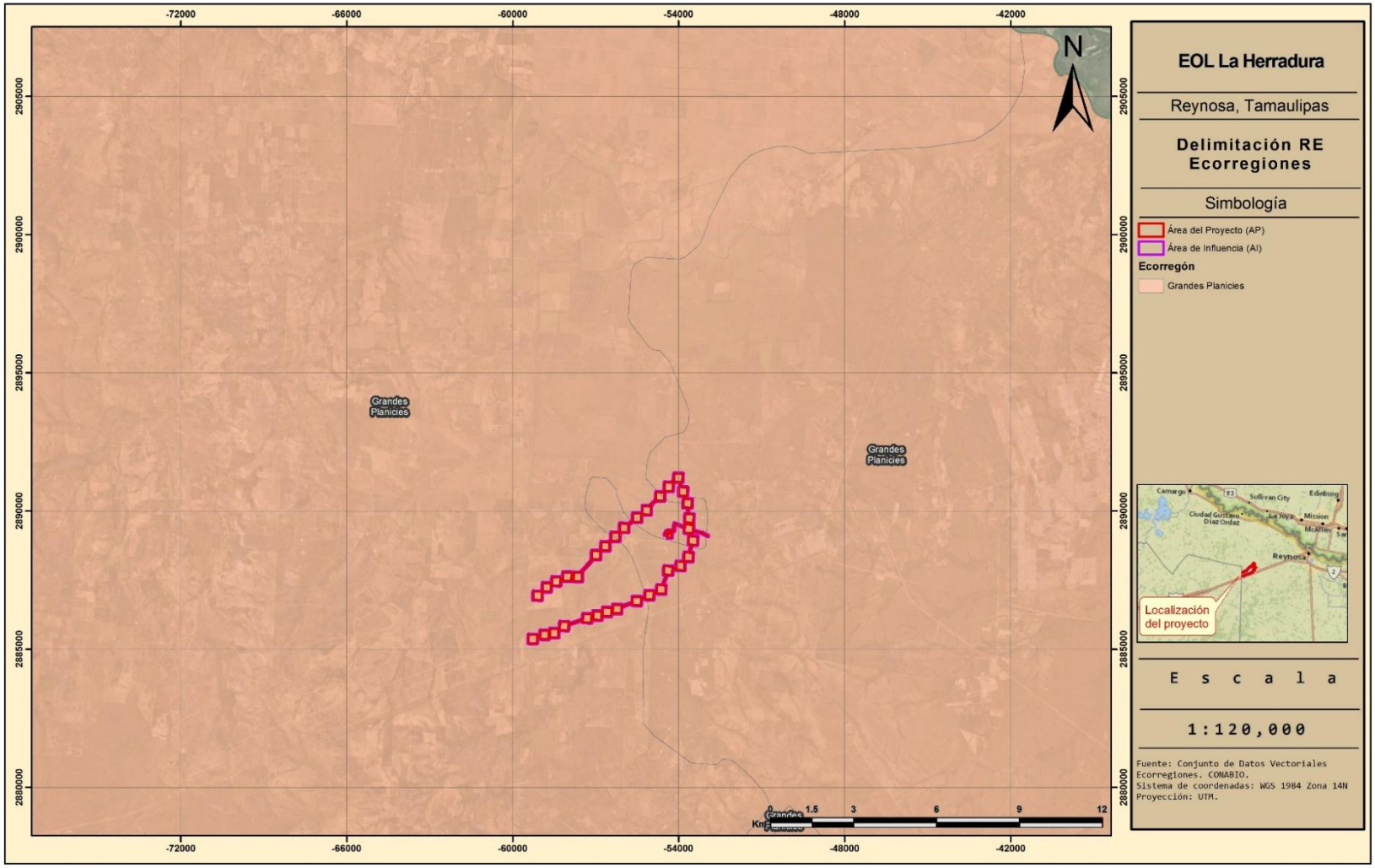
Mapa 3: Topografía del área del Proyecto.



Mapa 4: Programa de Ordenamiento Ecológico



Mapa 5: Programa de Ordenamiento Ecológico



Una vez cargada dicha información, se observa que la región en donde se inserta el AP presenta las siguientes características:

- Se localiza dentro de la cuenca hidrográfica R. Bravo- Matamoros- Reynosa.
- Sistema de topoformas correspondiente a Lomerío de Laderas Tendidas con Llanuras.
- Pendiente plana.
- Amplio uso de suelo Pastizal cultivado.
- POE Región Cuenca Burgos Tamaulipas en 2 UGA, PRO-331 y PRO-368.
- Ecorregión denominada Grandes Planicies.

Considerando que la información presentada la región conformada por dichas características la RE puede acotarse a los límites establecidos por las vías de comunicación, mismas que funcionan como barreras físicas.

Los escurrimientos superficiales (arroyos, ríos), la cuenca hidrográfica, ecorregiones y los Programas de ordenamiento ecológico son elementos clave para delimitar una Región Ecológica (RE), ya que actúan como barreras naturales y antropogénicas que definen la extensión de un ecosistema, influencian el flujo de agua, dispersión de contaminantes, movimiento de especies y marcan los límites espaciales para evaluar impactos ambientales. Para este caso en específico, se observa que los escurrimientos se encuentran a una distancia considerable del Área del Proyecto. Aun así, se considera que para la delimitación de una RE es importante;

Escurrimientos:

- **Límites Naturales:** Los cauces de ríos principales definen el área donde el agua fluye hacia un punto común, estableciendo límites claros para el SAR.
- **Flujo de Vida:** Son corredores ecológicos para la fauna y conectan diferentes hábitats, por lo que su delimitación es crucial para entender la conectividad del ecosistema.

Vías de comunicación:

- **Barreras Físicas:** Carreteras, vías férreas, y otras infraestructuras actúan como barreras que fragmentan hábitats, impidiendo el movimiento de fauna y flora, y modificando los patrones de drenaje natural.
- **Fuentes de Impacto:** Son fuentes directas de perturbación (ruido, contaminación lumínica, residuos) y de alteración del paisaje, por lo que se delimitan áreas alrededor de ellas para evaluar sus efectos indirectos sobre la RE.
- **Marcadores Antrópicos:** Pueden servir como límites prácticos para definir el alcance de la RE, especialmente en estudios de impacto regional, al establecer hasta dónde llegarían los efectos significativos de un proyecto.

Tomando esto en cuenta, se establecieron los límites de la RE utilizando los siguientes elementos:

- Cuenca hidrográfica.
- Sistema de topoformas.
- Uso de suelo.

Consulta Pública

- POE Región Cuenca Burgos Tamaulipas.
- Ecorregión.

En cuanto al Área de influencia (AI), se establece como una parte del RE con potencial influencia hacia y desde el proyecto y está contenida en el mismo sistema (por lo que cuenta con las mismas características de la región); es el espacio físico asociado al alcance máximo de los impactos directos e indirectos ocasionados por el proyecto, y que tienen potencial de alterar algún elemento ambiental.

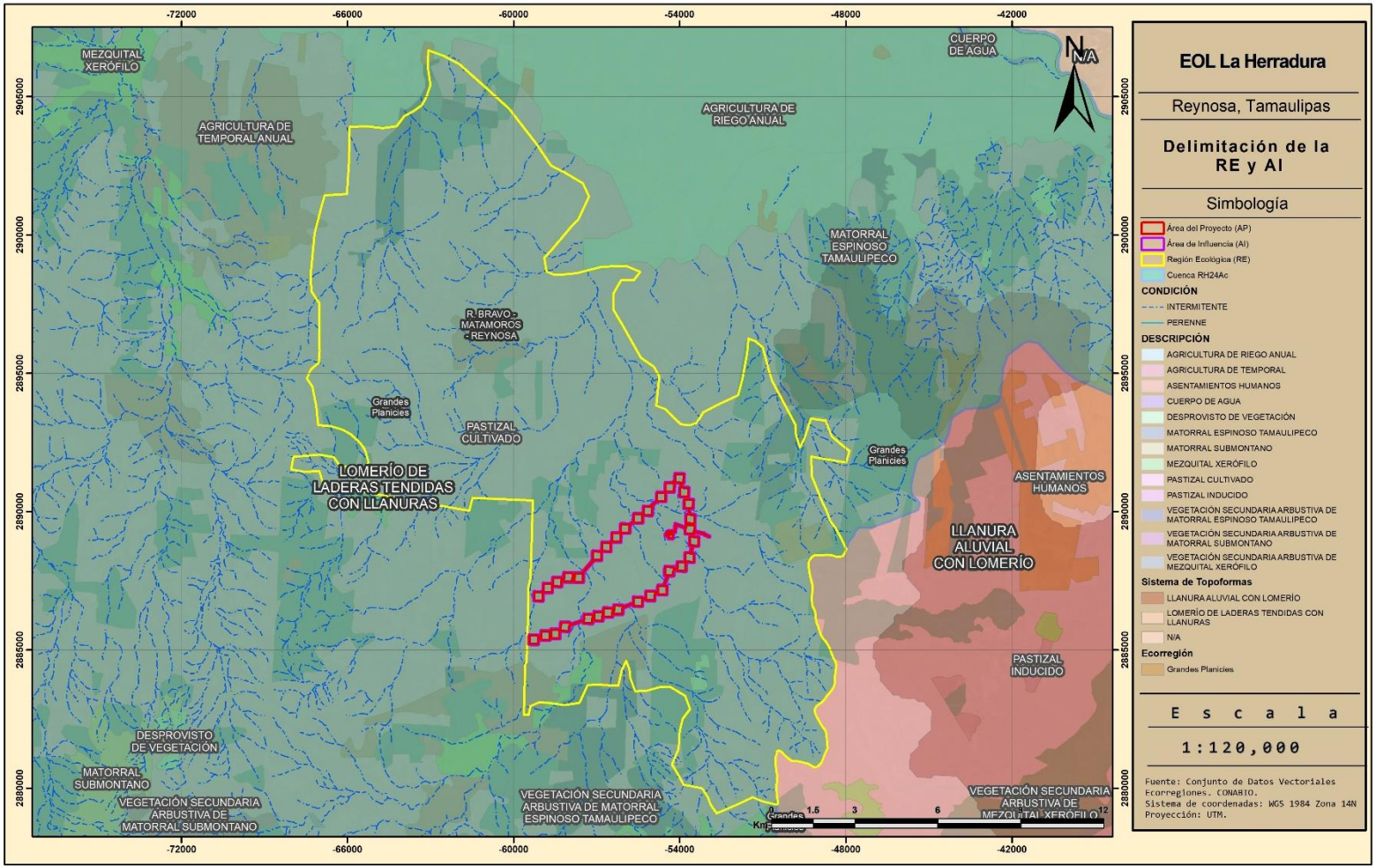
Bajo esta definición, se considera que el impacto visual es el de mayor alcance, ya que el desarrollo del Proyecto no implica la remoción de vegetación forestal ni la alteración al elemento agua. Por lo que, bajo los mismos criterios que el RE, Área de Influencia (AI) se definió a partir de la visibilidad del Proyecto, entendida como la distancia máxima a la que sus componentes permanecen perceptibles en el territorio. Sobre esa distancia se trazó un buffer perimetral que establece el límite exterior del AI, de modo que esta unidad corresponde a la envolvente dentro de la cual los elementos del Proyecto son susceptibles de ser percibidos y, por tanto, de generar la afectación de mayor alcance identificada.

Una vez realizados los procesos y analizada la información, se obtuvieron los polígonos que se muestran en la siguiente figura, mismos que cuentan con las características solicitadas, entre las cuales destacan:

- Están delimitados en un sistema de proyección UTM 14N Datum WGS 1984.
- Contienen una continuidad en sus procesos ecológicos.
- Son adecuados en forma, tamaño y ubicación respecto al Proyecto.
- Representan una unidad de análisis adecuada para el Proyecto.

Consulta Pública

Mapa 6: Delimitación de la RE y AI



El Área del Proyecto (AP), es el área directamente afectada por la construcción de la infraestructura (temporal y permanente) y se localiza en el municipio de Reynosa, Tamaulipas.

Una vez definidos la RE y AP se procedió a describir la línea de base, esto se realizó considerando la compilación y el análisis de información bibliográfica existente. Posteriormente se realizaron visitas a campo para el reconocimiento de la zona y recopilación de información específica tanto del medio físico, biótico y social. Además de definir y evaluar la línea base ambiental, se identificaron los patrones de cambio observados en los últimos años, con la finalidad de poder extrapolar el estado del medio ambiente en el corto, mediano y largo plazo.

Las dimensiones de las superficies de cada área se definen a continuación:

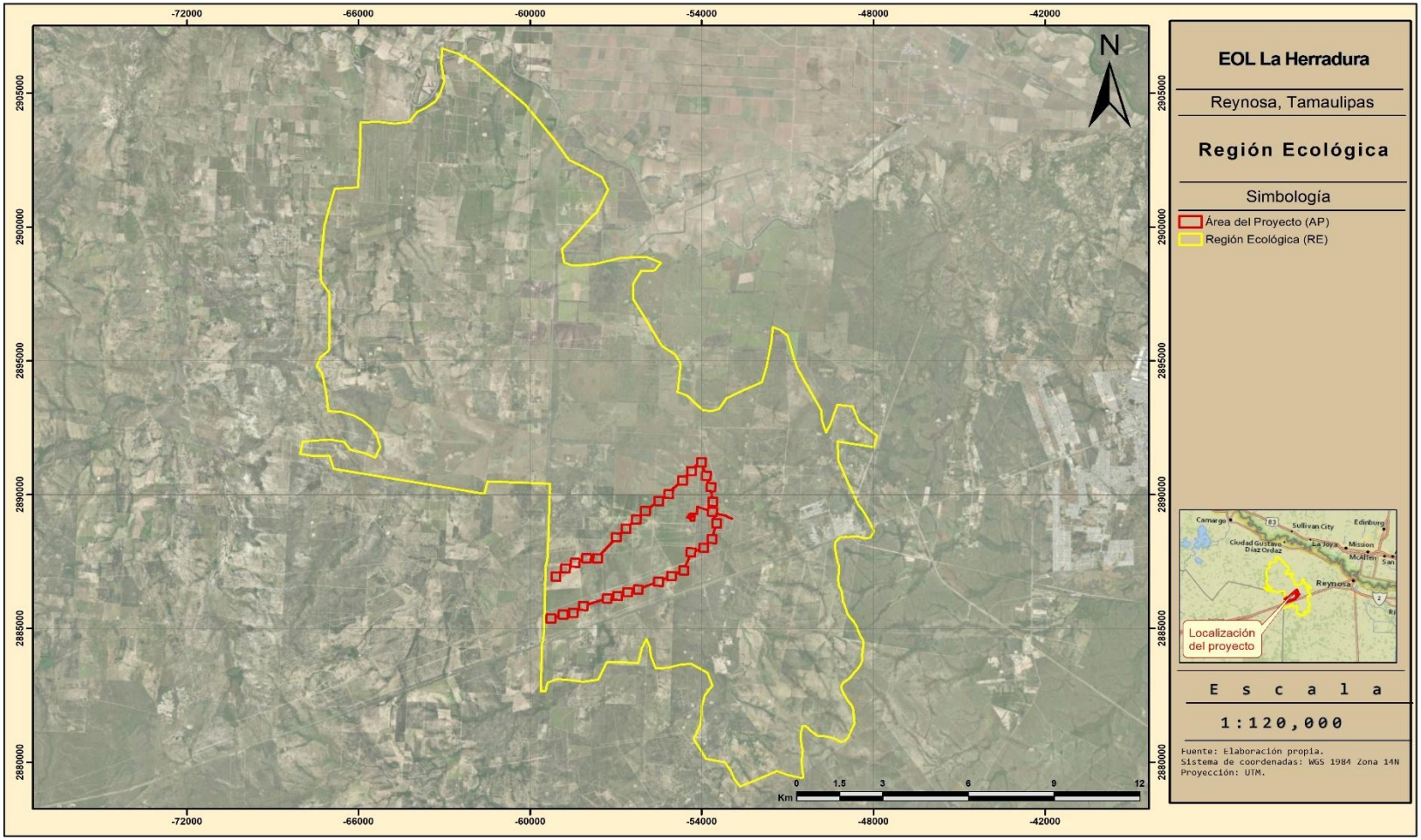
- Región Ecológica (RE) **25,466.5219ha**
- Área de Influencia (AI) **509.7191ha**
- Área del Proyecto (AP) **306.5782**
    - Cambio de Uso de Suelo **291.3825ha**

Cabe mencionar que dentro de la superficie del AP se requerirá el CUS de 291.3825ha, correspondientes a la superficie de infraestructura como lo es el área de los aerogeneradores, áreas de bess, caminos internos, canaletas, concretera, red de media tensión, SE elevadora y obras temporales (Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco).

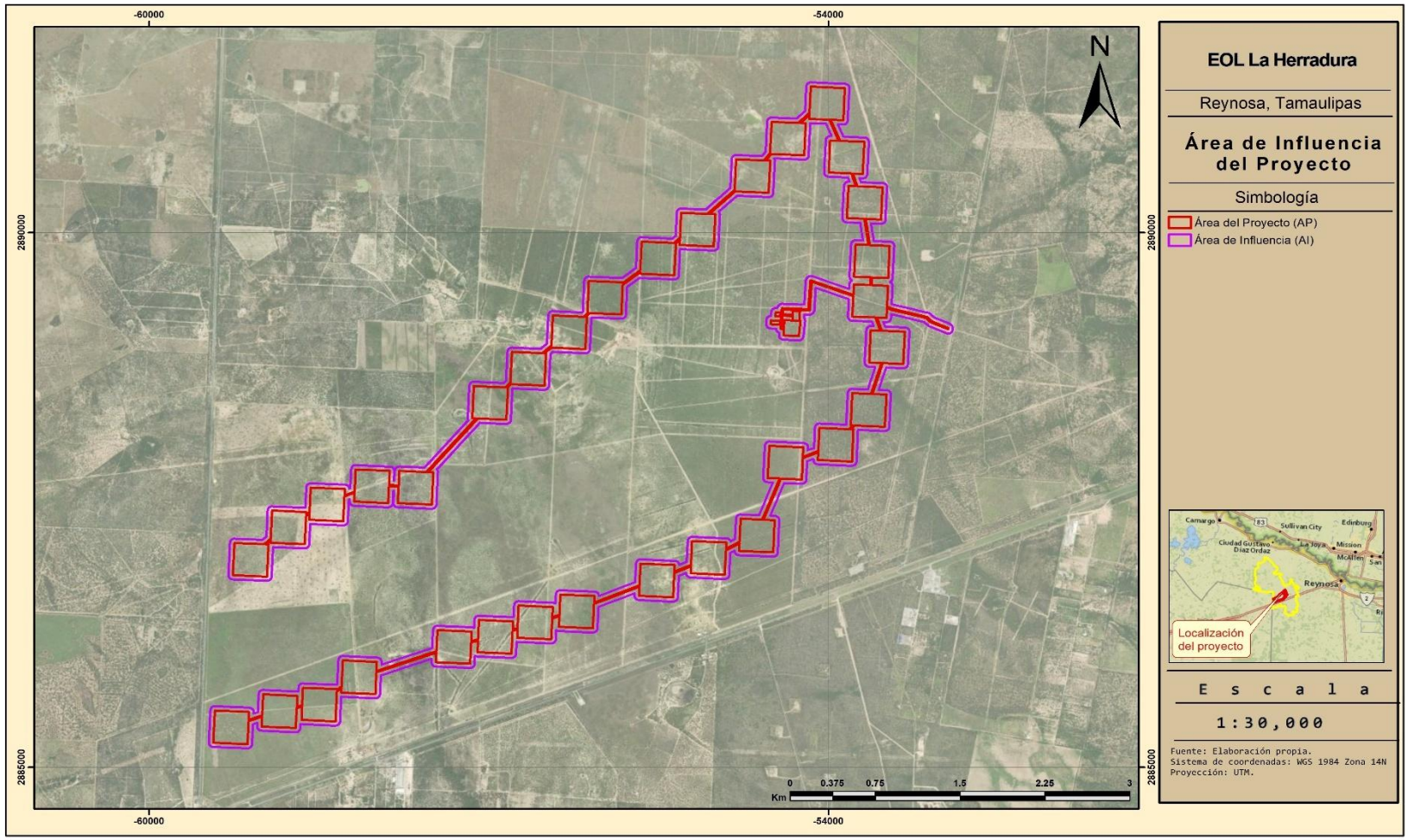
Todas las coordenadas de cada uno de los vértices que delimitan la poligonal de las tres áreas se adjuntan en hojas de cálculo de Microsoft Excel, llamada "Coordenadas" con formato .xls y .csv, en el anexo del capítulo 1. Estas coordenadas se encuentran en el sistema proyectado Universal Transversa de Mercator (UTM), Datum WGS 1984. Zona 14N.

Consulta Pública

Mapa 7: Región Ecológica (RE)



Mapa 8: Área de Influencia (AI)



3.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DE LA REGIÓN ECOLÓGICA

La RE delimitada para el Proyecto se encuentra dividida entre dos municipios del estado de Tamaulipas, encontrándose la porción norte-occidental en Gustavo Diaz Ordaz y el sur-oriental en Reynosa.

La provincia fisiográfica a la que pertenece la RE es Grandes Llanuras de Norteamérica, en su porción mexicana correspondiente a la subprovincia Llanuras de Coahuila y Nuevo León, estas subprovincia se caracteriza por forma parte de la región conocida como Llanura Costera o Plano Inclinado, caracterizada por llanos interrumpidos por lomeríos dispersos, bajos y de pendientes suaves, constituidos por conglomerados, el sistema de topoformas dominante en la RE corresponde a Lomerío de Laderas Tendidas con Llanuras, es decir, un conjunto de lomas de laderas extendidas combinadas con áreas continuas relativamente planas, sin elevaciones o depresiones prominentes.

Debido a esto y a que la tierra está distribuida de manera adecuada, el terreno ha sido utilizado para el desarrollo de sectores como la agricultura, permitiendo el cultivo principalmente de pastizal cultivado, para alimento de ganadería, desarrolladas por las localidades rurales dispersas dentro de la RE.

Esto se corrobora con las visitas realizadas a camp; donde se puede observar que, la mayoría de la RE, está conformado por zonas destinadas a la agricultura y pastizal cultivado.

Dichas actividades han ocasionado la fragmentación del hábitat y de la vegetación natural, pudiendo apreciarse remantes de vegetación, que corresponden a la fase de sucesión de vegetación secundaria de matorral espinoso tamaulipeco.

Por otro lado, este cambio de uso de suelo ha propiciado la presencia de fauna asociada al disturbio, como lo son los perros callejeros, ratas, zanates y los tordos (aves indicativas de actividades antropogénicas).

En cuanto a vialidades e infraestructura La RE se encuentra atravesada por vías de comunicación que funcionan como límites físicos, entre ellas destacan la carretera federal libre México 40 (Monterrey-Reynosa), la autopista de cuota 40D Monterrey-Reynosa, ubicada en el extremo noroccidental; ambas vialidades se complementan con una red de caminos rurales y de terracería que comunican a las localidades dispersas dentro y en el entorno de la RE.

No se identifican dentro de la RE actividades industriales de alto impacto.

Es debido a estas características que la RE presenta alteración, ya que se observan indicadores de perturbación y la perdida de los elementos naturales.

Considerando esto, se procedió a analizar las condiciones actuales de los indicadores ambientales dentro de la RE.

Los indicadores ambientales se pueden describir como "medidas físicas, químicas, biológicas o socioeconómicas que mejor representan los elementos clave de un ecosistema o de un tema ambiental". En este caso, los indicadores ambientales que deberán analizarse a razón de evaluar los

Consulta Pública

impactos que el Proyecto generará son flora, fauna, suelo, agua, calidad escénica y paisaje, así como el medio socioeconómico.

3.3 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DE LA CALIDAD AMBIENTAL DE LA RE, MEDIO ABIÓTICO

Los componentes abióticos son los distintos componentes que determinan el espacio físico en el cual habitan los seres vivos; entre los más importantes son: el agua, la temperatura, el suelo, la humedad y el aire.

3.3.1 Clima

El clima comprende valores estadísticos sobre los elementos del tiempo atmosférico en una región durante un período representativo: temperatura, humedad, presión, viento y precipitaciones, principalmente. Estos valores se obtienen con la recopilación de forma sistemática y homogénea de la información meteorológica, durante períodos que se consideran suficientemente representativos, de 30 años como mínimo. Estas épocas necesitan ser más largas en las zonas subtropicales y templadas que en la zona intertropical, especialmente, en la faja ecuatorial, donde el clima es más estable y menos variable en lo que respecta a los parámetros climáticos.

Los factores naturales que afectan al clima son la latitud, altitud, orientación del relieve, continentalidad (o distancia al mar) y corrientes marinas. Según se refiera al mundo, a una zona o región, o a una localidad concreta se habla de clima global, zonal, regional o local (microclima), respectivamente.

El clima es un sistema complejo por lo que su comportamiento es difícil de predecir. Por una parte, hay tendencias a largo plazo debidas normalmente a variaciones sistemáticas como la de la concentración de los gases de efecto invernadero, la de la radiación solar o los cambios orbitales.

Para el estudio del clima hay que analizar los elementos del tiempo: la temperatura, la humedad, la presión, los vientos y las precipitaciones. De ellos, las temperaturas medias mensuales y los montos pluviométricos mensuales son los datos más importantes que normalmente aparecen en los gráficos climáticos

3.3.1.1 Tipos de clima

Las fórmulas para los tipos de clima de acuerdo con la clasificación de Köppen, modificado por Enriqueta García (García, E. 1964), que se encuentran la RE es:

- **BS1(h')hx´**
- **BSo(h´)hx´**

Mientras que, en la AI y AP, se encuentra dentro de la siguiente clasificación:

- **BSo(h´)(x´)**

Donde, según las definiciones del Diccionario de Datos Climáticos de INEGI (INEGI 2001):

B: Seco donde las temperaturas diversas y la evaporación excede a la precipitación.

Consulta Pública

S1: Semiseco mayor de 22.9

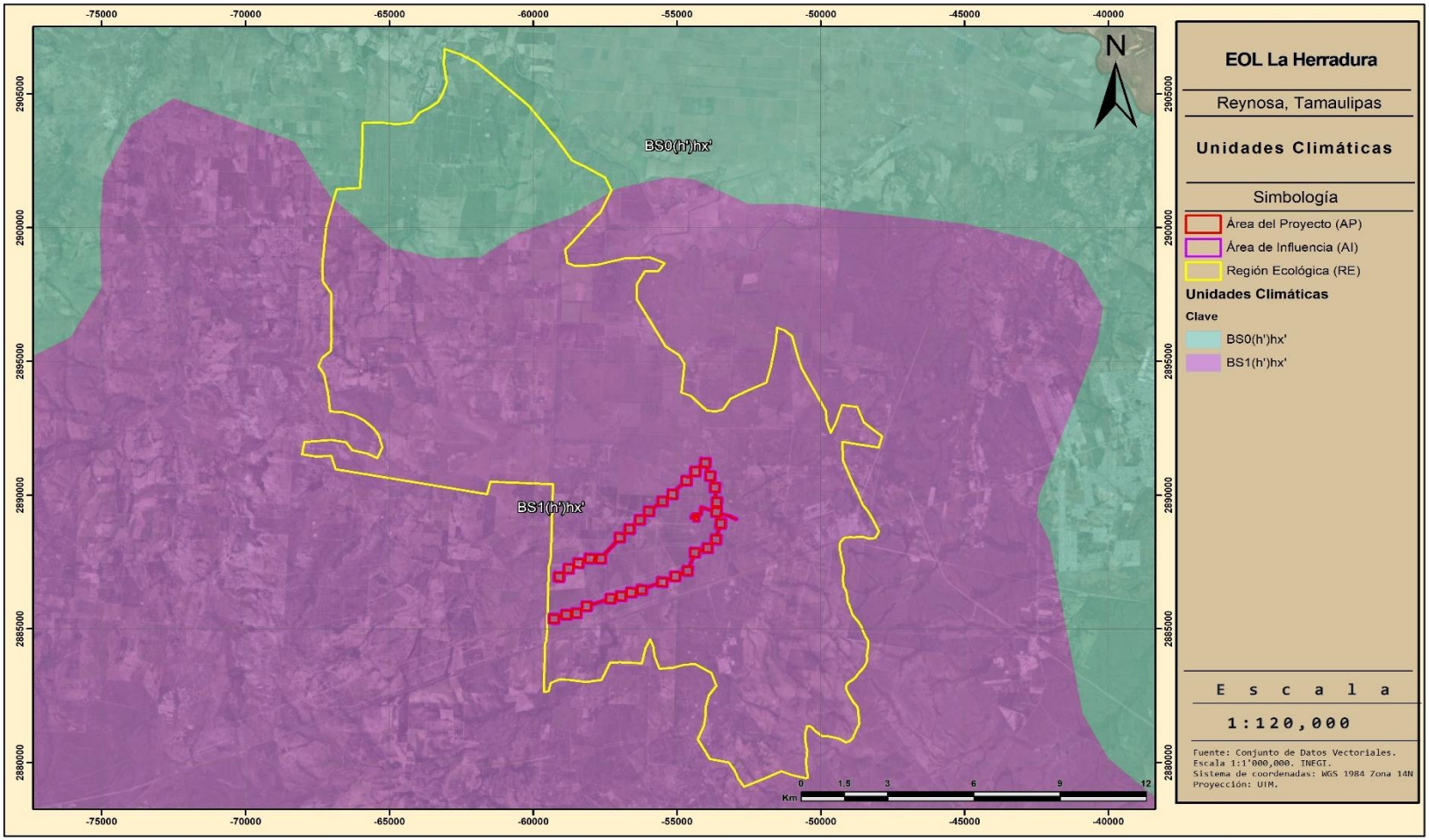
So: Seco menor de 22.9

(h´) Muy cálido de los secos con temperaturas medias, anual >22°C y del mes más frío <18°C

(x´): Subhúmedo son aquellos cuyo régimen de lluvias es de verano, escasas todo el año o de invierno.

Consulta Pública

Mapa 9: Unidades Climáticas, INEGI (2008)



Los datos mensuales y anuales de temperatura y precipitación fueron recopilados mediante el "POWER Data Access Viewer" v2.4.2, perteneciente a la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA), ingresando las coordenadas del AP y seleccionando los parámetros a reportar. Esta herramienta cuenta con los datos registrados en un periodo de 43 años (1981 – 2024), de los cuales se obtuvieron promedios mensuales y anuales, mismos que se presentan a continuación:

3.3.1.1.1 Temperatura

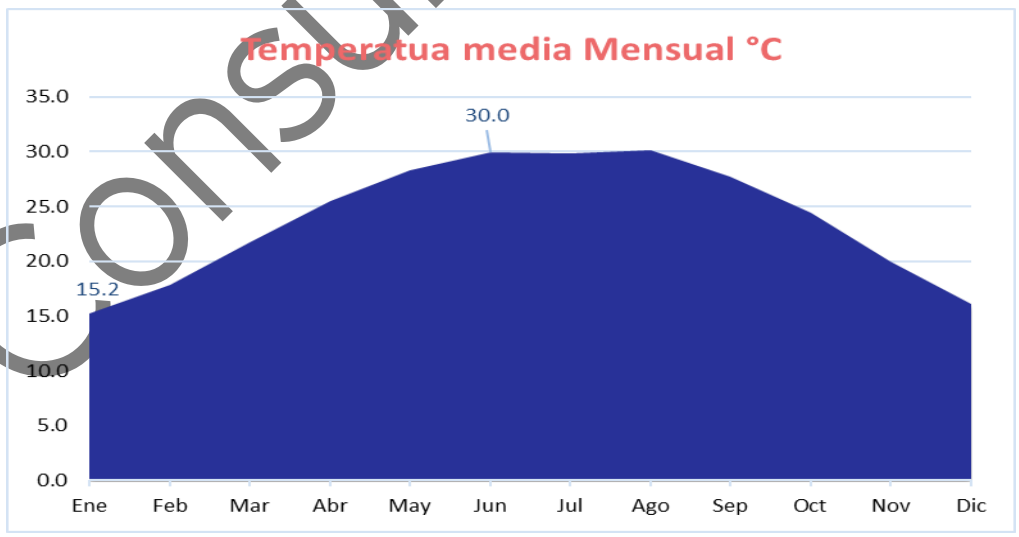
La temperatura media normal más baja se presenta en el mes de enero con **15.2°C** y la más alta en el mes de agosto con **30.0°C**. La temperatura media normal anual registrada es de **23.8°C**.

Según las Isotermas medias anuales, escala 1:1'000,000 de CONABIO, el rango de temperatura presente en la RE, AI y AP va desde los **22°C hasta los 24°C**.

Tabla 1: Temperatura Media Mensual, NASA

Temperatura Media Mensual °C (1981 – 2024)												
Meses												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
15.2	17.8	21.6	25.5	28.3	29.9	29.8	30.0	27.6	24.4	19.9	16.1	**23.8**
Fuente: POWER Data Access Viewer, v2.0.0, NASA												

Figura 2: Gráfico, Temperatura Media Mensual.



Consulta Pública

3.3.1.1.2 Temperaturas extremas

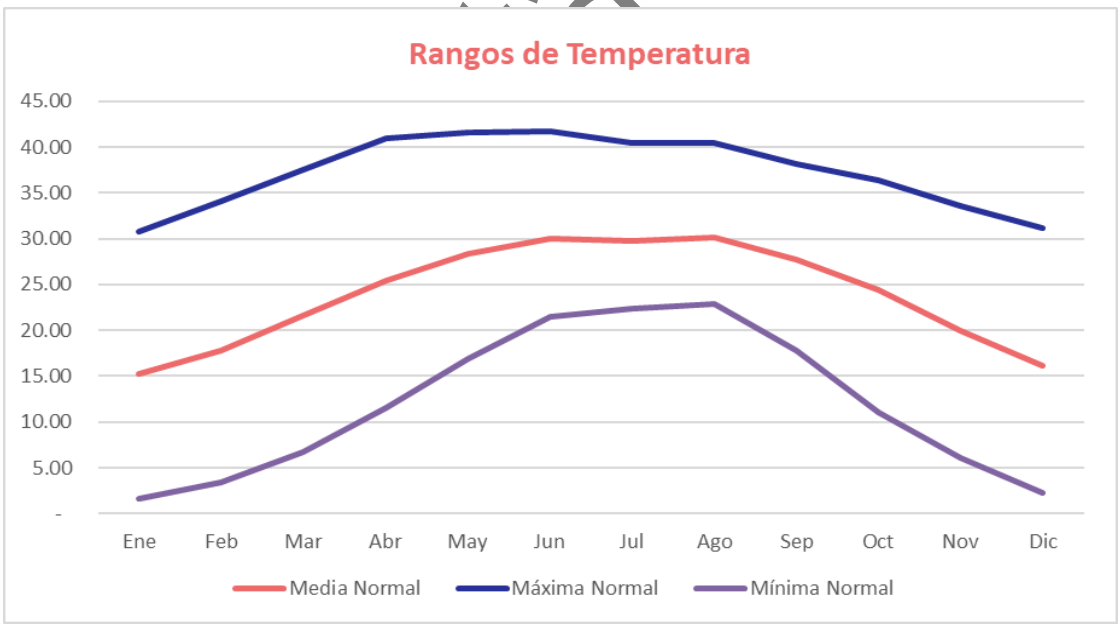
La temperatura máxima normal anual registrada es de **37.2°C**; la máxima diaria más alta se registra durante el mes de **junio,** con **41.7°C.**

La temperatura mínima normal anual registrada es de **11.9°C** y la mínima diaria más baja se registra durante los meses de **enero**, con **1.6°C**.

Tabla 2: Temperaturas Extremas

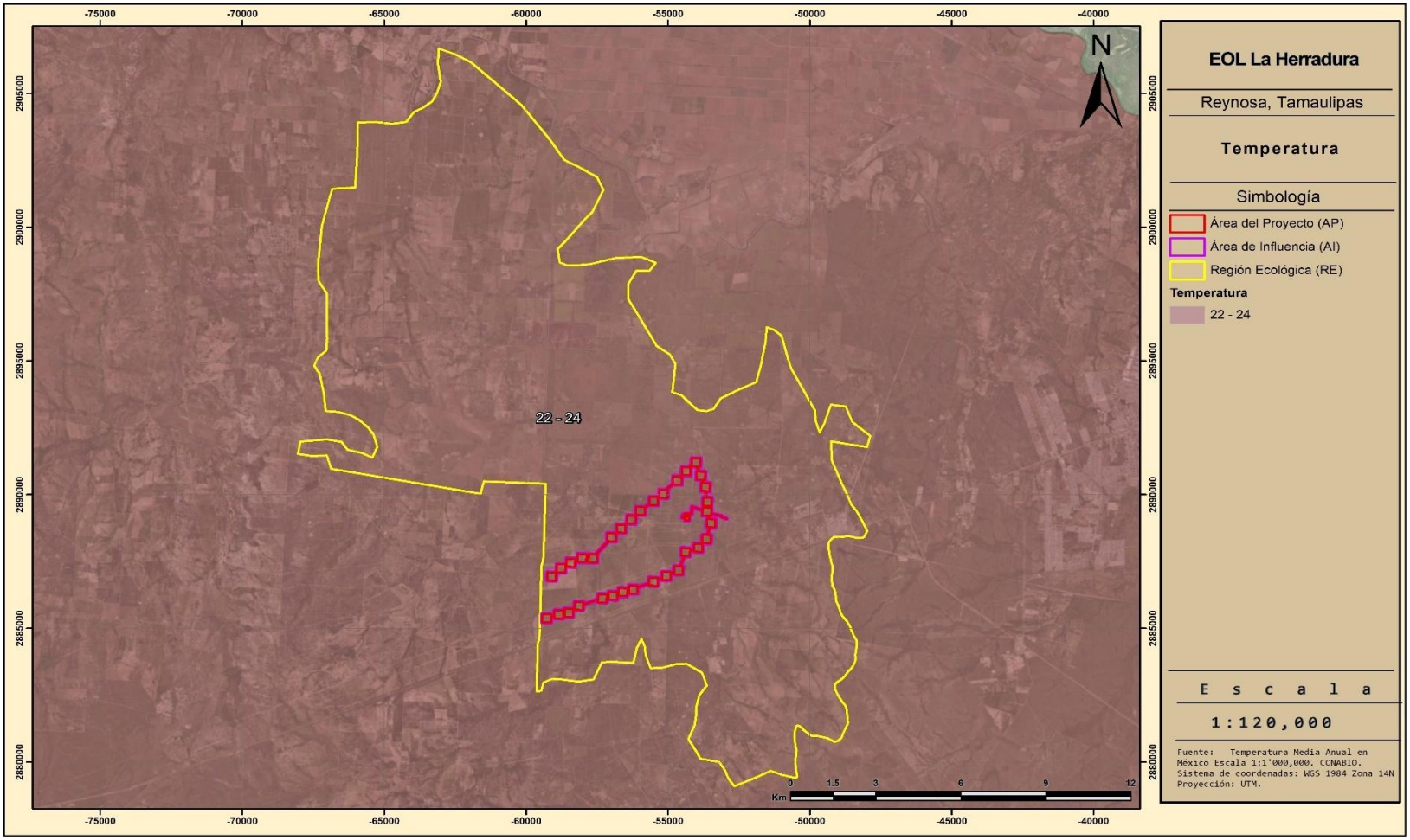
Rangos de temperatura extremas °C													
Concepto	**Ene**	**Feb**	**Mar**	**Abr**	**May**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Sep**	**Oct**	**Nov**	**Dic**	**Anual**
Media normal	**15.2**	17.8	21.6	25.5	28.3	29.9	29.8	30.0	27.6	24.4	19.9	16.1	**23.8**
Máxima normal	**30.8**	34.1	37.4	40.9	41.5	41.7	40.4	40.4	38.2	36.3	33.6	31.1	**37.2**
Mínima normal	**1.6**	3.4	6.7	11.6	16.9	21.5	22.3	22.9	17.7	10.9	5.9	2.2	**11.9**
Coordenadas de localización							**Latitud: 26.015118°**						
							Longitud -98.548335°						
Fuente: POWER Data Access Viewer, v2.0.0, NASA													

Figura 3: Gráfico, Temperaturas Extremas.



Versión Pública

Mapa 10: Rangos de Temperatura, CONABIO.



3.3.1.2 Precipitación

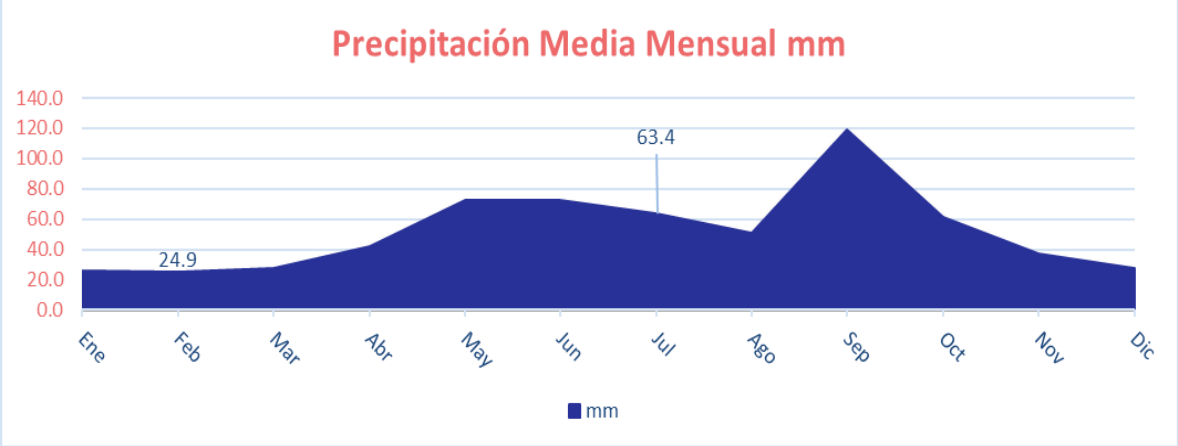
En el área de estudio, la temporada de lluvias se presenta dentro del periodo de mayo a octubre (régimen de lluvias de verano). El mes de septiembre presenta la mayor cantidad de incidencia pluvial, con un registro de **118.1mm**. Por el contrario, el mes más seco es febrero, con un valor promedio de **24.7mm.** Así mismo la precipitación normal anual en esta zona es de **625.8mm**.

La precipitación dentro de la RE,AI y AP va de los **201 a los 2,000 mm**, según los datos de Precipitación total anual, escala 1:1'000,000 de CONABIO.

Tabla 3: Precipitación media

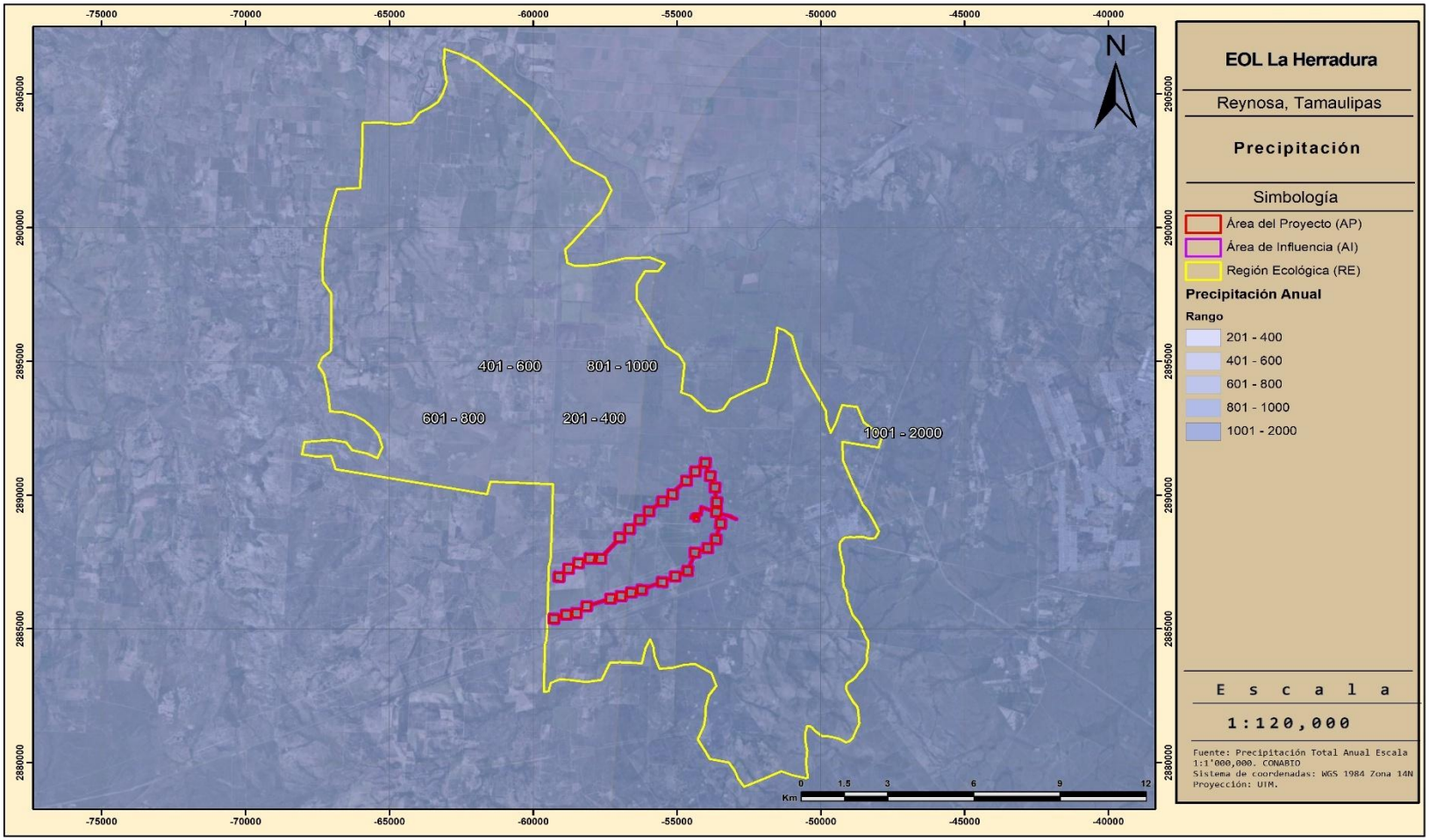
Precipitación Media Mensual mm (1981 – 2024)											
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
26.3	24.7	27.7	42.0	72.1	74.2	61.8	51.6	118.15	61.9	37.4	27.5	**625.8**
Coordenadas de localización						**Latitud: 26.015118°**						
						Longitud: -98.548335						
Fuente: POWER Data Access Viewer, v2.0.0, NASA												

Figura 4: Grafico, Precipitación media



Pública

Figura 5: Rango de precipitación



3.3.1.3 Evapotranspiración

Los valores de evaporación para el área de estudio se calcularon mediante el método de Turc (1961), utilizando los datos climatológicos, proporcionados por la estación "Espinazo" (19119) de CONAGUA; de radiación solar y humedad relativa, proporcionados por la por la Administración Nacional de Aeronáutica y Espacio (NASA, por sus siglas en inglés, 2017); así como de radiación solar extraterrestre y de número de horas de sol máximas publicadas por Javier Almorox Alonso, en las tablas de la Universidad Politécnica de Madrid (2010), utilizando los datos pertenecientes a la latitud del AP (26).

Cálculo de la E.T.P. Evapotranspiración potencial mensual (mm)

$$ETP_{TURi} = f_i - [tm_i / (tm_i + 15)] * [R_i + 50] * C_i$$

Donde:

f_i = Factor de corrección mensual: 0.37 para febrero; 0.4 para el resto de los meses.
tm_i = Temperatura media mensual (C°).
R_i = Radiación solar global media en el suelo (MJ/m-2/día-1), calculada por medio de la expresión:

$$R_i = Rtt\ (0.18 + 0.62 * (n_i / N_i))$$

Donde:

Rtt = Radiación solar extraterrestre (MJ/m-2/día-1)
ni = Horas de insolación reales (h/día)
Ni = Horas de insolación máxima (h/día)

Consulta Pública

Tabla 4: Radiación Solar global media

Radiación Solar Extraterrestre (Cal/cm²/día)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Rtt	23.4	28.1	33	37.4	39.8	40.6	40.2	38.4	34.9	30	24.9	22.3
n_i	4.19	4.55	4.70	4.77	5.10	6.43	6.07	6.29	5.09	5.51	4.70	4.06
N_i	10.7	11.3	12	12.7	13.4	13.8	13.6	13.1	12.3	11.6	10.9	10.5
R_i	9.888	12.069	13.949	15.446	16.556	19.029	18.360	18.347	15.230	14.242	11.139	9.355

C_i = Factor de corrección para zonas áridas, en función de la humedad relativa del mes:

C_i = 1; si HR > 50%

C_i = 1+ [(50-HR) / 70]

Tabla 5: Factor de corrección para zonas áridas

Radiación Solar Extraterrestre (Cal/cm²/día)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Humedad relativa	69.03	66.4	62.13	59.98	63.38	63.3	64.02	63.39	70.42	69.93	69.88	69.79
Factor de correción	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Sustituyendo los datos en el cálculo para la ETP:

Consulta Pública

Tabla 6: Evapotranspiración mensual Turc (1961)

Radiación Solar Extraterrestre (Cal/cm²/día)													
	Ene	**Feb**	**Mar**	**Abr**	**May**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Sep**	**Oct**	**Nov**	**Dic**	
fi	0.4	0.37	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	
tm	15.2	17.8	21.7	25.5	28.3	30.0	29.8	30.1	27.7	24.5	20.0	16.2	
Ri	9.89	12.07	13.95	15.45	16.56	19.03	18.36	18.35	15.23	14.24	11.14	9.35	
Ci	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	Anual
ETP	**12.059**	**12.479**	**15.114**	**16.479**	**17.400**	**18.398**	**18.188**	**18.246**	**16.930**	**15.932**	**13.972**	**12.310**	**187.48**

Consulta Pública

Por lo que, en el área de estudio, la evapotranspiración anual alcanza los **187.48mm**, lo que representa el **29.96%** de la precipitación total anual de **625.8mm.**

Figura 6: Valores de Radiación Solar Extraterrestre[1]

TABLA: RADIACIÓN SOLAR EXTRATERRESTRE

Lat º Norte	HEMISFERIO NORTE Ra en MJ ·m^{-2}·día^{-1}											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0.0	36.1	37.6	38.0	36.8	34.8	33.4	33.8	35.5	37.1	37.4	36.5	35.7
2.0	35.3	37.1	37.9	37.1	35.4	34.2	34.5	36.0	37.2	37.1	35.8	34.8
4.0	34.5	36.6	37.7	37.4	36.0	34.9	35.2	36.4	37.3	36.8	35.1	33.9
6.0	33.6	36.0	37.5	37.6	36.6	35.6	35.8	36.8	37.3	36.4	34.3	33.0
8.0	32.7	35.4	37.3	37.8	37.1	36.3	36.4	37.2	37.2	35.9	33.5	32.1
10.0	31.8	34.7	37.0	38.0	37.5	36.9	37.0	37.5	37.1	35.4	32.7	31.1
12.0	30.9	34.0	36.7	38.0	38.0	37.5	37.6	37.8	37.0	34.9	31.8	30.1
14.0	29.9	33.3	36.3	38.1	38.4	38.1	38.0	38.0	36.8	34.3	30.9	29.0
16.0	28.9	32.5	35.8	38.1	38.7	38.6	38.5	38.2	36.6	33.7	30.0	27.9
18.0	27.8	31.7	35.4	38.1	39.0	39.1	38.9	38.3	36.4	33.0	29.1	26.9
20.0	26.7	30.8	34.8	38.0	39.3	39.5	39.3	38.4	36.0	32.3	28.1	25.7
22.0	25.6	29.9	34.3	37.8	39.5	39.9	39.6	38.4	35.7	31.6	27.0	24.6
24.0	24.5	29.0	33.7	37.7	39.7	40.3	39.9	38.5	35.3	30.8	26.0	23.4
26.0	23.4	28.1	33.0	37.4	39.8	40.6	40.2	38.4	34.9	30.0	24.9	22.3
28.0	22.2	27.1	32.4	37.2	39.9	40.9	40.4	38.3	34.4	29.2	23.8	21.1

Figura 7: Valores de Hora Sol Máximas[2]

NÚMERO DE HORAS DE SOL MÁXIMAS

Tabla: Número de horas de sol máximas (h/día) para el hemisferio Norte (calculadas para el día 15 de cada mes).

Lat. º N	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1
2	12.0	12.1	12.1	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.1	12.1	12.0	12.0
4	11.9	12.0	12.1	12.2	12.3	12.4	12.3	12.3	12.1	12.0	11.9	11.9
6	11.8	11.9	12.1	12.2	12.4	12.5	12.4	12.3	12.2	12.0	11.9	11.8
8	11.7	11.9	12.1	12.3	12.5	12.6	12.5	12.4	12.2	12.0	11.8	11.7
10	11.6	11.8	12.1	12.3	12.6	12.7	12.7	12.5	12.2	11.9	11.7	11.5
12	11.5	11.7	12.0	12.4	12.7	12.8	12.8	12.5	12.2	11.9	11.6	11.4
14	11.4	11.7	12.0	12.4	12.8	12.9	12.9	12.6	12.2	11.8	11.5	11.3
16	11.3	11.6	12.0	12.5	12.9	13.1	13.0	12.7	12.2	11.8	11.4	11.2
18	11.2	11.5	12.0	12.5	13.0	13.2	13.1	12.8	12.3	11.8	11.3	11.1
19	11.1	11.5	12.0	12.6	13.0	13.3	13.2	12.8	12.3	11.7	11.3	11.0
20	11.0	11.5	12.0	12.6	13.1	13.3	13.2	12.8	12.3	11.7	11.2	10.9
21	11.0	11.4	12.0	12.6	13.1	13.4	13.3	12.9	12.3	11.7	11.2	10.9
22	10.9	11.4	12.0	12.6	13.2	13.5	13.4	12.9	12.3	11.7	11.1	10.8
23	10.9	11.4	12.0	12.7	13.2	13.5	13.4	13.0	12.3	11.7	11.1	10.7
24	10.8	11.3	12.0	12.7	13.3	13.6	13.5	13.0	12.3	11.6	11.0	10.7
25	10.7	11.3	12.0	12.7	13.3	13.7	13.6	13.0	12.3	11.6	10.9	10.6
26	10.7	11.3	12.0	12.7	13.4	13.8	13.6	13.1	12.3	11.6	10.9	10.5

[1] Universidad Politécnica de Madrid: http://ocw.upm.es/ingenieria-agroforestal/climatologia-aplicada-a-la-ingenieria-y-medioambiente/contenidos/tema-3/TABLA-RADIACION-SOLAR- EXTRATERRESTRE. pdf/view? set_l anguage=en

[2] Universidad Politécnica de Madrid: http://ocw.upm.es/ingenieria-agroforestal/climatologia-aplicada-a-la-ingenieria-y-medioambiente/contenidos/tema-3/TABLA-NUMERO-DE-HORAS-DE-SOL-MAXIMAS.pdf

3.3.1.4 Vientos dominantes (dirección y velocidad en forma mensual y anual

El viento es un elemento climatológico definido como el aire en movimiento y se describe por dos características: la velocidad y la dirección. Debido a esto, es que se considera un vector con magnitud (dada por la velocidad) y dirección.

Los datos de velocidad de los vientos fueron obtenidos mediante el "POWER Data Access Viewer" v2.0.0, perteneciente a la NASA, ingresando las coordenadas del Proyecto y seleccionando los parámetros de viento, como lo son la velocidad (m/s) y la dirección del mismo (grados).

Esta herramienta cuenta con datos climatológicos, registrados en un periodo de 43 años (enero 1981 – diciembre 2024).

De acuerdo a los datos, la velocidad promedio anual del viento es de **3.47m/s**, siendo el mes de julio el que alcanza la velocidad más alta, con **4.23m/s.**

Tabla 7: Dirección y velocidad del viento a 2 m, Power Data Access Viewer (NASA)

Dirección de los vientos													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Velocidad (m/s)	2.94	3.34	3.79	3.94	4.07	4.02	4.23	3.72	2.86	2.94	2.94	2.81	**3.47**
Grados	67.16	105.05	120.71	125.59	131.33	133.28	137.65	132.59	113.44	118.19	110	76.72	**125.24**
Dirección	NE	E	ESE	ESE	ESE	ESE	SE	ESE	ESE	ESE	E	ENE	**ESE**
Datos climatológicos pertenecientes al periodo: enero 1981 – diciembre 2024													

3.3.2 Fenómenos climatológicos

3.3.2.1 Heladas

Una helada ocurre cuando la temperatura del aire cercano a la superficie del terreno disminuye a 0°C o menos, durante un tiempo mayor a cuatro horas. Generalmente la helada se presenta en la madrugada o cuando está saliendo el sol. La severidad de una helada depende de la disminución de la temperatura del aire y de la resistencia de los seres vivos a ella. Durante los meses fríos del año en México (noviembre-febrero), se presentan temperaturas menores de 0°C debido al ingreso de aire polar continentales, generalmente secas, provenientes de Estados Unidos. Las heladas más intensas están asociadas al desplazamiento de las grandes masas polares que desde finales del otoño, se desplazan de norte a sur sobre el país.

De acuerdo con el Centro Nacional de Prevención de Desastres y debido a la ubicación de la RE, AI y AP; el riesgo por bajas temperaturas es **bajo.**

3.3.2.2 Ciclones (huracanes)

Un huracán tropical o ciclón consiste en una gran masa de aire con vientos fuertes que giran en forma de remolino hacia un centro de baja presión y que está acompañada de lluvias intensas. Los ciclones del hemisferio norte se generan en los océanos Atlántico y Pacífico entre los 5° y 15° de latitud y se desplazan hacia el oeste. Se presentan durante la época cálida.

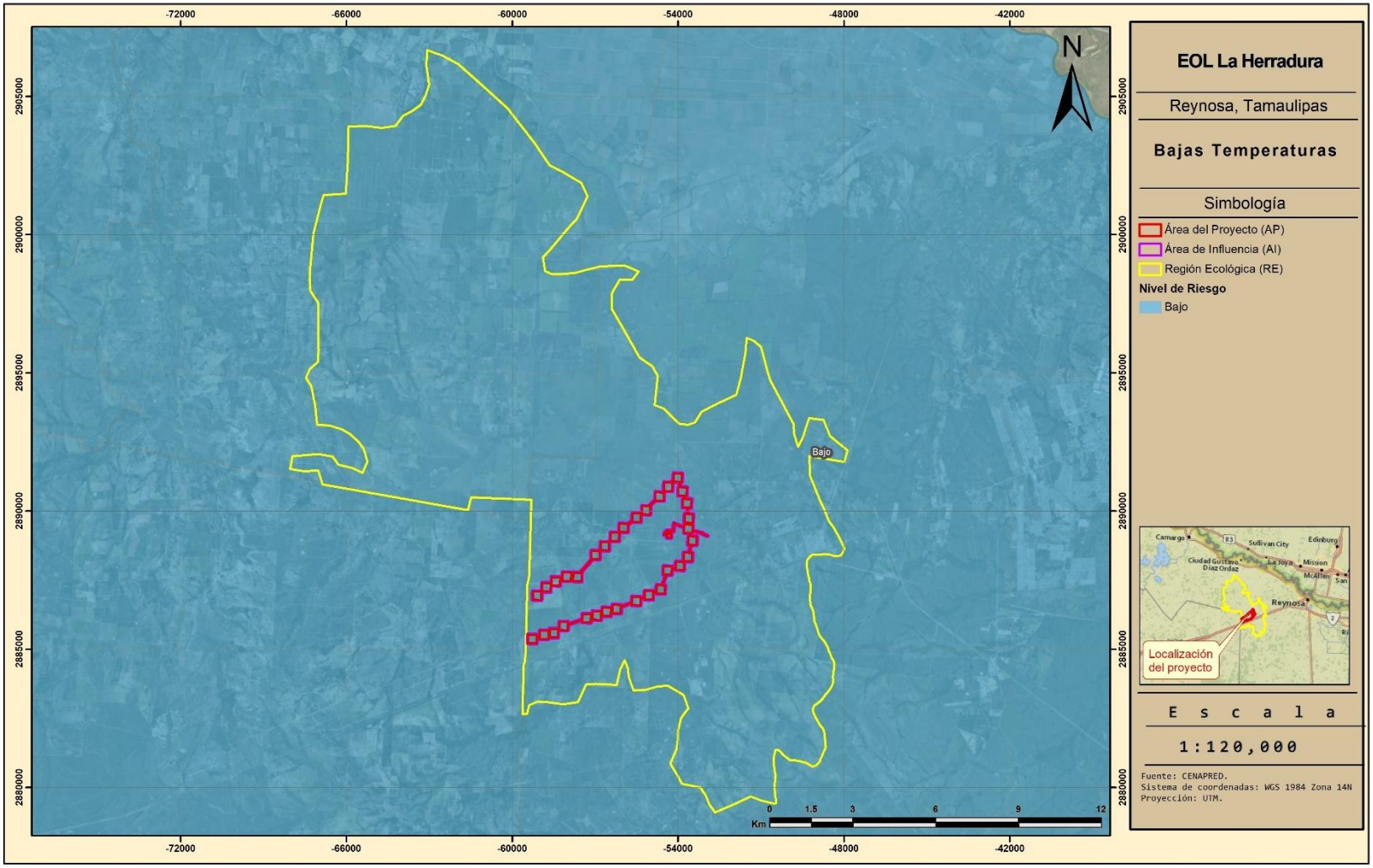
Consulta Pública

Los aspectos destructivos de los ciclones tropicales, que marcan su intensidad, se deben principalmente a cuatro aspectos: viento, oleaje, marea de tormenta y lluvia. Los efectos positivos, es que traen consigo lluvias para las cosechas de temporada, el riego en zonas semiáridas (CENAPRED).

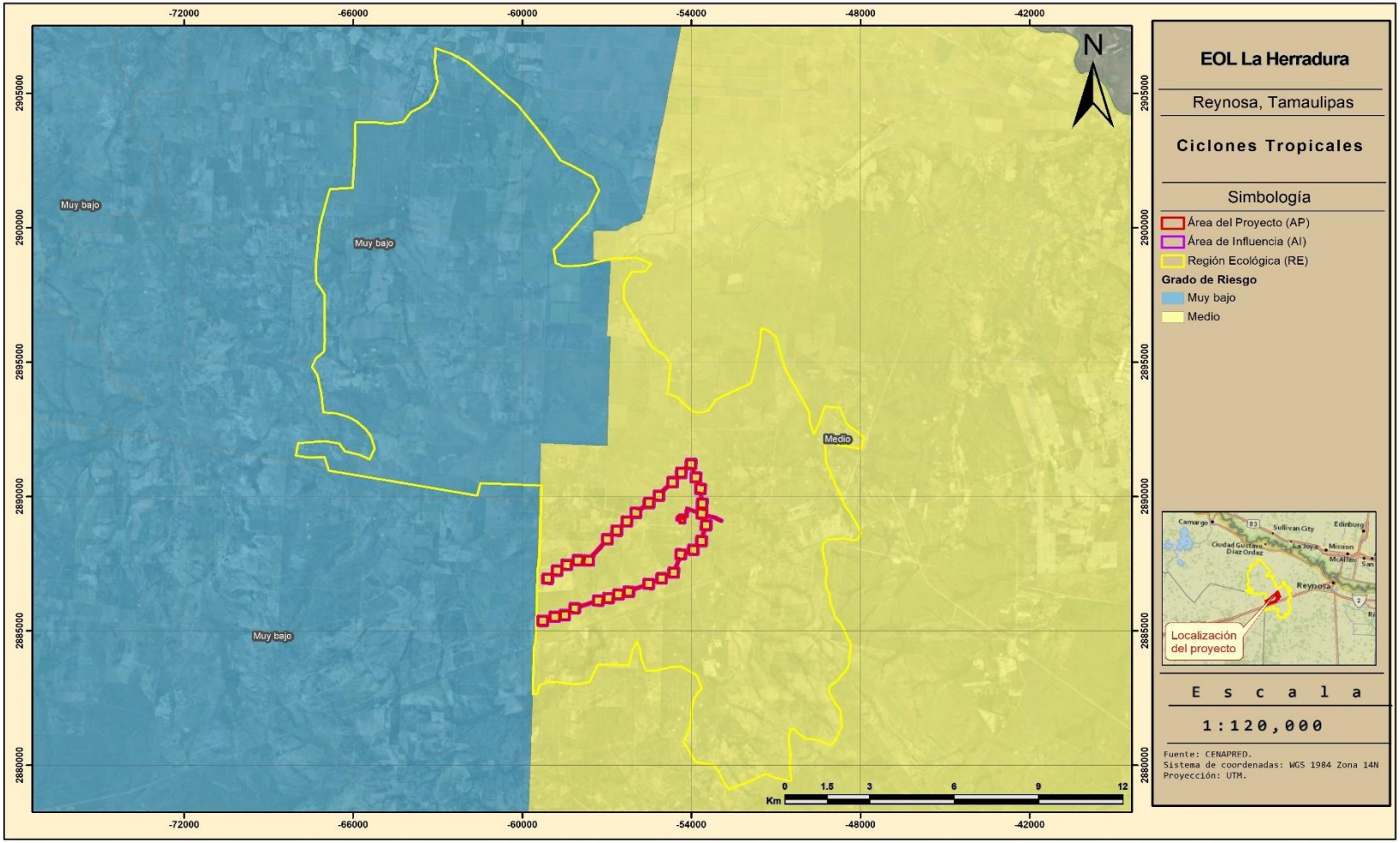
De acuerdo con el Centro Nacional de Prevención de Desastres y debido a la localización de la RE, se encuentra en una zona donde se presenta un riesgo **muy bajo** en la parte occidental, mientras que la parte oriental, presenta un riesgo **medio** a ciclones.
Tanto el AI y AP; el riesgo por ciclones es de **medio.**

Consulta Pública

Mapa 11: Riesgo por Heladas



Mapa 12: Riesgo por ciclones



3.3.2.3 Granizo

El granizo es un tipo de precipitación en forma de piedras de hielo y se forma en las tormentas severas cuando las gotas de agua o los copos de nieve formados en las nubes de tipo cumulunimbus son arrastrados por corrientes ascendentes de aire.

El granizo se forma durante las tormentas eléctricas, cuando las gotas de agua o los copos de nieve formados en las nubes de tipo cumulonimbo son arrastrados verticalmente por corrientes de aire turbulento características de las tormentas. Las piedras de granizo crecen por las colisiones sucesivas de estas partículas de agua muy enfriada, esto es, de agua que está a una temperatura menor que la de su punto de solidificación, pero que permanece en estado líquido. Esta agua queda suspendida en la nube por la que viaja. Cuando las partículas de granizo se hacen demasiado pesadas para ser sostenidas por las corrientes de aire, caen hacia el suelo. Las piedras de granizo tienen diámetros que varían entre 2 mm y 13 cm; las mayores pueden ser muy destructivas. A veces, varias piedras pueden solidificarse juntas formando grandes masas informes y pesadas de hielo y nieve.

Conforme al Atlas Nacional de Riesgos elaborado por el CENAPRED, la RE, AI y AP se encuentra en una zona donde el riesgo por granizo es **muy bajo**.

3.3.2.4 Sequías

La sequía es una condición normal y recurrente del clima. Ocurre o puede ocurrir en todas las zonas climáticas, aunque sus características varían significativamente de una región a otra. Se define como un conjunto de condiciones ambientales atmosféricas de muy poca humedad que se extienden durante un periodo suficientemente prolongado como para que la falta de lluvias cause un grave desequilibrio hidrológico y ecológico.

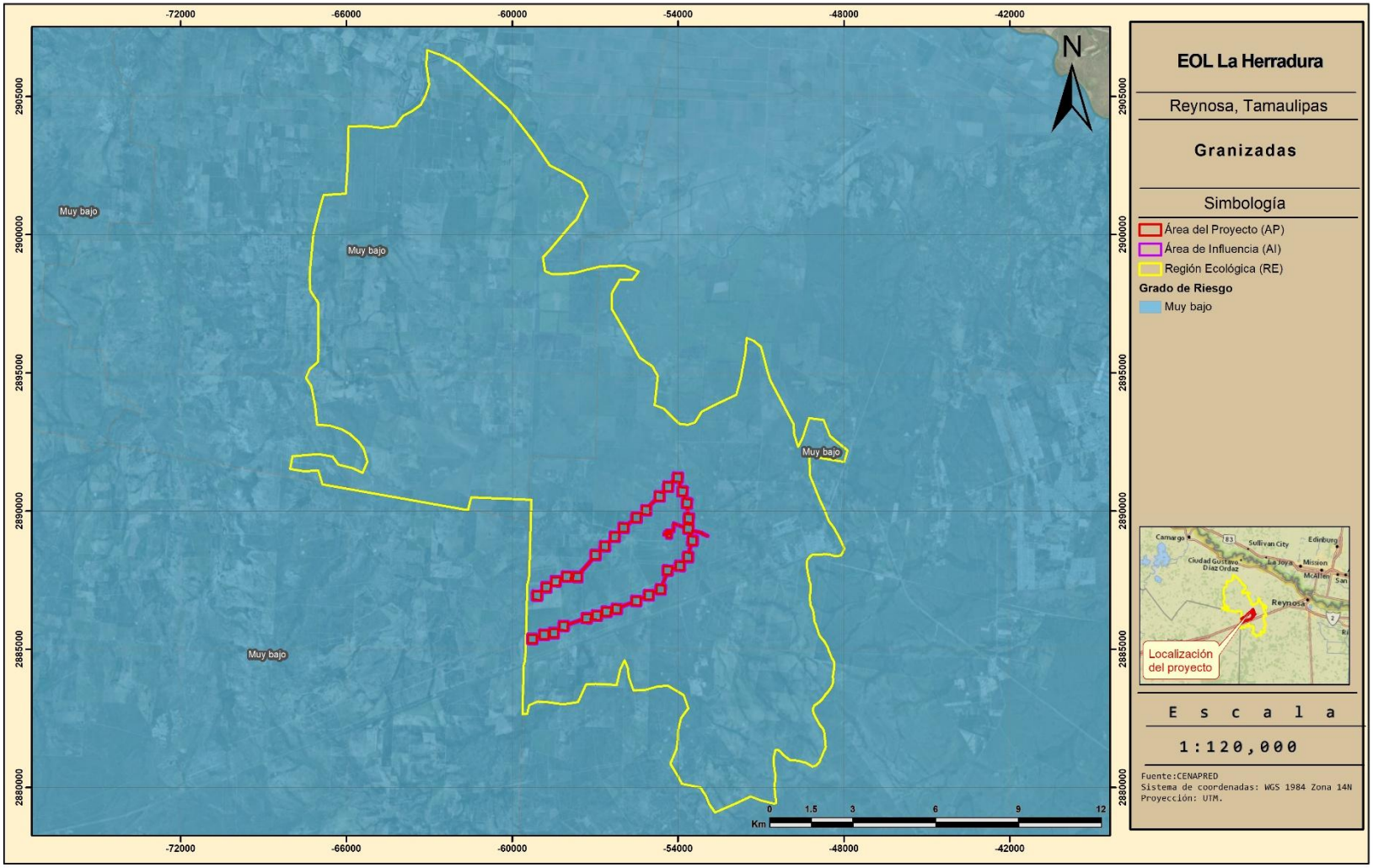
Otros factores climáticos como las altas temperaturas, los vientos fuertes y una baja humedad relativa están frecuentemente asociados con la sequía. Aun cuando el clima es el principal elemento de la sequía, otros factores como el cambio en el uso del suelo (la deforestación, agricultura, zonas urbanas), la quema de combustibles fósiles, las manchas solares, la ocurrencia de El Niño y otros fenómenos, afectan las características hidrológicas de la región. Debido a que las regiones están interconectadas por sistemas hidrológicos, el impacto de la sequía puede extenderse más allá de las fronteras del área con deficiente precipitación.

De acuerdo al Atlas Nacional de Riesgos, la RE, presenta un riesgo por sequia **medio** en su parte occidental, mientras que en la parte oriental es de riesgo **alto.**

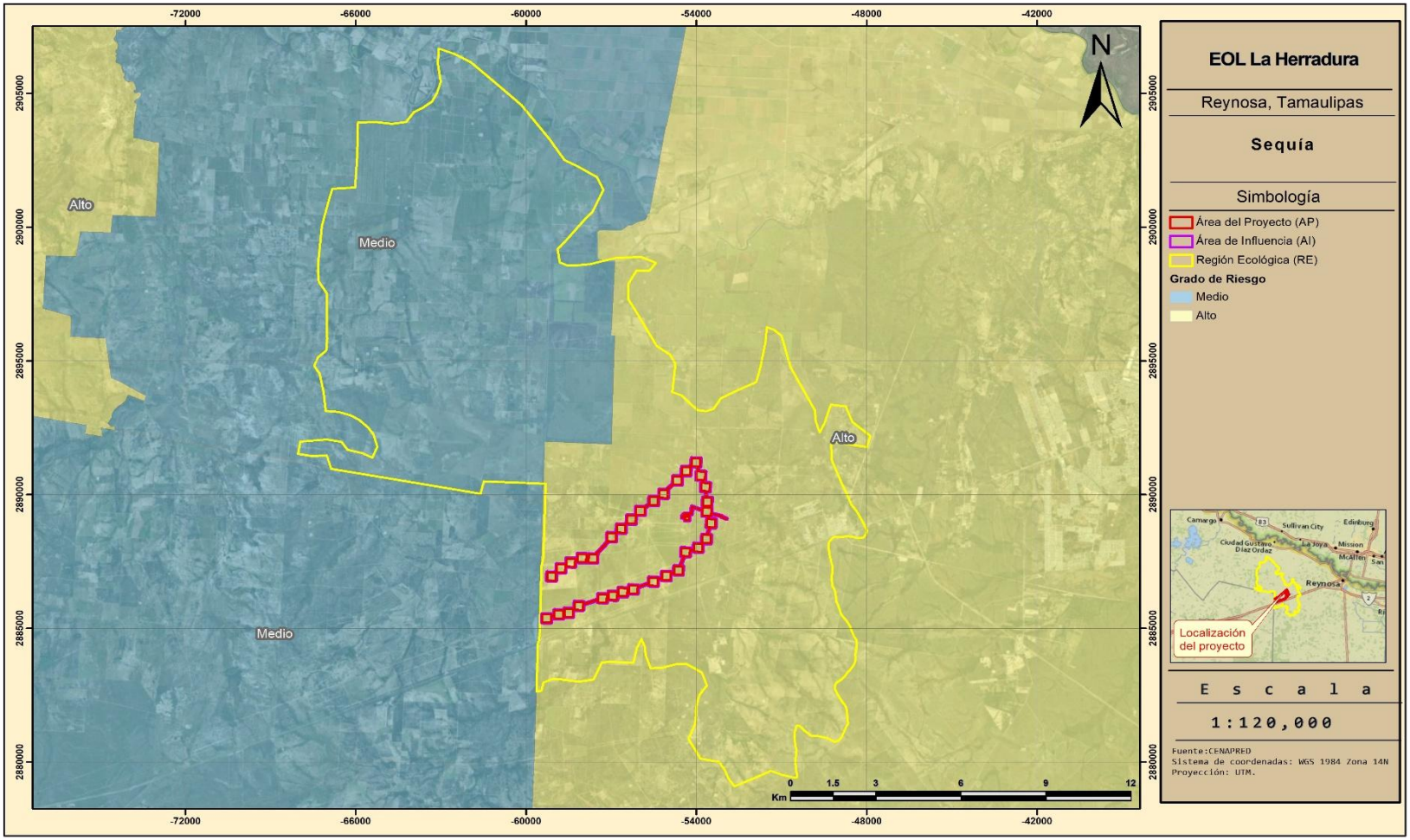
En cuanto al AI y AP se encuentra en una zona con riesgo **alto** por sequía.

Consulta Pública

Mapa 13: Riesgo por granizo



Mapa 14: Riesgo por sequía



3.3.2.5 Inundaciones

Acorde con el Glosario Hidrológico Internacional (OMM, 2012) la definición oficial de inundación es: "Aumento del agua por arriba del nivel normal del cauce". En este caso, "nivel normal" se debe entender como aquella elevación de la superficie del agua que no causa daños, es decir, inundación es una elevación mayor a la habitual en el cauce, por lo que puede generar pérdidas.

CENAPRED en su Atlas Nacional de Riesgo, cataloga a la RE, AI y AP como una zona con riesgo **muy bajo** por inundaciones.

3.3.2.6 Conclusiones

Con base en la información consultada en el Atlas Nacional de Riesgos del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), se concluye que la RE, el AI y el AP presentan condiciones diferenciadas respecto a la susceptibilidad ante fenómenos hidrometeorológicos.

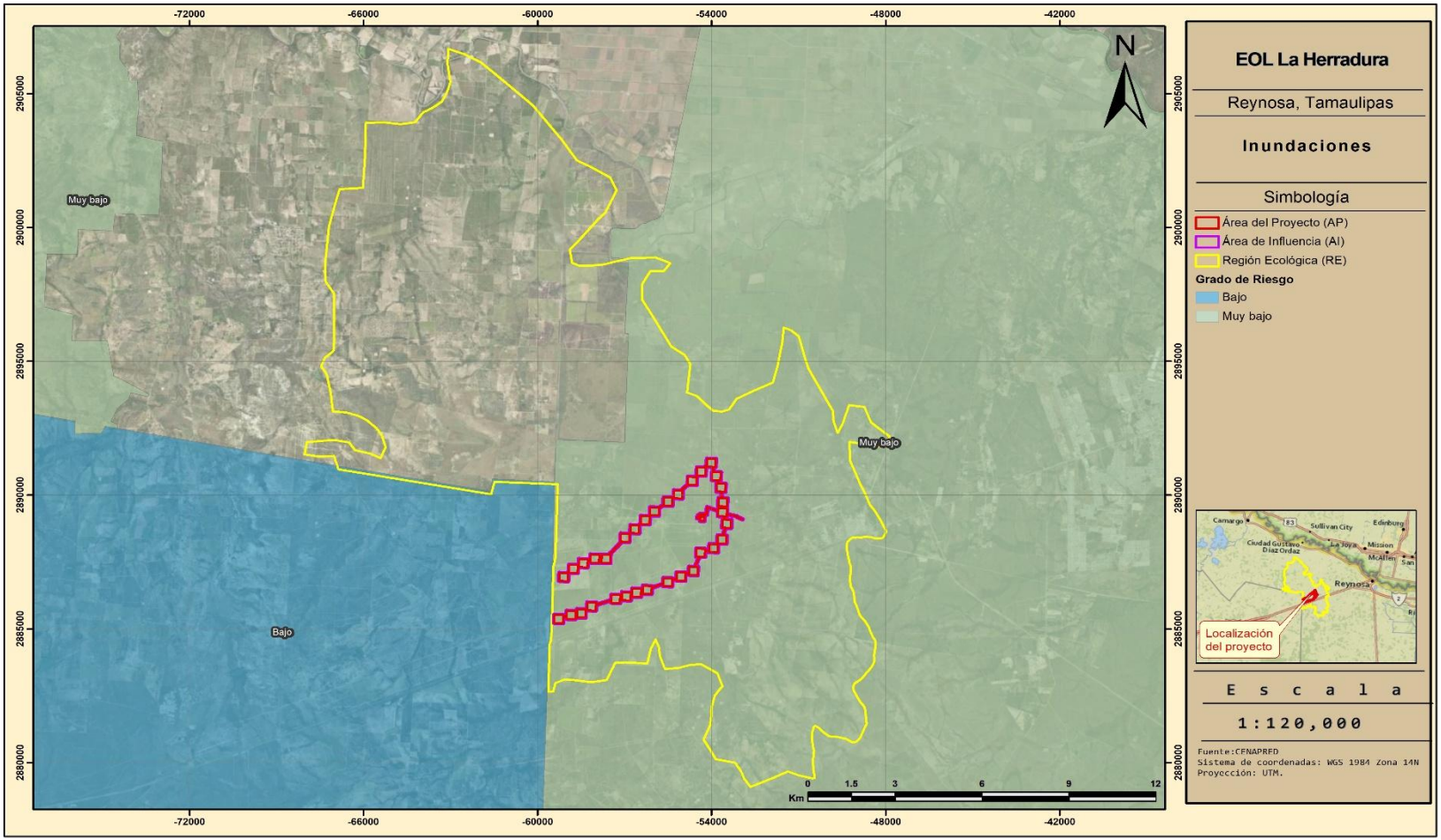
En este sentido, el riesgo asociado a bajas temperaturas se clasifica como **bajo** en la RE, AI y AP, mientras que el riesgo por granizo se considera **muy bajo** y el riesgo por **inundaciones** se cataloga igualmente como **muy bajo**, lo que indica una reducida susceptibilidad del área de estudio ante dichos fenómenos.

Respecto al riesgo por ciclones, se identifican variaciones dentro de la Región de Estudio, presentándose un nivel de riesgo muy bajo en la porción occidental y medio en la porción oriental. Por su parte, tanto el Área de Influencia como el Área del Proyecto se localizan en una zona con riesgo **medio** ante este fenómeno.

El principal fenómeno hidrometeorológico identificado en el área de estudio corresponde a la **sequía**, debido a que la RE presenta un nivel de riesgo medio en su porción occidental y alto hacia la porción oriental, mientras que el AI y el AP se encuentran ubicados en una zona clasificada con riesgo **alto.**

Consulta Pública

Mapa 15: Riesgo por inundaciones



3.3.3 Fisiografía

La RE, se encuentra dentro de la provincia fisiográfica "Provincia Llanuras de Coahuila y Nuevo León" y "Provincia Llanura Costera Tamaulipeca", en cuanto al AI y AP se localizan dentro de la provincia fisiográfica "Provincia Llanuras de Coahuila y Nuevo León"; en la subprovincia "Llanuras de Coahuila y Nuevo León".

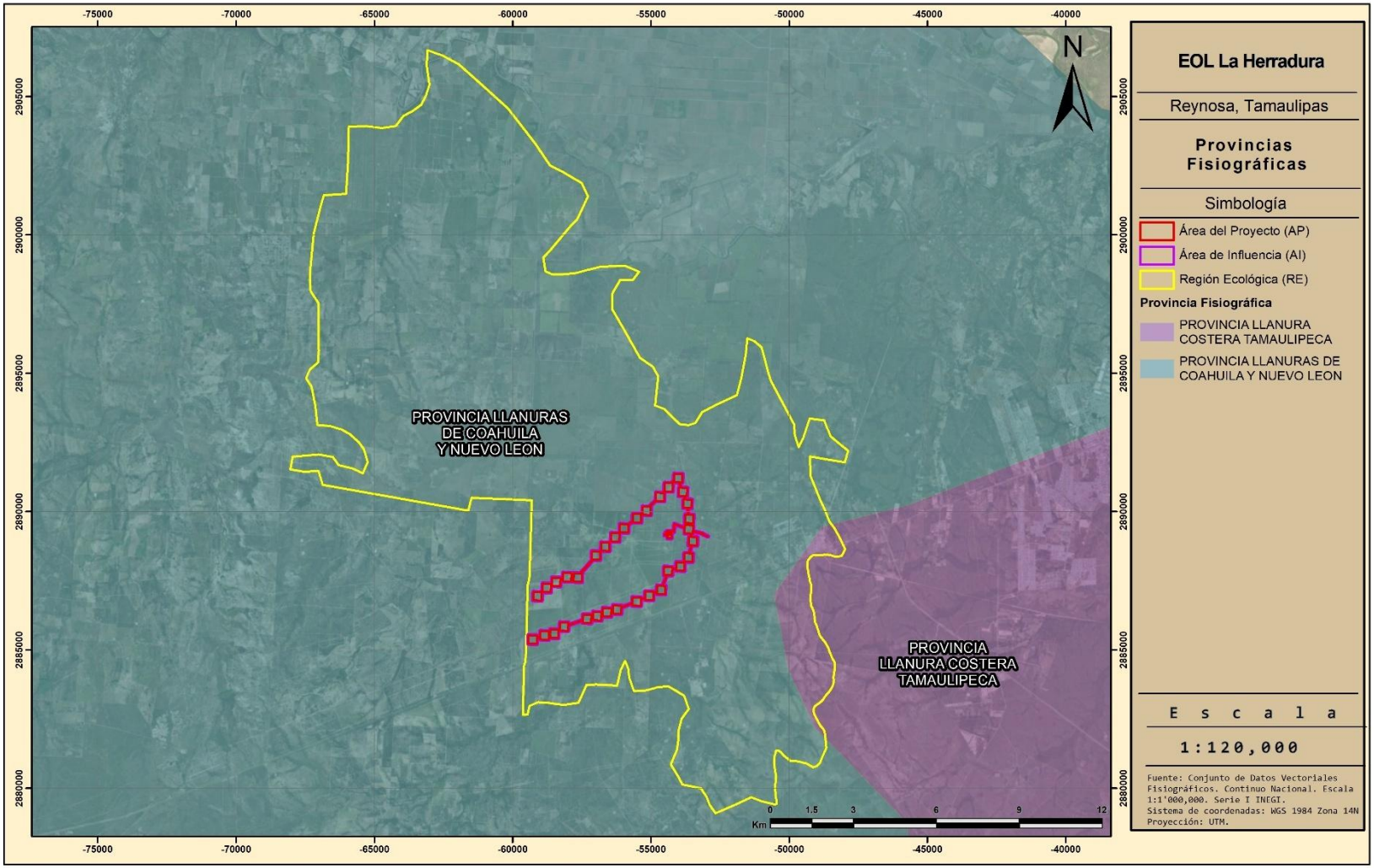
Llanuras de Coahuila y Nuevo León

Limita al norte y al este con el rio Bravo, a oeste con la Sierra Madre Oriental y al sureste con la Llanura Costera del Golfo Norte. Abarca parte de los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas, y se caracteriza por la presencia de llanos interrumpidos por lomeríos dispersos, bajos, de pendientes suaves y constituidos por conglomerados.

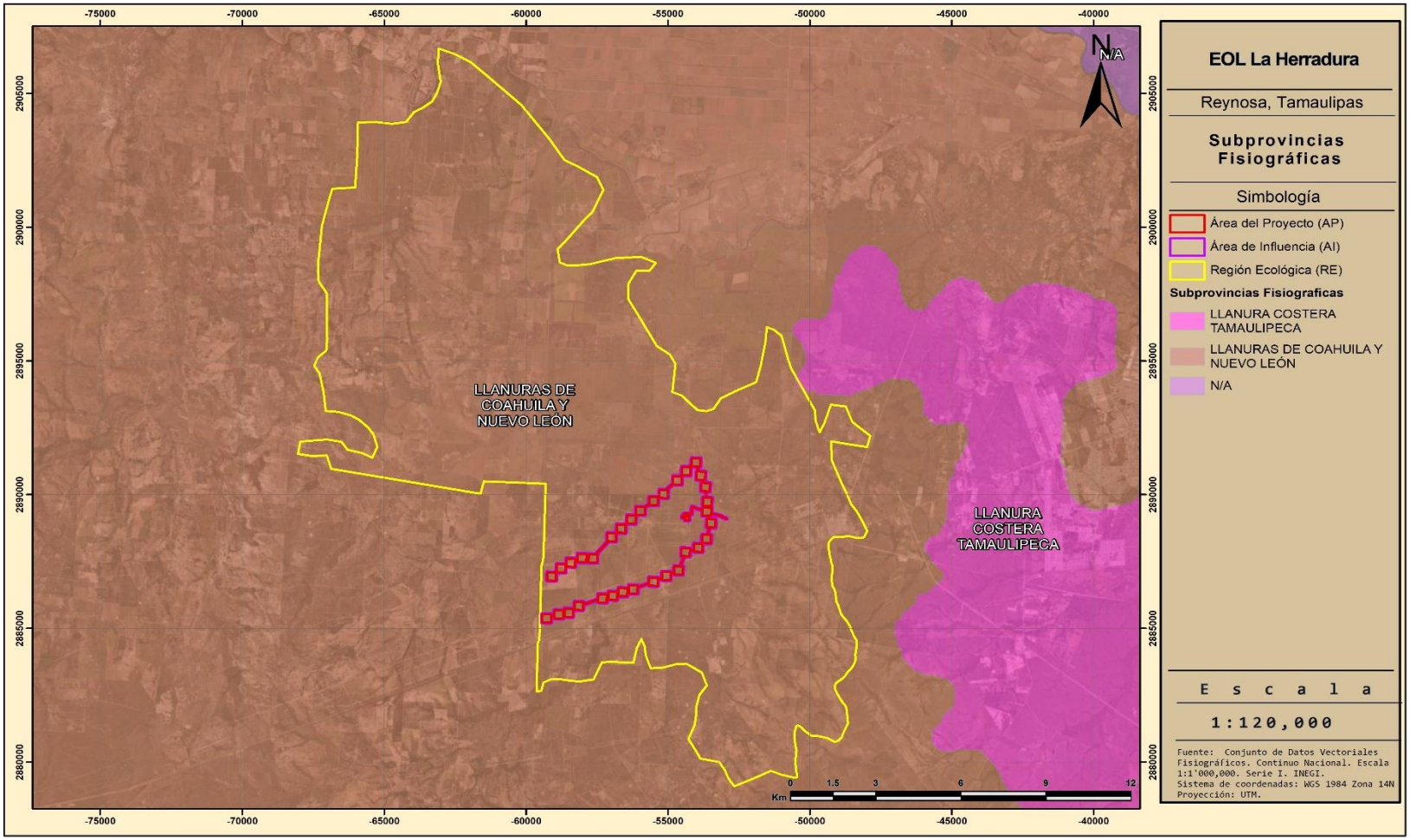
Esta subprovincia forma parte de la región conocida como Llanura Costera o Plano Inclinado y abarca 23 138.39 km^2 de la superficie de Nuevo León; en ella se localizan totalmente los municipios de Los Al damas, Anáhuac, China, Doctor Coss, General Bravo, General Treviño, Los Herreras, Melchor Ocampo, Paras, y Vallecillo, y partes de los de Agualeguas, Cerralvo, General Terán, Lampazos de Naranjo y Los Ramones.

Consulta Pública

Mapa 16: Provincia fisiográfica



Mapa 17: Subprovincias fisiográficas



3.3.4 Geomorfología

3.3.4.1 Pendiente y relieve

Para la estimación de la pendiente media, se utilizaron los datos del Sistema de Información Geográfica; mediante la división de la diferencia de elevación del punto más alto del terreno al más bajo entre la longitud del mismo. Se calculó la pendiente para la RE, AI y AP; mediante la siguiente fórmula:

$$S = \frac{Hf - Hi}{L} \times 100$$

Donde:

S = Pendiente media predominante del terreno (%)
Hf = Altura más alta del terreno (m)
Hi = Altura más baja del terreno (m)
L = Longitud del terreno (m)

RE:

$$S = \frac{134 - 49}{12{,}357} \times 100$$

S=0.68%

AI:

$$S = \frac{84 - 66}{3{,}160} \times 100$$

S=0.56%

AP:

$$S = \frac{84 - 66}{3{,}180} \times 100$$

S=0.56%

Las pendientes medias de la RE, AI y AP se registran en porcentajes, dando como resultado 0.68% para la RE, 0.56% para el AI y 0.56% para el AP, resultados que de acuerdo a la siguiente tabla se clasifican como pendientes **planas**.

Consulta Pública

Tabla 8: Valores y equivalencias de la Pendiente Media

Pendiente (%)	Clasificación
0 – 10	Plano
11 – 20	Pendiente suave
21 – 30	Pendiente moderada
31 – 40	Pendiente fuerte
41 – 50	Pendiente muy fuerte
51 – 60	Escarpada
61 – 70	Escarpada
71 – 80	Escarpada
81 – 90	Escarpada
91 – 100	Escarpada

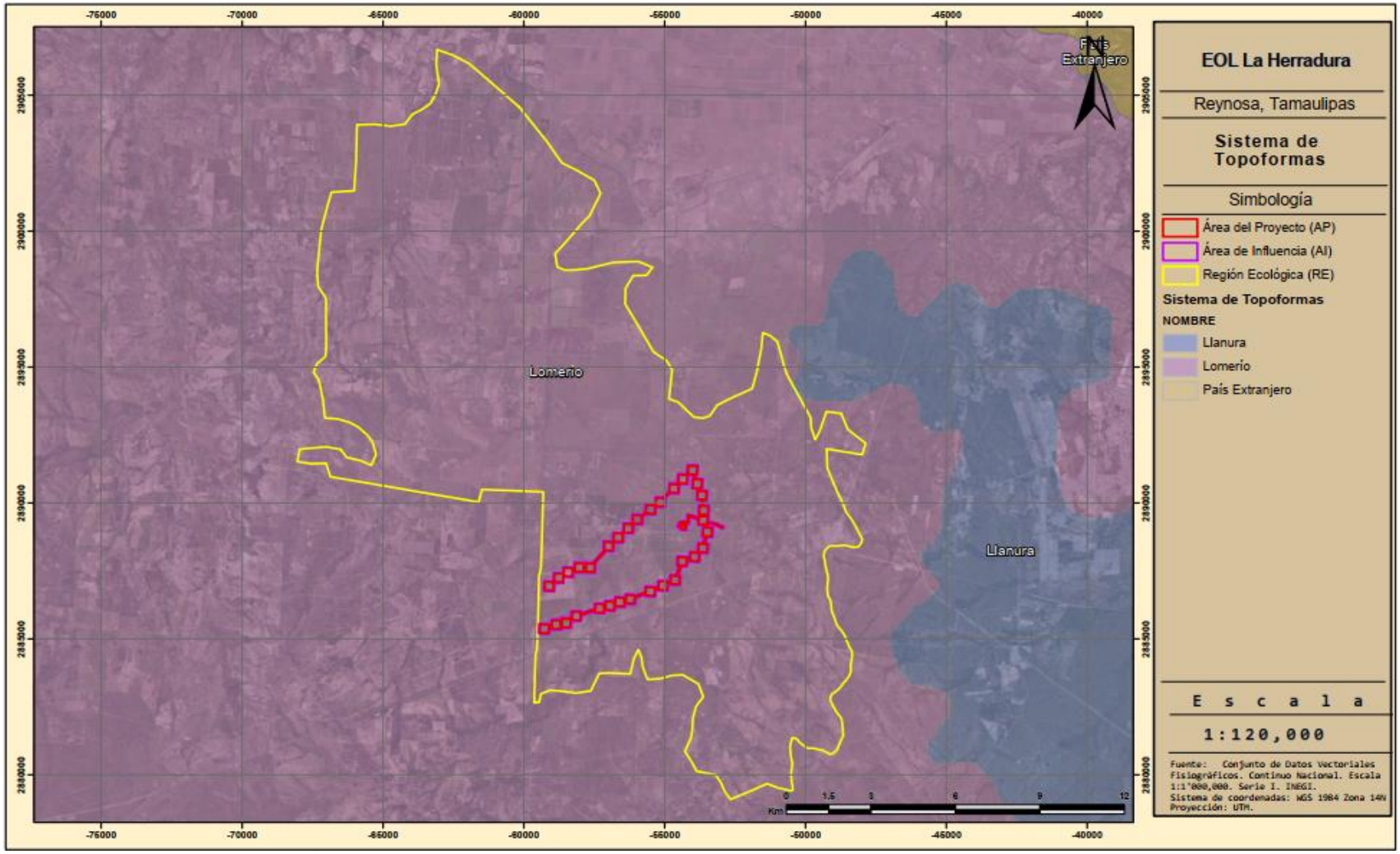
3.3.4.2 Sistema de topoformas

De acuerdo al conjunto de datos vectoriales fisiográficos de INEGI, el sistema de topoformas dentro de la RE, AI y AP está compuesto por **Lomerío**

- **Lomerío:** Conjunto de lomas

Consulta Pública

Mapa 18: Sistema de Topoformas



3.3.5 Riesgo geológico

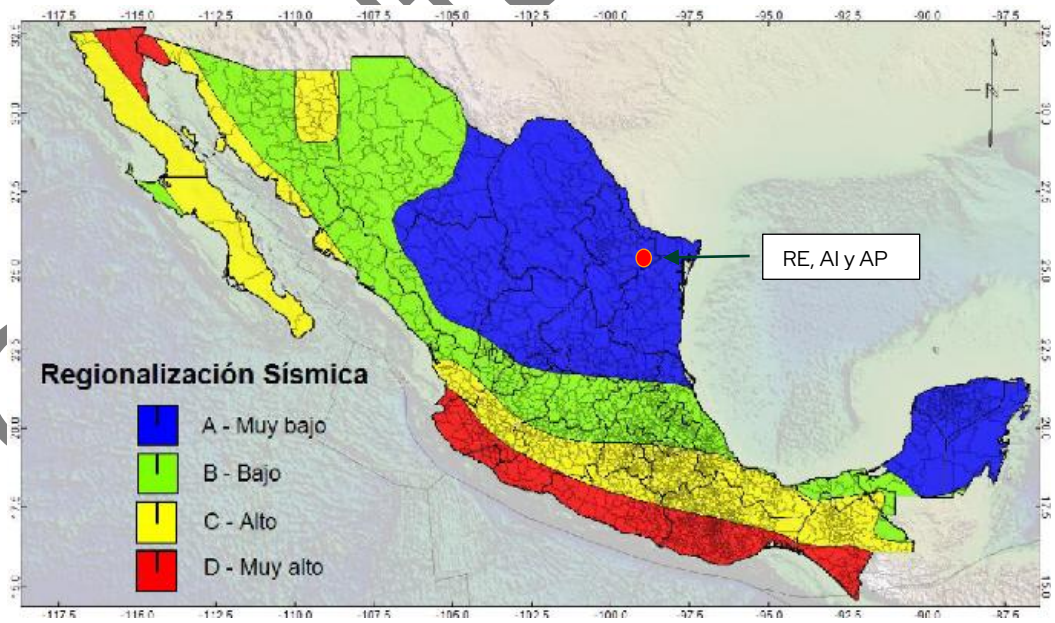
3.3.5.1 Sismos

Fenómeno que se produce por el rompimiento repentino en la cubierta rígida del planeta llamada Corteza Terrestre. Como consecuencia se producen vibraciones que se propagan en todas direcciones y que percibimos como una sacudida o un balanceo con duración e intensidad variables. El país se localiza en una de las zonas sísmicas más activas del mundo. El cinturón de fuego del pacífico, cuyo nombre se debe al alto grado de sismicidad que resulta de la movilidad de cuatro placas tectónicas: norteamericana, Cocos, Rivera y del Pacífico.

Con fines de diseño antisísmico, la República Mexicana se dividió en cuatro zonas sísmicas, utilizándose los catálogos de sismos del país desde inicios de siglo.

- **La zona A** es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores.
- **Las zonas B y C** son zonas intermedias, se registran sismos no tan frecuentemente, o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan 70% de la aceleración del suelo.
- **La zona D** es una zona donde se han reportado grandes sismos históricos, la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar 70 % de la aceleración de la gravedad.

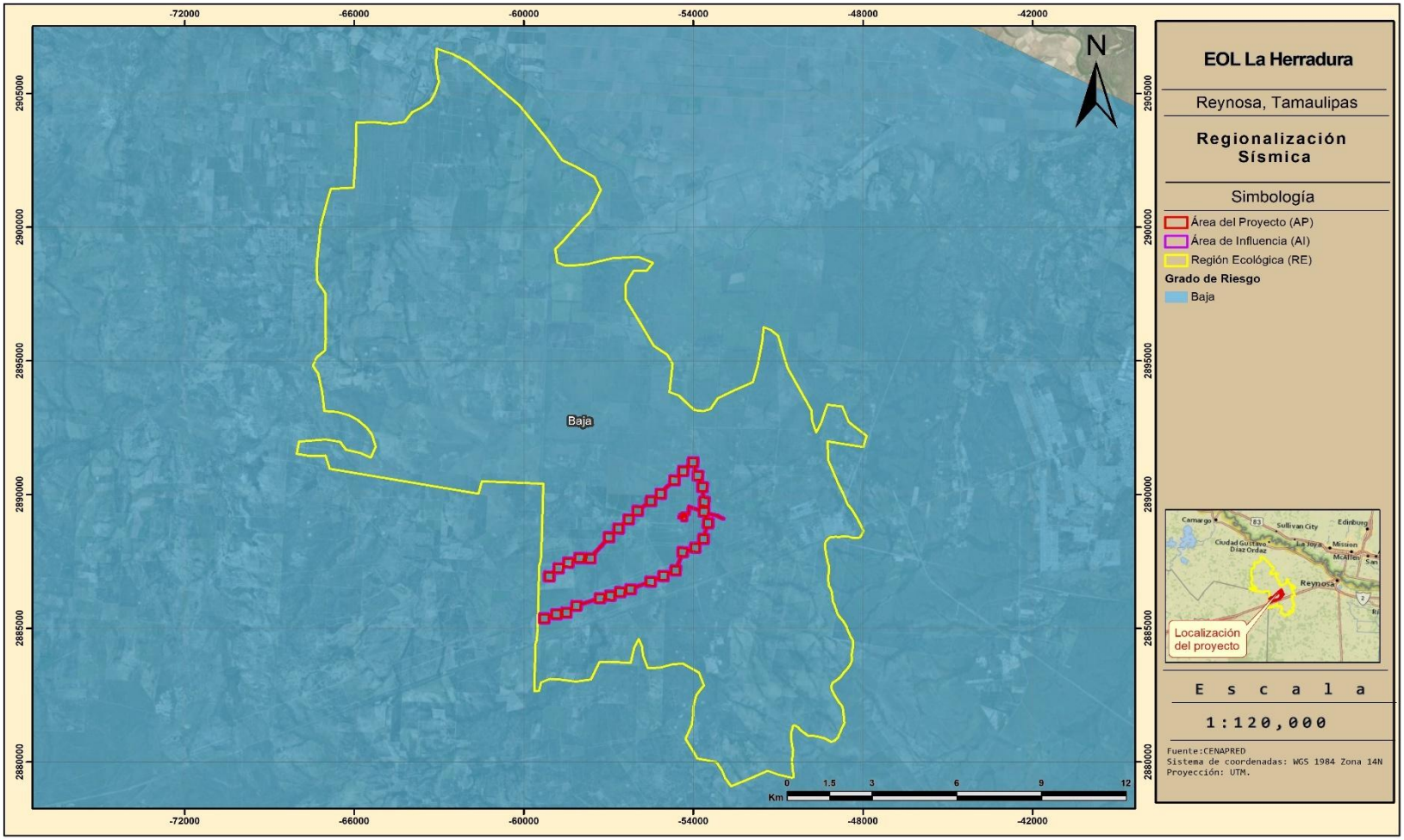
De acuerdo a la zonificación sísmica de la República Mexicana se localiza en la **zona A**.



De igual manera, CENAPRED cataloga a la RE, AIP y AP dentro de una zona con riesgo **bajo** por sismos.

Consulta Pública

Mapa 19: Regionalización Sísmica



3.3.5.2 Presencia de fallas y fracturas

- **Falla**

  Traza del plano de ruptura de la roca, a lo largo del cual se produce un desplazamiento relativo entre los bloques que separa.

- **Fractura**

  Una grieta o superficie de rotura producida en la roca, no relacionada con un fenómeno de foliación o clivaje en las rocas metamórficas, a lo largo de la cual no ha habido ningún movimiento.

De acuerdo con la CENAPRED, dentro de la RE **se encuentra una fractura** en la porción norte, dicha fractura cuenta con una dirección de noroeste-suroeste.

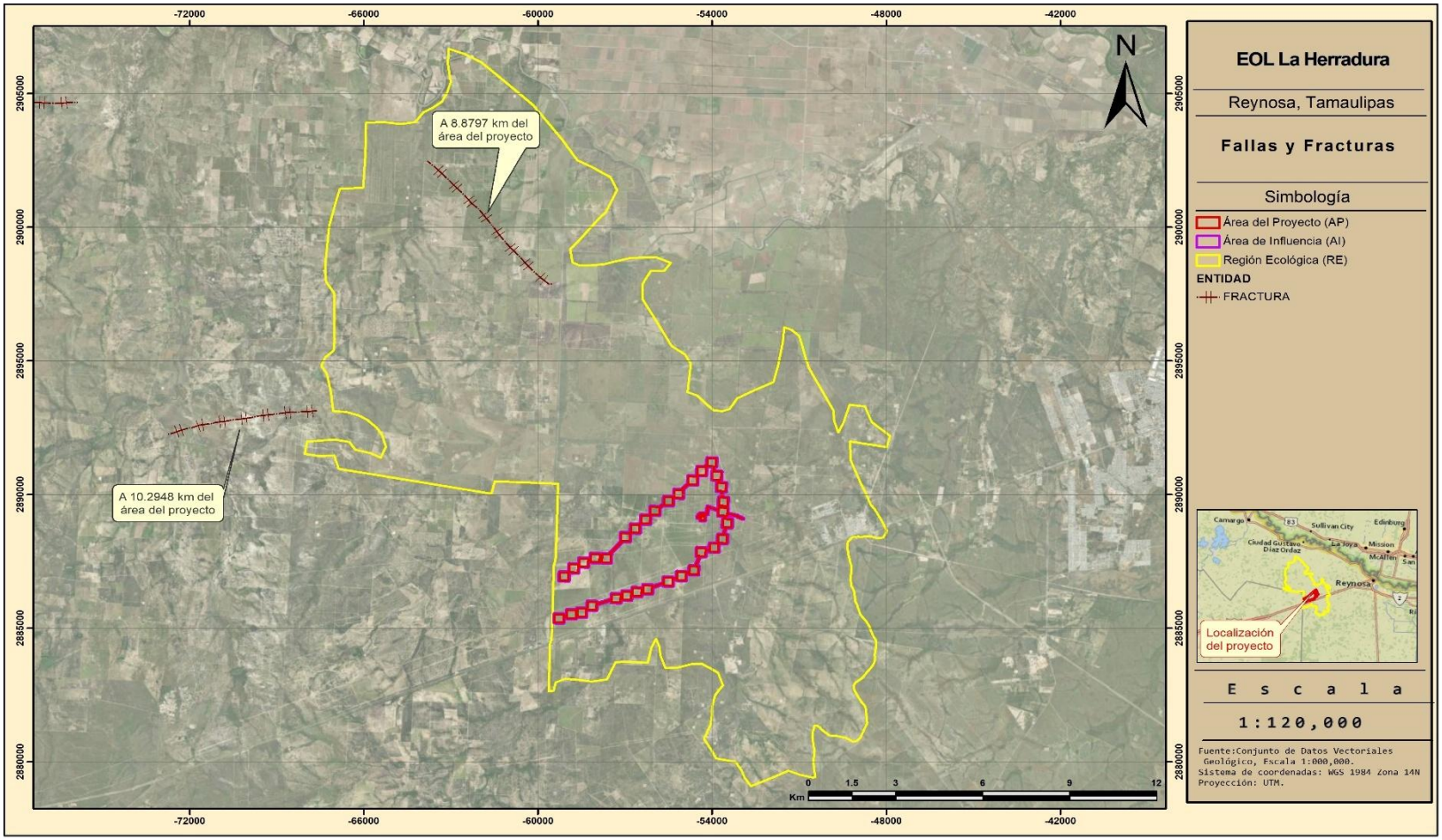
Mientras que, en el AI y AP, **no presentan fallas ni fracturas dentro de sus superficies**.

La fractura dentro de la RE, se localiza a una distancia de 8.8797 km del AP.

Es importante mencionar, que a la distancia que esta fractura se encuentra, no resulta de riesgo para la realización del Proyecto.

Consulta Pública

Mapa 20: Fallas y Fracturas



3.3.5.3 Hundimientos y deslizamientos

El deslizamiento se puede definir como la pérdida de la capacidad del terreno natural para auto sustentarse, lo que deriva en reacomodos y colapsos. Se presenta en zonas montañosas donde la superficie del terreno adquiere diversos grados de inclinación. Los principales tipos de inestabilidad de laderas son: Caídos, deslizamientos y flujos. (CENAPRED).

Con base al Atlas Nacional de Riesgos (CENAPRED), la RE, AI y AP **no presenta riesgo** por hundimientos y deslizamientos.

3.3.5.4 Volcanes

El territorio mexicano cuenta con poco más de 2,000 volcanes, la mayoría de los cuales ya no están en actividad, por lo que no representan ningún peligro. Estos se encuentran en Baja California Sur, las Islas Revillagigedo, Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, CDMX, Estado de México, Puebla, Veracruz y Chiapas.

El volcán activo más cercano al AP es el Aldama, que se localiza a una distancia aproximada de 315.57km al sur, por lo que no representa un riesgo para la infraestructura del Proyecto.

3.3.5.5 Conclusiones

Con base en la información consultada en el Atlas Nacional de Riesgos del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), se concluye que la RE, el AI y el AP presentan, en términos generales, una baja susceptibilidad ante los fenómenos geológicos analizados.

En relación con el riesgo por sismos, la RE, AI y AP se localizan dentro de una zona catalogada con un nivel de riesgo **bajo**, por lo que la susceptibilidad del área ante este fenómeno se considera reducida.

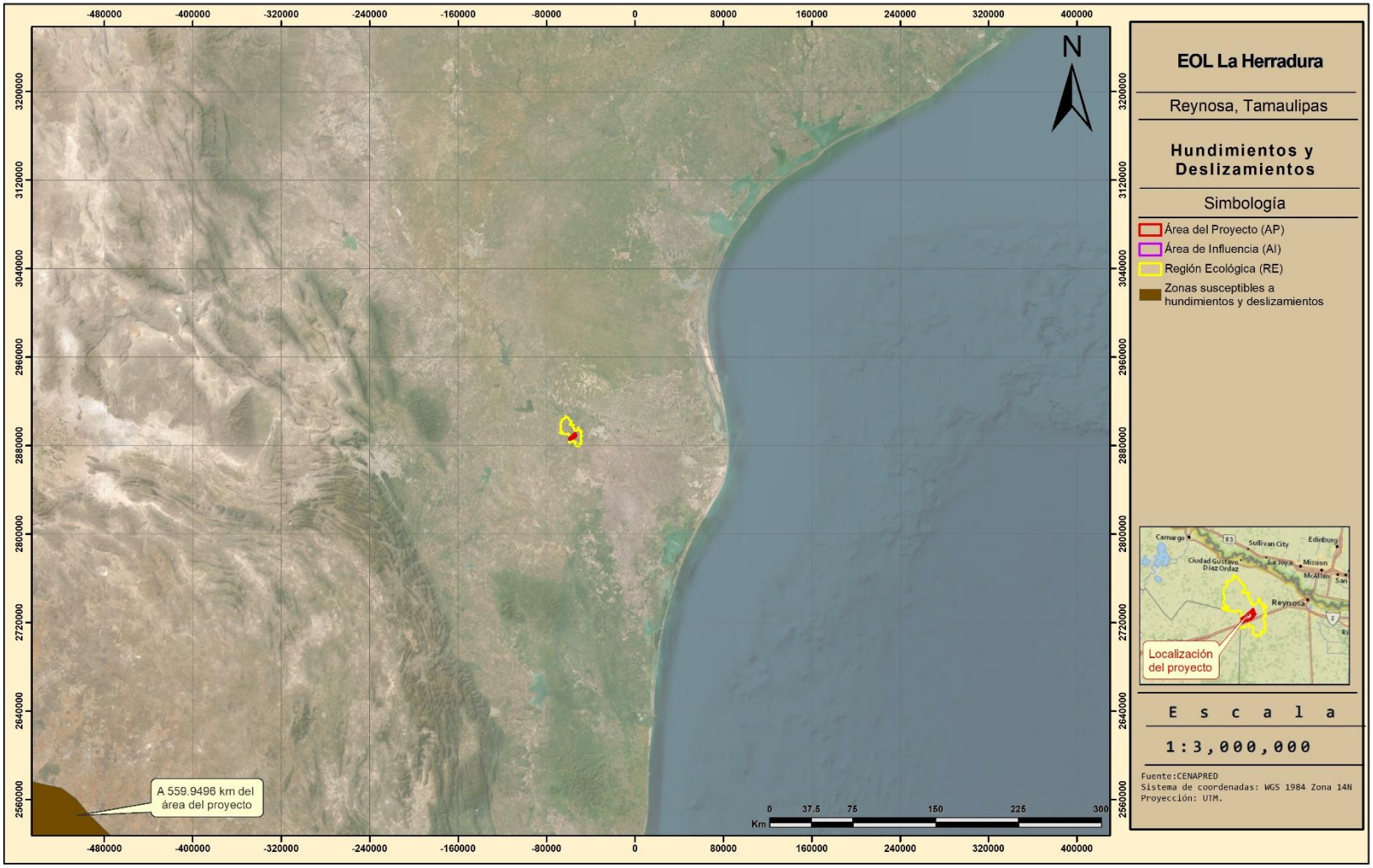
Respecto a la presencia de estructuras geológicas, dentro de la RE se identifica una fractura localizada en la porción norte, con una dirección general noroeste-suroeste. Sin embargo, dicha estructura se localiza a una distancia aproximada de **8.8797 km del Área del Proyecto**, por lo que, considerando su ubicación y distancia respecto al AP, no representa una condición de riesgo directa para la construcción, operación y mantenimiento de la infraestructura proyectada. Asimismo, es importante señalar que dentro del Área de Influencia y del Área del Proyecto **no se identifican fallas ni fracturas** que puedan representar una restricción o condicionante directa para el desarrollo del Proyecto.

Por otra parte, de acuerdo con la información disponible en el Atlas Nacional de Riesgos del CENAPRED, la RE, AI y AP **no presentan riesgo por hundimientos ni deslizamientos**, lo cual representa una condición favorable respecto a la estabilidad del terreno y reduce la probabilidad de afectaciones asociadas con movimientos del terreno o procesos de inestabilidad de laderas.

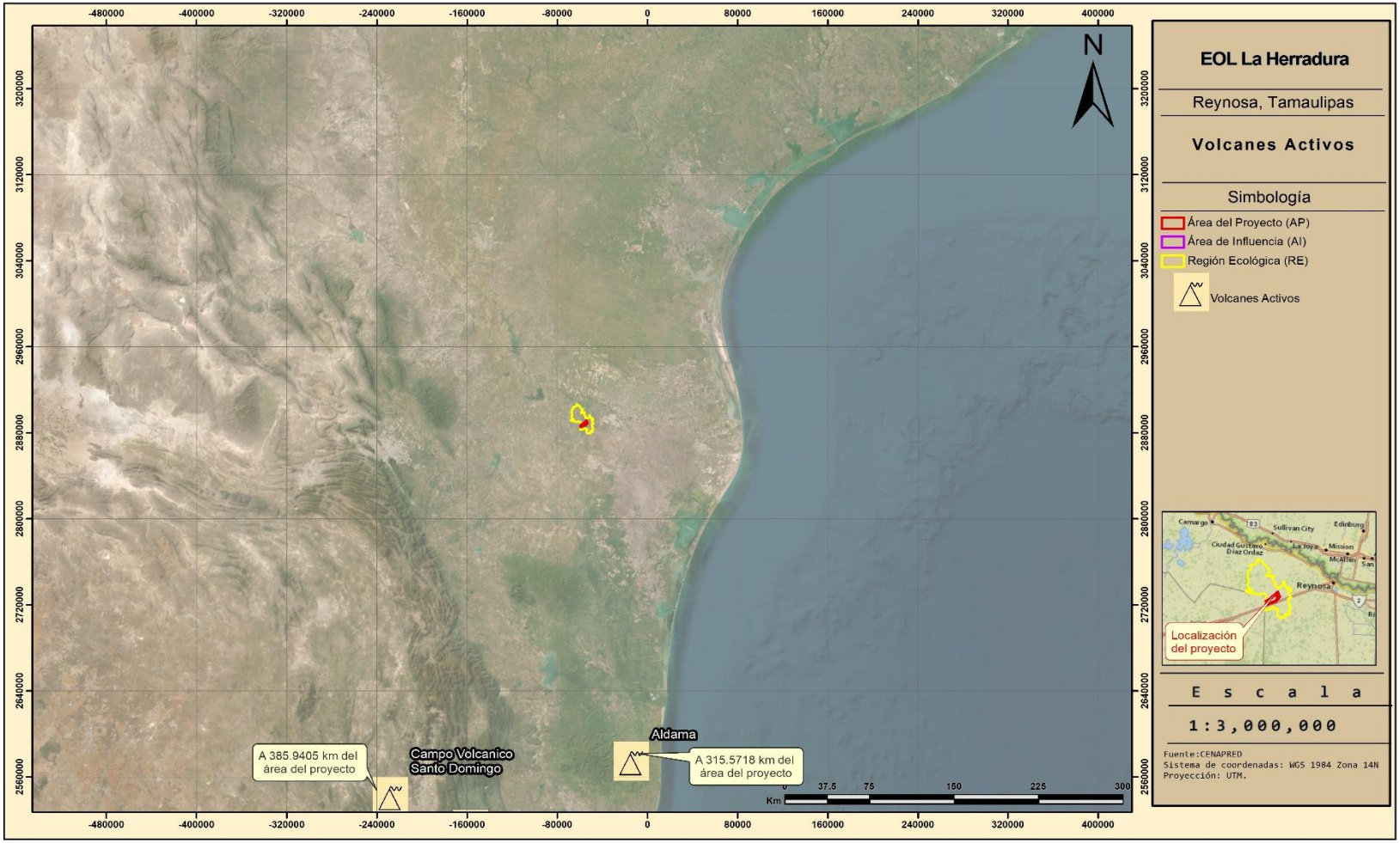
En cuanto al peligro asociado con actividad volcánica, el volcán activo más cercano al Área del Proyecto corresponde al **volcán Aldama**, localizado aproximadamente a **315.57 km al sur del AP**. Debido a la considerable distancia existente entre el volcán y el área donde se desarrollará el Proyecto, no se identifica una condición de riesgo directa para la infraestructura proyectada.

Consulta Pública

Mapa 21: Riesgo por hundimientos y deslizamientos



Mapa 22: Volcanes activos



3.3.6 Tipos de suelo

Según el Conjunto de Datos Vectorial Edafológico, escala 1:250,000 Serie II (Continuo Nacional) de INEGI (2014) y de acuerdo con la clasificación de la *World Reference Base for Soil Resources* por sus siglas inglés de WRB (2015), dentro de la RE se identifican 7 tipos de suelo, formando 24 asociaciones.

- CHcc-ce/3
- CLha-lo+KSlv-lo/2
- CLha-lo/2
- CLha-son/2
- CLha-vr/3
- CLlv-lo+KScc-lo/2
- CLlv-lo/2
- CLptp-lo/2
- CLskp-lo/2
- KScc-len/2G
- KScc-lo+CLlv-lo/2
- KScc-lo+VRha-ca+CLha/2
- KScc-lv+CLha-lo/2
- KScc-lv+CLha/2
- KScc-lv+CLlv-sk/2
- KScc-lv/2
- KSlv-lo+CLlv-lo/2
- KSqc-lv+VRcc-pe/2
- KSsi-pcp+CLptp-lo/2
- PHccn-lo+CLlv-lo/2
- PHpcp-lo+KSpcp-lo+CLlv/2
- TCub
- VRcc-mz+KScc-vr/3G
- VRcc-pe+KScc-vr

Dentro del AI y AP se identifican 4 tipos de suelo, formando 6 asociaciones.

- KScc-lv/2
- KScc-lv+CLha-lo/2
- KSqc-lv+VRcc-pe/2
- PHccn-lo+CLlv-lo/2
- PHpcp-lo+KSpcp-lo+CLlv/2
- VRcc-pe+KScc-vr/3

Donde:

Tipo de suelo		Calificador		Textura	
CH	Chernozem	**cc**	Cálcico	**2**	Media
KS	Kastañozem	**fv**	Flúvico	**3**	Fina
CL	Calcisol	**lv**	Lúvico		
VR	Vertisol	**ha**	Háplico		
LP	Leptosol	**so**	Sódico		
PH	Phaeozem	**len**	Endoléptico		
TC	Tecnosoles	**vr**	Vértico		
		ad	Arídico		
		lo	Loámico		
		oh	Ócrico		
		pe	Pélico		
		ca	Calcárico		
		sk	Esquelético		
		pcp	Epipetrocálcico		
		ptp	Epipétrico		
		qc	Protocálcico		
		si	Somérico		
		jk	Hiperesquelético		

Consulta Pública

Tipo de suelo	Calificador		Textura
	sr	Someriréndzico	
	lep	Epiléptico	
	rz	Réndzico	
	cam	Cámbico	
	mz	Mázico	
	lv	Lúvico	
	sz	Sálico	
	ce	Cláyico	

Siendo el Vertisol el tipo de suelo dominante dentro de la RE, AI y AP.

A continuación, se presenta la descripción de dichos tipos de suelo:

Chernozem

Del ruso *cher*, negro, y *zemlja*, tierra.

Suelos de clima árido o semiárido, con una capa superficial gruesa, negra o muy oscura y rica en carbono orgánico, fértil les en magnesio, potasio y carbonatos en el subsuelo. La mayor extensión de Chernozems se encuentra en tres regiones: las sierras y llanuras de Durango, las llanuras de San Luis Potosí y Zacatecas y la Llanura Costera Tamaulipeca.

Kastañozem

Del latin *castanea*, castaño y del ruso *zemlja*, tierra.

Suelos de clima árido o semiárido, con una capa superficial gruesa de color pardo oscuro y rica en carbono orgánico, fértiles en magnesio, potasio y carbonatos en el subsuelo.

Calcisol

Del latín *calcarius*, calcáreo.

Suelos con más del 15% de carbonato de calcio en por lo menos una capa de 15 cm de espesor, pueden presentar una capa cementada (petrocálcico). Es uno de los grupos de suelo más extendidos en el país. Están situados principalmente en zonas áridas de origen sedimentario (calizas, lutitas-areniscas Y conglomerados) en los estados de Chihuahua, Coa huila, Sonora, Nuevo León, Zacatecas y San Luis Potosí.

Vertisol

Del latín *verlere,* dar vuelta

Suelos pesados formados bajo condiciones alternadas de saturación-sequía, que presentan grietas anchas, abundantes y profundas cuando están secos y con más de 30% de arcillas expandibles. Mediante un buen programa de labranza y drenaje son bastante fértiles para la agricultura por su alta capacidad de retención de humedad y sus propiedades de intercambio mineral con las plantas. Las obras de construcción asentadas sobre estos suelos deben tener especificaciones especiales para

Consulta Pública

evitar daños por movimiento o inundación. Son bastantes estables frente a la erosión. Se encuentran frecuentemente en las zonas agrícolas de regadío del país, como los bajíos de Michoacán, Guanajuato y Campeche, la región de Chapa la, la depresión de Tepalcatepec y las fértiles llanuras costeras de Sonora, Sinaloa, Tamaulipas y Veracruz.

Leptosol

Del griego *leptos* delgado.

Del giego *lithos,* piedra Incluyen los antiguos Litosoles y otros suelos con menos de 25 cm de espesor o con más de '80% de su volumen ocupado por piedras o gravas. Son muy susceptibles a la erosión. Se localizan generalmente en las zonas montañosas con más de 40% de pendiente como la Giganta, del Burro, la Paila, San Carlos, del Pinacate y la Sierra Lacandona. También son abundantes en la Mixteca Alta oaxaqueña, el Carso Huasteco, al pie de la Sierra Madre Occidental y en todos los sistemas de cañones

Phaeozem

Del griego *phaios*, oscuro, y del ruso *zemlja*, tierra.

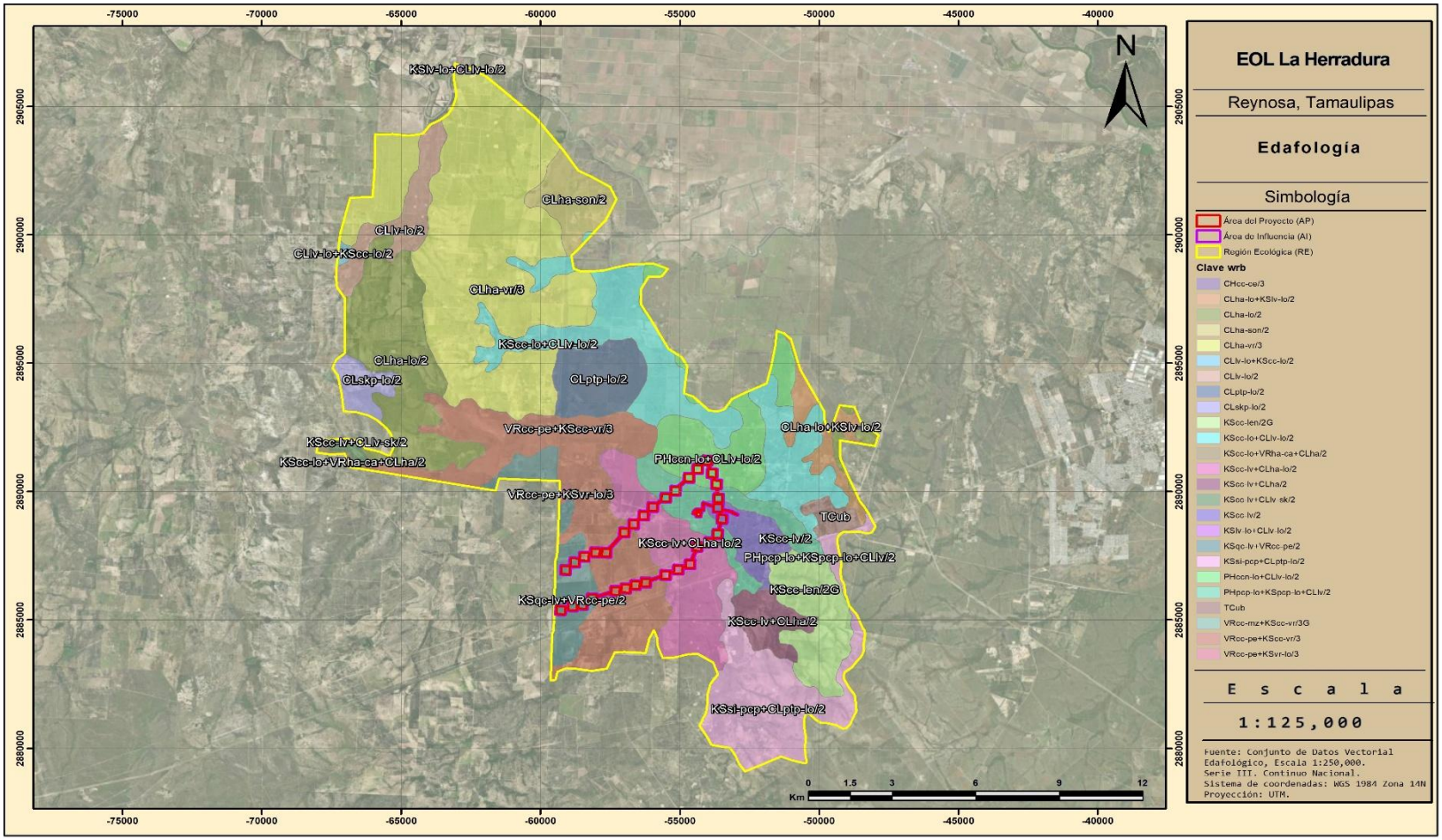
Suelos de clima semiseco y subhúmedo, tipos BS" (A)C y Awo' de color superficial pardo a negro, fértiles en magnesio y potasio, aunque con muy pocos o ningún carbonato en el subsuelo. El relieve donde se desarrollan estos suelos es generalmente plano o ligeramente ondulado. En México constituyen los suelos más importantes para la agricultura de temporal, por ejemplo, en los Altos de Jalisco, las llanuras de Querétaro, Hidalgo y norte de Guanajuato, en la Gran Meseta Chihuahuense, al pie de la Sierra Madre Occidental y en numerosos valles del sur y sureste de México.

Technosol

Son suelo fuertemente influido por material hecho por el hombre. Principalmente en áreas urbanas e industriales.

Consulta Pública

Mapa 23: Tipos de suelos (WRB, 2015)



3.3.7 Erosión hídrica

La erosión hídrica es un proceso físico que consiste en el desprendimiento, transporte y deposición de las partículas del suelo por efectos de la acción del agua. Como agente activo, el agua erosiona al suelo de dos maneras: la primera por el impacto de la lluvia y la segunda por la fricción del escurrimiento superficial sobre el terreno, este proceso se desencadena básicamente cuando el hombre provoca con sus actividades el deterioro de la cobertura vegetal.

La erosión acelerada del suelo por acción del agua trae consigo impactos ambientales tales como la perturbación en la regulación del ciclo hidrológico; bajos rendimientos en la producción agrícola y pecuaria; degradación de la cubierta vegetal; pérdida de la biodiversidad; disminución de la vida útil de las obras hidráulicas por la cantidad de sedimentos que transporta el agua; sedimentación en el lecho de los ríos, desestabilización de laderas y disminución de tierras agrícolas (Montes-León *et al*, 2011).

Por lo tanto, es de importancia poder calcular esta, para modelar y diseñar medidas que controlen efectivamente la erosión en los sitios requeridos. Para estimar la erosión de los suelos se ha utilizado la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS).

Este modelo permite estimar con datos de campo y bibliográficos, la erosión actual y potencial. Constituye un instrumento de planeación para establecer el grado actual de la erosión, así como, el tipo y número de obras de conservación de suelo que serán necesario realizar para disminuir o igualar las tasas permisibles de erosión (SAGARPA, 2005).

Ecuación Universal de la Pérdida de Suelo (EUPS)

La EUPS fue desarrollada por Wischmeier y Smith en 1978 con la finalidad de estimar la pérdida de suelo anual, así como el valor promedio de un periodo representativo de años, que se genera en un determinado lugar, a partir de las distintas formas de erosión ante determinadas condiciones de clima, suelo, vegetación, y usos de suelo:

$$A = R K L S C P$$

La EUPS es un modelo empírico, en el que la pérdida de suelo está expresada como masa por unidad de área por unidad de tiempo y es una función del efecto combinado de seis factores: Factor de erosividad de la lluvia (R); Factor de erosionabilidad del suelo (K); Factor longitud de pendiente (L); Factor grado de la pendiente (S); Factor manejo del cultivo (C) y Factor prácticas de conservación (P). EUPS ayuda a predecir las variaciones en la erosión en función de los cambios en el uso y manejo del suelo y vegetación, a la vez que auxilia en la selección de éstos.

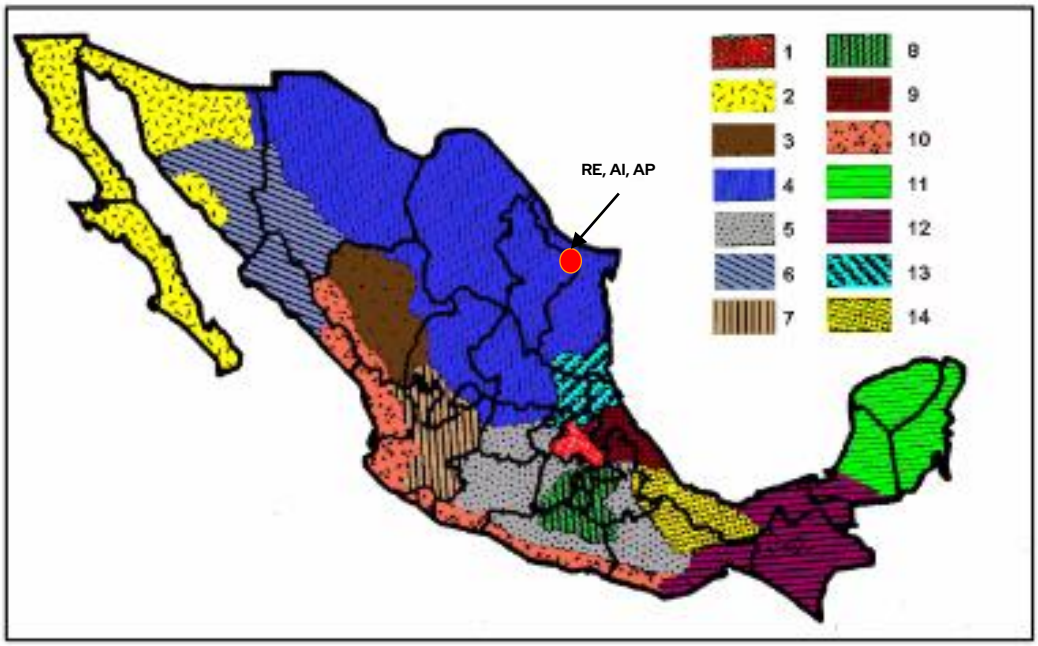
Factor de erosividad (R)

La erosividad es la capacidad potencial que tienen las gotas de agua de lluvia para causar erosión. Existen muchas formas de determinarla, una de ellas es a través del índice de erosividad EI_{30} (Wischmeier and Smith, 1978). Con base a esta ecuación, Cortés (1991, citado en SAGARPA-INIFAP, 2007) propone catorce modelos de regresión a partir de datos de precipitación media anual para

Consulta Pública

estimar el valor de R de la EUPS. De acuerdo con dicha zonificación, el proyecto se ubica en la región **número 4** y le corresponde la ecuación **4** para el cálculo del factor de R (Montes-León *et al*, 2011):

Figura 8: Mapa de regiones con Igual Erosividad en la República Mexicana (SAGARPA-INIFAP, 2007)



R= 2.89594*P + 0.002983*P²

Tabla 9: Ecuaciones regionalizadas para la Repúblicas Mexicana (Cortés, 1991)

Región	Ecuación	R^2
1	R= 1.20785*P + 0.002276*P2	0.92
2	R= 3.45552*P + 0.006470*P2	0.93
3	R= 3.67516*P – 0.001720*P2	0.94
4	**R= 2.89594*P + 0.002983*P2**	**0.92**
5	R= 3.48801*P – 0.000188*P2	0.94
6	R= 6.68471*P + 0.001680*P2	0.9
7	R= 0.03338*P + 0.006661*P2	0.98
8	R= 1.99671*P + 0.003270*P2	0.98
9	R= 7.04579*P – 0.002096*P2	0.97
10	R= 6.89375*P + 0.000442*P2	0.95
11	R= 3.77448*P + 0.004540*P2	0.98
12	R= 2.46190*P + 0.006067*P2	0.96
13	R= 10.74273*P – 0.001008*P2	0.97
14	R= 1.50046*P + 0.002640*P2	0.95
1	R= 1.20785*P + 0.002276*P2	0.92

Consulta

Donde:

R = Erosividad de la lluvia Mj/ha mm/hr
P = Precipitación media anual (625.8mm)

Por lo que:

$$\mathbf{R}= \quad 1.50046*625.8 + 0.002640*625.8^2$$

$$\mathbf{R}= \quad \mathbf{2,980.50 Mj/ha\ mm/hr}$$

Erosionabilidad (K)

El término erosionabilidad del suelo se usa para indicar la susceptibilidad de un suelo a la erosión (Figueroa *et al.* 1991). La erosionabilidad de suelos está influida por algunas de sus propiedades, tales como distribución del tamaño de las partículas primarias, materia orgánica, estructura del suelo, óxidos de hierro y aluminio, uniones electroquímicas, contenido inicial de humedad y procesos de humedecimiento y secado. Para su estimación se utilizan los datos de la textura de los suelos y contenido de materia orgánica, en este caso el valor es de **0.079** para la RE y **0.04** para el AI, ya que, el tipo de suelo con mayor extensión dentro de las superficies (RE y AI) corresponde a **Calcisol de textura media y el Kastanozem de textura media** respectivamente.

Mientras que, para el AP, se utilizaron los valores de todos los tipos de suelo presentes; **Kastanozem de textura media, Phaeozem de textura media y el Vertisol de textura fina,** con los valores de K **0.04, 0.02 y 0.026** respectivamente esto a razón de realizar una estimación lo más representativa posible.

Los valores del factor K se definieron según los datos de la siguiente tabla:

Consulta Pública

Tabla 10: Factor K de acuerdo con el tipo de suelo de la clasificación desarrollada por la WRB (tomado de Montes-León et al., 2011)

Orden	Textura		
	G	M	F
AC	0.026	0.04	0.013
AL	0.026	0.04	0.013
AN	0.026	0.04	0.013
AR	0.013	0.02	0.007
CH	0.013	0.02	0.007
CL	0.053	0.079	0.026
CM	0.026	0.04	0.013
DU	0.053	0.079	0.026
FL	0.026	0.04	0.013
FR	0.013	0.02	0.007
GL	0.026	0.04	0.013
GY	0.053	0.079	0.026
HS	0.053	0.02	0.007
KS	0.026	0.04	0.013
LP	0.013	0.02	0.007
LV	0.026	0.04	0.013
LX	0.013	0.02	0.007
NT	0.013	0.02	0.007
PH	0.013	0.02	0.007
PL	0.053	0.079	0.026
PT	0.026	0.04	0.013
RG	0.026	0.04	0.013
SC	0.026	0.04	0.013
SN	0.053	0.079	0.026
UM	0.026	0.04	0.013
VR	0.053	0.079	0.026

Longitud y grado de pendiente (LS)

Este factor considera la longitud y el grado de pendiente. La pendiente media del terreno se obtiene dividiendo la diferencia de elevación del punto más alto del terreno al más bajo entre la longitud del mismo. Para calcular LS se utilizó la fórmula mencionada en el folleto técnico "Predicción de riesgo a la erosión hídrica" (SAGARPA-INIFAP, 2007):

$$LS = (\lambda/22.13)\, m\, (0.065 + 0.045\, S + 0.0065\, S^2)$$

Donde:

LS = Factor de grado y longitud de la pendiente.
λ = Longitud de la pendiente
S = Pendiente media del terreno.
m = Coeficiente que depende del grado de la pendiente (varía de 0.2-0.5)

Consulta pública

Tabla 11: Valores que toma m en función del grado de pendiente (Becerra,1999)

Grado de pendiente (%)	Valor de m
<1	0.2
1-3	0.3
3-5	0.4
>5	0.5

RE

- Pendiente media del terreno: 0.69%
- Longitud: 12,357m
- Valor de m: 0.2
- **LS=0.35**

AI

- Pendiente media del terreno: 0.57%
- Longitud: 3,160m
- Valor de m: 0.2
- **LS=0.25**

AP

- Pendiente media del terreno: 0.57%
- Longitud: 3,180m
- Valor de m: 0.2
- **LS=0.25**

3.3.7.1 Erosión actual (Ea)

Para estimar la erosión actual es necesario determinar la protección del suelo que le ofrece la cubierta vegetal y la resistencia que oponen las prácticas mecánicas para reducir la erosión, por medio de la siguiente formula:

Ea (Erosión actual) = R K LS C

Donde:

Ea = Erosión actual
R = Erosividad de la lluvia
K = Erosionabilidad del suelo
LS = Longitud y grado de pendiente
C = Factor de protección del suelo

Consulta Pública

Factor de protección de la vegetación (C)

El factor de protección, se estima dividiendo las pérdidas de suelo de un lote con un cultivo de interés (o vegetación) y las pérdidas de suelo de un lote desnudo. Los valores de C son menores que la unidad y en promedio indican que a medida que aumenta la cobertura del suelo el valor de C se reduce y puede alcanzar valores similares a 0.

En este caso el valor de **C** es de **0.02** para la RE, y el AI, ya que la cubierta de las mismas está representada principalmente por **pastizal cultivado** para lo que en la tabla de valores se maneja como **pastizal inducido**

Mientras que el AP, se reportan los usos de suelo de **vegetación secundaria de matorral espinoso tamaulipeco y suelo desnudo** para los cuales les corresponden los valores de **0.45 y 1.00** respectivamente.

Los valores del factor **C** se determinaron según los datos de la siguiente tabla:

Tabla 12: Factor de C, valores tomados de Montes –León et al., 2011

Vegetación y/o Uso de Suelo	C	Vegetación y/o Uso de Suelo	C
Bosque de ayarín	0.01	Pastizal gipsófilo	0.25
Bosque de cedro	0.01	Pastizal halófito	0.25
Bosque de encino	0.1	Pastizal inducido	0.02
Bosque de encino pino	0.01	Pastizal natural	0.07
Bosque de galería	0.1	Popal	0.85
Bosque de oyamel	0.01	Pradera de alta montaña	0.05
Bosque de pino	0.01	Sabana	0.54
Bosque de táscate	0.01	Sabanoide	0.54
Bosque mesófilo de montaña	0.01	Selva alta perennifolia	0.45
Chaparral	0.65	Selva alta subperennifolia	0.45
Manglar	0.1	Selva baja caducifolia	0.5
Matorral crasicaule	0.65	Selva baja espinosa caducifolia	0.5
Matorral de coníferas	0.2	Selva baja espinosa subperenifolia	0.5
Matorral desértico micrófilo	0.25	Selva mediana caducifolia	0.45
Matorral desértico rosetófilo	0.25	Selva mediana perennifolia	0.45
Matorral espinoso tamaulipeco	**0.45**	Selva mediana subcaducifolia	0.45
Matorral rosetófilo costero	0.25	Tular	0.1
Matorral Sarcocaule	0.25	Vegetación de desiertos arenosos	0.85
Matorral sarco-crasicaule	0.25	Vegetación de dunas costeras	0.85

Consulta Pública

Vegetación y/o Uso de Suelo	C	Vegetación y/o Uso de Suelo	C
Matorral sarco-crasicaule de neblina	0.25	Vegetación de galería	0.85
Matorral submontano	0.35	Zona urbana	0.005
Matorral subtropical	0.12	Cuerpos de agua	1
Mezquital	0.65	Agricultura de riego	0.55
Palmar inducido	0.75	Agricultura de temporal	0.75
Palmar natural	0.75	Agricultura de humedad	0.25

Para la RE, sustituyendo los valores tenemos:

Ea = (2,980.50) (0.079) (0.35) (0.02)
Ea = **1.652t/ha/año**

Este resultado se interpreta como una pérdida de suelo **nula o ligera** y que, considerando la superficie de la RE (25,466.52ha), equivale a una pérdida total actual **42,079.187t/año**.

Para el **AI**, sustituyendo los valores tenemos:

Ea = (2,980.50) (0.04) (0.25) (0.02)
Ea = **0.60t/ha/año**

Este resultado se interpreta como una pérdida de suelo **nula o ligera** y que, considerando la superficie del AI (509.72ha), equivale a una pérdida total actual **304.04t/año**.

Como se mencionó anteriormente, dentro del **AP**, se reportan distintos usos de suelos y vegetación con diferentes tipos de suelos, se elaboró la estimación de la tasa de erosión hídrica actual para cada uno de ellos:

Kastanozem de textura media con vegetación secundaria de matorral espinoso tamaulipeco

Ea = (2,980.50) (0.04) (0.25) (0.45)
Ea = **13.411t/ha/año**

Este resultado se interpreta como una pérdida de suelo **moderada** y que, considerando la superficie de obras cubierta por este tipo de suelo (143.63ha), equivale a una pérdida de **1,926.14t/año**.

Phaeozem de textura media con vegetación secundaria de matorral espinoso tamaulipeco

Ea = (2,980.50) (0.02) (0.25) (0.45)
Ea = **6.705t/ha/año**

Consulta Pública

Este resultado se interpreta como una pérdida de suelo **nula o ligera** y que, considerando la superficie de obras cubierta por este tipo de suelo (80.48ha), equivale a una pérdida de **539.64t/año**.

Vertisol de textura fina con vegetación secundaria de matorral espinoso tamaulipeco

Ea = (2,980.50) (0.026) (0.25) (0.45)
Ea = **8.717t/ha/año**

Este resultado se interpreta como una pérdida de suelo **nula o ligera** y que, considerando la superficie de obras cubierta por este tipo de suelo (67.73ha), equivale a una pérdida de **590.43t/año**.

Kastanozem de textura media con suelo desnudo

Ea = (2,980.50) (0.04) (0.25) (1.00)
Ea = **29.801t/ha/año**

Este resultado se interpreta como una pérdida de suelo **moderada** y que, considerando la superficie de obras cubierta por este tipo de suelo (4.10ha), equivale a una pérdida de **122.23t/año**.

Phaeozem de textura media con suelo desnudo

Ea = (2,980.50) (0.02) (0.25) (1.00)
Ea = **14.901t/ha/año**

Este resultado se interpreta como una pérdida de suelo **moderado** y que, considerando la superficie de obras cubierta por este tipo de suelo (3.65ha), equivale a una pérdida de **54.33t/año**.

Vertisol de textura fina con suelo desnudo

Ea = (2,980.50) (0.026) (0.25) (1.00)
Ea = **19.371t/ha/año**

Este resultado se interpreta como una pérdida de suelo **moderado** y que, considerando la superficie de obras cubierta por este tipo de suelo (6.99ha), equivale a una pérdida de **135.37t/año**.

Por lo que, sumando los resultados para cada tipo de suelo, se obtiene una erosión hídrica actual de **3,368.13t/año**, como se muestra en la siguiente tabla:

Consulta Pública

Tabla 13: Erosión actual total dentro del AP (306.5782ha)

Uso de suelo y vegetación	Uso de suelo y vegetación	Superficie (ha)	Erosión actual total dentro del AP (t/año)
Vegetación secundaria de matorral espinoso Tamaulipeco	Kastanozem de textura media	143.63	1,926.14
	Phaeozem de textura media	80.48	539.64
	Vertisol de textura fina	67.73	590.43
Suelo desnudo	Kastanozem de textura media	4.10	122.23
	Phaeozem de textura media	3.65	54.33
	Vertisol de textura fina	6.99	135.37
Totales		**306.58**	**3,368.13**

Tabla 14: Riesgo de Erosión

Erosión	Perdida de suelo	
Clases	t/ha/año	mm/año
Nula o Ligera	<10	<0.6
Moderada	oct-50	0.6-3.3
Alta	50-200	3.3-13.3
Muy Alta	>200	>13.3

3.3.7.2 Erosión potencial (Ep)

Ep (Erosión potencial) = R K LS

La erosión potencial se interpreta como el cambio o incremento que se presentará en el sitio una vez realizadas las obras dentro del AP; por lo que, para su estimación, se utiliza la misma fórmula descartando el factor C (protección del suelo):

Donde:

Ep = Erosión potencial
R = Erosividad de la Lluvia
K = Erosionabilidad del suelo
LS = Longitud y grado de pendiente

Sustituyendo los valores para el AP tenemos:

Consulta Pública

Considerando que dentro del AP existe únicamente área con infraestructura, la cual una vez realizada las obras pasará a ser una superficie sin vegetación, asignándosele el valor de C igual a 1.

Áreas con infraestructura

Kastanozem de textura media sin vegetación

Ep = (2,980.50) (0.04) (0.25) (1.00)
Ep = **29.801t/ha/año**

Este resultado se interpreta como una pérdida de suelo **moderada** y que, considerando la superficie de obras cubierta por este tipo de suelo (147.73ha), equivale a una pérdida de **4,402.53t/año**.

Phaeozem de textura media sin vegetación

Ep = (2,980.50) (0.02) (0.25) (1.00)
Ep = **14.901t/ha/año**

Este resultado se interpreta como una pérdida de suelo **moderado** y que, considerando la superficie de obras cubierta por este tipo de suelo (84.13ha), equivale a una pérdida de **1,253.52t/año**.

Vertisol de textura fina con suelo desnudo

Ea = (2,980.50) (0.026) (0.25) (1.00)
Ea = **19.371t/ha/año**

Este resultado se interpreta como una pérdida de suelo **moderado** y que, considerando la superficie de obras cubierta por este tipo de suelo (74.72ha), equivale a una pérdida de **1,447.446t/año**.

Tomando en cuento todos los resultados para las distintas características del AP, se obtiene una tasa de erosión hídrica potencial total de **7,103.50t/año**, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 15: Erosión hídrica potencial total del AP

Uso de suelo y vegetación	Tipos de suelo	Superficie (ha)	Erosión potencial total dentro del AP (t/año)
Sin vegetación	Kastanozem de textura media	147.73	4,402.53
	Phaeozem de textura media	84.13	1,253.52
	Vertisol de textura fina	74.72	1,447.44
	Totales	**306.58**	**7,103.50**

Consulta Pública

Considerando los resultados totales de erosión hídrica actual y potencial del AP; se observa que, una vez realizadas las obras, la pérdida de suelo pasará de las **3,368.13t/año** a **7,103.50t/año**. Esto equivale a un incremento de **3,735.37t/año** en la erosión hídrica dentro del AP.

Tabla 16: Incremento en la erosión hídrica del AP

Erosión hídrica Actual del AP (t/año)	Erosión hídrica Potencial del AP(t/año)	Incremento en la erosión hídrica dentro del AP(t/año)
3,368.13	7,103.50	3,735.37

Este incremento en la erosión hídrica afectará a la erosión actual del AI y RE, de la siguiente manera:

Tabla 17: Erosión hídrica potencial del AI

Erosión hídrica Actual del AI (t/año)	Erosión hídrica Potencial del AI(t/año)	Incremento en la erosión hídrica (t/año)
304.04	4,039.40	3,735.37

Donde se observa que, debido al incremento de 3,735.37t/año en la erosión hídrica ocasionado por las obras del Proyecto, la pérdida de suelo por erosión hídrica dentro del AI pasará de 304.04t/año a **4,039.40t/año**; lo que representa un incremento en la erosión del 1,228.59% respecto al valor actual.

Tabla 18: Erosión hídrica potencial de la RE

Erosión hídrica Actual de la RE (t/año)	Erosión hídrica Potencial de la RE(t/año)	Incremento en la erosión hídrica (t/año)
42,079.19	45,814.55	3,735.37

Donde se observa que, debido al incremento de 3,735.37t/año en la erosión hídrica ocasionado por las obras del Proyecto, la pérdida de suelo por erosión hídrica dentro de la RE pasará de 42,079.19t/año a **45,814.55t/año**; lo que representa un incremento en la erosión del 8.88% respecto al valor actual.

3.3.8 Erosión Eólica

El cálculo de la erosión eólica se realizó mediante la ecuación de erosión eólica WEQ (Woodruff y Siddoway, 1965) que, de acuerdo al modelo, dependerá de cinco factores:

$$E' = f(I,K,V,L,C)$$

Donde:

Consulta Pública

I = índice de erosionabilidad del viento
K = Factor de rugosidad
C = Factor climático local
L = Longitud del terreno en la dirección prevaleciente de los vientos
V = Equivalente de cobertura de vegetación

Índice de erosionabilidad del viento

El índice de erosionabilidad al viento (I), de acuerdo a los grupos de erosionabilidad al viento (WEG) y al tipo de suelo predominante en el área (arcillo limoso calcáreo), es de **86t/ha/año**. Por lo que:

$$E_1 = I$$

$$E_1 = 86$$

Factor de rugosidad

El factor (K) toma en cuenta la resistencia que tienen las crestas a la erosión eólica, este factor está representado por la relación entre la altura y el espacio de la cresta. Debido a que no existían crestas establecidas en el área estudiada, se asignó el valor de **1** al factor K.

$$E_2 = IK$$

$$E_2 = 86*1 = 86$$

Factor climático local

El factor climático propuesto por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) modificado en 1979, se considera con un índice para la erosión eólica y es influenciado por la precipitación (P), la evapotranspiración potencial (PE) y la velocidad media de los vientos, utilizando la siguiente ecuación:

$$C = 1/100 \sum U^3 (PEI - Pi)/PEi)\ D$$

Donde U es la velocidad media mensual del viento (m/s), que corresponde a los datos reportados por el "POWER Data Access Viewer" perteneciente a la NASA; PE_i es la evapotranspiración potencial mensual (mm), obtenida mediante el método de Turc; P es la cantidad de lluvia mensual (mm), reportada por "POWER Data Access Viewer"; y D es el número de días en el mes correspondiente.

De acuerdo a lo anterior se calculó el factor C y resulta como sigue:

Consulta Pública

Estimación de erosibilidad del suelo	
$C=1/100\Sigma U^3((Pei-Pi)/Pei)D$	
U=	Velocidad media del viento mensual a 2m de altura
PE=	evapotranspiración potencial mensual (mm)
P=	cantidad de lluvia mensual (mm)
D=	número de días en el mes correspondiente
Resultado de la estimación de erosionabilidad del suelo	

Consulta Pública

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
U	2.94	3.34	3.79	3.94	4.07	4.02	4.23	3.72	2.86	2.94	2.94	2.81
PE	12.059	12.479	15.114	16.479	17.400	18.398	18.188	18.246	16.930	15.932	13.972	12.310
P	26.34	24.90	27.72	41.75	72.22	72.96	63.39	51.08	118.71	61.73	37.18	27.84
D	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
$U^3((Pei-Pi)/Pei)D$												
-932.749	-1038.841	-1407.807	-2813.453	-6585.394	-5779.441	-5830.383	-2871.520	-4219.191	-2264.410	-1266.581	-867.809	-932.749
$C= 1/100\Sigma U^3((Pei-Pi)/Pei)D$												
-9.327	-10.388	-14.078	-28.135	-65.854	-57.794	-58.304	-28.715	-42.192	-22.644	-12.666	-8.678	-9.327
C anual												
-358.776												

$E_3= E_2*C$

E_3												
Ene	**Feb**	**Mar**	**Abr**	**May**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Sep**	**Oct**	**Nov**	**Dic**	**Total**
-802.164	-893.403	-1210.714	-2419.569	-5663.439	-4970.320	-5014.130	-2469.507	-3628.505	-1947.393	-1089.260	-746.316	-30854.719

Consulta Pública

Inclusión de la longitud de campo

$$E_4 = (WF^{0.348} + E_3^{0.348} - E_2^{0.348})^{2.87}$$

Dónde:

$$Wf = E_2(1.0 - 0.122(L/L_0) - 0.383) \exp(-3.3\ L/L_0)$$

WF = es el factor de la longitud del campo, donde:
L = es la longitud de campo en dirección al viento (6,410.42m)
L_0 = es la longitud máxima de campo (8,284.21m)

Sustituyendo las variables de la fórmula

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

E_4=0.0t/ha/año

Como se muestra en el resultado anterior, la tasa de erosión eólica es demasiado pequeña para ser cuantificada; esto se debe a las características topográficas e hidrometeorológicas del sitio, donde la pendiente es plana, la precipitación y la humedad son abundantes y la velocidad del viento es baja.

Consulta Pública

3.3.9 Degradación de suelos

La degradación de suelos es un cambio en el estado del mismo pero el cual resulta en una disminución de su capacidad inicial para proveer bienes y servicios.

Los procesos de degradación que llevan al suelo a disminuir su capacidad productiva inicial se conocen como Procesos de degradación, los cuales son: erosión, degradación física, degardación biológica, degradación química y desertificación.

La erosión ocurre cuando se produce pérdida de suelo y esta puede ser mínimamente imperceptible o bien de gran alcance cada vez que ocurre el proceso. El agente del clima que mueve al suelo desde su lugar original puede ser el agua y en este caso nos referimos al proceso de erosión hídrica o bien el viento y entonces nos referimos a erosión eólica. El suelo perdido es la fracción más superficial y por ende la más rica en nutrientes. Su ocurrencia en suelos poco profundos o pobres naturalmente o bien con altos contenidos de arenas a determinada profundidad, puede ser extremadamente crítica, revirtiendo la aptitud de estos suelos y pudiendo perder su capacidad para la producción.

Degradación física: vinculadas a ésta existen una serie de microprocesos que alteran el espacio libre "poroso" que tiene el suelo para que se pueda "mover" el aire y el agua. Se producen cambios adversos en el suelo que afectan las condiciones físicas relacionadas con el desplazamiento del aire, del agua y nutrientes, y el desarrollo de las raíces. Estos procesos pueden ocurrir a nivel de superficie del suelo o subsuperficialmente, y los efectos más comúnmente observados son capas compactadas (piso de pezuña o de arado), sellamiento de la superficie del suelo (planchado), costras. Junto al proceso de erosión hídrica es de los más frecuentes, encontrándose ampliamente generalizado en las tierras agrícolas.

Degradación Biológica: La pérdida de la biodiversidad (organismos vivos) y de la materia orgánica (organismos de origen animal y vegetal, parcial y/o totalmente descompuestos o transformados) constituyen los efectos más notorios debidos a la ocurrencia de los procesos de degradación biológica. Esto repercute en las diferentes funciones de suelo como la asimilación de los nutrientes por las plantas. También el acomodamiento y la persistencia de los minerales del suelo en unidades específicas (estructura) que contribuyen a sostener el espacio poroso que va a asegurar el traslado del agua de lluvia y/o de riego por el suelo y la eliminación de los excesos. Además del desplazamiento del aire dentro y fuera del suelo.

Degradación Química: Varios de los procesos de degradación química están vinculados a la degradación biológica y suelen ocurrir en condiciones extremas de la ocurrencia de este último. Ejemplo de esto son el agotamiento de nutrientes y la acidificación del suelo que resultan como consecuencia de, entre otras causas, el agotamiento de la materia orgánica. La contaminación del suelo es otro proceso de degradación química que generalmente está asociado a la contaminación de aguas (superficiales y subterráneas), al inadecuado uso y manejo de insumos y desechos de la agricultura (como metales tóxicos, lodos residuales, desechos de fundición, escombros de minería).

El aumento del contenido de sales en el suelo es otro proceso que ocurre en áreas habilitadas al riego (permanente), en donde el contenido salino del agua de riego y las limitaciones en el sistema de drenaje generan un aumento de la salinidad del suelo. La problemática del aumento del contenido de

Consulta Pública

sales en el suelo, no sólo está limitada a regiones de riego, es habitual en áreas ganaderas de nuestra pradera pampeana que presentan drenaje natural limitado (roca, tosca) y nivel freático cercano a la superficie, y que reciben un manejo inadecuado del suelo.

Desertificación: Es un proceso combinado, multicausal que se desarrolla tanto en zonas áridas, semiáridas o subhúmedas de nuestro país. Afecta al ecosistema en su totalidad y ocurre como consecuencia de la explotación por las actividades humanas en donde la fragilidad de los sistemas naturales no es tenida en cuenta, y se sobrepasa la capacidad productiva del sistema. El resultado final es la declinación de los rendimientos de los ecosistemas, como consecuencia del establecimiento de condiciones más extremas que las naturales. La eliminación de la cobertura vegetal herbácea, el desmonte descontrolado y las sequías originadas por alteraciones climáticas naturales y antrópicas constituyen los principales desencadenantes de este proceso. Siendo el manejo irracional del suelo y el agua factores determinantes de su dirección, velocidad y ocurrencia.

La degradación presente en la RE, según el metadato "Degradación del suelo en la República Mexicana, escala 1:250,000 de CONABIO, es:

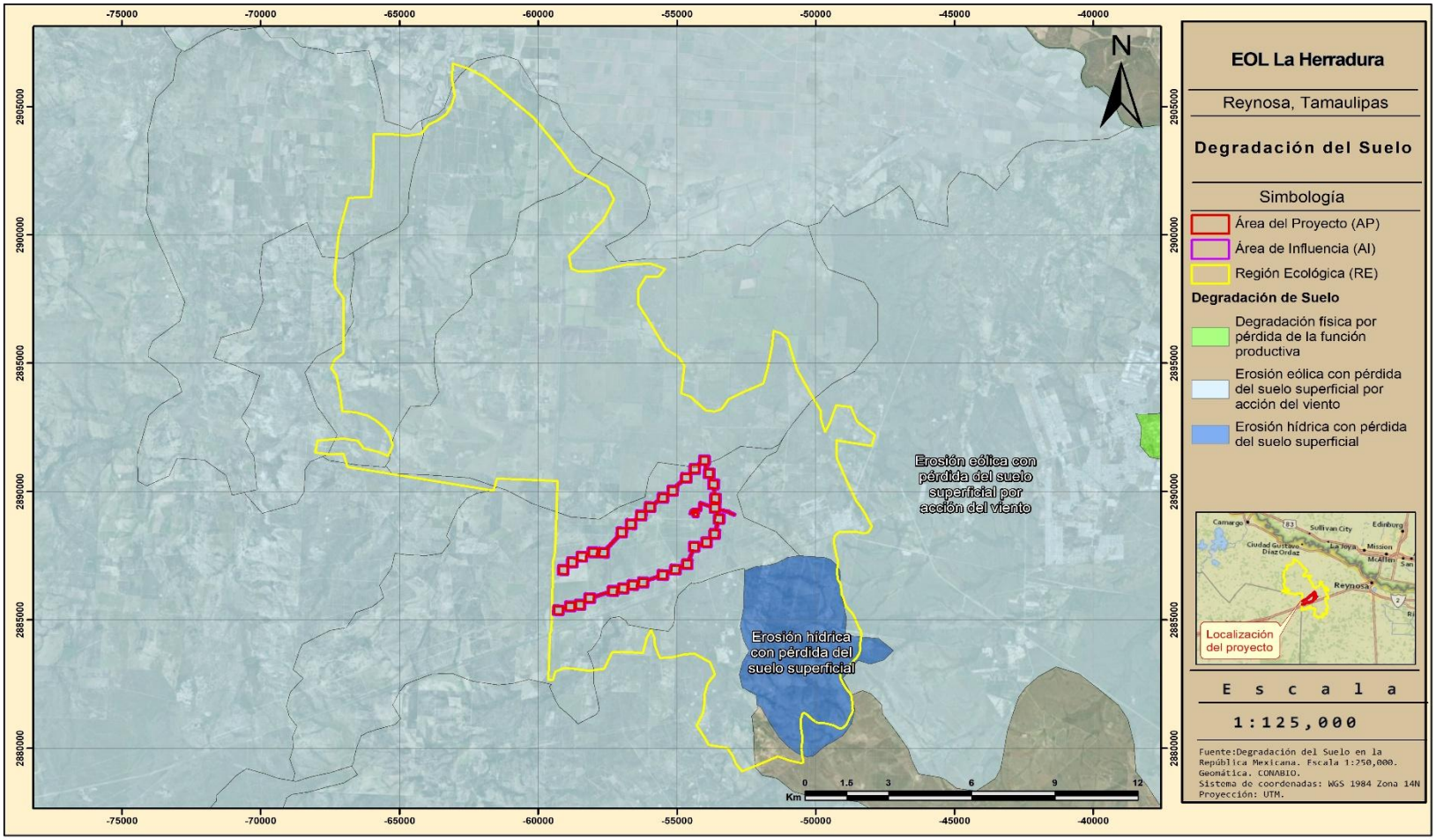
- **Erosión eólica con pérdida del suelo superficial por acción del viento**
- **Erosión hídrica con pérdida del suelo superficial**

Mientras que el AI y AP, presentan una degradación del suelo del siguiente tipo:

- **Erosión eólica con pérdida del suelo superficial por acción del viento**

Consulta Pública

Mapa 24: Degradación del suelo CONABIO



3.3.10 Agua

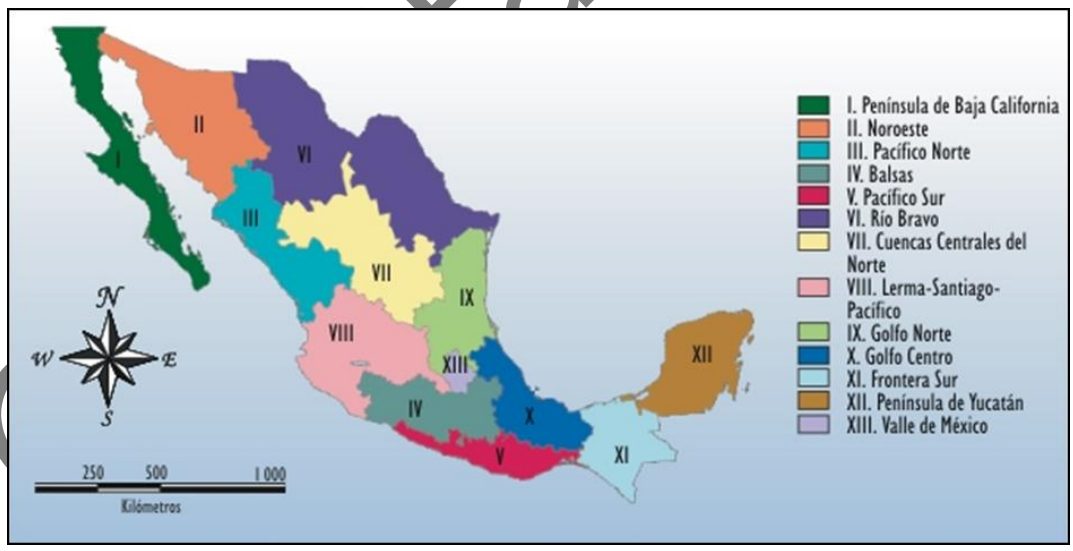
3.3.10.1 Hidrología superficial

Se entiende por Región Hidrológica al área territorial conformada en función de sus características morfológicas, orográficas e hidrológicas, en la cual se considera a la cuenca hidrológica como la unidad básica para la gestión de los recursos hídricos, cuya finalidad es el agrupamiento y sistematización de la información, análisis, diagnósticos, programas y acciones en relación con la ocurrencia del agua en cantidad y calidad, así como su explotación, uso o aprovechamiento. Normalmente una región hidrológica está integrada por una o varias cuencas hidrológicas. Por tanto, los límites de la región hidrológica son en general distintos en relación con la división política por estados y municipios (Ley de Aguas Nacionales 1992. Última reforma publicada DOF 24-03-2016).

Según el conjunto de datos vectoriales "Cuencas Hidrológicas" (CNA) y "Regiones Hidrológicas Administrativas" (CONABIO), la RE, AI y AP, se localiza en la Región Hidrológico-Administrativa VI Río Bravo, dentro de la región hidrológica N°24 "Bravo Conchos", dentro de la cuenca RH24A "R. Bravo - Matamoros – Reynosa" y en la subcuenca RH24Ac "R. Bravo – Anzalduas".

- **Región Hidrológico-Administrativa:** VI Río Bravo
- **Clave de Región Hidrológica:** N°24 Bravo Conchos
- **Cuenca:** RH24A, R. Bravo - Matamoros – Reynosa
- **Subcuencas:** RH24Ac R. Bravo – Anzalduas

Figura 9: Regiones Hidrológicas Administrativas de México



Región Hidrológica 24 Bravo Conchos

Es una de las regiones hidrológicas más importantes del norte de México y se integra al sistema de drenaje del **río Bravo**, cuyo cauce constituye además una parte importante de la frontera internacional entre México y Estados Unidos. La región comprende diversas cuencas que se distribuyen principalmente en los estados de Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas.

Consulta Pública

En su sector occidental predominan zonas interiores áridas y semiáridas, mientras que hacia el noreste el sistema del río Bravo continúa hacia las planicies costeras de Tamaulipas y finalmente hacia el Golfo de México.

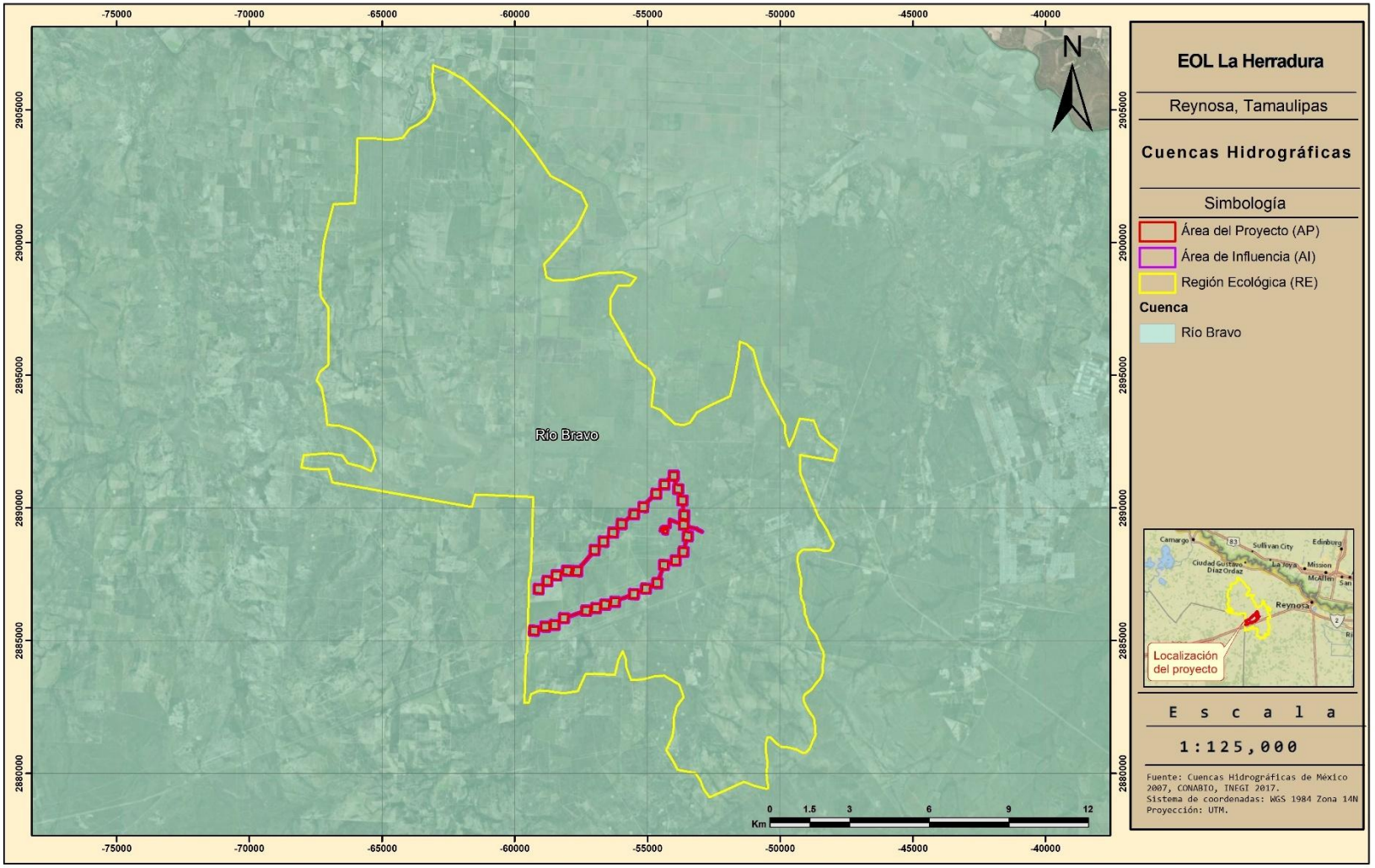
El río Conchos constituye uno de los sistemas fundamentales dentro de esta gran región y forma parte de la cuenca del río Bravo del Norte.

Subcuenca RH24A R. Bravo - Matamoros – Reynosa

La cuenca RH24A Río Bravo–Matamoros–Reynosa una superficie regional de 941,098 hectáreas, equivalente aproximadamente a 9,410.98 km², alrededor de 100,160 hectáreas de esta cuenca se localizan dentro del estado de Nuevo León, lo que representa aproximadamente el 10.6 % de su superficie regional.

Consulta Pública

Mapa 25: Cuenca Hidrográfica



3.3.10.1.1 Humedales

Los humedales como marismas, pantanos o ciénegas son ecosistemas que surgen cuando la saturación del terreno por agua produce sustratos hídricos (dominados por procesos anaeróbicos) y permite el establecimiento de biota, principalmente plantas enraizadas, con adaptaciones para tolerar la anegación (Keddy, 2004). Dadas las diferencias regionales en el régimen hidrológico, clima, procesos de formación del suelo y escenarios geomorfológicos, una vasta asociación de comunidades de plantas de humedales y tipos de suelos hídricos han evolucionado en todo el mundo (Tiner, 1999).

Estos ambientes complejos y dinámicos se caracterizan por su alta productividad y diversidad biológica, jugando un papel fundamental al proporcionar un hábitat único para una amplia variedad de flora y fauna. Son fuente, sumidero y transformadores de materiales químicos y biológicos, ayudan a estabilizar los suministros de agua y contribuyen en la depuración de aguas contaminadas, en la protección de litorales y recarga de los mantos freáticos. También han sido reconocidos como sumideros de carbono y estabilizadores climáticos en una escala global (Mitsch y Gosselink, 2000).

Los humedales se definen como terrenos de transición entre sistemas acuáticos y terrestres donde usualmente el nivel freático está en o cerca de la superficie, o el terreno está cubierto por aguas someras.

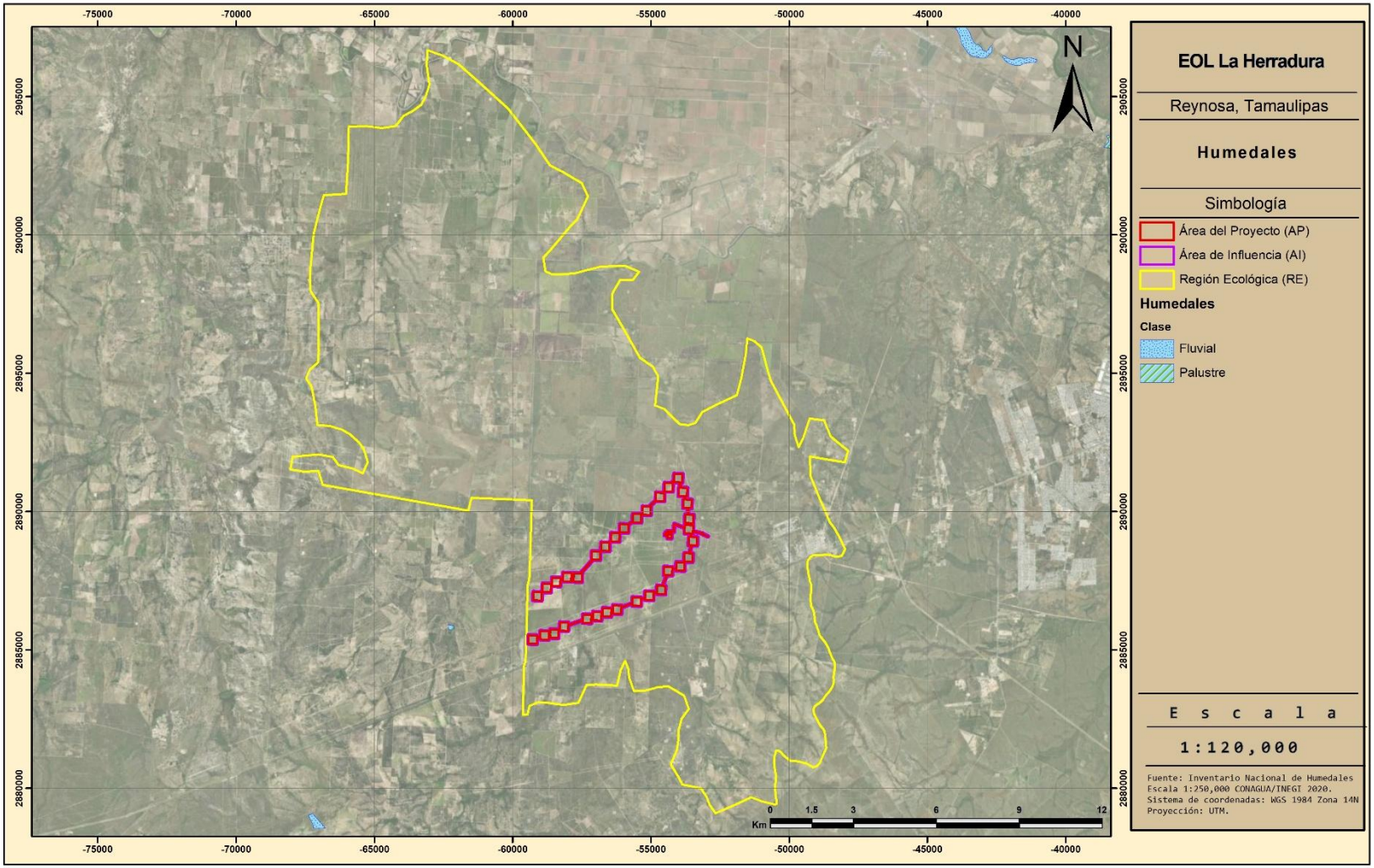
De acuerdo con la Convención Sobre los Humedales, se establece que en general, se reconocen cinco tipos de humedales principales:

- **Marinos:** humedales costeros. Inclusive lagunas costeras, costas rocosas y arrecifes de coral.
- **Estuarinos:** incluidos deltas, marismas de marea y manglares.
- **Lacustres:** humedales asociados con lagos.
- **Ribereños o Fluvial:** humedales adyacentes a ríos y arroyos
- **Palustres:** los cuales pertenecen a pantanosos, marismas, pantanos y ciénagas.

Además, hay humedales artificiales, como estanques de cría de peces y camarones, estanques de granjas, tierras agrícolas de regadío, depresiones inundadas salinas, embalses, estanques de grava, piletas de aguas residuales y canales.

Dentro de la RE, AI y AP, no se encuentran humedales.

Consulta Pública


-75000
-70000
-65000
-60000
-55000
-50000
-45000
-40000
2905000
2900000
2895000
2890000
2885000
2880000
N
EOL La Herradura
Reynosa, Tamaulipas
Humedales
Simbología
Área del Proyecto (AP)
Área de Influencia (AI)
Región Ecológica (RE)
Humedales
Clase
Fluvial
Palustre
E s c a l a
1:120,000
Fuente: Inventario Nacional de Humedales
Escala 1:250,000 CONAGUA/INEGI 2020.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.
0
1.5
3
6
9
12
Km

3.3.10.1.2 Red Hidrográfica

Una corriente de agua se define como un flujo que se origina a partir de la precipitación pluvial o del afloramiento subterráneo. Estas corrientes se clasifican según su tipo de condición y orden, de la siguiente manera:

Tipo de condición.

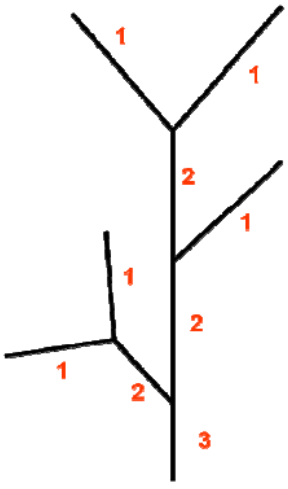
- **Intermitente**: corrientes con presencia de agua en determinadas épocas del año
- **Perenne**: corriente con presencia de agua permanente
- **En operación**: canal que está en uso
- **En construcción**: canal que está en proceso de construcción
- **Fuera de uso**: canal que no está en uso
- **Línea central**: Línea de flujo a través de cuerpos de agua o canales de tipo área

Orden

El orden es un método para identificar y clasificar los tipos de cursos basados en la cantidad de afluentes, para lo cual se utiliza la clasificación de numero Strahler, 1957. Una vez identificado el orden se puede definir el tamaño de la corriente, basándose en la jerarquía de los afluentes.

- Las corrientes que carecen de afluentes son denominadas de primer orden (orden 1).
- La unión de dos afluentes de primer orden origina una corriente de segundo orden, dos de segundo orden forman un tercero y así consecutivamente (orden 1, 2, etc.).
- Los ríos principales son aquellos que están alimentados por varias corrientes

Figura 10: Ejemplo de orden de corrientes, Strahler 1957



Consulta Pública

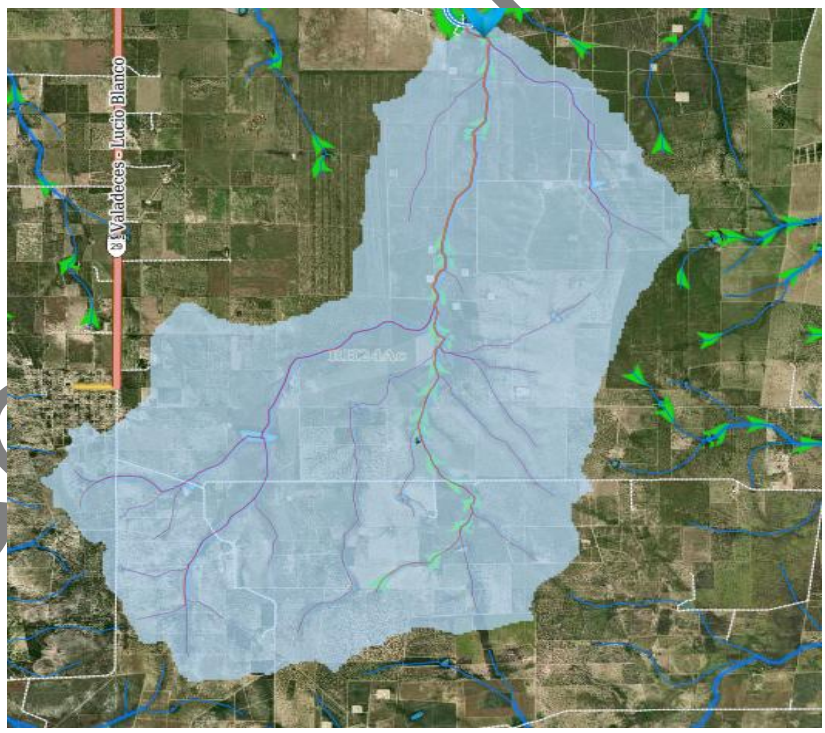
La RE contiene una red de drenaje dendrítica muy densa**,** dominada por corrientes de bajo orden (1er y 2do orden aprox.), todas clasificadas como intermitentes, mientras que se encuentra una nula densidad de corrientes de tipo perenne, de igual manera, la densidad de cuerpos de agua es bajo, siendo en su totalidad de tipo intermitente. Esta densidad de drenaje sugiere suelos de baja permeabilidad y escurrimiento superficial estacional, típico de zonas semiáridas/subhúmedas de la planicie costera del Golfo.

Dentro de la RE se identifican 2 corrientes principales, de ordenes segundo a sexto, los cuales resultan de la convergencia de escurrimientos y corrientes de agua de menor orden, siendo principalmente de primer y segundo.

En cuanto el AI y AP, al presentar una estructura lineal, estos se interceptan por varios escurrimientos de bajo orden, siendo en su mayoría de primer y segundo, también presentan la característica de ser de tipo intermitente, por lo que su caudal solo se presenta en cierta temporalidad asociada principal a lluvias.

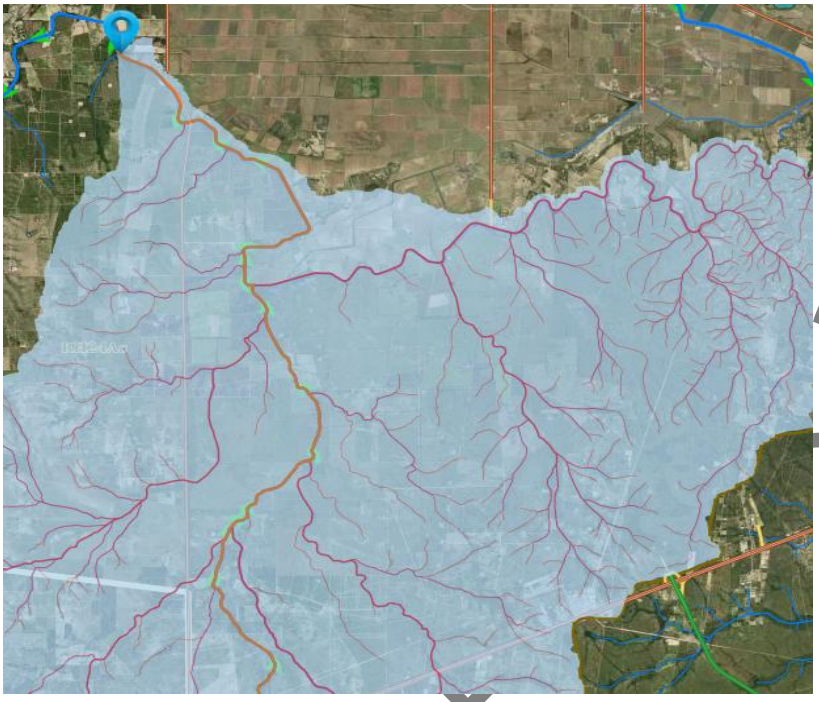
A continuación, se presenta la información de las corrientes principales que se encuentran dentro de la RE.

Figura 11: Corriente principal 1 que se localiza al oriente de la RE (color naranja)



Pública

Figura 12: Corriente principal 1 que se localiza al oriente de la RE (color naranja)



A continuación, se presentan las características de dichas corrientes. Estas características se obtuvieron mediante el Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas (SIATL) versión 4, desarrollado por INEGI:

Tabla 19: Características de las corrientes principales de la RE, SIATL v 4

	Corriente 1	Corriente 2
Tipo	Intermitente	Intermitente
Orden (Strahler)		5
Elevación máxima (m)	91	240
Elevación media (m)	70	145
Elevación mínima (m)	50	50
Longitud (m)	9,035	68,270
Pendiente media (%)	0.451	0.2783
Tiempo de concentración (minutos)	172.78	0.2783
Área drenada (km^2)	34.56	987.54

El caudal mínimo de estas corrientes alcanza un valor igual a 0 en la temporada seca, correspondiente a los meses de invierno.

El cálculo de los caudales máximos de dichas corrientes se realizó para periodos de retorno de 10, 20, 50 y 100 años, con ayuda del SIATL, disponible en línea en la dirección: http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/siatl/.

Consulta Pública

Las precipitaciones máximas probables para cada uno de los periodos de retorno se obtuvieron a partir de los datos arrojados por dicho simulador.

En las tablas siguientes, se muestran los valores de los caudales pico o máximos (m^3/s) de cada corriente, para cada uno de los periodos de retorno.

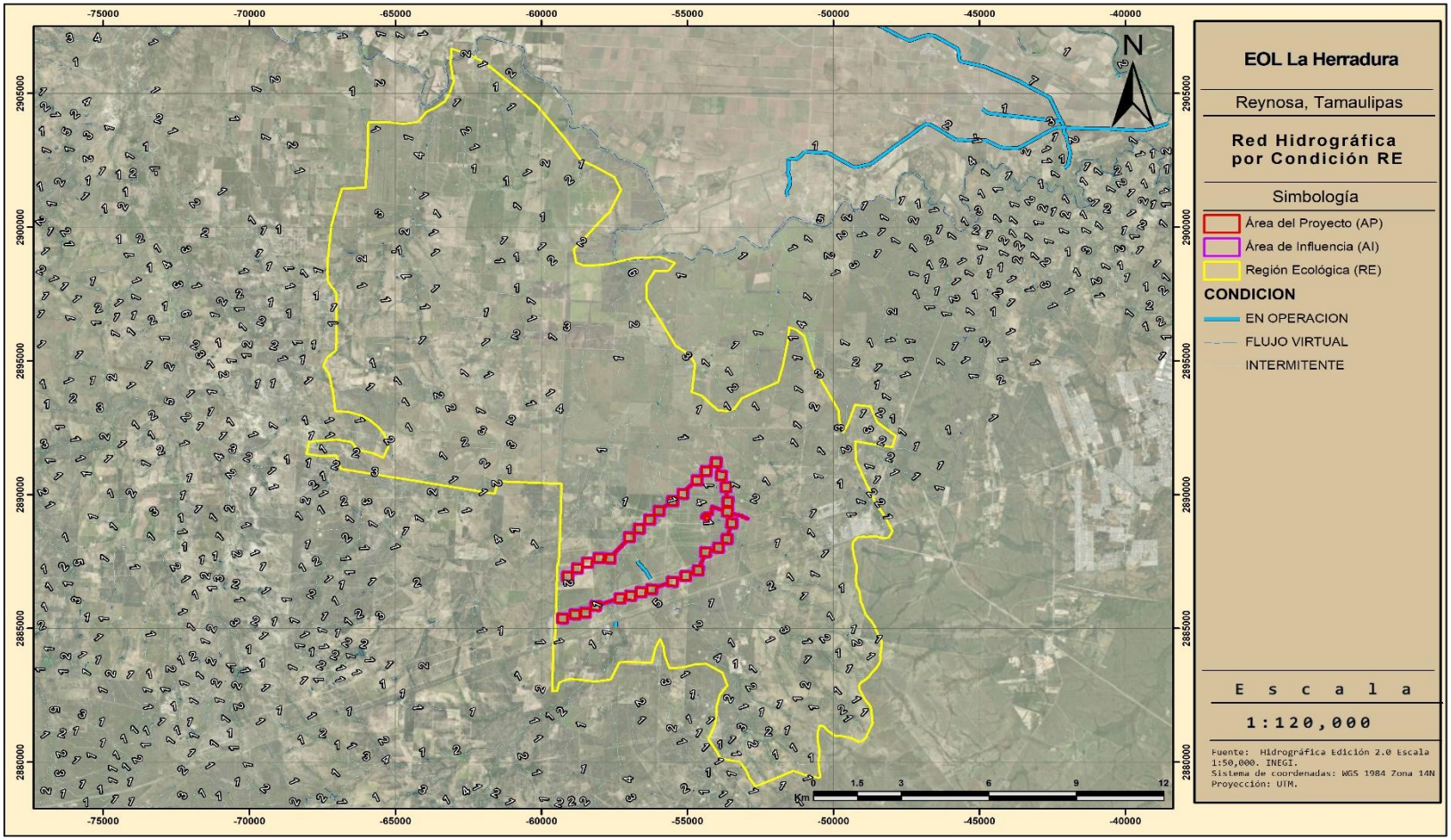
Tabla 20: Caudal máximo de las corrientes principales de la RE, SIATL v 4

Corriente 1		
Periodo de retorno (años)	**Precipitación máxima en 24 horas (mm)**	**Caudal máximo (m3/s)**
10	53.99	54.47
20	67.02	67.62
50	81.42	82.15
100	90.44	91.25

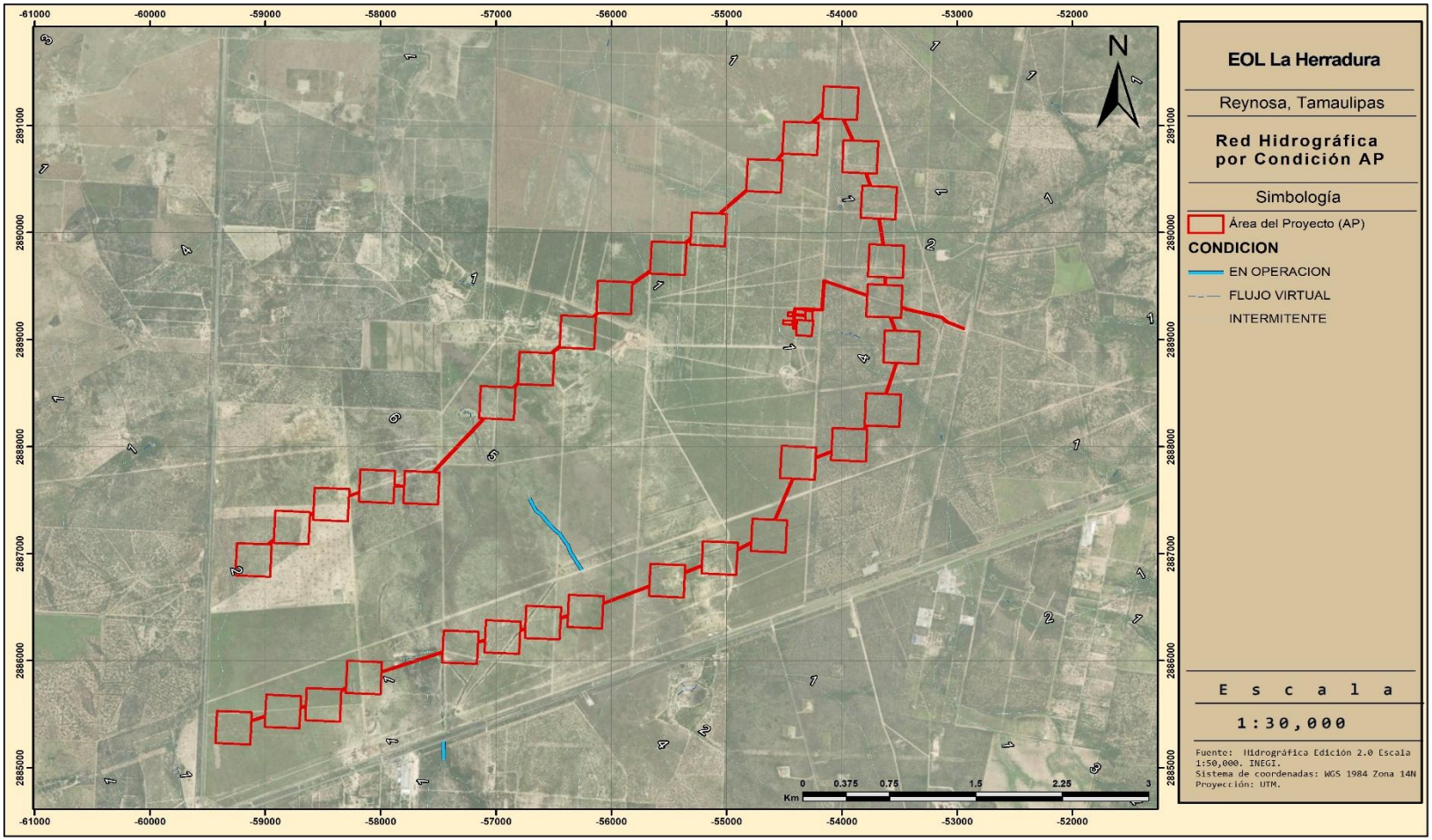
Corriente 2		
Periodo de retorno (años)	**Precipitación máxima en 24 horas (mm)**	**Caudal máximo (m3/s)**
10	9.39	245.26
20	11.62	303.50
50	14.09	368.01
100	15.64	408.50

Consulta pública

Mapa 26: Red hidrográfica por condición en la RE



Mapa 27: Red hidrográfica por condición en el AP



3.3.10.2 Hidrología subterránea

Tanto la RE, como la AI y AP, se encuentran dentro del Acuífero "Bajo Río Bravo" Por lo que, a continuación, se describen las características y la disponibilidad del mismo:

Acuífero "Bajo Río Bravo" (2801)

El acuífero Bajo Río Bravo, definido con la clave 2801 por la Comisión Nacional del Agua, se localiza al noroeste de la República Mexicana, dentro de la Región Hidrológica No. 24 "Río Bravo"; comprende la parte norte del Estado de Tamaulipas y una pequeña parte del Estado de Nuevo León; abarcando una superficie aproximada de 17,500 km^2 . Dicha zona comprende totalmente a 10 municipios de Tamaulipas, que de noroeste a sureste son: Nuevo Laredo, Guerrero, Mier, Miguel Alemán, Gustavo Díaz Ordaz, Reynosa, Río Bravo, Valle Hermoso y Matamoros; así como a 5 del estado de Nuevo León que son: Agualeguas, General Treviño, Los Aldamas, Doctor Coss y General Bravo.

Disponibilidad

Para el cálculo de la disponibilidad de aguas subterráneas, se aplica el procedimiento de 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; en su fracción relativa a las aguas subterráneas, menciona que la disponibilidad se determina por medio de la expresión siguiente:

$$DMA = R - DNC - VEAS$$

Donde:

DMA = Disponibilidad media anual de agua del subsuelo en un acuífero.

R = Recarga total media anual.

DNC = Descarga natural comprometida.

VEAS = Volumen de extracción de aguas subterráneas

Recarga total media anual (R)

La recarga total media anual que recibe el acuífero (R), corresponde con la suma de todos los volúmenes que ingresan al acuífero. Para este caso, su valor es de 198.5 hm3 /año, todos ellos son de recarga natural.

Descarga natural comprometida (DNC)

La descarga natural comprometida se determina sumando los volúmenes de agua concesionados de los manantiales y del caudal base de los ríos que está comprometido como agua superficial, alimentados por el acuífero, más las descargas que se deben conservar para no afectar a los acuíferos adyacentes; sostener el gasto ecológico y prevenir la migración de agua de mala calidad hacia el acuífero. Para este caso, su valor es de 9.7 hm3 anuales, que corresponde a las salidas subterráneas que aún presenta el acuífero.

Consulta Pública

Volumen de extracción de aguas subterráneas (VEAS)

La extracción de aguas subterráneas se determina sumando los volúmenes anuales de agua asignados o concesionados por la Comisión mediante títulos inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), los volúmenes de agua que se encuentren en proceso de registro y titulación y, en su caso, los volúmenes de agua correspondientes a reservas, reglamentos y programación hídrica, todos ellos referidos a una fecha de corte específica. En el caso de los acuíferos en zonas de libre alumbramiento, la extracción de aguas subterráneas será equivalente a la suma de los volúmenes de agua estimados con base en los estudios técnicos, que sean efectivamente extraídos, aunque no hayan sido titulados ni registrados, y en su caso, los volúmenes de agua concesionados de la parte vedada del mismo acuífero. Para este acuífero el volumen de extracción de aguas subterráneas es de 94,952,048 m3 anuales, que reporta el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA) de la Subdirección General de Administración del Agua, a la fecha de corte del 30 de diciembre de 2022.

Disponibilidad media anual de agua subterránea (DMA)

La disponibilidad de aguas subterráneas, constituye el volumen medio anual de agua subterránea disponible en un acuífero, al que tendrán derecho de explotar, usar o aprovechar los usuarios, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro a los ecosistemas.

Conforme a la metodología indicada en la norma referida anteriormente, se obtiene de restar al volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de extracción de aguas subterráneas.

DMA = R – DNC- VEAS

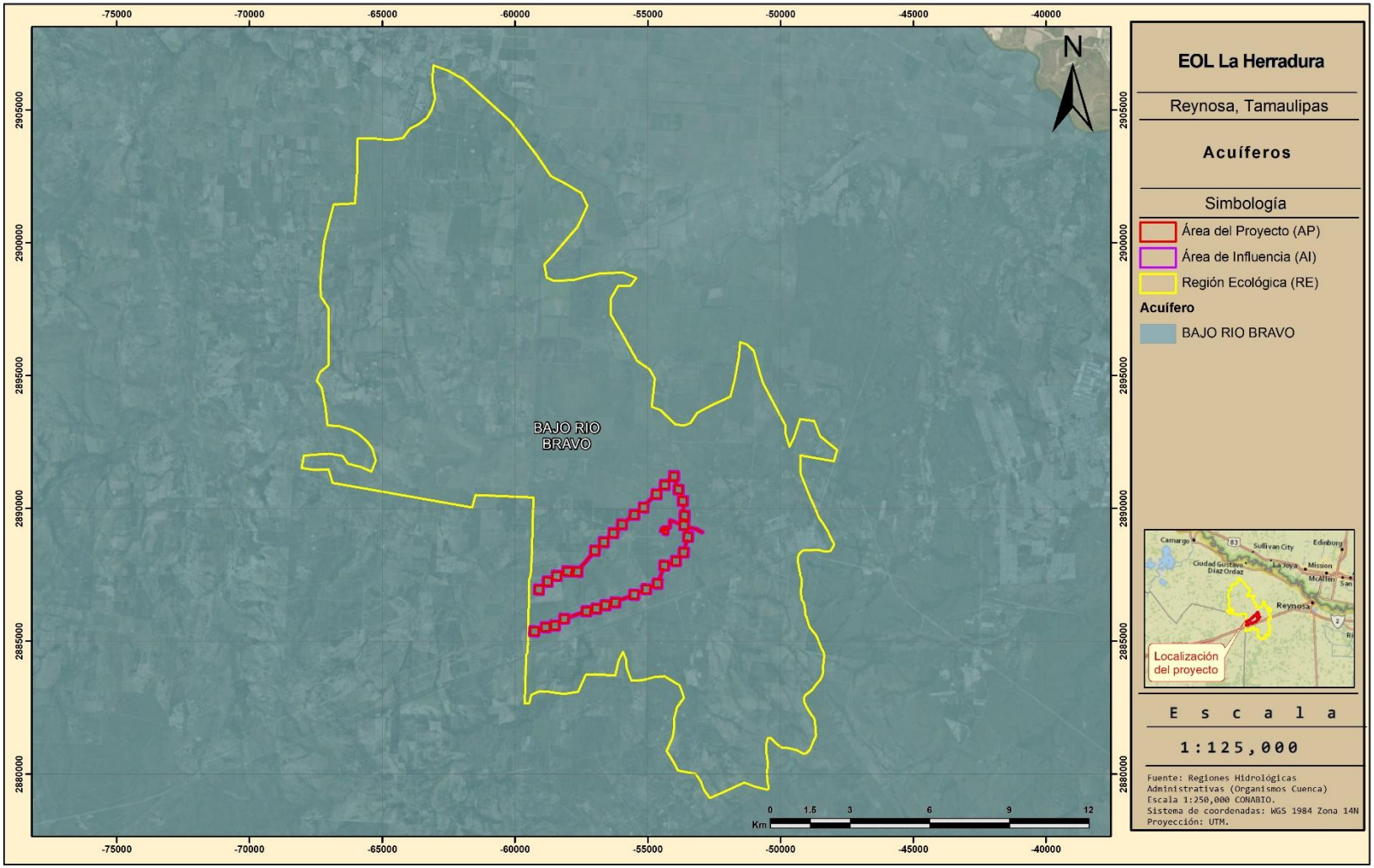
MA = 198.5 – 9.7 – 94.952048

DAS = 93.847952hm^3/año

El resultado indica que existe disponibilidad de **93,847,952m^{3}anuales**, para otorgar nuevas concesiones

Consulta Pública

Mapa 28: Acuíferos



3.3.10.3 Volúmenes y gasto hidráulico

El escurrimiento superficial se estimó con el método de escurrimiento medio o volumen medio (SAR-CP, 1982), para pequeñas cuencas o áreas de drenaje reducido, el cual requiere el promedio de lluvia en el área de la cuenca, el área de drenaje y su coeficiente de escurrimiento.

El volumen de escorrentía y gasto hidráulico de la RE, AI y AP se calculó mediante la siguiente fórmula:

Vm = A C Pm

Donde:

A = Área de captación (km^2)
C = Coeficiente de escurrimiento.
Pm = Precipitación Total Anual (mm).
Vm = Volumen medio anual; promedio que puede escurrir en miles de m^3.

3.3.10.3.1 Volumen y gasto hidráulico actual

Sustituyendo valores en la ecuación para la **RE**, tenemos:

Vm = (254.665219) (0.1051) (625.8) (1000)
Vm = 16,749,096.35m^3/año

Sustituyendo valores en la ecuación, para el **AI** tenemos:

Vm = (5.097191) (0.1051) (625.8) (1000)

Vm = 335,237.55m^3/año

Sustituyendo valores en la ecuación, para el **AP actual** atenemos:

Vegetación secundaria de matorral espinoso tamaulipeco

Kastanozem de textura media

Vm = (1.436228) (0.1051) (625.8) (1000)

Vm = 94,463.07m^3/año

Phaeozem de textura media

Vm = (0.80480) (0.1051) (625.8) (1000)

Vm = 52,930.62m^3/año

Vertisol de textura fina

Vm = (0.677345) (0.1564) (625.8) (1000)

Vm = 66,282.51m^3/año

Suelo desnudo

Kastanozem de textura media

Consulta Pública

Vm = (0.041014) (0.1393) (625.8) (1000)

Vm = 3,574.80m³/año

Phaeozem de textura media

Vm = (0.036459) (0.1393) (625.8) (1000)

Vm = 3,177.79m³/año

Vertisol de textura fina

Vm = (0.069885) (0.1564) (625.8) (1000)

Vm = 6,838.69m³/año

Tomando en cuenta la suma de resultados, se obtiene un total de **227,267.49m³/año** para la superficie del AP.

3.3.10.3.2 Volumen y gasto hidráulico potencial

Una vez realizadas las obras, el **área con infraestructura** pasará a ser una superficie desprovista de vegetación, por lo que se asignaron los valores de C correspondientes a "barbecho, área inculta y desnuda":

Sin vegetación

Kastanozem de textura media

Vm = (1.477298) (0.1393) (625.8) (1000)

Vm = 128,762.16m³/año

Phaeozem de textura media

Vm = (0.841254) (0.1393) (625.8) (1000)

Vm = 73,324.19m³/año

Vertisol de textura fina

Vm = (0.7472) (0.1564) (625.8) (1000)

Vm = 73,121.20m³/año

Tomando en cuenta los resultados para las distintas características potenciales del AP, se obtiene un **volumen de escurrimiento potencial total de 275,207.56m³/año.**

Considerando el resultado actual y potencial del AP, se observa que las obras del proyecto generarán un incremento de **47,940.07m³/año** en el volumen medio de escurrimiento (Vm).

Tabla 21: Volumen de escurrimiento total potencial del AP

Vm actual del AP (m3/año)	Vm potencial del AP(m3/año)	Incremento en el Vm del AP (m3/año)
227,267.49	275,207.56	**47,940.07**

Consulta Pública

3.3.10.4 Cálculo de balance hídrico

Se denomina Ciclo Hidrológico al movimiento general del agua, ascendente por evaporación y descendente primero por las precipitaciones y después en forma de escorrentía superficial y subterránea; es decir, que es el proceso global por el cual se considera al agua un recurso natural renovable; debido a que en esa circulación espontánea y continua el líquido vital se purifica y retorna temporalmente a sus fuentes, que la ponen al alcance de sus múltiples demandantes.

Para la realización de dicho cálculo, es necesario calcular la evapotranspiración, para lo cual se utilizó el modelo propuesto por Turc (1961) en el que propone calcular la evapotranspiración potencial para cada mes en función de la radiación solar media diaria de ese mes sobre una superficie horizontal, la temperatura media mensual y una corrección basada en la humedad relativa media mensual. Con base en lo anterior y como se calculó en apartados previo.

Consulta Pública

Tabla 22: Evapotranspiración mensual Turc (1961)

Evapotranspiración Mensual TURC												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anuall
12.06	12.48	15.11	16.48	17.40	18.40	18.19	18.25	16.93	15.93	13.97	12.31	187.50

Una vez realizado lo anterior se calculó el balance hídrico, quedando de la siguiente forma:

Tabla 23: Balance hídrico

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Totales
Prec	26.33	24.90	27.72	41.74	72.2	72.95	63.38	51.07	118.71	61.72	37.18	27.84	625.822
EtP	12.06	12.48	15.11	16.48	17.40	18.40	18.19	18.25	16.93	15.93	13.97	12.31	187.508
Δ	14.28	12.43	12.61	25.27	54.82	54.56	45.20	32.83	101.78	45.80	23.21	15.53	438.314
ALM	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	1200.000
def	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
Exceso	14.28	12.43	12.61	25.27	54.82	54.56	45.20	32.83	101.78	45.80	23.21	15.53	438.320
ETR	12.06	12.48	15.11	16.48	17.40	18.40	18.19	18.25	16.93	15.93	13.97	12.31	187.508

Donde:

Prec: Precipitación
EtP: Evapotranspiración
Δ: Diferencia entre precipitación y evapotranspiración.
ALM: Almacenaje de Agua Útil
def: Déficit
Ex: Exceso
ETR: Evapotranspiración Real

Consulta Pública

3.3.10.5 Infiltración

La infiltración es el proceso por el cual el agua en la superficie de la tierra entra en el suelo quedando retenida en él.

El estudio del balance de suelos se basa en el principio de la conservación de la materia. O sea, el agua que entra a un suelo, es igual al agua que se almacena en el suelo, más el agua que sale de él. Las entradas son debidas a la infiltración del agua hacia el suelo y las salidas se deben a la evapotranspiración de las plantas, más la descarga de los acuíferos.

Para calcular la cantidad de agua que se infiltra en la RE, AI y AP se utilizó el valor estimado de evapotranspiración (Turc, 1960), se multiplicó por la superficie de la poligonal correspondiente y se convirtió a m^3; así como el volumen de escurrimiento (NOM-011-CONAGUA-2015) calculado para cada una de las superficies:

Infiltración actual de la RE (25,466.5219ha)

Tabla 24: Infiltración con Balance Hídrico Actual de la RE

Balance Hídrico Actual RE	Totales m^3/año
Captación bruta	159,375,108.261
ETR	47,746,564.109
Captación neta	111,628,544.152
Infiltración	**94,879,447.805**
Escorrentía	16,749,096.347

Donde se observa un volumen de captación bruta de **159,375,108.261m^3/año**, el cual se obtuvo al calcular la precipitación mensual en mm por la superficie de la RE y convirtiéndolo a m^3. A este valor se le resta la evapotranspiración real (**47,746,564.109m^3/año**) para obtener la captación neta, quedando un resultado de **111,628,544.152m^3/año**, volumen de escurrimiento calculado para la RE obtenido con la fórmula presente en la NOM-011-CONAGUA-2015 (**16,749,096.347m^3/año**), quedando así una infiltración de **94,879,447.805m^3/año**, actuales.

Consulta Pública

Infiltración actual del AI (509.7191ha)

Tabla 25: Infiltración con Balance Hídrico Actual del AI

Balance Hídrico Actual AI	Totales m^3/año
Captación bruta	3,189,934.498
ETR	955,659.975
Captación neta	2,234,274.523
Infiltración	1,899,036.976
Escorrentía	335,237.546

Donde se observa un volumen de captación bruta de **3,189,934.498m^3/año**, el cual se obtuvo al calcular la precipitación mensual en mm por la superficie del AI y convirtiéndolo a m^3. A este valor se le resta la evapotranspiración real (**955,659.975m^3/año**) para obtener la captación neta, quedando un resultado de **2,234,274.523m^3/año**.

Posteriormente, al valor de la captación neta se le resta el volumen de escurrimiento calculado para el AI, obtenido con la fórmula presente en la NOM-011-CONAGUA-2015 (**335,237.546m^3/año**), quedando así una infiltración de **1,899,036.976m^3/año**, actuales para el AI.

Infiltración actual del AP (306.5782ha)

Tabla 26: Infiltración con Balance Hídrico Actual del AP

Balance Hídrico Actual AP	Totales m^3/año
Captación bruta	1,918,633.962
ETR	574,796.030
Captación neta	1,343,837.932
Infiltración	1,116,570.446
Escorrentía	227,267.487

Donde se observa un volumen de captación bruta de **1,918,633.962m^3/año**, el cual se obtuvo al calcular la precipitación mensual en mm por la superficie del AP y convirtiéndolo a m^3. A este valor se le resta la evapotranspiración real (**574,796.030m^3/año**) para obtener la captación neta, quedando un resultado de **1,343,837.932m^3/año**.

Posteriormente, al valor de la captación neta se le resta el volumen de escurrimiento actual calculado para la totalidad del AP, obtenido con la fórmula presente en la NOM-011-CONAGUA-2015 (**227,267.487m^3/año**), quedando así una infiltración de **1,116,570.446m^3/año**, actuales para el AP.

Infiltración potencial del AP

Consulta Pública

Una vez retirada la vegetación del área de obras dentro del AP, los volúmenes de agua del balance hídrico actual se verán modificados de la siguiente manera:

Tabla 27: Infiltración con Balance hídrico potencial del AP

Balance Hídrico Potencial AP	Totales m^3/año
Captación bruta	1,918,633.962
ETR	574,796.030
Captación neta	1,343,837.932
Infiltración	1,068,630.376
Escorrentía	275,207.557

En donde, al valor de la captación neta (**1,343,837.932m^3/año**), se le resta el volumen de escurrimiento potencial para la totalidad del AP, obtenido con la metodología presente en la NOM-011-CONAGUA-2015 (**275,207.557m^3/año**), quedando así una infiltración de **1,068,630.376m^3/año**, potenciales para el AP.

3.3.10.5.1 Afectación a los volúmenes de infiltración

Considerando el resultado actual y potencial del AP, se observa que las obras del proyecto generarán una disminución de **47,940.07m^3/año** por lo que, pasará de **1,116,570.446m^3/año a 1,068,630.376m^3/año.**

Tabla 28: Diferencia entre infiltración actual y potencial del AP

Infiltración Actual (m3/año)	Infiltración potencial del AP (m3/año)	Pérdida de infiltración una vez removida la vegetación de la superficie de obras (m3/año)
1,068,630.376	1,068,630.376	47,940.07

Esta pérdida de infiltración de 47,940.07m^3/año afectará los volúmenes de infiltración actuales del AI y RE. Por lo que es necesario restar la pérdida de infiltración a la infiltración actual de cada poligonal. Quedando de la siguiente manera:

Tabla 29: Infiltración potencial del AI

Infiltración Actual (m3/año)	Infiltración potencial del AI (m3/año)	Pérdida de infiltración una vez removida la vegetación de la superficie de obras (m3/año)
1,899,036.976	1,851,096.906	47,940.07

Consulta Pública

Donde se observa que, una vez retirada la vegetación del área de obras, el volumen de infiltración presente en el AI disminuirá a los **1,851,096.906m^3/año**, lo que representa una disminución del 2.52% respecto al volumen actual.

Tabla 30: Infiltración potencial de la RE

Infiltración Actual (m3/año)	Infiltración potencial de la RE (m3/año)	Pérdida de infiltración una vez removida la vegetación de la superficie de obras (m3/año)
94,879,447.805	94,831,507.735	47,940.07

Donde se observa que, el volumen de infiltración presente en la RE disminuirá a los **94,831,507.735m^3/año**, lo que representa una disminución del 0.0505% respecto al volumen actual.

Es importante mencionar que se han diseñado medidas de conservación a razón de compensar esta modificación en el volumen de infiltración, dichas medidas se encuentran descritas en el capítulo 4 del presente documento.

Consulta Pública

3.3.11 Medio Biótico

3.3.11.1 Vegetación y flora

3.3.11.1.1 Flora potencial

La distribución espacial de las especies no es aleatoria, sino que obedece al intervalo o capacidad de tolerancia que cada especie tiene a factores ambientales como altitud, posición topográfica, temperatura, humedad y precipitación que se conoce como amplitud ecológica. En este sentido, la flora potencial representa la probabilidad de encontrar especies en áreas que presentan condiciones ambientales similares a los sitios donde se encuentran.

Para la elaboración de la flora potencial se utilizó la información recabada por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad para flora vascular (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, CONABIO 2021a; b; c; d).

3.3.11.1.2 Resumen y metodología de muestreos

3.3.11.1.2.1 Definición de los tipos de vegetación

Uno de los problemas que a menudo se afronta al definir un tipo de vegetación o comunidad vegetal en México, es que hasta la fecha no existe un sistema de clasificación y nomenclatura de las comunidades vegetales que sea de uso común (González-Medrano 2003).

En este sentido, con el fin de generar un panorama homogéneo, definición y descripción del o los tipos de vegetación presentes en la RE, AI y AP, se consultaron las obras y herramientas más representativas y útiles para la región de estudio (Alanis-Flores *et al.* 1996; Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI 2021; Miranda & Hernández-X. 2014; Rzedowski 2006; Villarreal-Quintanlla & Estrada-Castillón 2008). En este sentido, las líneas que describen los tipos de vegetación en este documento representan un esbozo general de las diferentes obras consultadas.

3.3.11.1.2.2 Trabajo de campo

La temporalidad del trabajo de campo relativo al levantamiento de datos taxonómicos, dasonómicos y ecológicos de la flora y vegetación del RE, AI y AP **obedecen a dos temporalidades**, esto con el fin de captar las variaciones fenológicas de la vegetación. La primera visita se realizó del **16 al 25 de febrero del 2026**, mientras que la segunda visita se realizó del **13 al 22 de julio de 2026**. Para ambos muestreos se tomó un horario diario de 06:00 a 17:00 hrs. con periodos intercalados de descanso y toma de alimentos. El equipo de trabajo se organizó en cuatro brigadas compuestas cada una por dos especialistas en taxonomía vegetal. Cada brigada realizo exploración de campo equipada con herramientas de geolocalización, cámara fotográfica y de ser necesario prensa botánica para toma de muestras vegetales. Las fechas de trabajo de campo coinciden con los periodos de floración y/o fructificación de varios taxa en la región de estudio, además se consideró importante el registro de las estructuras vegetativas vivas o desecas para lograr un reconocimiento completo de la diversidad de organismos vegetales presentes en las áreas exploradas. Asimismo, las especies vegetales epigeas y estacionales y/o efímeras se muestran esencialmente visibles durante esta época del ciclo anual en la

Consulta Pública

región (Raunkiaer 1934), de esta manera, el trabajo de campo realizado para estas áreas refleja en los registros valores dimensionales y de diversidad suficientemente verosímiles y confiables.

3.3.11.1.2.3 Muestreo

En la mayoría de los estudios de la vegetación no es operativo enumerar y medir todos los individuos de la comunidad, por esta razón se realizan muestreos de la misma a fin de estimar el valor de los parámetros de la población vegetal.

Tamaño de las unidades muestrales

El tamaño de las unidades muestrales debe satisfacer tres requisitos fundamentales (Matteucci & Colma 1982):

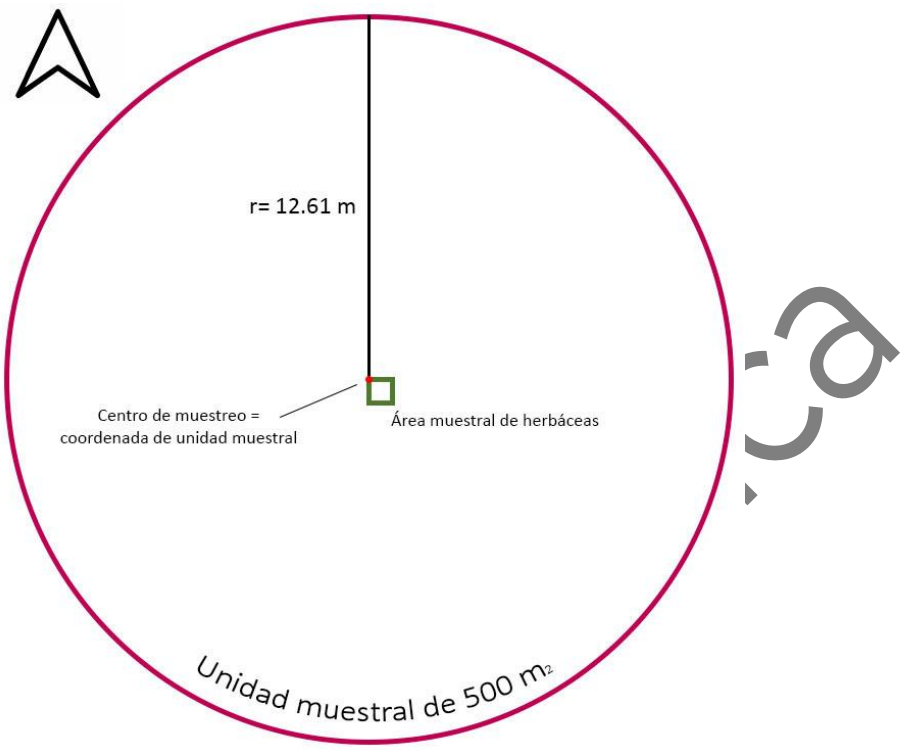
a) Deben distinguirse claramente,
b) Las reglas de exclusión e inclusión del material vegetal a medir deben establecerse de antemano y ser respetadas durante la obtención de los datos, y
c) Una vez seleccionada la forma y el tamaño, deben mantenerse tan uniformes como sea posible a lo largo del trabajo.

Si el modelo espacial de los individuos es aleatorio, puede usarse cualquier tamaño de unidad muestral sin que se altere la precisión de la estimación y su selección depende de consideraciones prácticas (Matteucci & Colma 1982). Esto es, si los individuos a contar son pequeños y muy abundantes es preferible utilizar unidades pequeñas, por otro lado, si los individuos a contar son grandes o se encuentran distribuidos de manera dispersa, las unidades grandes resultan mucho mejores. Es importante considerar que no es conveniente utilizar unidades demasiado pequeñas porque estas destacas los errores de borde, individuos que se encuentran en el borde de la unidad y que presentan un problema de exclusión o inclusión en el muestreo.

Bajo el anterior argumento, el tamaño de las unidades muestrales seleccionado fue de 500m^2, con una forma circular (radio de 12.6 m). Las unidades de muestreo circulares presentan la excelente ventaja de tener menor perímetro que los rectangulares para una misma superficie, lo que se traduce en una menor posibilidad de error al contabilizar a los árboles cuya pertenencia al sitio sea dudosa (Olvera-Vargas *et al.* 1996). El centro de la unidad muestral corresponde a la coordenada registrada para cada punto de muestreo. El área de levantamiento de datos para herbáceas consistió en un polígono cuadrado con superficie de 1m^2, esta área se delimito con un perímetro físico construido a partir de tubo de ½ pulgada de PVC, el perímetro superior se posiciono perpendicularmente a la dirección del norte magnético geográfico.

Consulta Pública

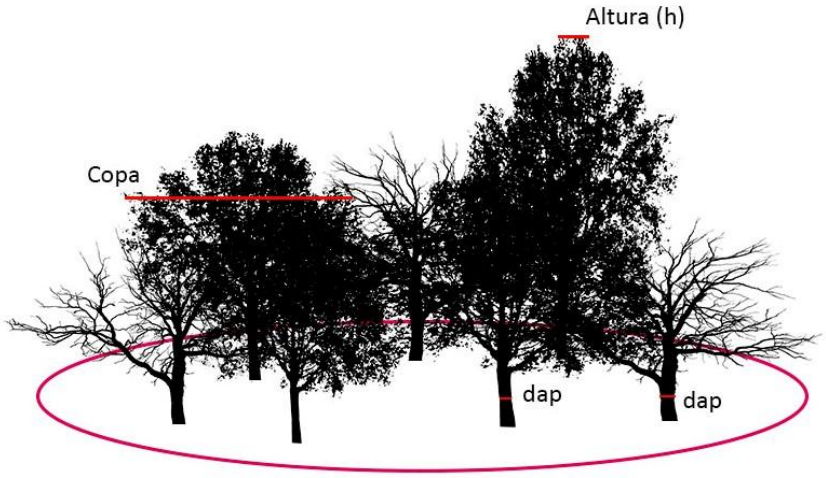
Figura 13: Representación esquemática del tamaño y forma de la unidad muestral de la vegetación.



Para el análisis de los individuos se definieron cinco categorías en función al biotipo, en donde se establecieron las reglas de inclusión y exclusión conforme a lo siguiente:

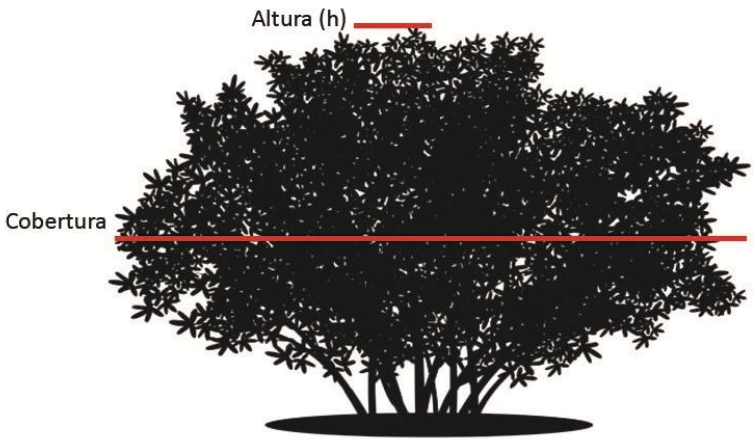
- *Arbóreas*: Todos aquellos individuos de 7 cm de dap (diámetro a la altura del pecho) o mayores. Se registró especie taxonómica, dap, altura total y copa en 500 m^2.

Figura 14: Ilustración gráfica del muestreo de arbóreas.



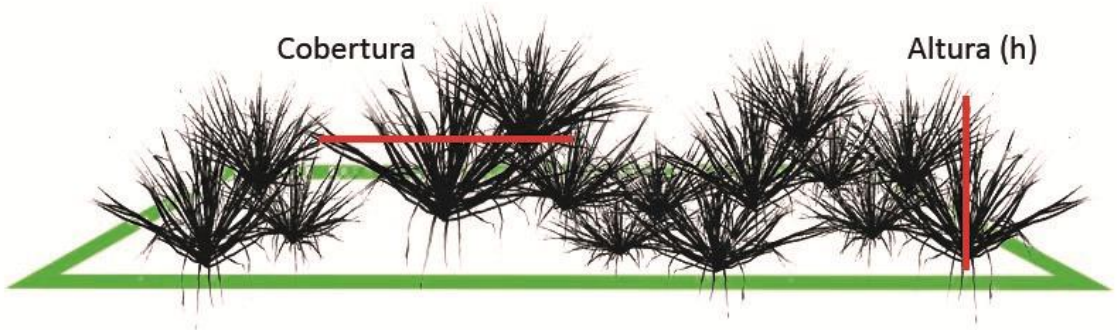
- *Arbustivas*: Todos aquellos individuos mayores a 50 cm de altura y menores a 7 cm de dap. Se registró especie taxonómica, altura media y cobertura en 500 m^2.

Figura 15: Ilustración gráfica del muestreo de arbustivas.



- *Herbáceas*: Todos aquellos individuos de 0 a 49 cm de altura. Para estos se registró especie taxonómica, altura media y cobertura en una superficie de 1 m^2.

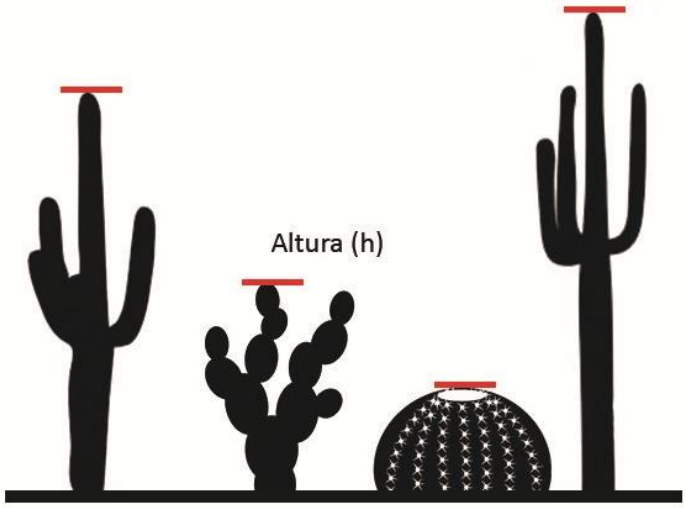
Figura 16: Ilustración gráfica del muestreo de herbáceas.



- Suculentas: Todos los individuos suculentos pertenecientes a la familia Cactaceae y otras con cualidad de suculencia. Se registró especie taxonómica y altura total en 200 m2.

Consulta pública

Figura 17: Ilustración gráfica del muestreo de suculentas.



Cada una de las unidades de muestreo levantadas se distinguió a través de marcas visuales y llamativas, asimismo, las reglas de exclusión e inclusión del material vegetal registrado y la forma y tamaño establecido se respetó para cada una de ellas.

Tamaño de muestra

Cuanto mayor es el número de las unidades muestrales, más precisa es la estimación de la o las variables consideradas. No obstante, debido al gran costo del muestreo (especialmente en tiempo y esfuerzo) es preciso llegar a un equilibrio en donde el esfuerzo invertido sea equiparable a la cantidad y calidad de la información recabada (McRoberts *et al.* 2015).

Considerando que el área a analizar (RE, AI y AP) representa una superficie o universo finito (unidad delimitada en ha y m^2), y que es posible conocer el total de integrantes de la población (total de muestreos posibles de 500 m^2), es conveniente el uso de la fórmula para cálculo de muestreos en universos finitos (Valdivieso-Taborga *et al.* 2011). Para el desarrollo de la fórmula es importante comprender los siguientes aspectos:

Tamaño de la población: La cantidad total de unidades muestrales en la superficie analizada. Si se está tomando una muestra aleatoria sobre la totalidad de la **superficie en la RE** (**25,466.5219 ha**), entonces el tamaño de la población será de **509,330** muestreos posibles de 500m^2.

Margen de error: Un porcentaje que señala en qué medida se puede esperar que los resultados de los parámetros analizados reflejen un valor parecido al real de la población general. Entre más pequeño sea el margen de error, más cerca se estará de tener el parámetro real con un determinado nivel de confianza.

Nivel de confianza del muestreo: Un porcentaje que revela cuánta confianza puedes tener en que tu tamaño de muestra represente un parámetro dentro de un rango determinado. Por ejemplo, un nivel de confianza del 95% significa que puedes tener una seguridad del 95% de que los resultados oscilarán entre los números *x* e *y*.

Consulta Pública

Variabilidad (coeficiente de variabilidad): Un porcentaje estimado de diferenciación de un punto a otro, entre más alta la variación, incrementa el tamaño de muestra. Para obtener este valor (Celis-de la Rosa & Labrada-Martagón 2014; Mueller-Dombois & Ellenberg 1974) es necesario la designación de un muestreo piloto con varias repeticiones (ej. 5, 10, 15 etc.), entonces se selecciona un parámetro medible (en este caso número de individuos arbóreos y arbustivos, I) para cada una de las repeticiones.

Tabla 31: Relación de parámetro medible (I) en muestreo piloto de la RE.

Muestreo Piloto	Número de especies	Número de especies^2
1	5	25
2	5	25
3	5	25
4	6	36
5	6	36
6	5	25
7	4	16
8	7	49
9	9	81
10	5	25
11	4	16
12	6	36
13	6	36
14	6	36
15	7	49
Total	**86**	**516**

El promedio ($\bar{X}$) del parámetro medible seleccionado corresponde a 5.54 individuos. Seguido de esto se calcula la desviación estándar (s) mediante la siguiente formula:

$$s = \sqrt{\sum I^2 - \frac{(\sum I)^2}{n} \Big/ n - 1}$$

$$s = \sqrt{516 - \frac{(86)^2}{15} \Big/ 15 - 1} = 1.28$$

Es así que la variación (p) es igual a:

$$p = \frac{s * 100}{\bar{X}} = \frac{1.28 * 100}{5.73} = 22.32$$

La fórmula para cálculo de muestreos en universos finitos corresponde a la siguiente (Milton 2007; Wackerly *et al.* 2010):

$$n = \frac{\frac{z^2 * p\,(1-p)}{e^2}}{1 + (\frac{z^2 * p\,(1-p)}{e^2 N})}$$

Donde:

Consulta Pública

n = tamaño de muestra

N = tamaño de la población

e = margen de error (porcentaje expresado con decimales)

p = variabilidad (porcentaje expresado con decimales)

z = puntuación z. la puntuación z es la cantidad de desviaciones estándar que una proporción determinada se aleja de la media. La siguiente tabla permite encontrar la puntuación z adecuada:

Tabla 32: Relación de Nivel de confianza y puntuación z.

Nivel de confianza deseado	80%	85%	90%	95%	99%
Puntuación z	1.28	1.44	1.65	1.96	2.58

De acuerdo con SEMARNAT (2017), el tamaño de muestra debe tener niveles de confianza no menores al 95%, por lo que la puntuación de *z* mínima a considerar es de 1.96. Conociendo esto, se desglosa la fórmula de la siguiente manera:

$$n = \frac{\frac{1.96^2 * 0.22\ (1 - 0.22)}{0.10^2}}{1 + (\frac{1.96^2 * 0.22\ (1 - 0.22)}{0.10^2\ 509330})} = 19^1$$

Una vez calculado el tamaño de muestra y conociendo que el número mínimo de puntos de muestreo para generar un estimado confiable de parámetros vegetales es de **19** sitios de levantamiento en la RE, se desglosa el mismo proceso para el AI, donde se delimita la presencia de **509.7191 ha**.

Tabla 32: Relación de parámetro medible (I) en muestreo piloto del AI.

Muestreo Piloto	Número de especies	Número de especies^2
1	7	49
2	7	49
3	3	9
4	4	16
5	4	16
6	6	36
7	5	25
8	5	25
9	5	25
10	6	36
11	3	9
12	5	25
13	8	64
14	3	9
15	5	25
Total	**76**	**418**

Consulta Pública

$$s = \sqrt{418 - \frac{(76)^2}{15} / 15 - 1} = 1.53$$

$$p = \frac{1.53 * 100}{5.07} = 30.27$$

$$n = \frac{\frac{1.96^2 * 0.30\ (1 - 0.30)}{0.10^2}}{1 + (\frac{1.96^2 * 0.30\ (1 - 0.30)}{0.10^2\ 10194})} = 35$$

Por último, el mismo proceso se repite para el AP, **con 306.5782 ha** de superficie delimitada:

Tabla 32: Relación de parámetro medible (I) en muestreo piloto del AP

Muestreo Piloto	Número de especies	Número de especies²
1	6	36
2	3	9
3	5	25
4	8	64
5	14	196
6	7	49
7	6	36
8	4	16
9	7	49
10	7	49
11	6	36
12	4	16
13	6	36
14	3	9
15	10	100
Total	**96**	**726**

$$s = \sqrt{726 - \frac{(96)^2}{15} / 15 - 1} = 2.82$$

$$p = \frac{2.82 * 100}{6.40} = 44.12$$

Consulta Pública

$$n = \frac{\frac{1.96^2 * 0.44\ (1 - 0.44)}{0.10^2}}{1 + (\frac{1.96^2 * 0.44\ (1 - 0.44)}{0.10^2\ 6132})} = 74$$

En este sentido, se expone que el tamaño de muestra levantado en la RE corresponde a 80 sitios de muestreo, 78 sitios para el AI y 75 sitios para la superficie del AP, y en todos los casos, los mínimos establecidos estadísticamente (19,35 y 74) fueron cumplidos.

Tabla 33: Coordenadas de ubicación de unidades muestrales del RE.

Unidad	Este (X)	Norte (Y)
1	542916	2876548
2	543243	2876756
3	543431	2876626
4	543761	2877411
5	543766	2877554
6	544037	2877588
7	544350	2877820
8	544465	2878338
9	544783	2878430
10	545057	2878410
11	544920	2878140
12	544983	2877950
13	545603	2879241
14	545388	2879551
15	545684	2879502
16	545106	2879120
17	545103	2878758
18	544561	2878857
19	543978	2878642
20	544121	2879381
21	546017	2879207
22	546057	2879762
23	546384	2880585
24	546613	2880629
25	546592	2880167
26	546348	2879858
27	545476	2877738
28	545786	2877942
29	545786	2877002
30	546061	2877327
31	546042	2877679
32	546255	2877128
33	546110	2878033
34	546645	2878308
35	546405	2876646
36	546618	2877954
37	546921	2877467
38	546038	2876588
39	545696	2876786
40	545707	2876249
41	545397	2876058
42	544811	2876550
43	544282	2875892
44	544292	2875285
45	543450	2875323
46	543173	2874533
47	546903	2875895
48	547407	2875582
49	546864	2875172
50	546470	2875007
51	546229	2874824
52	545357	2874450
53	548041	2876220
54	548099	2876799
55	544986	2874300
56	543846	2873979
57	543623	2873961
58	543262	2873716
59	542897	2873596
60	542648	2873340
61	542598	2873124
62	542656	2872781
63	542304	2873239
64	542479	2872764
65	542014	2873071
66	541696	2872949
67	541746	2874128
68	542452	2874377
69	542898	2874981
70	541740	2875426
71	541983	2875880
72	542358	2875927
73	540954	2875571
74	540586	2874347
75	540282	2874368
76	540013	2874137
77	541222	2874163
78	540985	2873864
79	541209	2873660
80	540907	2873500

Consulta Pública

Mapa 18: Ubicación de las unidades muestrales de vegetación dentro de la RE.

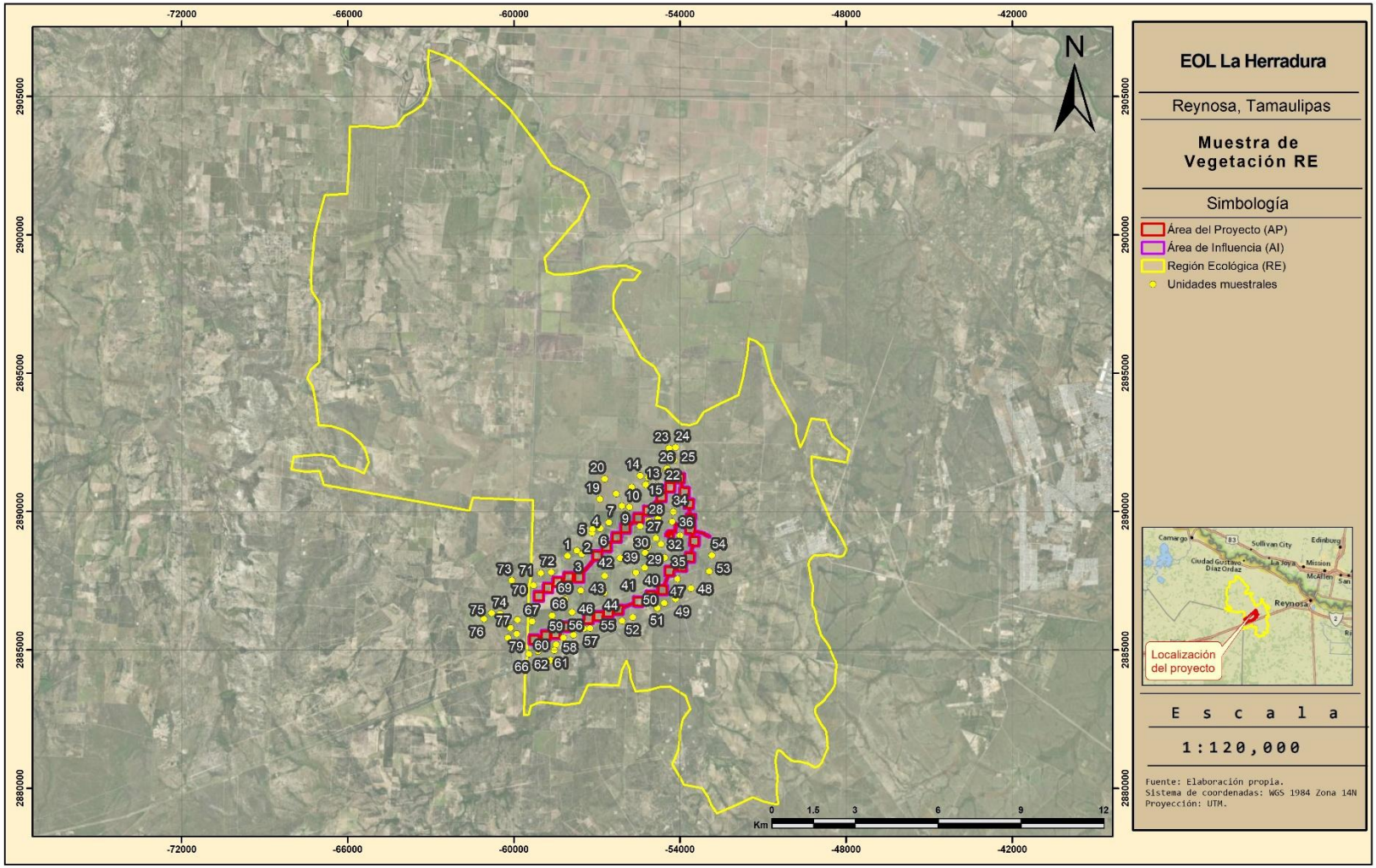


Tabla 34: Coordenadas de ubicación de unidades muestrales del AI.

Unidad	Este (X)	Norte (Y)
1	542444	2873550
2	542126	2873477
3	541840	2873309
4	541675	2873643
5	541952	2873647
6	542532	2873553
7	542086	2873771
8	542436	2873799
9	542668	2873898
10	542784	2874158
11	542910	2873821
12	543116	2873828
13	543788	2874494
14	543843	2874144
15	544119	2874255
16	544048	2874598
17	544433	2874756
18	544383	2874408
19	544654	2874570
20	544804	2874872
21	545121	2874877
22	545572	2875192
23	545596	2874840
24	545794	2875119
25	545798	2875393
26	546132	2875251
27	546215	2875342
28	546211	2875610
29	546554	2875477
30	546775	2876100
31	546775	2876275
32	546942	2876527
33	546529	2876346
34	545342	2878189
35	544896	2877796
36	545343	2877843
37	544955	2877455
38	544618	2877464
39	544699	2877121
40	544474	2877263
41	544471	2876942
42	547051	2876183
43	547484	2876639
44	544127	2876951
45	547274	2877361
46	547136	2876675
47	542352	2875194
48	547620	2877232
49	547372	2877888
50	547818	2877520
51	547105	2877551
52	544292	2876762
53	547434	2878238
54	547274	2878458
55	544150	2876589
56	543648	2876224
57	547250	2878790
58	547176	2879053
59	543608	2876074
60	543530	2875626
61	546834	2878946
62	543235	2875610
63	542977	2875951
64	546940	2879356
65	546640	2879613
66	546659	2879099
67	542951	2875612
68	542546	2875763
69	542497	2875420
70	546310	2879182
71	546362	2878724
72	542092	2875402
73	541895	2874871
74	546128	2878993
75	545900	2878284
76	545728	2878470
77	545718	2878131
78	545118	2877595

Consulta Pública

Mapa 19: Ubicación de las unidades muestrales de vegetación dentro del AI.

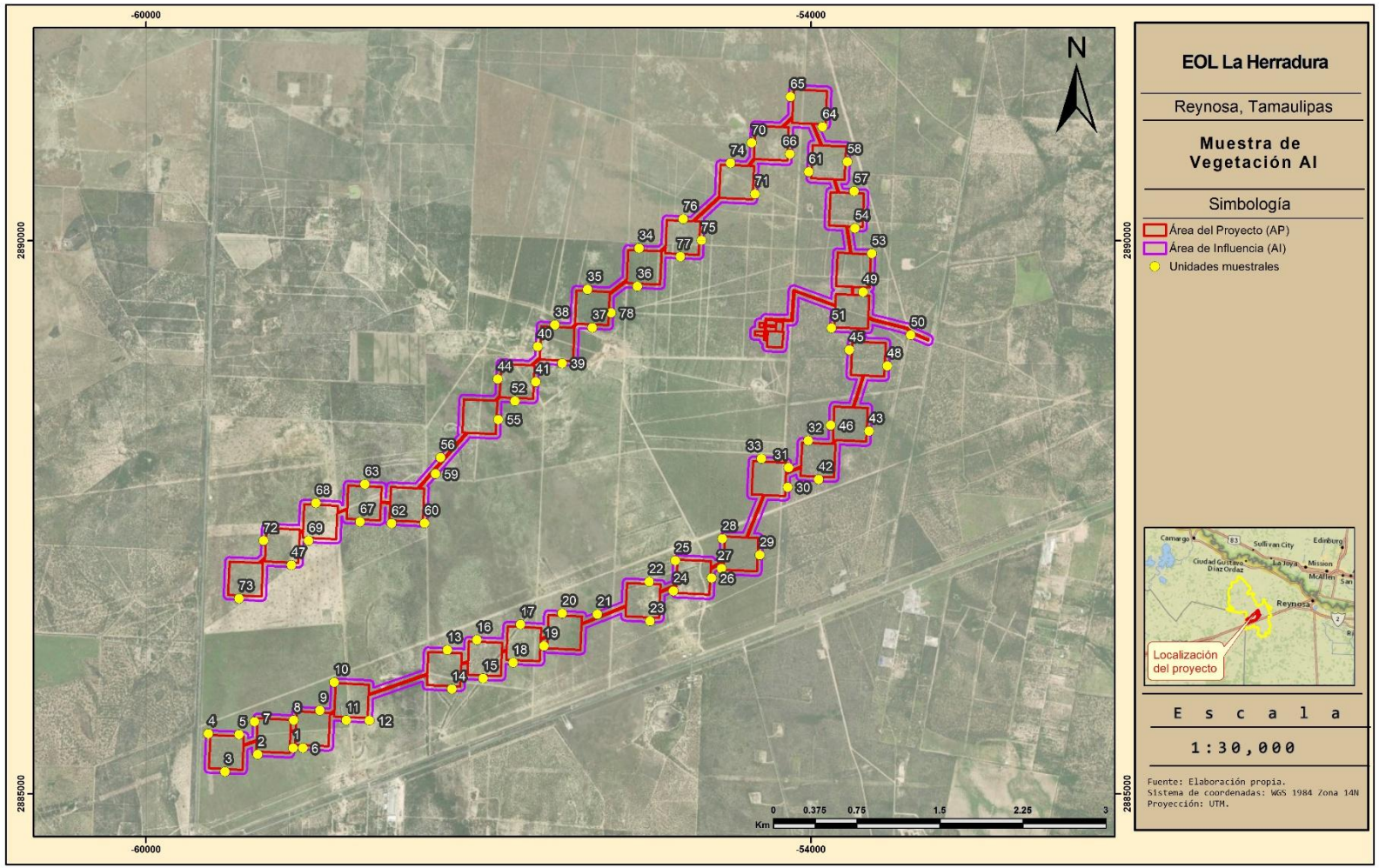
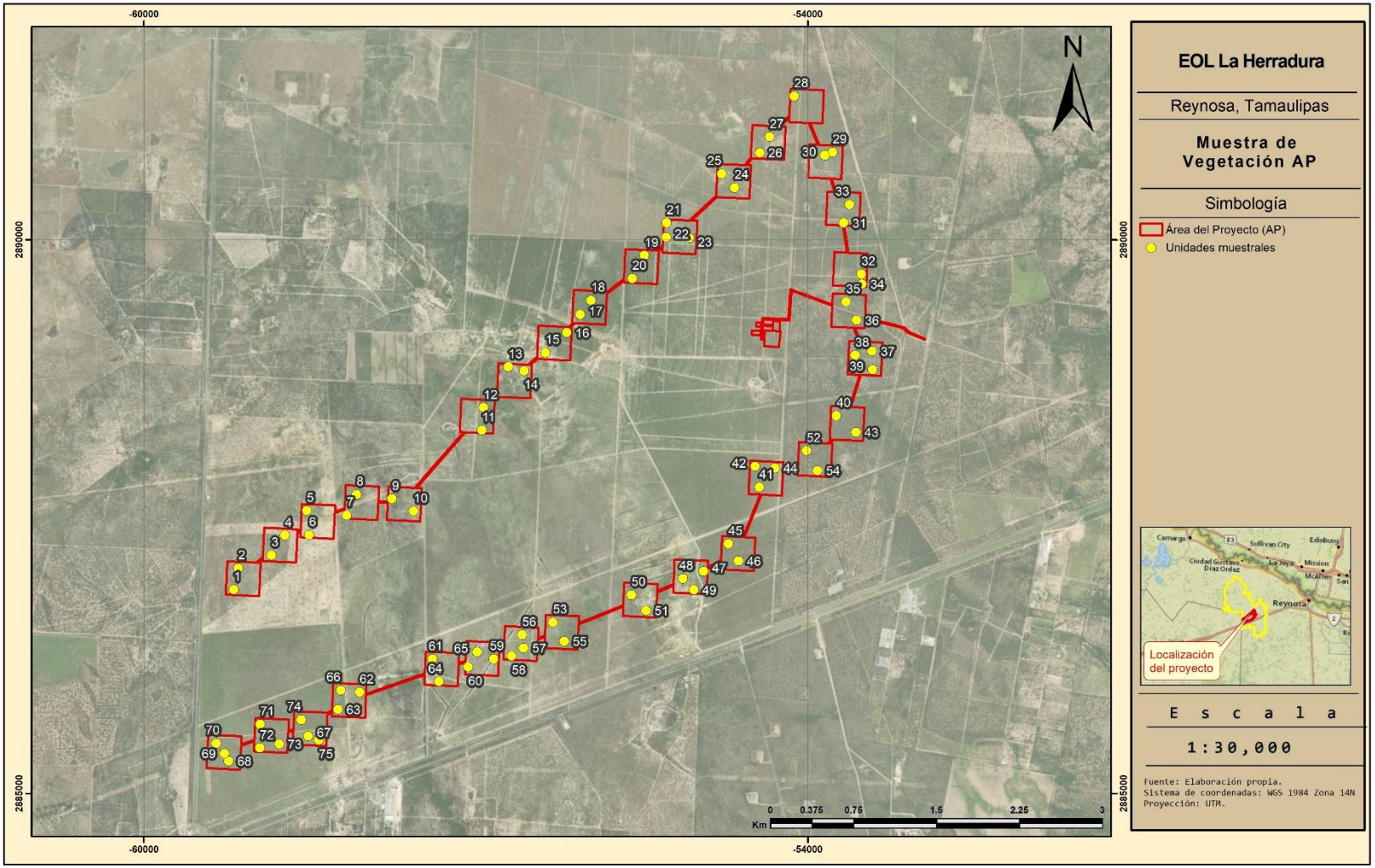


Tabla 35: Coordenadas de ubicación de unidades muestrales del AP.

Unidad	Este (X)	Norte (Y)
1	541864	2874948
2	541896	2875143
3	542188	2875272
4	542303	2875457
5	542488	2875688
6	542520	2875470
7	542849	2875663
8	542928	2875854
9	543251	2875829
10	543449	2875727
11	544030	2876483
12	544037	2876687
13	544242	2877063
14	544384	2877036
15	544570	2877206
16	544752	2877396
17	544867	2877565
18	544957	2877695
19	545418	2878121
20	545320	2877909
21	545606	2878423
22	545608	2878294
23	545815	2878296
24	546203	2878769
25	546080	2878887
26	546415	2879092
27	546498	2879239
28	546699	2879615
29	547069	2879127
30	547001	2879096
31	547198	2878496
32	547378	2878044
33	547244	2878664
34	547387	2877954
35	547254	2877787
36	547354	2877627
37	547507	2877356
38	547356	2877311
39	547518	2877190
40	547213	2876761
41	546550	2876085
42	546502	2876271
43	547395	2876620
44	546682	2876265
45	546295	2875564
46	546392	2875414
47	546083	2875306
48	545900	2875233
49	546002	2875136
50	545442	2875066
51	545580	2874930
52	546959	2876433
53	544749	2874785
54	547064	2876260
55	544857	2874621
56	544476	2874660
57	544495	2874543
58	544392	2874467
59	544231	2874432
60	544004	2874350
61	543679	2874405
62	543040	2874079
63	542851	2873914
64	543748	2874206
65	544079	2874488
66	542870	2874088
67	542595	2873663
68	541890	2873405
69	541849	2873472
70	541772	2873559
71	542158	2873749
72	542165	2873535
73	542337	2873579
74	542526	2873807
75	542693	2873630

Consulta Pública

Mapa 20: Ubicación de las unidades muestrales de vegetación dentro del AP.



3.3.11.1.2.4 Curva de acumulación de especies

Una herramienta que permite visualizar el éxito del tamaño de muestra y permite generar una visión grafica del avance en el registro de datos conforme al esfuerzo de muestreo es la curva de acumulación de especies.

En una curva de acumulación de especies, la incorporación de registros de especies al inventario se relaciona estrechamente con el esfuerzo de muestreo. Cuanto mayor sea este esfuerzo, mayor será el número de especies acumuladas. Al inicio, se registran sobre todo especies frecuentes, y la adición de especies al inventario se produce rápidamente; por tanto, la pendiente de la curva comienza siendo elevada. A medida que prosigue el muestreo son las especies menos frecuentes, así como los individuos de especies provenientes de otros lugares, los que hacen crecer el inventario, por lo que la pendiente de la curva desciende. El momento en el que está pendiente desciende a cero acumulaciones (asíntota) corresponde, teóricamente, con el número total de especies que podemos encontrar en la zona analizada (Colwell *et al.* 2004; Colwell & Coddington 1994; Gotelli & Colwell 2001; Soberón-M & Llorente-Bousquets 1993).

Las curvas de acumulación permiten:

1) dar fiabilidad a los inventarios biológicos y posibilitar su comparación,
2) una mejor planificación del trabajo de muestreo, tras estimar el esfuerzo requerido para conseguir inventarios fiables, y
3) extrapolar el número de especies observado en un inventario para estimar el total de especies que estarían presentes en la zona.

Debido a la enorme potencia de cálculo de los ordenadores actuales y la aplicabilidad de este método tan costoso computacionalmente, el análisis de la curva se realizó por medio del programa estadístico R (R Core Team 2020) por medio de los paquetes BiodiversityR (Kindt & Coe 2005), dismo (Hijmans *et al.* 2020) y R commander (Fox 2005, 2017; Fox & Bouchet-Valat 2020) los cuales fueron programados para estimar el incremento de especies por unidad muestral con 100 permutaciones; es decir, 100 combinaciones diferentes que permiten estimar el promedio y desviación estándar de la incorporación de especies por sitio de muestreo.

Estimación de especies

Dado que la riqueza de especies (S) depende del tamaño del muestreo, se puede esperar que no todas las especies que ocurren dentro del área de estudio (AP o RE) sean registradas. Es así que han sido desarrollados diferentes métodos para estimar el número total de especies de un área de estudio. Estos métodos dependen de que los sitios muestrales hayan sido levantados al azar. Es importante conocer que un método pueda ser más preciso en una situación y otro método será mejor para una segunda situación, sin embargo, debido a la ausencia de datos para verificar la precisión de extrapolación, no puede ser determinado el mejor método. Es así que con el fin de generar un panorama lo más completo posible acerca de la riqueza especifica estimada, se recomienda el uso de más de uno de ellos, el mejor enfoque es esperar que la riqueza total correcta se encuentre en algún lugar dentro de los rangos dados por cada método.

Consulta Pública

Para la estimación de riqueza de especies se utilizó el mismo programa y paquetes utilizados para el cálculo de la curva de acumulación de especies. Los resultados expresan el cálculo de las fórmulas de Bootstrap (Efron 1987; Smith & van Belle 1984) y Chao (Chao 1987; Chao & Chiu 2016).

Modelo de predicción

De acuerdo con Villaseñor y colaboradores (2007), las familias Fabaceae, Poaceae y Asteraceae representan modelos suficientemente confiables para la estimación de la biodiversidad de plantas en México, incluso de manera independiente. En este sentido, los registros de las familias Fabaceae, Poaceae y Asteraceae fueron considerados aquí para el cálculo de permutaciones y estimación de especies.

3.3.11.1.2.5 Trabajo de gabinete

Con el objetivo de identificar la flora observada y registrada durante el trabajo de campo, se determinó el material fotográfico y vegetal con uso de estereoscopio e información obtenida de trabajos literarios enfocados en la región (Sosa & Gómez-Pompa 1994), así como trabajos monográficos de grupos taxonómicos a nivel familiar o genérico teniendo preferencia por aquellas obras en las que se incluyeran claves taxonómicas. La nomenclatura e identidad de los taxones determinados fue confirmada a través de las herramientas digitales *Tropicos* (Missouri Botanical Garden n.d.) y *JSTORPlants* (JSTOR n.d.).

Se realizó una revisión y comparación exhaustiva de las especies vegetales registradas en la flora de la RE, AI y AP con las listadas presentadas en la NOM-059-SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT 2010, 2020) y la Lista Roja de Especies Amenazadas (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, IUCN 2023) a fin de identificar las especies susceptibles y su categoría de riesgo en ambas superficies.

La NOM-059-SEMARNAT tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, sus categorías se delimitan de la manera siguiente:

- Probablemente extinta en el medio silvestre (E),
- En peligro de extinción (P),
- Amenazadas (A),
- Sujetas a protección especial (Pr).

Por otro lado, la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) ha evolucionado para convertirse en la fuente de información más exhaustiva del mundo al respecto del estado de conservación global de especies de animales, hongos y plantas. Las categorías y criterios de la Lista Roja de la UICN constituyen un sistema de fácil comprensión para clasificar especies de alto riesgo de extinción global. Sus categorías se exponen a continuación (IUCN 2012):

- Extinta (EX),
- Extinta en estado silvestre (EW),
- En peligro crítico (CR),
- En peligro (EN),
- Vulnerable (VU),

Consulta Pública

- Casi amenazada (NT),
- Preocupación menor (LC),
- Datos insuficientes (DD),
- No evaluado (NE) (especie no evaluada para ninguna de las otras categorías).

3.3.11.1.2.6 Parámetros cuantitativos

Índice de Valor de Importancia (IVI)

Los parámetros cuantitativos más importantes y usualmente aplicados en una comunidad vegetal muestreada son (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974):

1) Número de individuos o densidad,
2) Frecuencia, el número de veces que una especie registrada aparece en los puntos de muestreo (presencia o ausencia por punto de muestreo), y
3) Cobertura, ya sea del área de la copa, ramas o del área basal.

El índice de valor de importancia (IVI) define cuales de las especies presentes contribuyen en el carácter y estructura de un ecosistema (Cottam & Curtis 1956). Este valor se obtiene mediante la suma de la frecuencia relativa, la densidad relativa y la dominancia relativa.

$$Índice\ de\ valor\ de\ importancia = IVI$$
$$= Densidad\ relativa + Frecuencia\ relativa + Dominancia\ relativa$$

Densidad (= abundancia)

Este parámetro se relaciona con el recuento de individuos por unidad de área. El conteo generalmente se realiza en cada unidad de muestreo y sus repeticiones para la superficie total analizada. Posteriormente, se calcula la suma de los individuos por especie para el área total muestreada, y el resultado se expresa en términos de densidad de especies por unidad de área conveniente, como metro cuadrado, acre o hectárea (Curtis & McIntosh 1950; Mueller-Dombois & Ellenberg 1974).

$$Densidad = D = \frac{Total\ del\ no.de\ individuos\ de\ i\ especie\ registrada = ni}{Total\ del\ área\ examinada}\ x\ 100$$

La densidad también se puede expresar como un valor porcentual. Esto se hace dividiendo el número de individuos de una especie dada por el número total de individuos de todas las especies. Por tanto, el porcentaje de densidad es totalmente independiente del área, al menos en su método de cálculo, y en realidad es un término relativo, mejor conocido como densidad relativa (Cottam & Curtis 1956; Curtis & McIntosh 1950).

$$Densidad\ relativa = \frac{No.de\ individuos\ de\ la\ especie\ i = ni}{Total\ del\ no.de\ individuos\ de\ todas\ las\ especies}\ x\ 100$$

Este último método se realiza también para el conjunto de las especies de todos los estratos y se denomina Abundancia relativa únicamente para diferenciar el valor de los encontrados para cada estrato individual.

Frecuencia (= balance)

Consulta Pública

La frecuencia se relaciona con el número de veces que ocurre una especie en un número determinado de unidades de muestreo colocadas repetidamente. Se expresa como una fracción del total, generalmente en porcentaje. No se trata de un conteo, solo un registro de la presencia de especies. La frecuencia es un parámetro cuantitativo mucho más estable que el conteo de individuos o la medición de la cobertura (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974).

$$Frecuencia = F = \frac{No.\,de\ unidades\ de\ muestreo\ en\ los\ que\ la\ especie\ i\ aparece}{Total\ de\ no.\,de\ unidades\ de\ muestreo\ examinadas}\ x\ 100$$

Los valores de frecuencia han sido sometidos a una considerable manipulación (Raunkiaer 1934). Entre los conceptos que se han introducido se encuentra la suma porcentual de frecuencia, o frecuencia relativa. Este es el valor de frecuencia de una especie dada dividido por el total de los valores de frecuencia para todas las especies.

$$Frecuencia\ relativa = \frac{Frecuencia\ de\ la\ especie\ i}{Suma\ de\ los\ valores\ de\ frecuencia\ de\ todas\ las\ especies}\ x\ 100$$

Cobertura

Por lo general, la cobertura se define como la proyección vertical del área de la copa o brote de una especie a la superficie del suelo expresada como una fracción o porcentaje de un área de referencia. Esta definición se aplica tanto a los métodos de estimación de cobertura como a la medición. En lugar del área de la copa, la cobertura también puede implicar la proyección del área basal (AB) en la superficie del suelo. El área basal es el contorno del área de una planta cerca de la superficie del suelo. En los árboles, se mide a través del diámetro, generalmente a la altura del pecho (dap), 1,5 m por encima del suelo, mediante la fórmula πr^2 donde r es igual a ½ dap. La cobertura como parámetro de medición ha sido resaltada como de mayor importancia ecológica que la densidad. Esta idea se basa en la observación de que la cobertura proporciona una mejor medida de la biomasa vegetal que el número de individuos.

La relación de del área basal de una especie con el gran total de áreas basales de todas las especies expresado en porcentaje es conocida como dominancia relativa.

$$Dominancia\ relativa = \frac{Total\ de\ la\ suma\ de\ áreas\ basales\ de\ la\ especie\ i}{Total\ de\ la\ suma\ de\ áreas\ basales\ de\ todas\ las\ especies}\ x\ 100$$

Índices de Riqueza Especifica

La riqueza específica es un concepto que se relaciona con el número de especies presentes en la comunidad. un índice apropiado para caracterizar la riqueza de especies de una comunidad sea el número total de especies (S). No obstante, es prácticamente imposible registrar todas las especies de una comunidad y, como S depende del tamaño de la muestra, es limitado como índice comparativo. Los índices propuestos para medir la riqueza de especies, de manera independiente al tamaño de la muestra, se basan en la relación entre S y el número total de individuos observados o N, que se incrementa con el tamaño de la muestra.

Índice de Margalef

Consulta Pública

El índice de Margalef (D_{Mg}) es una forma sencilla de medir la biodiversidad ya que proporciona datos de riqueza de especies de la vegetación. Mide el número de especies por número de individuos especificados o la cantidad de especies por área en una muestra (Sherwin & Fornells 2019). Su fórmula es:

$$D_{Mg} = \frac{S - 1}{\ln(N + 1)}$$

donde:

S = número de especies.

N =número total de individuos.

Los valores inferiores a 2 son zonas de baja diversidad y los valores superiores a 5 son indicativos de alta biodiversidad (Magurran 1988).

Índice de diversidad de Menhinick

El índice de diversidad de Menhinick (D_{Mn}) al igual que el índice de Margalef se basa en la relación entre el número de especies y el número total de individuos observados, que aumenta al aumentar el tamaño de la muestra.

$$D_{Mn} = \frac{S}{\sqrt{N}}$$

Índices de Diversidad

Los índices de diversidad incorporan en un solo valor a la riqueza específica y a la equitabilidad. En algunos casos el valor del índice de diversidad estimado puede provenir de distintas combinaciones de riqueza específica y equitabilidad. Es decir, que el mismo índice de diversidad puede obtenerse de una comunidad con baja riqueza y alta equitabilidad como de una comunidad con alta riqueza y baja equitabilidad. Esto significa que el valor del índice aislado no permite conocer la importancia relativa de sus componentes (riqueza y equitabilidad)

Índice de dominancia de Simpson

El índice de dominancia de Simpson (D_{Si}) considera la probabilidad que dos individuos de la población seleccionados al azar sean de la misma especie. Indica la relación existente entre riqueza o número de especies y la abundancia o número de individuos por especie (Bouza & Covarrubias 2005; Simpson 1949). Su expresión es:

$$D_{Si} = \sum_{i=1}^{S} {p_i}^2$$

donde:

p_i = proporción entre ni y N.

ni = número de individuos de la especie i.

El índice de dominancia de Simpson muestra resultados entre 0 a 1 en el cual los valores cercanos a 1 explican la dominancia de una especie por sobre las demás; proyectando ecosistemas más

Consulta Pública

homogéneos. Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como 1 - D_{Si} (Magurran 1988).

Índice de Shannon-Weaver

El índice de Shannon-Weaver (H') tiene en cuenta la riqueza de especies y su abundancia. Este índice relaciona el número de especies con la proporción de individuos pertenecientes a cada una de ellas presente en la muestra. Además, mide la uniformidad de la distribución de los individuos entre las especies (Shannon & Weaver 1949). Su fórmula es:

$$H' = -\sum p_i . \ln p_i$$

El índice de Shannon-Weaver adquiere valores entre 0 (cuando hay una sola especie) y el logaritmo neperiano de S (cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos) (Magurran 1988).

Índice de Equitatividad

Si todas las especies en una muestra muestran la misma abundancia el índice usado para medir la de equitabilidad debería ser máximo y, por lo tanto, debería decrecer tendiendo a cero a medida que las abundancias relativas se hagan menos equitativas.

Índice de Pielou

El índice de Pielou (J') se expresa como el grado de uniformidad en la distribución de individuos entre especies. Se puede medir comparando la diversidad observada en una comunidad contra la diversidad máxima posible de una comunidad hipotética con el mismo número de especies (Pielou 1975).

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

donde:

H'_{max} = logaritmo natural de S

Su valor puede variar de 0 a 1 siendo cercanos a 1 los que corresponden a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran 1988).

3.3.11.1.2.7 Índices de similitud

Los índices o indicadores de similitud permiten cuantificar las variaciones que ocurren en la estructura de una o varias comunidades, en este caso, permiten generar una comparación de variables entre la comunidad vegetal del AP y la presente en la RE. Existen dos tipos, los cualitativos, que consideran el número de especies presentes y las especies comunes en ambas comunidades, sin tomar en cuenta la abundancia particular de cada especie (Sørensen-Dice y Jaccard) y los cuantitativos que incluyen esta última variable (Morisita y Horn).

Índice de Sørensen-Dice

Consulta Pública

El índice de Sørensen-Dice (G) compara dos comunidades en función del número de especies que posee cada una de ellas y el número de especies comunes entre ellas (Dice 1945; Sørensen 1948). Su fórmula corresponde a la siguiente:

$$G = \frac{2S_{12}}{S_1 + S_2} * 100$$

donde:

S_1 = número de especies en el ensamble 1 (AP)

S_2 = número de especies en el ensamble 2 (RE)

S_{12} = número de especies compartidas entre el ensamble 1 y 2

El resultado final se expresa en un porcentaje de similitud.

Índice de Jaccard

El índice de Jaccard (L) evalúa las mismas variables evaluadas por el índice de Sørensen-Dice (Jaccard 1908). Su fórmula es:

$$L = \frac{S_{12}}{S_1 + S_2 - S_{12}} * 100$$

De igual manera que el índice anterior, el resultado final se expresa en porcentaje de similitud.

Índice de Morisita

El índice de Morisita (I_σ) se basa en el índice de dominancia de Simpson, y se determina mediante la siguiente formula (Morisita 1962):

$$I_\sigma = \frac{2\sum(ni_1\ ni_2)}{(D_{Si1} + D_{Si2})\ N_1\ N_2}$$

donde:

ni_1 = número de individuos de la especie i en el ensamble 1 (AP).

ni_2 = número de individuos de la especie i en el ensamble 2 (RE).

D_{Si1} = índice de dominancia de Simpson en el ensamble 1 (AP).

D_{Si2} = índice de dominancia de Simpson en el ensamble 2 (RE).

N_1 =número total de individuos en el ensamble 1 (AP).

N_2 =número total de individuos en el ensamble 2 (RE).

El rango de variación de este índice es de 0 para comunidades no similares, hasta aproximadamente 1 cuando son idénticas.

Índice de Horn

El índice de Horn (Ro) tiene base en el índice de diversidad de Shannon-Weaver, el procedimiento es laborioso y consiste en las siguientes etapas:

Consulta Pública

1. Determinar el índice de Shannon-Weaver para cada comunidad (H'_1, H'_2)
2. Calcular el mismo índice para los datos agrupados como si fueran una misma comunidad (H'_3). Este valor disminuye cuando las comunidades son similares y crece cuando son diferentes.
3. Determinar el valor del mismo índice considerando que todas las especies de ambas comunidades son distintas, es decir, como si no existieran especies comunes entre las dos comunidades (H'_4).
4. Determinar el índice de Shannon-Weaver promedio (H'_5) entre H'_1 y H'_2, ponderados con sus respectivos N_1 y N_2 de cada comunidad.

El índice se determina mediante la siguiente relación:

$$Ro = \frac{H'_4 - H'_3}{H'_4 - H'_5}$$

El rango de variación de este índice es de 0 para comunidades no similares, hasta aproximadamente 1 cuando más parecidas. Debido al alto esfuerzo de cálculo de este índice, se utilizó el programa PAST (Hammer *et al.* 2001) para encontrar el resultado para cada agrupación analizada.

3.3.11.1.3 Resultados

3.3.11.1.3.1 Tipos de vegetación

Tabla 36: Tipos de vegetación y usos de suelo.

Área	Tipos de vegetación clasificación INEGI serie VII	Vegetación actual
RE	-Matorral Espinoso Tamaulipeco -Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco -Mezquital Xerófilo -Pastizal Cultivado -Agricultura de Temporal Anual -Agricultura de Riego Anual	-Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco -Agricultura
AI	-Pastizal Cultivado	-Vegetación secundaria de Matorral espinoso Tamaulipeco -Agricultura
AP	-Pastizal Cultivado	-Vegetación secundaria de Matorral espinoso Tamaulipeco -Agricultura

Descripción de los tipos de uso de suelo y vegetación de la RE

Clasificación de INEGI serie VII.

Matorral Espinoso Tamaulipeco

Comunidad arbustiva o subarbórea formada por la dominancia de especies espinosas, caducifolias una gran parte del año o áfilas (sin hojas). Su distribución se localiza en la porción norte de la Llanura Costera del Golfo Norte y el extremo sur de la Gran Llanura de Norteamérica, en donde se presentan

Consulta Pública

algunas sierras de laderas tendidas y en su mayoría llanura con lomeríos, en altitudes empezando desde el noreste del estado de Tamaulipas que van de los 100 a 200 m, siguiendo esta franja hacia el noreste del estado de Nuevo León se continúa en este mismo parámetro y en el noreste del estado de Coahuila de Zaragoza se llega a desarrollar en altitudes que van de los 200 a los 600 m.

Este tipo de vegetación se establece en climas BS1 (h') hx' y BS0 (h') hx' que corresponden a los del tipo semisecos cálidos y muy cálidos con lluvias en verano y escasas a lo largo del año y en donde la temperatura máxima es de 40 °C y la mínima de -2 °C. La precipitación media anual fluctúa entre 500 y 700 milímetros.

En su gran mayoría este tipo de vegetación se desarrolla en suelos del tipo aluvial, una pequeña porción en el estado de Coahuila en roca sedimentaria de tipo caliza y en algunas asociaciones de caliza–lutita, en algunas porciones al noreste de los estados de Tamaulipas y Nuevo León se presenta en roca sedimentaria del tipo lutita–arenisca.

Este matorral está constituido por especies arbustivas de 1.5 a 2 m de altura, las principales especies son: *Acacia* (*Vachellia-Senegalia*) spp. (*Gavia*, Huizache), *Cercidium* spp. (Palo verde), *Leucophyllum* spp (Cenizo), *Prosopis* (*Neltuma*) spp. (Mezquite), *Castela tortuosa* (Amargoso), *Condalia* spp. (Abrojos), etcétera.

En sitios con acumulación de humedad, puede formarse un matorral alto con individuos hasta de 4 o 6 m de altura, con hojas o foliolos pequeños y con la presencia de espinas laterales.

Vegetación secundaria arbustiva de Matorral Espinoso Tamaulipeco

Similar a la comunidad anterior donde los factores de perturbación dan resultado a una comunidad fisonómicamente dominada por elementos arbustivos beneficiados por el disturbio.

Mezquital Xerófilo

Se presenta en el norte del país, en forma discontinua en los estados de Chihuahua, Zacatecas, San Luis Potosí, Nuevo León y Tamaulipas y otros de la región, los tipos de climas predominantes son BW muy seco, BS secos la temperatura máxima es de 45.8 °C y la temperatura mínima de -3 °C, la precipitación media anual de 100 hasta 700 mm. Este tipo de comunidad se desarrolla desde los 100 hasta los 2,300 m de altitud. Se presenta principalmente en llanuras, y en menor proporción sobre sierras y lomeríos. Los principales elementos son de porte arbustivo asociados con otros tipos de matorrales xerófilos como el matorral desértico micrófilo. Las especies presentes son: *Prosopis juliflora*, *Acacia* (*Vachellia-Senegalia*) spp, *Opuntia* sp, *Jatropha* sp. *Bouteloua* spp.

Pastizal Cultivado

Sistema en el cual se han introducido, intencionalmente en una región y para su establecimiento, pastos de diferentes partes del mundo como *Digitaria decumbens* (Zacate Pangola), *Pennisetum ciliaris* (Zacate Buffel), *Panicum maximum* (Zacate Guinea o Privilegio), *Panicum purpurascens* (Zacate Pará), entre otras muchas especies, bajo un programa de productividad. Estos pastizales son los que generalmente forman los llamados potreros en zonas tropicales, por lo general con buenos coeficientes de agostadero. Algunas veces corresponden a una fase de la sucesión normal de

Consulta Pública

comunidades vegetales. Este tipo de pastizal también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o como producto de áreas que se incendian con frecuencia.

Agricultura de Temporal Anual

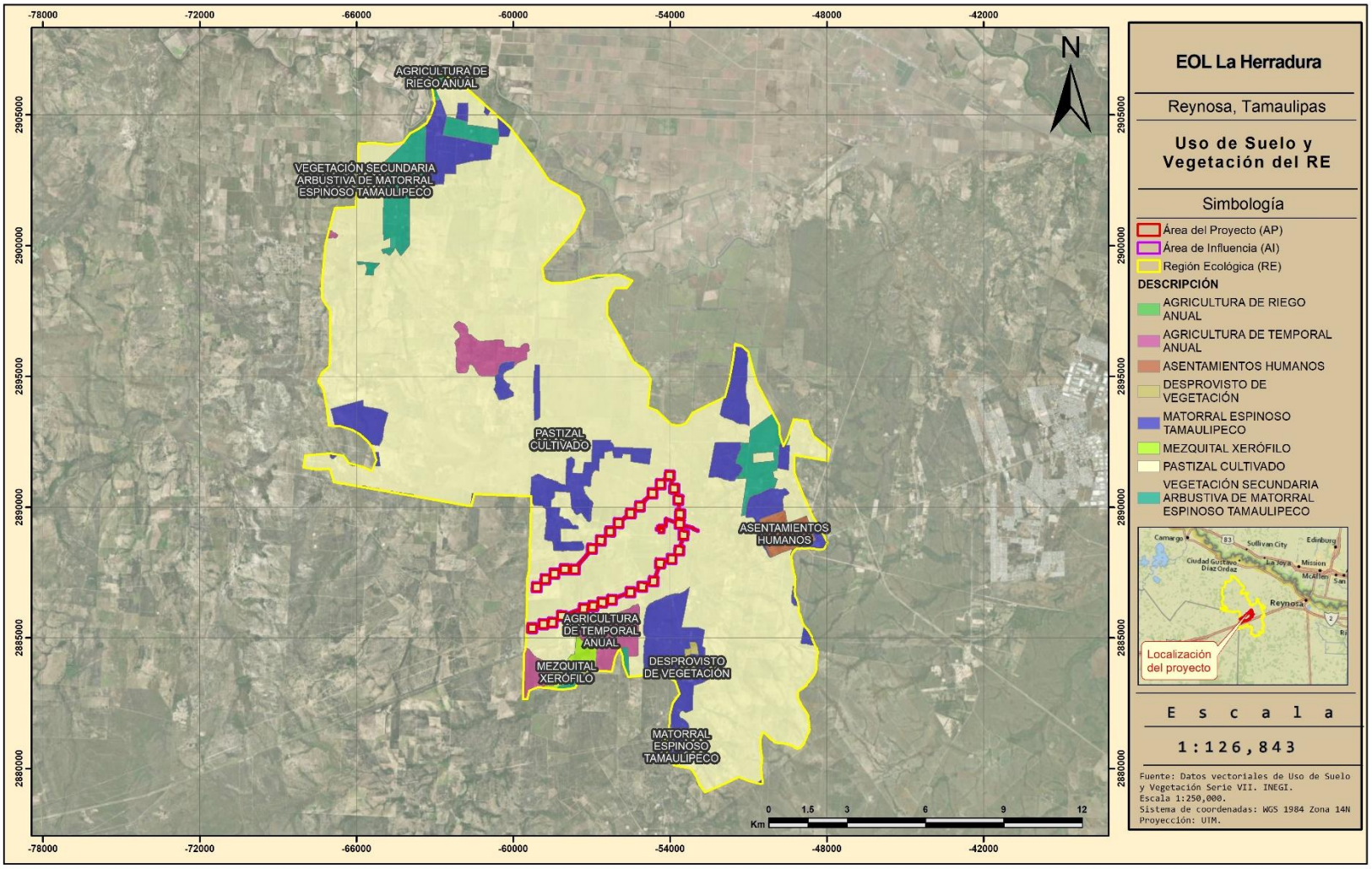
Se clasifica como tal al tipo de agricultura de todos aquellos terrenos donde el ciclo vegetativo de los cultivos depende del agua de lluvia, por lo que su éxito está en función de la cantidad de precipitación y de la capacidad del suelo para retener el agua, su clasificación como anual es asignada a su duración de producción la cual dura solo un año, por ejemplo, maíz, trigo, sorgo. Estas zonas, para ser clasificadas como de temporal deberán permanecer sembradas al menos un 80% del ciclo agrícola. Pueden ser áreas de monocultivo o de policultivo y pueden combinarse con pastizales o bien estar mezcladas con zonas de riego, lo que conforma un mosaico complejo, difícil de separar, pero que generalmente presenta dominancia de los cultivos cuyo crecimiento depende del agua de lluvia.

Agricultura de Riego Anual

Similar al sistema anterior difiriendo en el suministro del agua el cual depende de riegos administrados.

Consulta Pública

Mapa 29: Distribución de los tipos de vegetación en la RE de acuerdo con INEGI, serie VII.



Vegetación actual

Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco

La vegetación secundaria del matorral espinoso tamaulipeco se presenta como una comunidad arbustiva perturbada y degradada, conformada principalmente por especies deciduas, espinosas o afilas que se adaptan con facilidad a climas semisecos cálidos y muy cálidos, capaces de resistir fluctuaciones térmicas extremas desde los -2 °C hasta los 40 °C. Este tipo de vegetación, restringida a la dominancia de los elementos arbustivos sobrevivientes de la comunidad original, prospera sobre suelos aluviales, calizas, lutitas y areniscas; habitualmente sus ejemplares alcanzan alturas de entre 1.5 y 2 metros, aunque en áreas con mayor acumulación de humedad logran desarrollarse comunidades más estructuradas que oscilan entre los 3 y 5 metros de alto con escasos elementos que superan de 6 a 8 metros de alto.

Las especies más comunes corresponden a *Cenchrus ciliaris* (Pasto buffel), *Leucophyllum frutescens* (Cenizo), *Karwinskia humboldtiana* (Tullidora), *Croton cortesianus* (Palillo), *Porlieria angustifolia* (Guayacán), *Sida abutilifolia* (Hierba de la viejita), *Helietta parvifolia* (Barreta), *Ebenopsis ebano* (Ébano), *Hebecarpa macradenia*, *Vachellia rigidula* (Chaparro prieto), *Neltuma glandulosa* (Mezquite), *Portulaca pilosa* (Chisme), *Yucca treculeana* (Chocha), *Castela texana* (Chaparro amargoso) y *Randia obcordata* (Crucero).

Agricultura

Se trata de sitios con mosaicos de sistemas agrícolas con distintos suministros de agua y tiempos de producción, incluyendo áreas abandonadas sin cubierta forestal.

Descripción de los tipos de uso de suelo y vegetación del AI

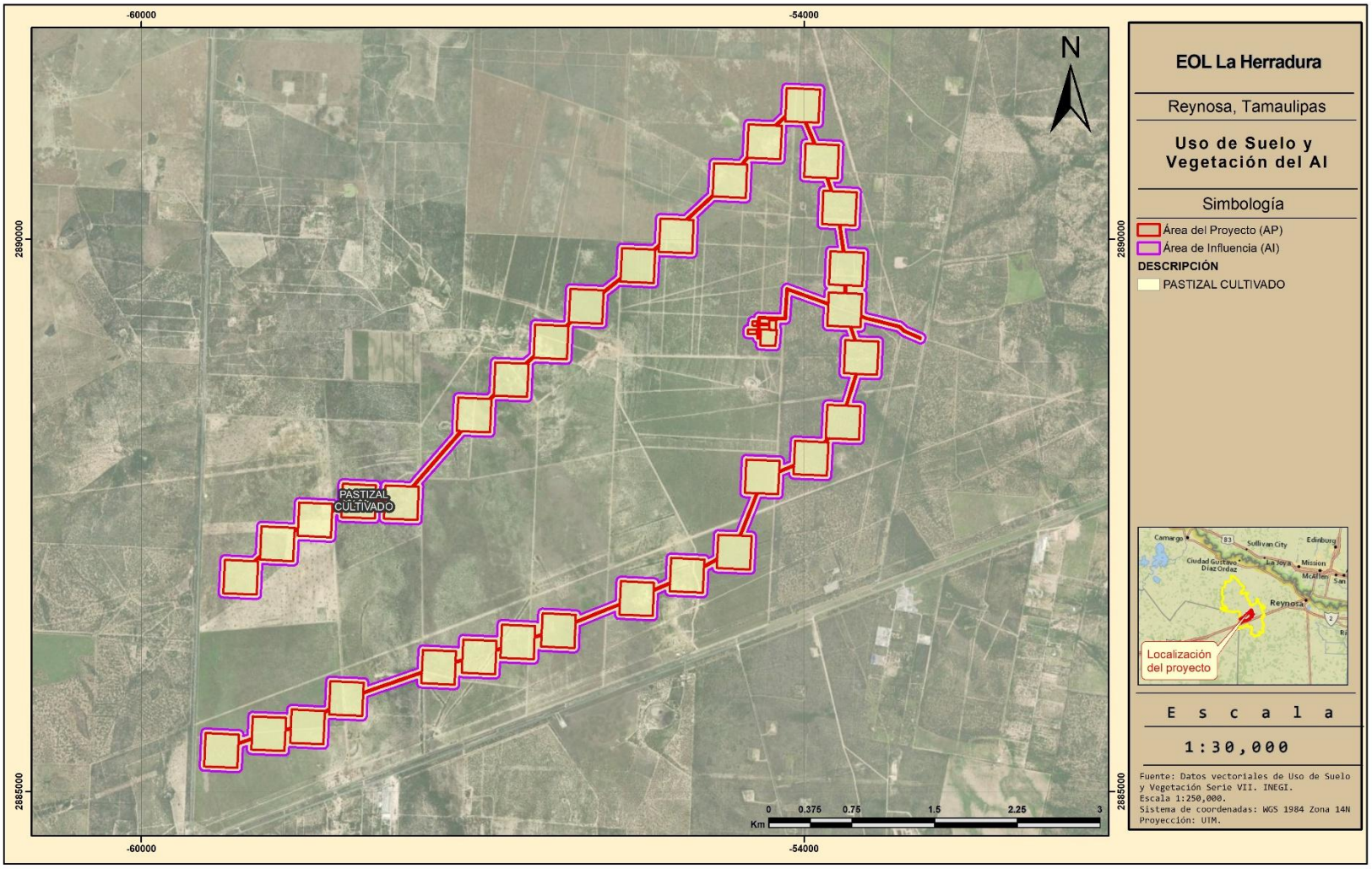
Clasificación de INEGI serie VII.

Pastizal Cultivado

Sistema en el cual se han introducido, intencionalmente en una región y para su establecimiento, pastos de diferentes partes del mundo como *Digitaria decumbens* (Zacate Pangola), *Pennisetum ciliaris* (Zacate Buffel), *Panicum maximum* (Zacate Guinea o Privilegio), *Panicum purpurascens* (Zacate Pará), entre otras muchas especies, bajo un programa de productividad. Estos pastizales son los que generalmente forman los llamados potreros en zonas tropicales, por lo general con buenos coeficientes de agostadero. Algunas veces corresponden a una fase de la sucesión normal de comunidades vegetales. Este tipo de pastizal también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o como producto de áreas que se incendian con frecuencia.

Consulta Pública

Mapa 30: Distribución de los tipos de vegetación en el AI de acuerdo con INEGI, serie VII.



Vegetación actual

Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco

La vegetación secundaria del matorral espinoso tamaulipeco se presenta como una comunidad arbustiva perturbada y degradada, conformada principalmente por especies deciduas, espinosas o afilas que se adaptan con facilidad a climas semisecos cálidos y muy cálidos, capaces de resistir fluctuaciones térmicas extremas desde los -2 °C hasta los 40 °C. Este tipo de vegetación, restringida a la dominancia de los elementos arbustivos sobrevivientes de la comunidad original, prospera sobre suelos aluviales, calizas, lutitas y areniscas; habitualmente sus ejemplares alcanzan alturas de entre 1.5 y 2 metros, aunque en áreas con mayor acumulación de humedad logran desarrollarse comunidades más estructuradas que oscilan entre los 3 y 5 metros de alto con escasos elementos que superan de 6 a 8 metros de alto.

Las especies más comunes corresponden a *Cenchrus ciliaris* (Pasto buffel), *Leucophyllum frutescens* (Cenizo), *Karwinskia humboldtiana* (Tullidora), *Croton cortesianus* (Palillo), *Porlieria angustifolia* (Guayacán), *Sida abutilifolia* (Hierba de la viejita), *Helietta parvifolia* (Barreta), *Ebenopsis ebano* (Ébano), *Hebecarpa macradenia*, *Vachellia rigidula* (Chaparro prieto), *Portulaca pilosa* (Chisme), *Neltuma glandulosa* (Mezquite), *Yucca treculeana* (Chocha), *Castela texana* (Chaparro amargoso) y *Randia obcordata* (Crucero).

Agricultura

Se trata de sitios con mosaicos de sistemas agrícolas con distintos suministros de agua y tiempos de producción, incluyendo áreas abandonadas sin cubierta forestal.

Descripción de los tipos de uso de suelo y vegetación del AP

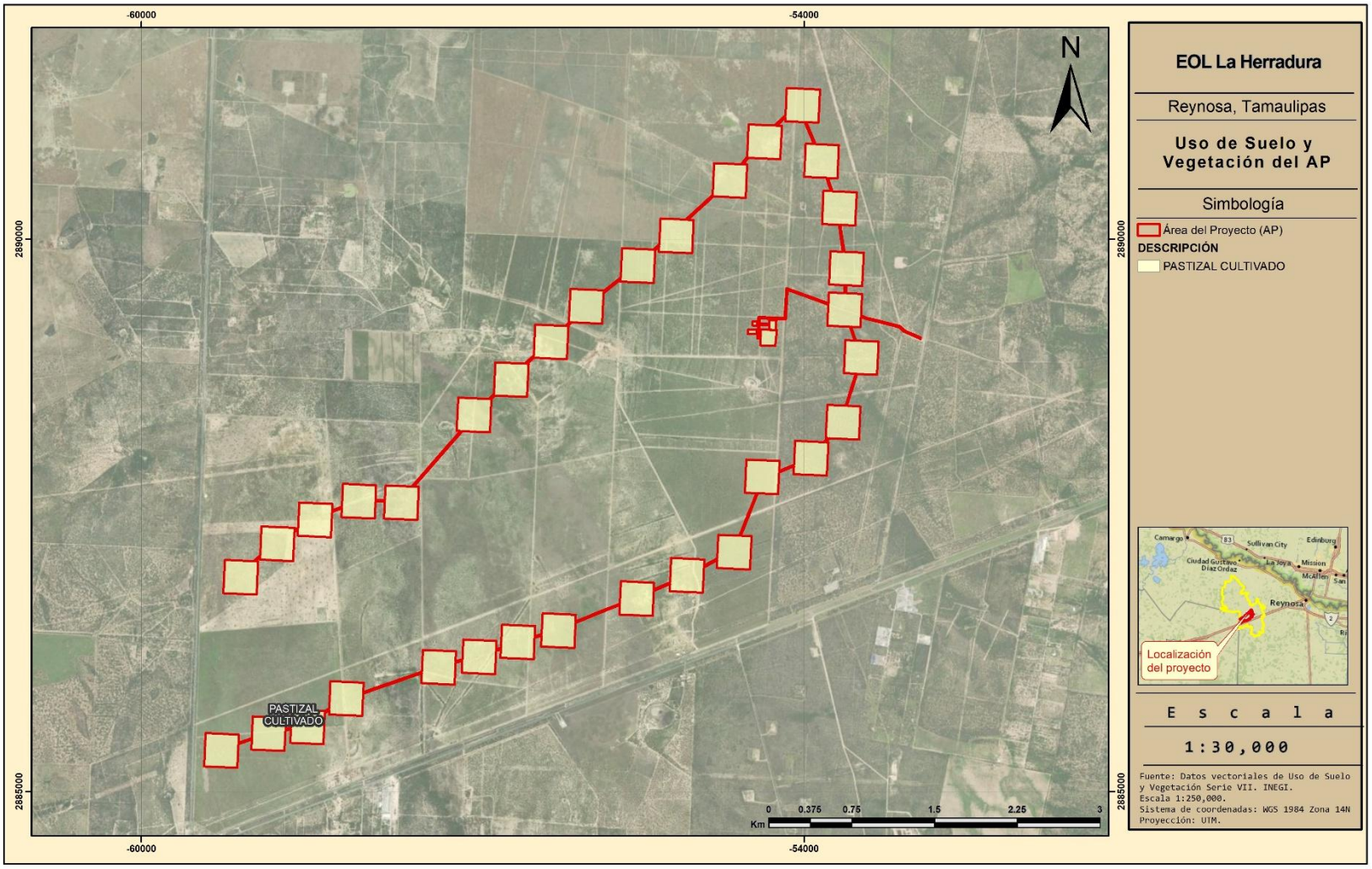
Clasificación de INEGI serie VII.

Pastizal Cultivado

Sistema en el cual se han introducido, intencionalmente en una región y para su establecimiento, pastos de diferentes partes del mundo como *Digitaria decumbens* (Zacate Pangola), *Pennisetum ciliaris* (Zacate Buffel), *Panicum maximum* (Zacate Guinea o Privilegio), *Panicum purpurascens* (Zacate Pará), entre otras muchas especies, bajo un programa de productividad. Estos pastizales son los que generalmente forman los llamados potreros en zonas tropicales, por lo general con buenos coeficientes de agostadero. Algunas veces corresponden a una fase de la sucesión normal de comunidades vegetales. Este tipo de pastizal también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o como producto de áreas que se incendian con frecuencia.

Consulta Pública

Mapa 31: Distribución de los tipos de vegetación en el AP de acuerdo con INEGI, serie VII.



Vegetación actual

Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco

La vegetación secundaria del matorral espinoso tamaulipeco se presenta como una comunidad arbustiva perturbada y degradada, conformada principalmente por especies deciduas, espinosas o afilas que se adaptan con facilidad a climas semisecos cálidos y muy cálidos, capaces de resistir fluctuaciones térmicas extremas desde los -2 °C hasta los 40 °C. Este tipo de vegetación, restringida a la dominancia de los elementos arbustivos sobrevivientes de la comunidad original, prospera sobre suelos aluviales, calizas, lutitas y areniscas; habitualmente sus ejemplares alcanzan alturas de entre 1.5 y 2 metros, aunque en áreas con mayor acumulación de humedad logran desarrollarse comunidades más estructuradas que oscilan entre los 3 y 5 metros de alto con escasos elementos que superan de 6 a 8 metros de alto.

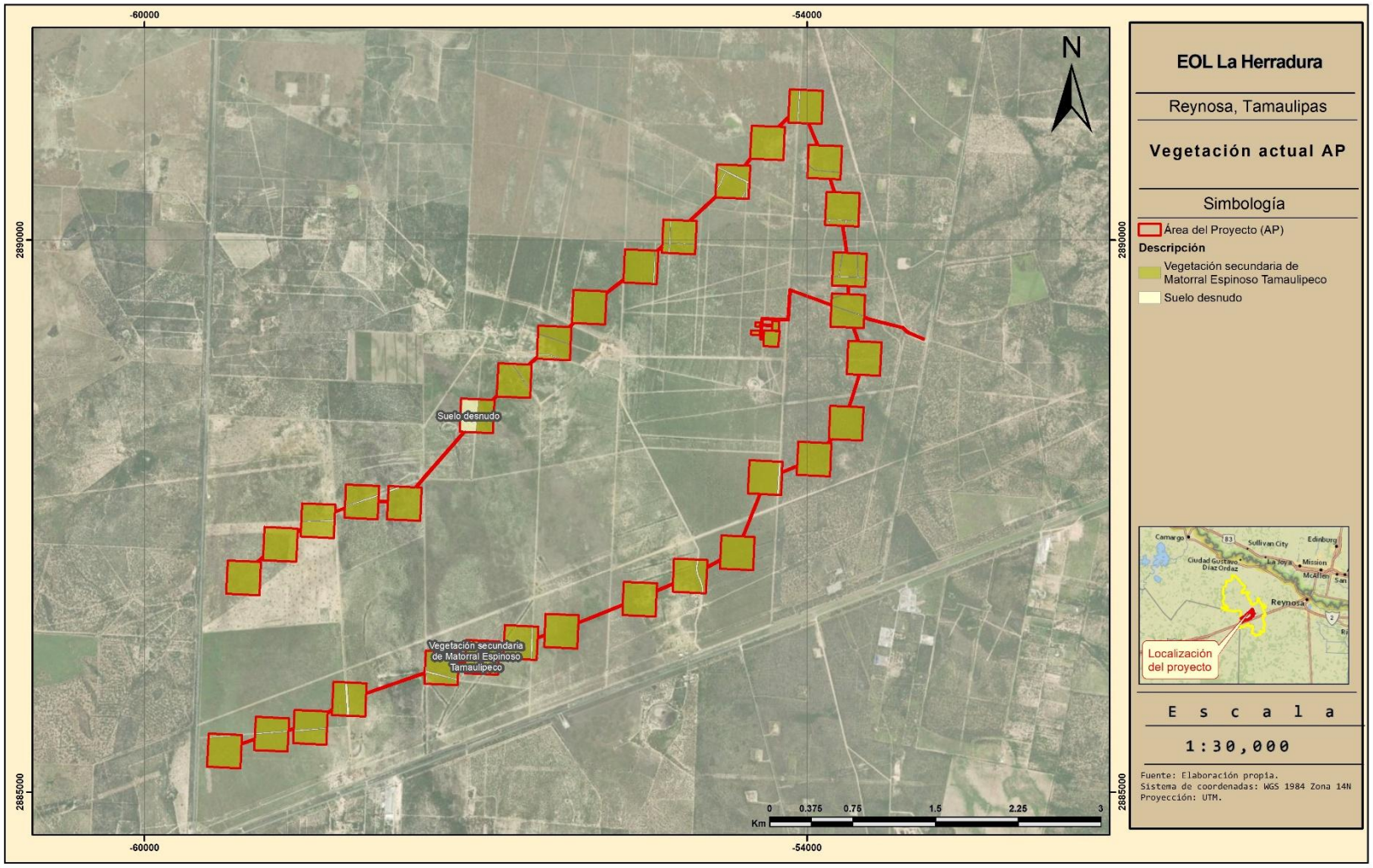
Las especies más comunes corresponden a *Cenchrus ciliaris* (Pasto buffel), *Leucophyllum frutescens* (Cenizo), *Croton cortesianus* (Palillo), *Porlieria angustifolia* (Guayacán), *Karwinskia humboldtiana* (Tullidora), *Sida abutilifolia* (Hierba de la viejita), *Ebenopsis ebano* (Ébano), *Helietta parvifolia* (Barreta), *Hebecarpa macradenia*, *Vachellia rigidula* (Chaparro prieto), *Neltuma glandulosa* (Mezquite), *Portulaca pilosa* (Chisme), *Yucca treculeana* (Chocha), *Castela texana* (Chaparro amargoso) y *Randia obcordata* (Crucero).

Agricultura

Se trata de sitios con mosaicos de sistemas agrícolas con distintos suministros de agua y tiempos de producción, incluyendo áreas abandonadas sin cubierta forestal.

Consulta Pública

Mapa 32: Distribución de la vegetación actual en el AP.



3.3.11.1.3.2 Flora potencial

Tabla 37 Listado de flora potencial.

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES
Malvaceae	*Abutilon abutiloides*	Colotahue	-	-	-
Malvaceae	*Abutilon fruticosum*	Pelotazo	-	-	-
Malvaceae	*Abutilon incanum*	Tronadora	-	LC	-
Fabaceae	*Acacia amentacea*	Chaparro prieto	-	LC	-
Fabaceae	*Acacia berlandieri*	Espino	-	LC	-
Fabaceae	*Acacia constricta*	Chaparro prieto	-	-	-
Fabaceae	*Acacia farnesiana*	Acacia	-	LC	-
Fabaceae	*Acaciella angustissima*	Guajillo	-	LC	-
Fabaceae	*Acaciella hartwegii*		-	-	-
Euphorbiaceae	*Acalypha monostachya*	Hierba del cáncer	-	-	-
Nyctaginaceae	*Allionia choisyi*	Hierba de la hormiga	-	-	-
Verbenaceae	*Aloysia gratissima*	Vara dulce	-	-	-
Verbenaceae	*Aloysia macrostachya*	Vara dulce	-	-	-
Rutaceae	*Amyris madrensis*	Barreta china	-	LC	-
Papaveraceae	*Argemone aenea*	Cardo	-	-	-
Malpighiaceae	*Aspicarpa hyssopifolia*		-	-	-
Bataceae	*Batis maritima*	Saladilla	-	-	-
Euphorbiaceae	*Bernardia myricifolia*	Oreja de ratón	-	-	-
Malvaceae	*Billieturnera helleri*	Coppery false fanpetals	-	-	-
Asteraceae	*Borrichia frutescens*	Saladillo	-	-	-
Poaceae	*Bouteloua curtipendula*	Banderilla	-	-	-
Poaceae	*Bouteloua repens*	Navajita rastrera	-	-	-
Poaceae	*Bouteloua trifida*	Navajita roja	-	-	-
Solanaceae	*Calibrachoa parviflora*	Petunia silvestre	-	-	-
Apocynaceae	*Cascabela thevetia*	Venenillo	-	LC	-
Simaroubaceae	*Castela tortuosa*	Chaparro amargoso	-	DD	-
Cannabaceae	*Celtis pallida*	Acebuche	-	LC	-
Poaceae	*Cenchrus ciliaris*	Pasto buffel	-	-	-
Rubiaceae	*Cephalanthus salicifolius*	Cabezona	-	LC	-
Loasaceae	*Cevallia sinuata*	Ortiguilla	-	-	-
Asteraceae	*Chromolaena odorata*	Albahaquilla	-	-	-
Asteraceae	*Cirsium texanum*	Cardo de Texas	-	-	-
Asteraceae	*Clappia suaedifolia*	Saladilla	-	-	-
Commelinaceae	*Commelina erecta*	Cantillo	-	-	-
Rhamnaceae	*Condalia hookeri*	Capulín	-	LC	-
Cordiaceae	*Cordia boissieri*	Anacahuita	-	LC	-
Cactaceae	*Corynopuntia schottii*	Choya abrojo de Texas	-	LC	II
Cactaceae	*Coryphantha macromeris*	Biznaga partida partida	-	LC	II
Fabaceae	*Coursetia axillaris*	Palo dulce	-	-	-

Consulta Pública

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES
Euphorbiaceae	*Croton dioicus*	Suapatle	-	-	-
Euphorbiaceae	*Croton incanus*	Torrey's Croton	-	-	-
Euphorbiaceae	*Croton lindheimerianus*	Threeseed Croton	-	-	-
Cucurbitaceae	*Cucumis dipsaceus*	Jaboncillo del Monte	-	-	-
Cactaceae	*Cylindropuntia leptocaulis*	Tasajillo	-	LC	II
Nyctaginaceae	*Cyphomeris gypsophiloides*	Pega mosca	-	-	-
Fabaceae	*Dalea nana*	Dwarf prairie clover	-	-	-
Solanaceae	*Datura discolor*	Chayotillo	-	-	-
Solanaceae	*Datura innoxia*	Toloache	-	-	-
Ebenaceae	*Diospyros texana*	Chapote negro	-	LC	-
Euphorbiaceae	*Ditaxis humilis*	Low Silverbush	-	-	-
Fabaceae	*Ebenopsis ebano*	Ébano	-	LC	-
Cactaceae	*Echinocereus enneacanthus*	Alicoche real	-	LC	II
Cactaceae	*Echinocereus papillosus*	Alicoche cardoncillo	-	LC	II
Cactaceae	*Echinocereus pentalophus*	Alicoche falso	-	LC	II
Poaceae	*Eragrostis cilianensis*	Zacate apestoso	-	-	-
Poaceae	*Eragrostis curtipedicellata*	Gummy Lovegrass	-	-	-
Poaceae	*Eragrostis spectabilis*	Purple Lovegrass	-	-	-
Cactaceae	*Escobaria emskoetteriana*	Biznaga	-	LC	II
Euphorbiaceae	*Euphorbia laredana*	Laredo sandmat	-	-	II
Euphorbiaceae	*Euphorbia serpens*	Hierba Meona	-	-	II
Gentianaceae	*Eustoma exaltatum*	Violeta atrapamoscas	-	-	-
Convolvulaceae	*Evolvulus alsinoides*	Pico de pájaro	-	-	-
Fabaceae	*Eysenhardtia texana*	Palo dulce	-	LC	-
Asteraceae	*Florestina tripteris*	Florestina Pegajosa	-	-	-
Asteraceae	*Gaillardia suavis*	Girasol rojo	-	-	-
Malpighiaceae	*Galphimia angustifolia*	Lluvia de oro	-	-	-
Polemoniaceae	*Giliastrum incisum*	Splitleaf Gilia	-	-	-
Asteraceae	*Gymnosperma glutinosum*	Tatalencho	-	-	-
Asteraceae	*Helenium microcephalum*	Smallhead Sneezeweed	-	-	-
Heliotropiaceae	*Heliotropium angiospermum*	Alacrancillo	-	-	-
Heliotropiaceae	*Heliotropium fruticosum*	Cola de mono	-	-	-
Heliotropiaceae	*Heliotropium torreyi*		-	-	-
Malvaceae	*Herissantia crispa*	Hierba del campo	-	-	-
Malvaceae	*Hibiscus martianus*	Tulipán escarlata	-	-	-
Cactaceae	*Homalocephala texensis*	Biznaga tonel mancacaballo	-	LC	II
Solanaceae	*Hunzikeria texana*	Texas cupflower	-	-	-
Cucurbitaceae	*Ibervillea lindheimeri*	Snake apple	-	-	-
Convolvulaceae	*Ipomoea rupicola*	Cliff Morning-glory	-	-	-
Euphorbiaceae	*Jatropha dehganii*		-	EN	-
Euphorbiaceae	*Jatropha dioica*	Sangre de drago	-	LC	-

Consulta Pública

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES
Acanthaceae	*Justicia bartlettii*		-	-	-
Acanthaceae	*Justicia pilosella*	Muicle lengua de tubo	-	-	-
Acanthaceae	*Justicia turneri*		-	-	-
Rhamnaceae	*Karwinskia humboldtiana*	Tullidora	-	LC	-
Koeberliniaceae	*Koeberlinia spinosa*	Abrojo	-	LC	-
Krameriaceae	*Krameria lanceolata*	Raíz de ciruelilla	-	-	-
Krameriaceae	*Krameria ramosissima*	Calderona	-	-	-
Verbenaceae	*Lantana camara*	Cinco negritos	-	-	-
Verbenaceae	*Lantana velutina*	Confiturilla	-	-	-
Scrophulariaceae	*Leucophyllum frutescens*	Cenizo	-	-	-
Onagraceae	*Ludwigia octovalvis*	Calavera	-	LC	-
Solanaceae	*Lycium berlandieri*	Cilindrillo	-	-	-
Malpighiaceae	*Malpighia glabra*	Capulín	-	LC	-
Malvaceae	*Malvastrum americanum*	Taparrabo	-	-	-
Cactaceae	*Mammillaria albicans*	Biznaga de la Isla Santa Cruz	Pr	LC	II
Cactaceae	*Mammillaria heyderi*	Biznaga china	-	LC	II
Cactaceae	*Mammillaria prolifera*	Biznaga prolifera	-	LC	II
Cactaceae	*Mammillaria sphaerica*	Biznaga esférica	-	LC	II
Euphorbiaceae	*Manihot subspicata*	Papagallo	-	-	-
Asteraceae	*Melampodium cinereum*	Hoary blackfoot	-	-	-
Poaceae	*Melinis repens*	Pasto africano rosado	-	-	-
Malvaceae	*Melochia pyramidata*	Escobilla	-	LC	-
Malvaceae	*Melochia tomentosa*	Malva de los cerros	-	-	-
Apocynaceae	*Metastelma barbigerum*	Talayote	-	-	-
Apocynaceae	*Metastelma palmeri*	Talayote	-	-	-
Malvaceae	*Meximalva filipes*	Texasfan	-	-	-
Fabaceae	*Mimosa aculeaticarpa*	Espino	-	LC	-
Fabaceae	*Mimosa borealis*	Pink mimosa	-	-	-
Fabaceae	*Mimosa malacophylla*	Chascarrillo	-	-	-
Celastraceae	*Mortonia greggii*	Afinador	-	-	-
Poaceae	*Muhlenbergia fragilis*	Delicate muhly	-	-	-
Heliotropiaceae	*Myriopus volubilis*	Bejuco verde	-	-	-
Asteraceae	*Nahuatlea hypoleuca*	Chomonque	-	LC	-
Namaceae	*Nama coulteri*		-	-	-
Fabaceae	*Neltuma glandulosa*	Mezquite	-	LC	-
Fabaceae	*Neltuma juliflora*	Huizache	-	LC	-
Fabaceae	*Neltuma odorata*		-	-	-
Nyctaginaceae	*Nyctaginia capitata*	Ramo del diablo	-	-	-
Orobanchaceae	*Orobanche ludoviciana*	Louisiana broomrape	-	-	-
Asteraceae	*Palafoxia texana*	Oreja de mula	-	-	-
Poaceae	*Panicum hallii*	Panizo aserrín	-	-	-

Consulta Pública

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES
Fabaceae	*Parkinsonia texana*	Palo verde	-	LC	-
Passifloraceae	*Passiflora bryonioides*	Cocapitos	-	-	-
Passifloraceae	*Passiflora foetida*	Bejuco	-	-	-
Phyllanthaceae	*Phyllanthus polygonoides*	Smartweed Leafflower	-	-	-
Solanaceae	*Physalis lobata*	Tomatillo	-	LC	-
Solanaceae	*Physalis solanacea*	Netted Globecherry	-	LC	-
Fabaceae	*Pithecellobium dulce*	Guamúchil	-	LC	-
Zygophyllaceae	*Porlieria angustifolia*	Guayacán	-	LC	II
Portulacaceae	*Portulaca pilosa*	Chisme	-	-	-
Rubiaceae	*Randia obcordata*	Crucero	-	LC	-
Anacardiaceae	*Rhus virens*	Capulín	-	LC	-
Euphorbiaceae	*Ricinus communis*	Higuerilla	-	-	-
Petiveriaceae	*Rivina humilis*	Bajatripa	-	-	-
Acanthaceae	*Ruellia ciliatiflora*	Kabal ya'ax niik	-	-	-
Acanthaceae	*Ruellia corzoi*	Corzo's ruellia	-	-	-
Arecaceae	*Sabal mexicana*	Apachite, huano	-	LC	-
Lamiaceae	*Salvia ballotiflora*	Mejorana	-	-	-
Lamiaceae	*Salvia gesneriiflora*	Mirto colorado	-	-	-
Lamiaceae	*Salvia greggii*	Mirto rosa	-	-	-
Asteraceae	*Sanvitalia ocymoides*	Zinia trepadora amarilla	-	-	-
Rhamnaceae	*Sarcomphalus obtusifolius*	Garrapatilla	-	LC	-
Celastraceae	*Schaefferia cuneifolia*	Desert Yaupon	-	-	-
Cactaceae	*Sclerocactus scheeri*	Biznaga bola ganchuda	-	LC	II
Fabaceae	*Senna demissa*		-	-	-
Poaceae	*Setaria texana*	Texas Bristle Grass	-	-	-
Sapotaceae	*Sideroxylon celastrinum*	Coma	-	LC	-
Solanaceae	*Solanum rostratum*	Ayohuiztle	-	-	-
Poaceae	*Sporobolus buckleyi*	Zacatón pulguero	-	-	-
Cactaceae	*Stenocereus huastecorum*		-	-	-
Brassicaceae	*Synthlipsis greggii*	Gregg's keelpod	-	-	-
Rutaceae	*Thamnosma texana*	Dutchman's britches	-	-	-
Cactaceae	*Thelocactus bicolor*	Biznaga pezón bicolor	-	LC	II
Asteraceae	*Thymophylla pentachaeta*	Limoncillo	-	-	-
Ehretiaceae	*Tiquilia canescens*	Hierba de la virgen	-	-	-
Poaceae	*Tragus berteronianus*	African bur-grass	-	-	-
Poaceae	*Tridens eragrostoides*	Tridente fino	-	-	-
Poaceae	*Tridens muticus*	Tridente esbelto	-	-	-
Passifloraceae	*Turnera diffusa*	Damiana	-	-	-
Asteraceae	*Varilla texana*	Saladilla	-	-	-
Asteraceae	*Verbesina encelioides*	Hierba de la bruja	-	-	-
Malvaceae	*Wissadula amplissima*	Tronadora	-	-	-

Consulta Pública

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES
Asparagaceae	*Yucca filifera*	Palma pita	-	LC	-
Asparagaceae	*Yucca treculeana*	Chocha	-	VU	-
Rutaceae	*Zanthoxylum fagara*	Limoncillo	-	LC	-
Poaceae	*Zea mays*	Maíz	-	LC	-
Amaryllidaceae	*Zephyranthes chlorosolen*	Cebolla de monte	-	-	-
Malvaceae	*Abutilon berlandieri*	Berlandier's Indian Mallow	-	-	-
Fabaceae	*Acacia greggii*	Tepame	-	-	-
Fabaceae	*Acacia wrightii*	Uña de gato	-	-	-
Cactaceae	*Acanthocereus tetragonus*	Cruceta	-	LC	II
Nyctaginaceae	*Acleisanthes obtusa*	Berlandier's Trumpets	-	-	-
Asteraceae	*Acourtia runcinata*	Peonía	-	-	-
Euphorbiaceae	*Adelia vaseyi*	Vasey's Adelia	-	-	-
Asparagaceae	*Agave americana*	Maguey Blanco	-	LC	-
Asparagaceae	*Agave angustifolia*	Bacanora	-	LC	-
Malvaceae	*Alcea rosea*	Miramelindo asiática	-	-	-
Malvaceae	*Allowissadula lozanoi*	Lozano's False Indianmallow	-	-	-
Asphodelaceae	*Aloe vera*	Sábila	-	-	-
Asteraceae	*Ambrosia confertiflora*	Estafiate	-	-	-
Asteraceae	*Ambrosia psilostachya*	Altamisa	-	-	-
Rutaceae	*Amyris texana*	Barretilla	-	LC	-
Basellaceae	*Anredera vesicaria*	Consuelda	-	-	-
Polygonaceae	*Antigonon leptopus*	San Miguelito	-	-	-
Asteraceae	*Aphanostephus ramosissimus*	Manzanilla cimarrona	-	-	-
Papaveraceae	*Argemone mexicana*	Amapolilla	-	-	-
Papaveraceae	*Argemone sanguinea*	Red Pricklypoppy	-	-	-
Poaceae	*Aristida purpurea*	Tres aristas curvado	-	LC	-
Asteraceae	*Artemisia ludoviciana*	Estafiate	-	-	-
Apocynaceae	*Asclepias oenotheroides*	Hierba de zizotes	-	-	-
Chenopodiaceae	*Atriplex matamorensis*	Matamoros Saltbush	-	-	-
Cactaceae	*Austrocylindropuntia subulata*	Alfileres sudamericanos de Eva	-	-	-
Meliaceae	*Azadirachta indica*	Neem de la India	-	-	-
Asteraceae	*Baccharis salicifolia*	Batamote	-	LC	-
Nyctaginaceae	*Boerhavia coccinea*	Abrojo rojo	-	-	-
Cyperaceae	*Bolboschoenus robustus*	Varilla dulce	-	LC	-
Poaceae	*Bouteloua dactyloides*	Zacate búfalo	-	-	-
Solanaceae	*Brachistus stramoniifolius*		-	LC	-
Fabaceae	*Calliandra eriophylla*	Charrasquillo	-	-	-
Asteraceae	*Calyptocarpus vialis*	Garañona	-	-	-
Cannabaceae	*Cannabis sativa*	Marihuana	-	-	-
Solanaceae	*Capsicum annuum*	Chile	-	LC	-
Solanaceae	*Capsicum baccatum*	Ají cristal	-	-	-

Consulta Pública

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES
Sapindaceae	*Cardiospermum dissectum*	Chihuahuan Balloon Vine	-	-	-
Acanthaceae	*Carlowrightia parviflora*	Small-flower Wrightwort	-	-	-
Juglandaceae	*Carya illinoinensis*	Pacana	-	LC	-
Simaroubaceae	*Castela erecta*	Chaparro Amargo	-	-	-
Apocynaceae	*Catharanthus roseus*	Jabonera de Madagascar	-	-	-
Amaranthaceae	*Celosia argentea*	Flor africana de terciopelo	-	LC	-
Cannabaceae	*Celtis laevigata*	Palo blanco	-	LC	-
Asteraceae	*Chaetopappa bellioides*	Manyflower leastdaisy	-	-	-
Fabaceae	*Chamaecrista greggii*	Gregg's Sensitive Pea	-	-	-
Solanaceae	*Chamaesaracha texensis*		-	-	-
Amaranthaceae	*Chenopodiastrum murale*		-	-	-
Chenopodiaceae	*Chenopodium album*	Cenizo	-	-	-
Poaceae	*Chloris barbata*	Pasto con dedos	-	-	-
Fabaceae	*Cicer arietinum*	Garbanzo blanco	-	-	-
Vitaceae	*Cissus trifoliata*	Yerba del buey	-	-	-
Verbenaceae	*Citharexylum brachyanthum*	Agrito	-	-	-
Ranunculaceae	*Clematis drummondii*	Barba de viejo	-	-	-
Fabaceae	*Clitoria ternatea*	Conchita asiática azul	-	-	-
Lamiaceae	*Coleus amboinicus*	Orégano brujo	-	-	-
Rhamnaceae	*Colubrina texensis*	Madera de serpiente	-	-	-
Rhamnaceae	*Condalia mirandana*		-	-	-
Convolvulaceae	*Convolvulus arvensis*	Correhuela de Eurasia	-	-	-
Convolvulaceae	*Convolvulus equitans*	Campanilla herida	-	-	-
Cactaceae	*Coryphantha nickelsiae*	Biznaga partida de Laredo	A	LC	II
Convolvulaceae	*Cressa truxillensis*	Tripa de pollo	-	-	-
Euphorbiaceae	*Croton cortesianus*	Palillo	-	LC	-
Euphorbiaceae	*Croton humilis*	Palillo	-	-	-
Euphorbiaceae	*Croton leucophyllus*	Twocolor Croton	-	-	-
Apocynaceae	*Cryptostegia grandiflora*	Chicote de Madagascar	-	-	-
Cucurbitaceae	*Cucumis melo*	Melón	-	-	-
Apiaceae	*Cyclospermum leptophyllum*	Apio silvestre	-	-	-
Cactaceae	*Cylindropuntia imbricata*	Cardenche	-	LC	II
Apocynaceae	*Cynanchum racemosum*	Talayote de racimo	-	-	-
Poaceae	*Cynodon dactylon*	Gallitos	-	-	-
Cyperaceae	*Cyperus retroflexus*	Oneflower Flatsedge	-	-	-
Poaceae	*Dactyloctenium aegyptium*	Pasto pata de pollo	-	-	-
Fabaceae	*Dalea emarginata*	Wedgeleaf Prairie Clover	-	-	-
Fabaceae	*Dalea humilis*		-	-	-
Fabaceae	*Dalea pogonathera*	Bearded prairie clover	-	-	-
Solanaceae	*Datura wrightii*	Toloache sagrado	-	-	-
Fabaceae	*Dermatophyllum secundiflorum*	Burrita roja	-	LC	-

Consulta Pública

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES
Poaceae	*Dichanthium annulatum*	Zacate angleton	-	-	-
Acanthaceae	*Dicliptera sexangularis*	Cruceta	-	-	-
Poaceae	*Distichlis spicata*	Huizapol	-	-	-
Convolvulaceae	*Distimake dissectus*	Almendrillo	-	-	-
Verbenaceae	*Duranta erecta*	Coralillo	-	LC	-
Acanthaceae	*Dyschoriste crenulata*	Wavyleaf snakeherb	-	-	-
Chenopodiaceae	*Dysphania ambrosioides*	Epazote	-	-	-
Poaceae	*Echinochloa colona*	Arroz del monte	-	LC	-
Asteraceae	*Eclipta prostrata*	Zarzaparrilla	-	LC	-
Ehretiaceae	*Ehretia anacua*	Anacua	-	LC	-
Ehretiaceae	*Ehretia tinifolia*	Mandimbo	-	LC	-
Pontederiaceae	*Eichhornia crassipes*	Lirio acuático sudamericano	-	-	-
Acanthaceae	*Elytraria bromoides*	Lengua de sapo	-	-	-
Poaceae	*Eragrostis barrelieri*	Mediterranean lovegrass	-	-	-
Poaceae	*Eriochloa punctata*	Piojillo peludo	-	-	-
Apiaceae	*Eryngium crassisquamosum*		-	-	-
Fabaceae	*Erythrostemon mexicanus*	Comalillo	-	LC	-
Euphorbiaceae	*Euphorbia dentata*	Hierba de la araña	-	-	II
Euphorbiaceae	*Euphorbia graminea*	Golondrina	-	-	II
Euphorbiaceae	*Euphorbia heterophylla*	Lechero	-	LC	II
Euphorbiaceae	*Euphorbia hypericifolia*	Golondrina	-	-	II
Euphorbiaceae	*Euphorbia johnstonii*		-	-	II
Euphorbiaceae	*Euphorbia prostrata*	Golondrina	-	-	II
Cactaceae	*Ferocactus hamatacanthus*	Biznaga barril costillona	-	LC	II
Oleaceae	*Forestiera angustifolia*	Panalero	-	LC	-
Apocynaceae	*Funastrum clausum*	Bejuco revientachivo	-	-	-
Apocynaceae	*Funastrum cynanchoides*	Bejuco de reja	-	-	-
Garryaceae	*Garrya glaberrima*	Capulín	-	LC	-
Verbenaceae	*Glandularia polyantha*	Rio Grande Mock Vervain	-	-	-
Verbenaceae	*Glandularia quadrangulata*	Beaked Mock Vervain	-	-	-
Malvaceae	*Guazuma ulmifolia*	Guásima	-	LC	-
Amaranthaceae	*Guilleminea lanuginosa*		-	-	-
Fabaceae	*Havardia pallens*	Tenaza	-	LC	-
Asteraceae	*Helianthus annuus*	Girasol	-	LC	-
Rutaceae	*Helietta parvifolia*	Barreta	-	LC	-
Heliotropiaceae	*Heliotropium curassavicum*	Hierba de fuego	-	LC	-
Malpighiaceae	*Heteropterys brachiata*	Bejuco de margarita	-	-	-
Asteraceae	*Heterotheca subaxillaris*	Falso alcanfor	-	-	-
Lamiaceae	*Hyptis verticillata*	Epazotillo	-	-	-
Convolvulaceae	*Ipomoea amnicola*	Redcenter Morning-glory	-	-	-
Convolvulaceae	*Ipomoea carnea*	Amapola rosa	-	-	-

Consulta Pública

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES
Convolvulaceae	*Ipomoea cordatotriloba*	Campanilla púrpura	-	LC	-
Convolvulaceae	*Ipomoea hederacea*	Trompillo	-	-	-
Convolvulaceae	*Ipomoea nil*	Amol	-	-	-
Convolvulaceae	*Ipomoea triloba*	Amole	-	LC	-
Oleaceae	*Jasminum sambac*	Jazmín	-	-	-
Euphorbiaceae	*Jatropha gossypiifolia*	Túa túa	-	LC	-
Acanthaceae	*Justicia brandegeeana*		-	-	-
Acanthaceae	*Justicia spicigera*	Muicle	-	LC	-
Verbenaceae	*Lantana achyranthifolia*	Hierba mariposa	-	-	-
Verbenaceae	*Lantana canescens*	Hierba de javillas	-	-	-
Verbenaceae	*Lantana urticoides*	Cinco negritos tejano	-	-	-
Brassicaceae	*Lepidium virginicum*	Lentejilla de campo	-	-	-
Poaceae	*Leptochloa dubia*	Zacate gigante	-	-	-
Fabaceae	*Leucaena leucocephala*	Barba de chivo	-	-	-
Fabaceae	*Leucaena pulverulenta*	Tepeguaje	-	LC	-
Linaceae	*Linum lundellii*	Lino	-	-	-
Verbenaceae	*Lippia alba*	Salvia sija	-	-	-
Verbenaceae	*Lippia origanoides*	Orégano de monte	-	-	-
Boraginaceae	*Lithospermum matamorense*	Rough Stoneseed	-	-	-
Campanulaceae	*Lobelia calcarea*		-	-	-
Cactaceae	*Lophophora williamsii*	Peyote	Pr	VU	II
Cucurbitaceae	*Luffa cylindrica*	Estropajo asiático	-	-	-
Fabaceae	*Lysiloma divaricatum*	Mauto	-	LC	-
Primulaceae	*Lysimachia arvensis*	Jabonera europea	-	-	-
Malvaceae	*Malva parviflora*	Malva de Castilla	-	-	-
Malvaceae	*Malvastrum corchorifolium*	Sak xiiw	-	-	-
Malvaceae	*Malvastrum coromandelianum*	Escobillo	-	-	-
Apocynaceae	*Mandevilla lanuginosa*	Flor de San Juan	-	-	-
Asparagaceae	*Manfreda longiflora*	Amole de río	A	-	-
Asparagaceae	*Manfreda maculosa*	Texas Tuberose	-	-	-
Asparagaceae	*Manfreda sileri*		-	-	-
Asparagaceae	*Manfreda variegata*	Amole	-	-	-
Asteraceae	*Matricaria chamomilla*	Manzanilla	-	-	-
Meliaceae	*Melia azedarach*	Árbol asiático del paraíso	-	-	-
Oleaceae	*Menodora heterophylla*	Redbud	-	-	-
Loasaceae	*Mentzelia lindheimeri*	Lindheimer's Stickleaf	-	-	-
Aizoaceae	*Mesembryanthemum cordifolium*	Rocío africano	-	-	-
Fabaceae	*Mimosa strigillosa*	Lairene	-	-	-
Fabaceae	*Mimosa texana*	Uña de gato	-	LC	-
Nyctaginaceae	*Mirabilis jalapa*	Maravilla	-	-	-
Moringaceae	*Moringa oleifera*	Moringa de la India	-	-	-

Consulta Pública

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES
Moraceae	*Morus alba*	Morera asiática	-	-	-
Cactaceae	*Myrtillocactus geometrizans*	Garambullo	-	LC	II
Namaceae	*Nama hispida*	Campanitas de arena	-	-	-
Namaceae	*Nama jamaicensis*	Tabaco cimarrón	-	LC	-
Apocynaceae	*Nerium oleander*	Adelfa blanca y rosa	-	LC	-
Amaryllidaceae	*Nothoscordum bivalve*	Cebolleta	-	-	-
Onagraceae	*Oenothera kunthiana*	Kunth's Evening Primrose	-	-	-
Onagraceae	*Oenothera speciosa*	Onagra	-	-	-
Onagraceae	*Oenothera tetraptera*	Linda tarde blanca	-	-	-
Cactaceae	*Opuntia aciculata*	Chenille Pricklypear	-	DD	II
Cactaceae	*Opuntia cochenillifera*	Nopal de la cochinilla	-	DD	II
Cactaceae	*Opuntia engelmannii*	Nopal Cuijo	-	LC	II
Cactaceae	*Opuntia robusta*	Nopal camueso	-	LC	II
Cactaceae	*Opuntia stricta*	Nopal de caballo	-	LC	II
Oxalidaceae	*Oxalis drummondii*	Drummond's woodsorrel	-	-	-
Fabaceae	*Parkinsonia aculeata*	Retama	-	LC	-
Asteraceae	*Parthenium bipinnatifidum*	Nube cimarrón	-	-	-
Asteraceae	*Parthenium confertum*	Gray's feverfew	-	-	-
Asteraceae	*Parthenium hysterophorus*	Hierba del golpe	-	-	-
Passifloraceae	*Passiflora tenuiloba*	Pasiflora ala de ave	-	-	-
Asteraceae	*Pectis angustifolia*	Lemonscent	-	-	-
Lauraceae	*Persea americana*	Aguacate	-	LC	-
Achatocarpaceae	*Phaulothamnus spinescens*	Bachata	-	LC	-
Poaceae	*Phragmites australis*	Carrizo	-	LC	-
Solanaceae	*Physalis cinerascens*	Tomatillo	-	LC	-
Asteraceae	*Picradeniopsis absinthifolia*	Aceitilla amarilla	-	-	-
Piperaceae	*Piper amalago*	Cordoncillo hoja	-	LC	-
Piperaceae	*Piper auritum*	Hierba santa	-	LC	-
Plantaginaceae	*Plantago floccosa*	Telempacate	-	-	-
Plantaginaceae	*Plantago lanceolata*	Llantén menor	-	-	-
Asteraceae	*Pluchea odorata*	Hierba de Santa María	-	-	-
Plumbaginaceae	*Plumbago auriculata*	Embeleso	-	-	-
Apocynaceae	*Plumeria rubra*	Flor de Mayo	-	LC	-
Fabaceae	*Pomaria wootonii*	Chie-nita	-	-	-
Portulacaceae	*Portulaca grandiflora*	Amor de un día	-	-	-
Portulacaceae	*Portulaca oleracea*	Verdolaga euroasiática	-	-	-
Portulacaceae	*Portulaca umbraticola*	Verdolaga con flor	-	-	-
Verbenaceae	*Priva lappulacea*	Cadillo de bolsa	-	-	-
Capparaceae	*Quadrella incana*	Matagallina	-	LC	-
Asteraceae	*Ratibida columnifera*	Sombrero mexicano	-	-	-
Malvaceae	*Rhynchosida physocalyx*	Beaked sida	-	-	-

Consulta Pública

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES
Acanthaceae	*Ruellia nudiflora*	Hierba de la calentura	-	-	-
Acanthaceae	*Ruellia simplex*	Petunia mexicana	-	-	-
Plantaginaceae	*Russelia equisetiformis*	Arete panameño	-	-	-
Chenopodiaceae	*Salsola kali*	Rodadora	-	-	-
Lamiaceae	*Salvia coccinea*	Mirto coral	-	-	-
Lamiaceae	*Salvia connivens*	Hierba del burro	-	-	-
Lamiaceae	*Salvia rosmarinus*	Romero	-	-	-
Anacardiaceae	*Schinus terebinthifolius*	Pimentero brasileño	-	-	-
Fabaceae	*Senna bauhinioides*	Retama pata de vaca	-	-	-
Fabaceae	*Senna occidentalis*	Candelilla chica	-	LC	-
Fabaceae	*Sesbania drummondii*	Rattlebush	-	LC	-
Aizoaceae	*Sesuvium portulacastrum*	Verdolaga de playa	-	LC	-
Aizoaceae	*Sesuvium verrucosum*	Romerillos	-	-	-
Malvaceae	*Sida abutilifolia*	Hierba de la viejita	-	-	-
Asteraceae	*Sidneya tenuifolia*	Skeletonleaf Goldeneye	-	-	-
Asteraceae	*Simsia calva*	Awnless Bushsunflower	-	-	-
Solanaceae	*Solanum americanum*	Hierba mora	-	-	-
Solanaceae	*Solanum campechiense*	Tomatillo	-	-	-
Solanaceae	*Solanum elaeagnifolium*	Pera	-	-	-
Solanaceae	*Solanum lycopersicum*	Tomate	-	-	-
Solanaceae	*Solanum triquetrum*	Texas nightshade	-	-	-
Asteraceae	*Sonchus oleraceus*	Achicoria europea	-	-	-
Anacardiaceae	*Spondias mombin*	Jobo	-	LC	-
Fabaceae	*Strombocarpa cinerascens*		-	-	-
Asteraceae	*Symphyotrichum divaricatum*	Hierba del marrano	-	-	-
Asteraceae	*Symphyotrichum subulatum*	Metezurras	-	-	-
Asteraceae	*Tagetes erecta*	Cempasúchil	-	-	-
Talinaceae	*Talinum fruticosum*	Quelite	-	-	-
Talinaceae	*Talinum polygaloides*	Yellow Flameflower	-	-	-
Fabaceae	*Tamarindus indica*	Tamarindo africano	-	-	-
Tamaricaceae	*Tamarix aphylla*	Pino salado mediterráneo	-	-	-
Tamaricaceae	*Tamarix gallica*	Taray	-	-	-
Asteraceae	*Tamaulipa azurea*	Limpia tuna	-	-	-
Bignoniaceae	*Tecoma stans*	Timboco	-	LC	-
Asteraceae	*Thelesperma graminiformis*		-	-	-
Cactaceae	*Thelocactus setispinus*	Biznaga pezón setosa	-	LC	II
Asteraceae	*Thymophylla tenuiloba*	Bristleleaf pricklyleaf	-	-	-
Amaranthaceae	*Tidestromia lanuginosa*	Hierba ceniza	-	-	-
Commelinaceae	*Tradescantia brevifolia*	Trans-Pecos Spiderwort	-	-	-
Commelinaceae	*Tradescantia buckleyi*	Buckley's Spiderwort	-	-	-
Commelinaceae	*Tradescantia pallida*	Niña en barco	-	-	-

Consulta Pública

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES
Euphorbiaceae	*Tragia amblyodonta*	Ortiga	-	-	-
Euphorbiaceae	*Tragia glanduligera*	P'opox	-	-	-
Aizoaceae	*Trianthema portulacastrum*	Verdolaga de caballo	-	-	-
Zygophyllaceae	*Tribulus terrestris*	Abrojo	-	-	-
Asteraceae	*Tridax procumbens*	Hierba del toro	-	-	-
Poaceae	*Tridens texanus*	Tridente texano	-	-	-
Passifloraceae	*Turnera ulmifolia*	Hierba Damiana	-	LC	-
Typhaceae	*Typha domingensis*	Tule	-	LC	-
Poaceae	*Urochloa plantaginea*		-	-	-
Poaceae	*Urochloa texana*	Panizo texano	-	LC	-
Verbenaceae	*Verbena canescens*	Verbena Gris	-	-	-
Asteraceae	*Verbesina microptera*	Mexican Winged Crown-Beard	-	-	-
Fabaceae	*Vigna luteola*	Porotillo	-	LC	-
Lamiaceae	*Vitex trifolia*	Simpleleaf chastetree	-	-	-
Arecaceae	*Washingtonia robusta*	Palma blanca	-	LC	-
Asteraceae	*Wedelia acapulcensis*	Hairy Wedelia	-	-	-
Asparagaceae	*Yucca rupicola*	Twisted-leaf Yucca	-	-	-

Consulta Pública

3.3.11.1.3.3 Especies registradas en campo

Se enlista las especies de plantas vasculares identificados en campo.

Tabla 38: Especies de plantas vasculares registradas en campo para el AP, AI y RE.

Nombre científico	Nombre común	Endemismo	Estacionalidad		Categorías de riesgo			Presencia			No. total de individuos
			Febrero 2026	Julio 2026	NOM-059	IUCN	CITES	AP	AI	RE	
Abutilon fruticosum	Pelotazo	No endémica	P	P	-	-	-	17	17	17	51
Acacia amentacea	Chaparro prieto	No endémica	P	P	-	LC	-		-	2	2
Allionia incarnata	Hierba de la hormiga	No endémica		P	-	-	-	17	17	17	51
Aloysia gratissima	Jaboncillo	No endémica	P	P	-	-	-	6	6	6	18
Aloysia macrostachya	Vara dulce	No endémica	P	P	-	-	-	5	5	7	17
Aristida purpurea	Tres aristas curvado	No endémica	P	P	-	LC	-	10	10	10	30
Astragalus nuttallianus	Small-flowered milkvetch	No endémica		P	-	-	-	8	8	8	24
Bouteloua aristidoides	Banderita	No endémica		P	-	-	-	6	6	6	18
Bouteloua curtipendula	Banderilla	No endémica	P	P	-	-	-	17	17	17	51
Bouteloua dactyloides	Zacate búfalo	No endémica	P	P	-	-	-	8	8	8	24
Castela texana	Chaparro amargoso	No endémica	P	P	-	DD	-	19	19	19	57
Celtis pallida	Acebuche	No endémica	P	P	-	LC	-	8	8	8	24
Cenchrus ciliaris	Pasto buffel	No endémica	P	P	-	-	-	103	###	103	309
Cevallia sinuata	Ortiguilla	No endémica	P	P	-	-	-	9	9	9	27
Chamaecrista greggii	-	No endémica	P	P	-	-	-	15	15	16	46
Cochlospermum palmatifidum	Saiya	No endémica	P	P	PR	-	-	3	3	3	9
Condalia hookeri	Capulín	No endémica	P	P	-	LC	-	4	4	4	12
Condaliopsis obtusifolia	Garrapatilla	No endémica	P	P	-	-	-	11	11	11	33
Cordia boissieri	Anacahuita	No endémica	P	P	-	LC	-	14	14	15	43
Coursetia axillaris	Palo dulce	No endémica	P	P	-	-	-	15	15	17	47
Croton ciliatoglandulifer	Canelilla	No endémica	P	P	-	-	-	3	3	3	9
Croton cortesianus	Palillo	No endémica	P	P	-	LC	-	52	52	52	156
Croton fruticulosus	Encinilla	No endémica	P	P	-	-	-	2	2	2	6
Cylindropuntia leptocaulis	Tasajillo	No endémica	P	P	-	LC	II	1	1	1	3
Cynodon dactylon	Alfombrilla	No endémica	P	P	-	-	-	8	8	8	24
Ebenopsis ebano	Ébano	No endémica	P	P	-	LC	-	29	29	29	87
Echinocereus pectinatus	Biznaga	No endémica	P	P	-	LC	II	1	1	1	3

Consulta Pública

Nombre científico	Nombre común	Endemismo	Estacionalidad		Categorías de riesgo			Presencia			No. total de individuos
			Febrero 2026	Julio 2026	NOM-059	IUCN	CITES	AP	AI	RE	
Euphorbia cinerascens	Golondrina	No endémica	P	P	-	-	-	4	4	4	12
Euploca confertifolia	Romero cimarrón	No endémica	P	P	-	-	-	6	6	6	18
Evolvulus alsinoides	Pico de pájaro	No endémica	P	P	-	-	-	12	12	12	36
Guaiacum angustifolium	Guayacán	No endémica	P	P	-	LC	II	14	14	14	42
Hebecarpa macradenia	Glandleaf Milkwort	No endémica	P	P	-	-	-	27	27	27	81
Helietta parvifolia	Barreta	No endémica	P	P	-	LC	-	28	30	30	88
Heliotropium angiospermum	Alacrancillo	No endémica		P	-	-	-	15	15	15	45
Hibiscus martianus	Tulipán escarlata	No endémica	P	P	-	-	-	6	6	8	20
Homalocephala texensis	Biznaga de cuernos	No endémica	P	P	-	LC	II	1	1	1	3
Ipomoea amnicola	Redcenter Morning-glory	No endémica		P	-	-	-	-	1	-	1
Jatropha dioica	Sangre de drago	No endémica	P	P	-	LC	-	9	9	9	27
Karwinskia humboldtiana	Tullidora	No endémica	P	P	-	LC	-	31	54	54	139
Krameria ramosissima	Calderona	No endémica	P	P	-	-	-	17	17	17	51
Lantana achyranthifolia	Hierba mariposa	No endémica	P	P	-	-	-	5	5	5	15
Leucophyllum frutescens	Cenizo	No endémica	P	P	-	-	-	88	88	88	264
Lippia dulcis	Orégano dulce	No endémica	P	P	-	-	-	8	9	9	26
Lobelia longicaulis	-	No endémica		P	-	-	-	4	4	4	12
Lycium berlandieri	Cilindrillo	No endémica	P	P	-	-	-	9	9	9	27
Malpighia glabra	Capulín	No endémica	P	P	-	LC	-	6	6	6	18
Mammillaria heyderi	Biznaga china	No endémica	P	P	-	LC	II	5	8	8	21
Mammillaria sphaerica	Biznaga esférica	No endémica	P	P	-	LC	II	4	4	4	12
Melochia tomentosa	Malva de los cerros	No endémica	P	P	-	-	-	8	8	8	24
Myriopus volubilis	Bejuco verde	No endémica	P	P	-	-	-	6	6	6	18
Neltuma glandulosa	Mezquite	No endémica	P	P	-	LC	-	20	20	21	61
Neltuma juliflora	Huizache	No endémica	P	P	-	LC	-	-	-	1	1
Opuntia engelmannii	Nopal	No endémica	P	P	-	LC	II	8	11	14	33
Painteria elachistophylla	-	Endémica	P	P	-	-	-	8	9	9	26
Palafoxia texana	Oreja de mula	No endémica		P	-	-	-	5	5	5	15
Parkinsonia texana	Palo verde	No endémica	P	P	-	-	-	4	4	4	12
Parthenium incanum	Copalillo	No endémica	P	P	-	-	-	16	16	16	48

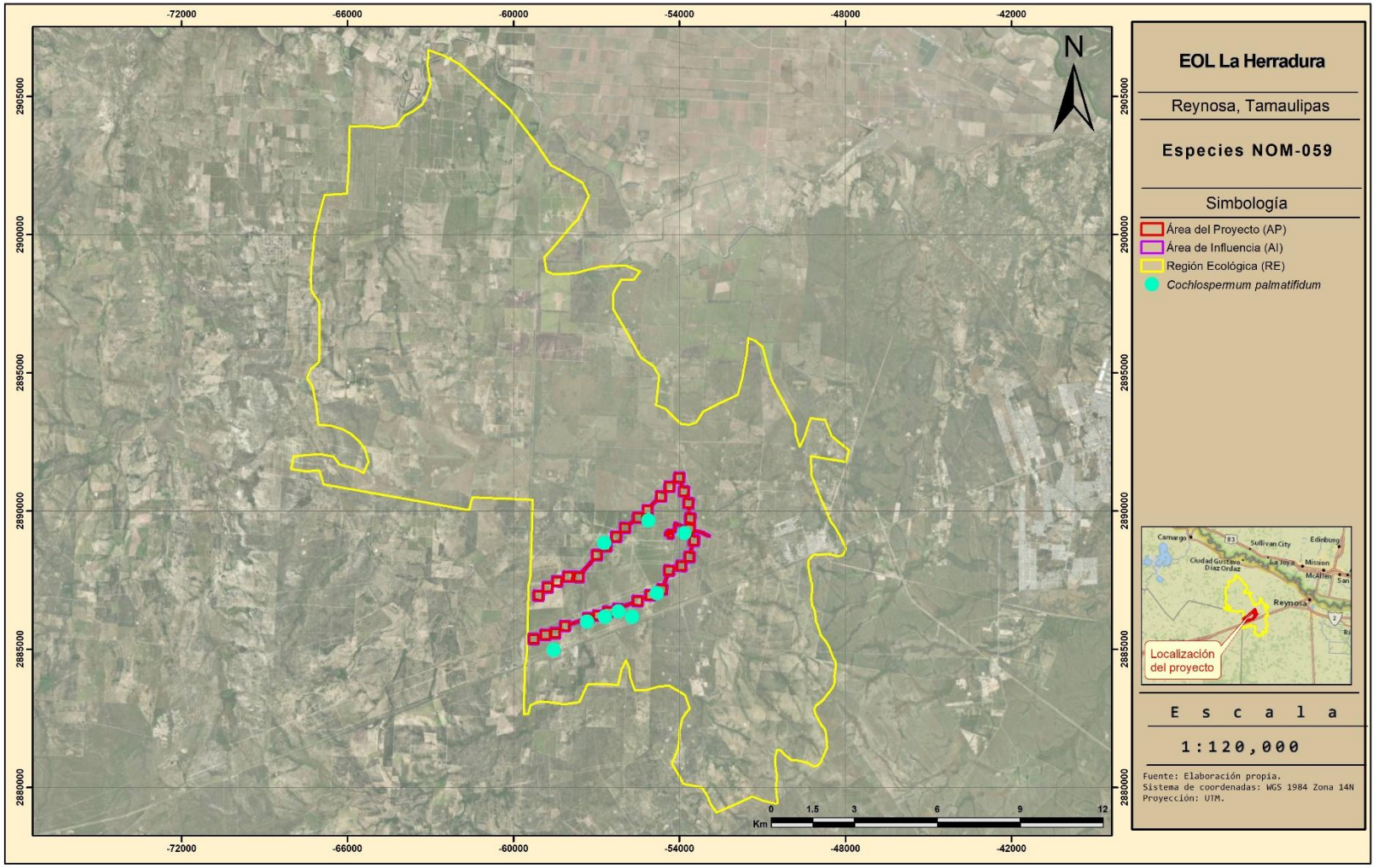
Consulta Pública

Nombre científico	Nombre común	Endemismo	Estacionalidad		Categorías de riesgo			Presencia			No. total de individuos
			Febrero 2026	Julio 2026	NOM-059	IUCN	CITES	AP	AI	RE	
Paspalum distichum	Camalote saladillo	No endémica		P	-	LC	-	14	14	17	45
Porlieria angustifolia	Guayacán	No endémica	P	P	-	LC	II	40	40	40	120
Portulaca pilosa	Chisme	No endémica	P	P	-	-	-	20	21	21	62
Randia obcordata	Crucero	Endémica	P	P	-	LC	-	18	18	18	54
Salvia coccinea	Mirto	No endémica		P	-	-	-	-	-	1	1
Senegalia berlandieri	Espino	No endémica	P	P	-	LC	-	13	13	13	39
Sida abutilifolia	Hierba de la viejita	No endémica		P	-	-	-	31	31	31	93
Thelocactus setispinus	Biznaga pezón setosa	No endémica	P	P	-	LC	II	7	7	8	22
Thymophylla pentachaeta	Limoncillo	No endémica		P	-	-	-	7	9	9	25
Tribulus terrestris	Abrojo	No endémica	P	P	-	-	-	11	12	12	35
Vachellia rigidula	Chaparro prieto	No endémica	P	P	-	LC	-	26	26	26	78
Waltheria indica	Tapacola	No endémica	P	P	-	LC	-	14	14	15	43
Yucca filifera	Palma pita	Endémica	P	P	-	LC	-	7	12	12	31
Yucca treculeana	Chocha	No endémica	P	P	-	VU	-	20	20	20	60
Zanthoxyllum fagara	Limoncillo	No endémica	P	P	-	LC	-	5	5	5	15

Nota: La base de datos se incluye en el anexo 3.11

Consulta Pública

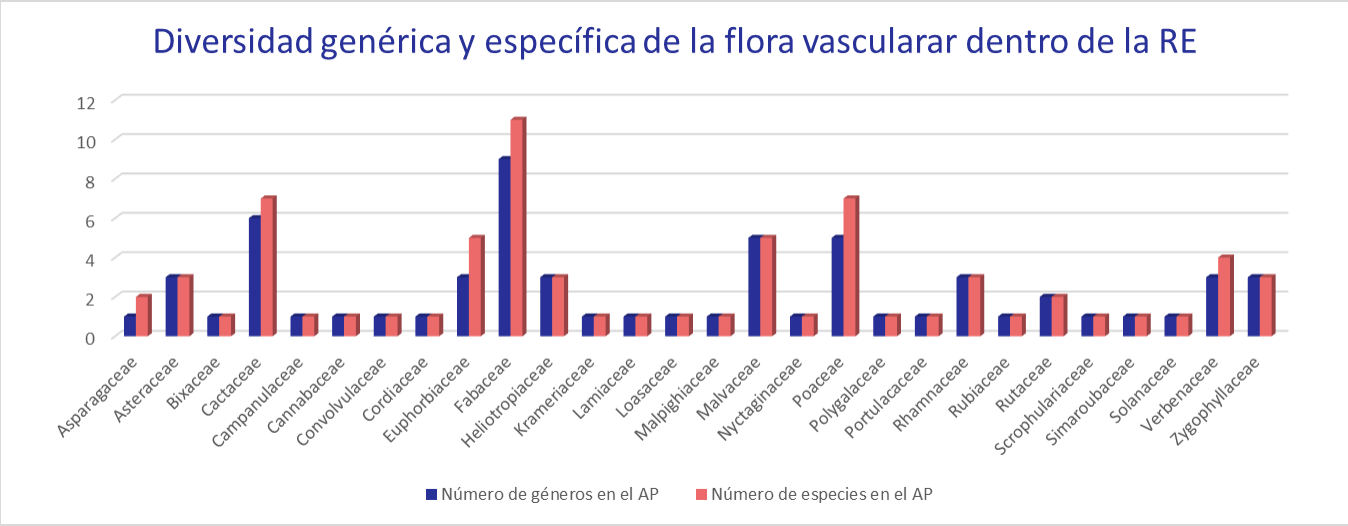
Mapa 33: Especies registradas en campo incluidas en la NOM-059.



La flora registrada en muestra suma un total de 72 especies de plantas vasculares en 63 géneros distribuidos en 28 familias taxonómicas, de estas 72 especies, 70 se encuentran dentro del AI y solo 68 se registran en el AP. En este sentido, todas las especies registradas dentro del AP se conocen dentro de los límites del AI y RE.

De las especies registradas en muestra, se encontró un taxa, *Cochlospermum palmatifidum* (Saiya) categorizado dentro de alguna categoría de protección dentro del NOM-059-SEMARNAT, además, se encontraron 31 taxa que poseen grados de protección dentro de la IUCN, por ejemplo, *Acacia amentacea* (Chaparro prieto), *Cordia boissieri* (Anacahuita), *Homalocephala texenis* (Biznaga de cuernos), *Neltuma glandulosa* (Mezquite), *Opuntia engelmannii* (Nopal), *Randia obcordata* (Crucero) y *Yucca treculeana* (Chocha), por mencionar algunas, 28 presentes dentro del AP y fuera de este. Por otro lado, *Cylindropuntia leptocaulls* (Tasajillo), *Echinocereus pectinatus* (Biznaga), *Guaiacum angustifolium* (Guayacán), *Homalocephala texensis* (Biznaga de cuernos), *Mammillaria heyderi* (Biznaga china), *Mammillaria sphaerica* (Biznaga esférica), *Opuntia engelmannii* (Nopal), *Porlieria angustifolia* (Guayacán) y *Thelocactus setispinus* (Biznaga pese encuentran dentro del Anexo II de la CITES, de igual manera se encuentran registradas dentro del AP y fuera de este.

Figura 21: Diversidad genérica y específica de la flora vascular dentro de la RE.



Pública

Figura 22: Diversidad genérica y específica de la flora vascular dentro del AI.

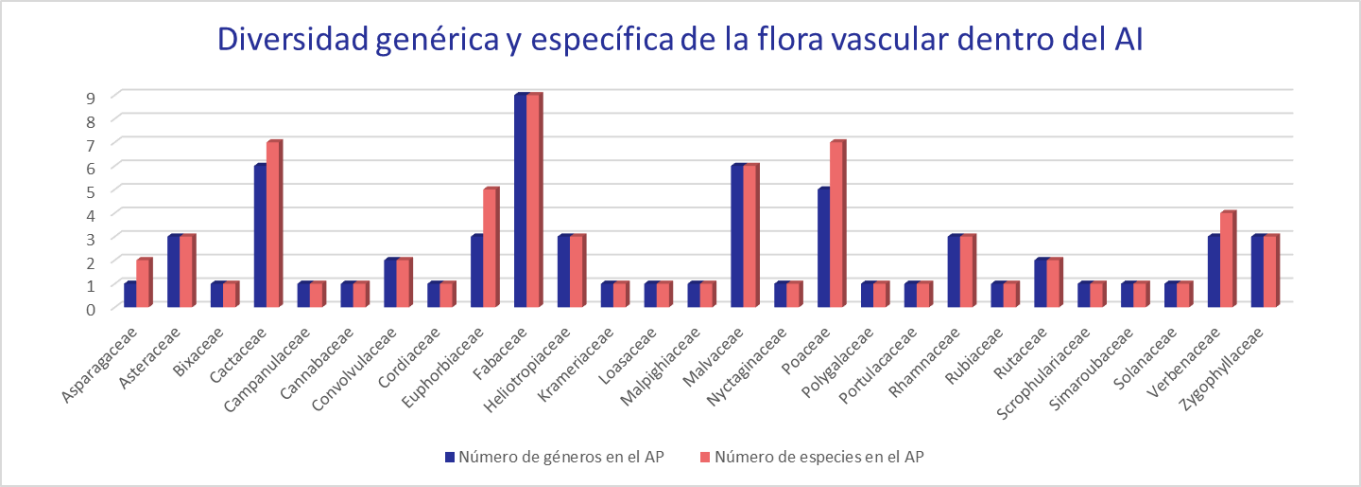
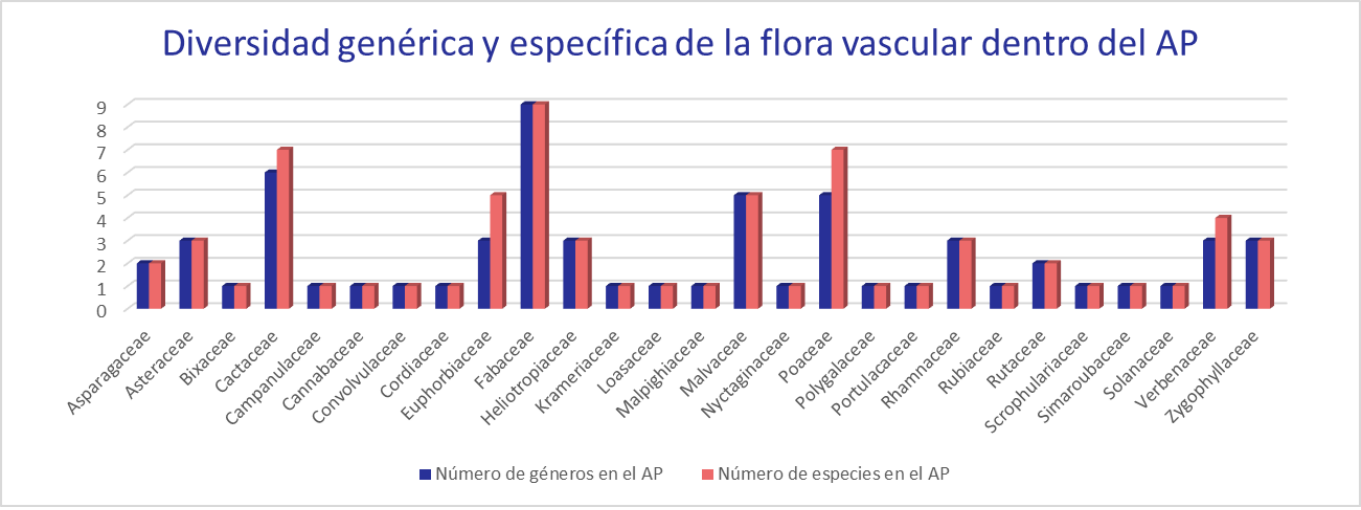


Figura 23: Diversidad genérica y específica de la flora vascular dentro del AP.



3.3.11.1.3.4 Curva de acumulación de especies

Curvas de acumulación de especies de la RE

Figura 24: Curva de acumulación de especies arbóreas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco de la RE.

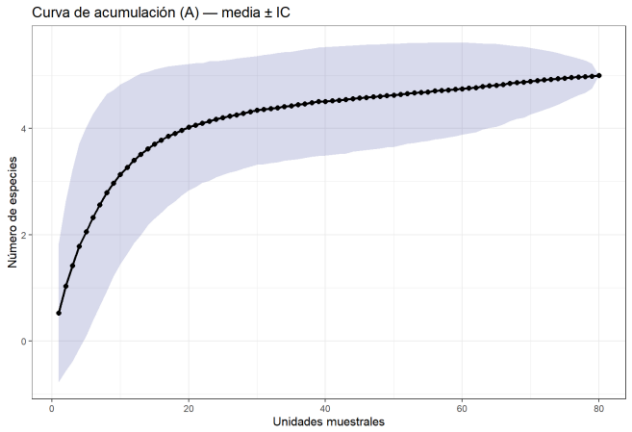


Figura 25: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies arbóreas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco de la RE.

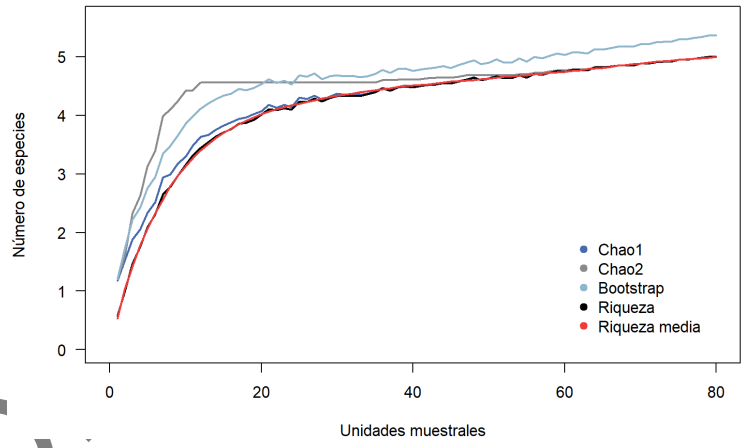


Tabla 39: Estimación de especies arbóreas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco de la RE.

Estimador	Riqueza	Chao 1	Chao 2	Bootstrap
Arbóreas	5	5	5	5

El trazo de la curva para el estrato arbóreo de la RE registró un descenso de aumento de especies inferior a 1 a partir de la unidad muestral número 2, asimismo, para la unidad 80 el aumento de la riqueza proyecta una probabilidad del 1%. Los estimadores de Chao y Bootstrap calculan una riqueza del estrato de 5 especies, lo que representa un porcentaje de registros de especies del 100% y en este sentido la totalidad de la flora arbórea de la RE fue registrada en muestra.

Pública

Figura 26: Curva de acumulación de especies arbustivas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco de la RE.

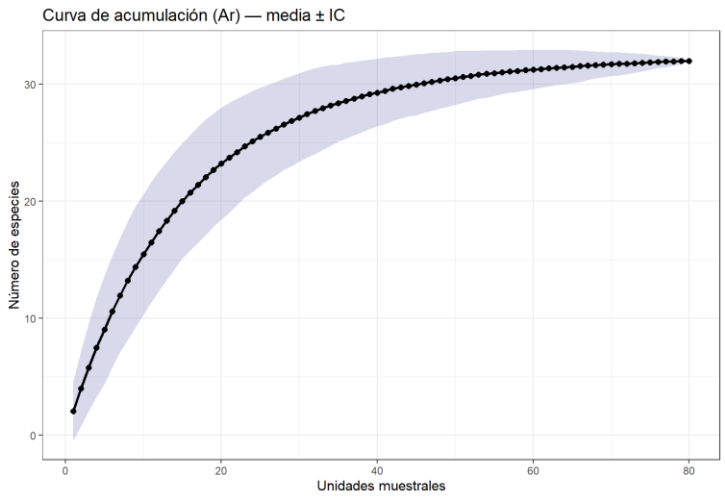


Figura 27: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies arbustivas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco de la RE.

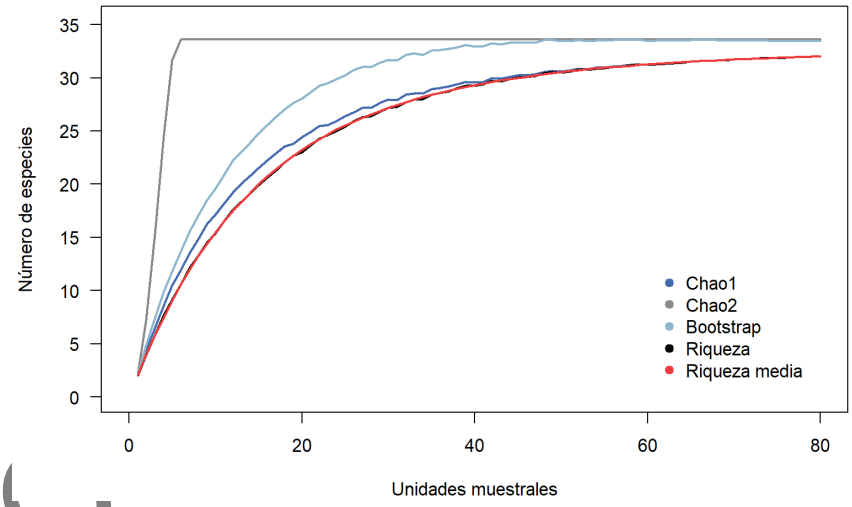


Tabla 40: Estimación de especies arbustivas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco de la RE.

Estimador	Riqueza	Chao 1	Chao 2	Bootstrap
Arbustivas	32	32	34	33

En cuanto a la curva del estrato arbustivo, se registra un descenso inferior al aumento de una especie a partir de la unidad muestral número 12 y con una probabilidad de aumento de registros del 1% para la unidad número 80. Por otra parte, los estimadores de Chao y Bootstrap señalan que la diversidad registrada en la muestra oscila entre 94 y 100% de los arbustos que habitan dentro de la RE. Es importante mencionar aquí que todas las especies arbustivas registradas en el AI y AP fueron registradas también en la muestra de la RE.

Figura 28: Curva de acumulación de especies herbáceas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia de la RE.

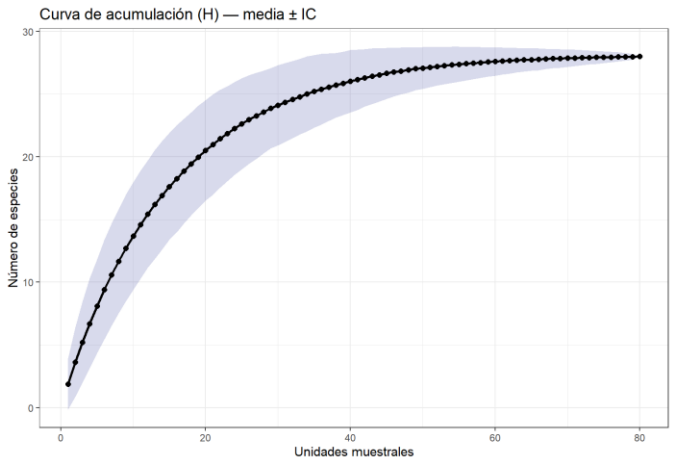


Figura 29: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies herbáceas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco de la RE.

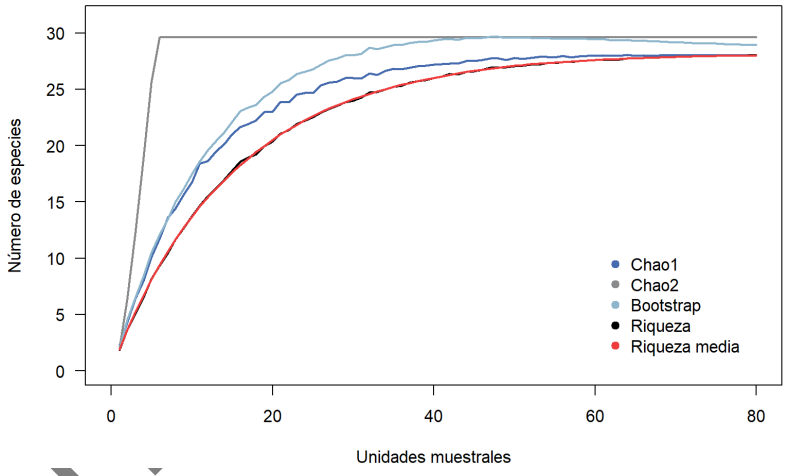


Tabla 41: Estimación de especies herbáceas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco de la RE.

Estimador	Riqueza	Chao 1	Chao 2	Bootstrap
Herbáceas	28	28	30	29

La curva del estrato herbáceo registra un descenso inferior al aumento de una especie a partir de la unidad muestral número diez y una probabilidad de aumento de registros del 1% a partir de la unidad número 80. Por otra parte, los estimadores de Chao y Bootstrap señalan que la diversidad registrada en la muestra es superior al 93% de las hierbas que habitan dentro de la RE. Es importante mencionar aquí que todas las especies herbáceas registradas en el AI y AP fueron registradas también en la muestra de la RE, y estos datos señalan que, en comparación con las otras áreas, la RE es mucho más diverso en razón de una mayor superficie.

Consulta pública

Figura 30: Curva de acumulación de especies suculentas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia de la RE.

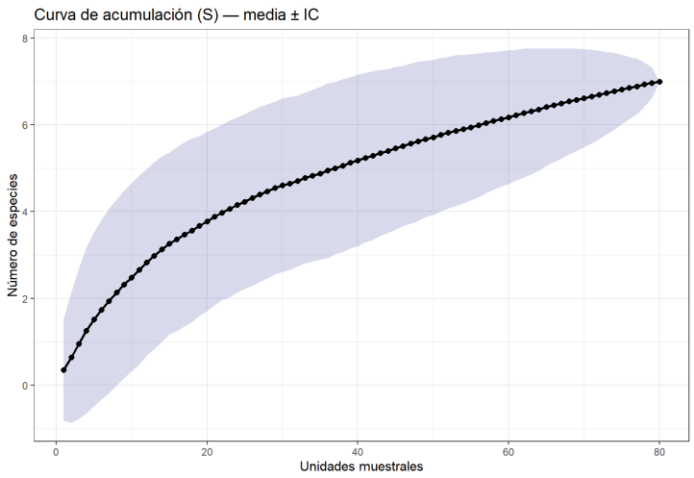


Figura 31: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies suculentas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco de la RE.

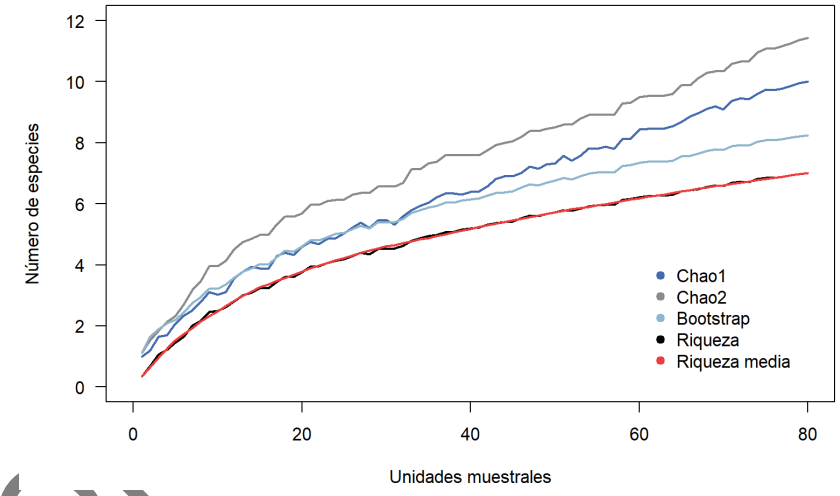


Tabla 42: Estimación de especies suculentas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco de la RE.

Estimador	Riqueza	Chao 1	Chao 2	Bootstrap
Suculentas	7	10	11	8

La curva de las suculentas registra un descenso inferior al aumento de una especie a partir de la unidad muestral número dos y una probabilidad de aumento de registros del 3% a partir de la unidad número 80. Por otra parte, los estimadores de Chao y Bootstrap señalan que la diversidad registrada en la muestra oscila entre el 64 y 88% de las suculentas que habitan dentro de la RE. Es importante mencionar aquí que todas las especies con este habito registradas en el AI y AP fueron registradas también en la muestra de la RE.

Curvas de acumulación de especies del AI

Figura 32: Curva de acumulación de especies arbóreas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco del AI.

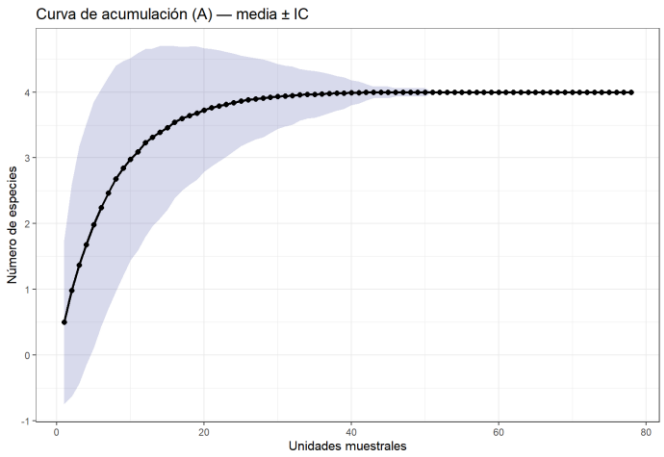


Figura 33: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies arbóreas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco del AI.

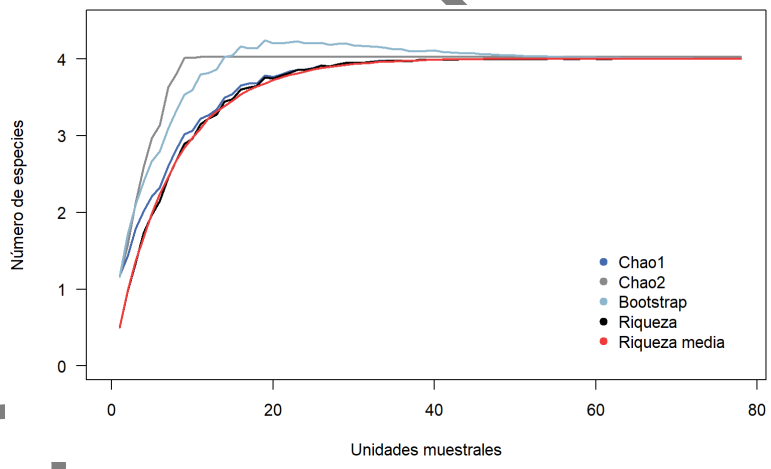


Tabla 43: Estimación de especies arbóreas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco del AI.

Estimador	Riqueza	Chao 1	Chao 2	Bootstrap
Arbóreas	4	4	4	4

El trazo de la curva para el estrato arbóreo del AI registró un descenso de aumento de especies inferior a uno a partir de la unidad muestral número dos, asimismo, para la unidad 52 el aumento de la riqueza proyecta una probabilidad del 0% que se extiende en una asíntota hasta la unidad número 78. Bajo el mismo argumento, las estimaciones de Chao y Bootstrap señalan el registro del 100% de la flora arbórea del AI.

Pública

Figura 34: Curva de acumulación de especies arbustivas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco del AI.

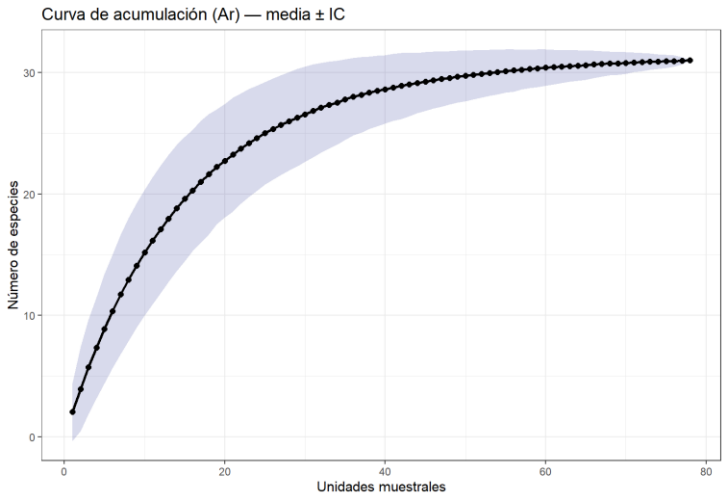


Figura 35: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies arbustivas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco del AI.

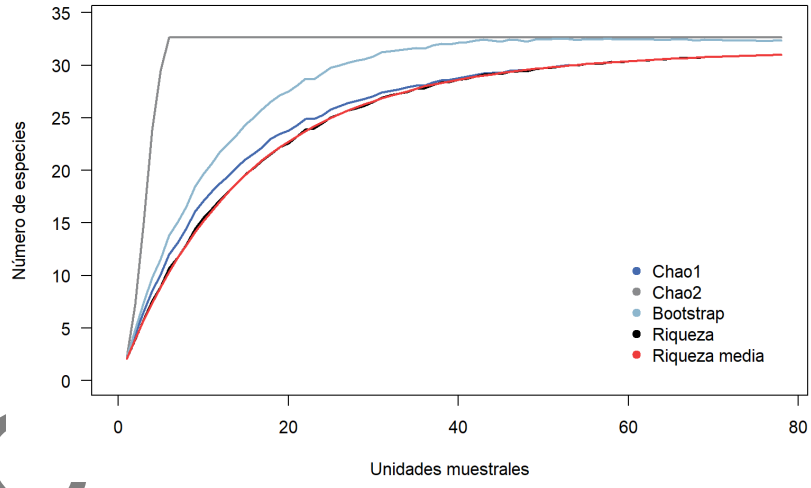


Tabla 44: Estimación de especies arbustivas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco del AI.

Estimador	Riqueza	Chao 1	Chao 2	Bootstrap
Arbustivas	31	31	33	32

En cuanto a la curva del estrato arbustivo, se registra un descenso inferior al aumento de una especie a partir de la unidad muestral número once y con una probabilidad de aumento de registros del 2% para la unidad número 78. Por otra parte, los estimadores de Chao y Bootstrap señalan que la diversidad registrada en la muestra oscila entre el 94 y 100% de la totalidad de los arbustos que habitan dentro del AI.

Duplica

Figura 36: Curva de acumulación de especies herbáceas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco del AI.

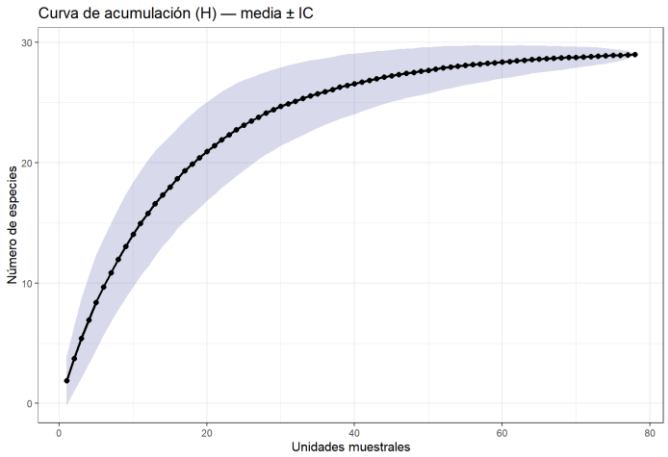


Figura 37: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies herbáceas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco del AI.

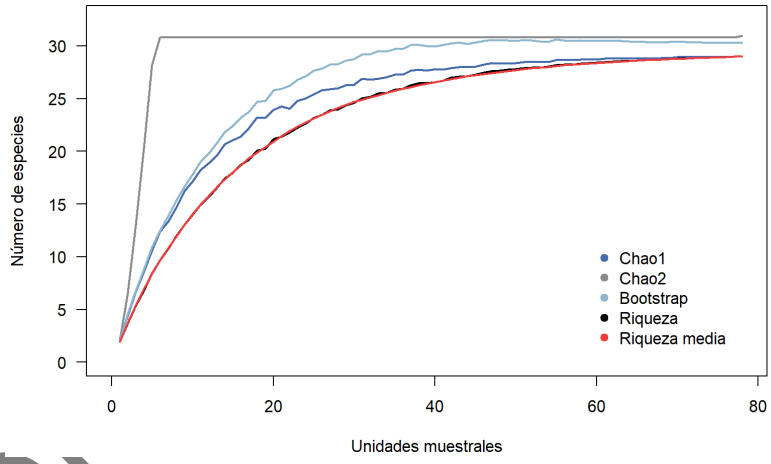


Tabla 45: Estimación de especies herbáceas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco del AI.

Estimador	Riqueza	Chao 1	Chao 2	Bootstrap
Herbáceas	29	29	31	30

La curva del estrato herbáceo registra un descenso inferior al aumento de una especie a partir de la unidad muestral número diez y una probabilidad de aumento de registros del 2% a partir de la unidad número 78. Por otra parte, los estimadores de Chao y Bootstrap señalan que la diversidad registrada en la muestra oscila entre el 94 y 100% de las hierbas que habitan dentro del AI.

Consulta pública

Figura 38: Curva de acumulación de especies suculentas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco del AI.

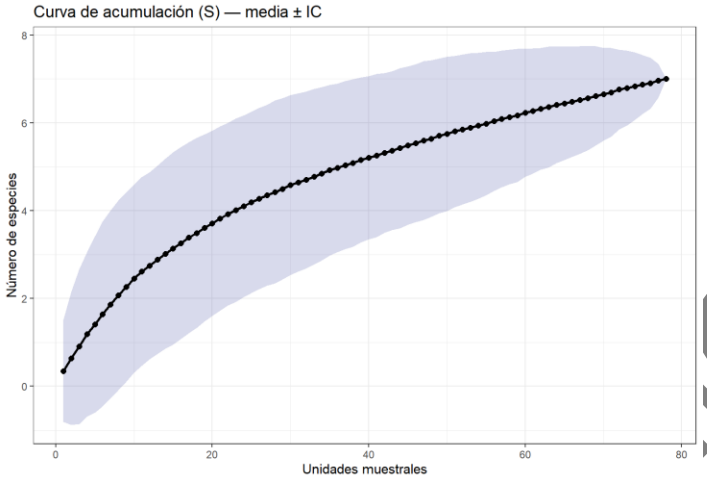


Figura 39: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies suculentas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco del AI.

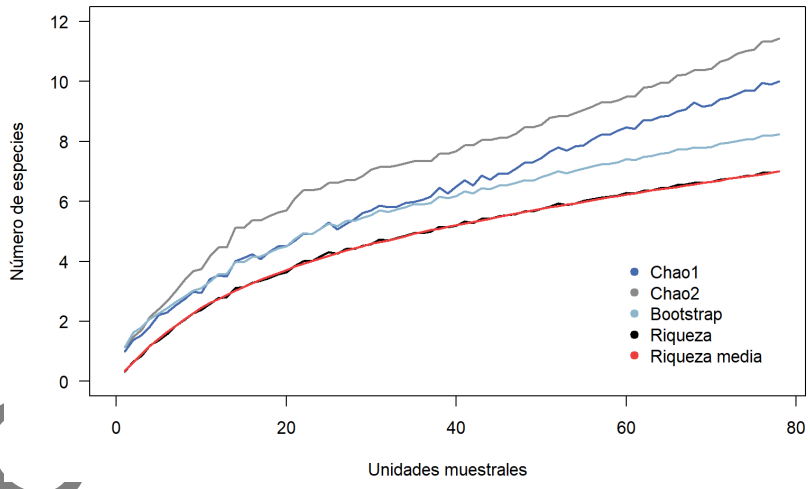


Tabla 46: Estimación de especies suculentas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco del AI.

Estimador	Riqueza	Chao 1	Chao 2	Bootstrap
Suculentas	7	10	11	8

La curva del grupo compuesto por suculentas registra un descenso inferior al aumento de una especie a partir de la unidad muestral número dos y una probabilidad de aumento de registros del 3% a partir de la unidad número 78. Por otra parte, los estimadores de Chao y Bootstrap señalan que la diversidad registrada en la muestra oscila entre el 64 y 88% de las suculentas que habitan dentro del AI.

Pública

Curvas de acumulación de especies del AP

Figura 40: Curva de acumulación de especies arbóreas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco del AP.

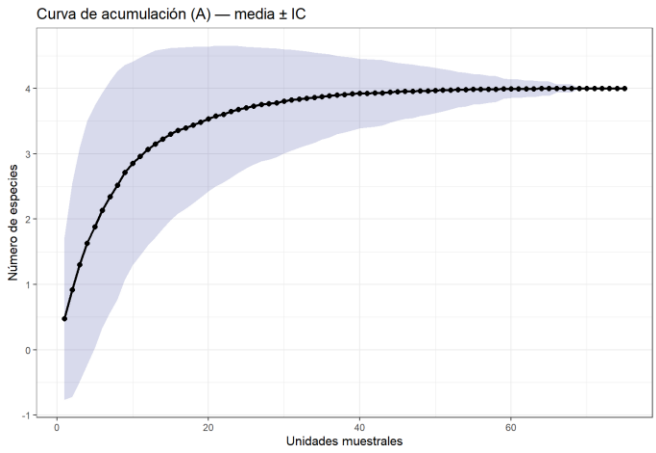


Figura 41: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies arbóreas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco del AP.

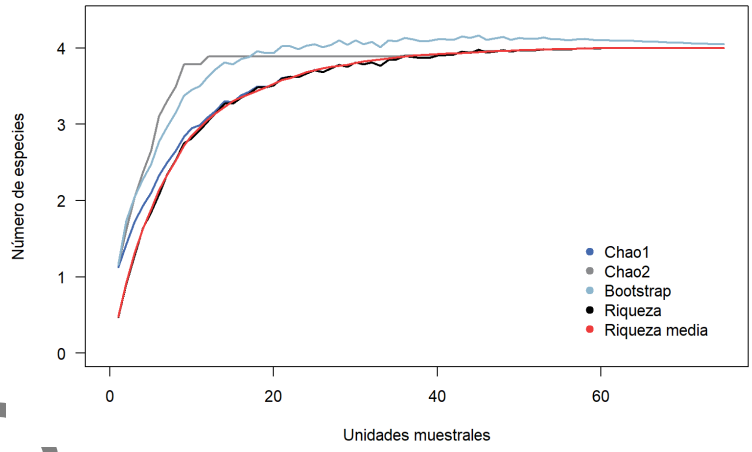


Tabla 47: Estimación de especies arbóreas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco del AP.

Estimador	Riqueza	Chao 1	Chao 2	Bootstrap
Arbóreas	4	4	4	4

El trazo de la curva para el estrato arbóreo del AP registró un descenso de aumento de especies inferior a uno a partir de la unidad muestral número dos, asimismo, para la unidad 70 el aumento de la riqueza proyecta una probabilidad del 0% que se extiende hasta la unidad 75 en una asíntota. Los estimadores señalan el registro del 100% de la flora arbórea del AP.

Pública

Figura 42: Curva de acumulación de especies arbustivas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco del AP.

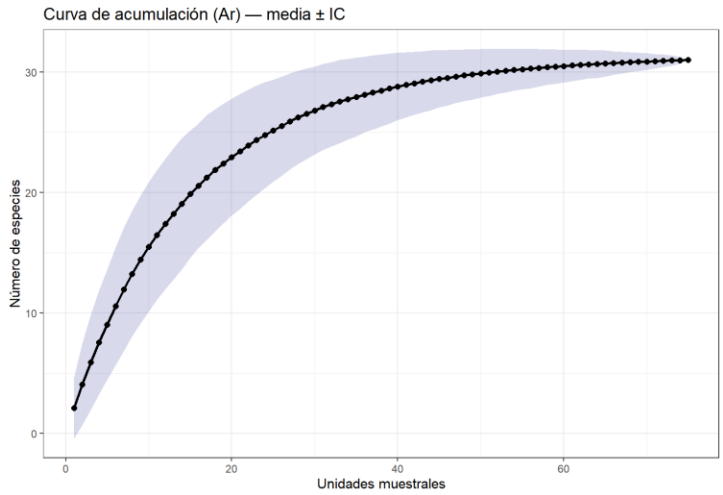


Figura 43: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies arbustivas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco del AP.

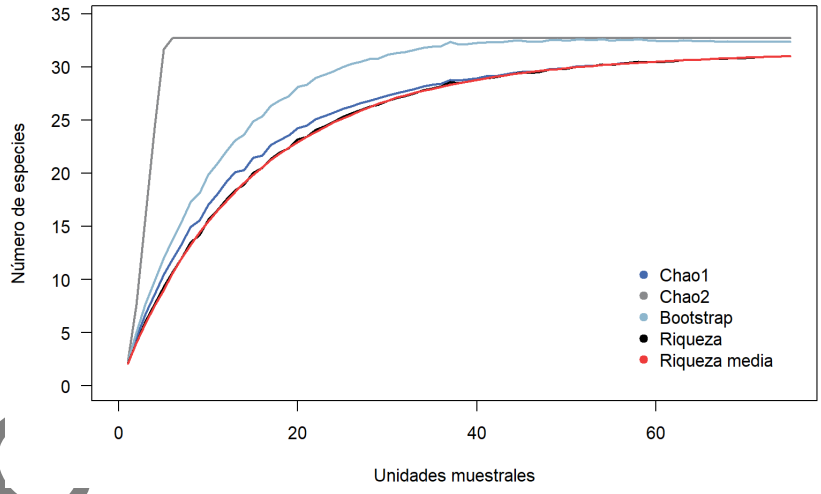


Tabla 48: Estimación de especies arbustivas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco del AP.

Estimador	Riqueza	Chao 1	Chao 2	Bootstrap
Arbustivas	31	31	33	32

En cuanto a la curva del estrato arbustivo, se registra un descenso inferior al aumento de una especie a partir de la unidad muestral número once y con una probabilidad de aumento de registros del 2% para la unidad número 75. Por otra parte, los estimadores de Chao y Bootstrap señalan que la diversidad registrada en la muestra oscila entre el 94 y 100% de la totalidad de los arbustos que habitan dentro del AP.

Figura 44: Curva de acumulación de especies herbáceas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco del AP.

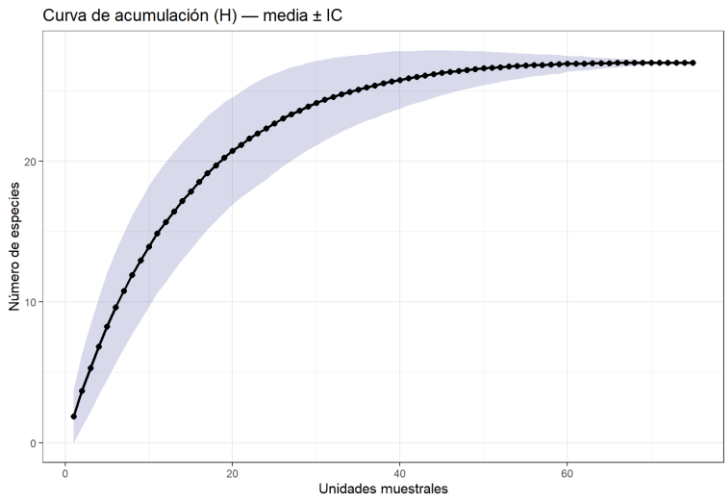


Figura 45: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies herbáceas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco del AP.

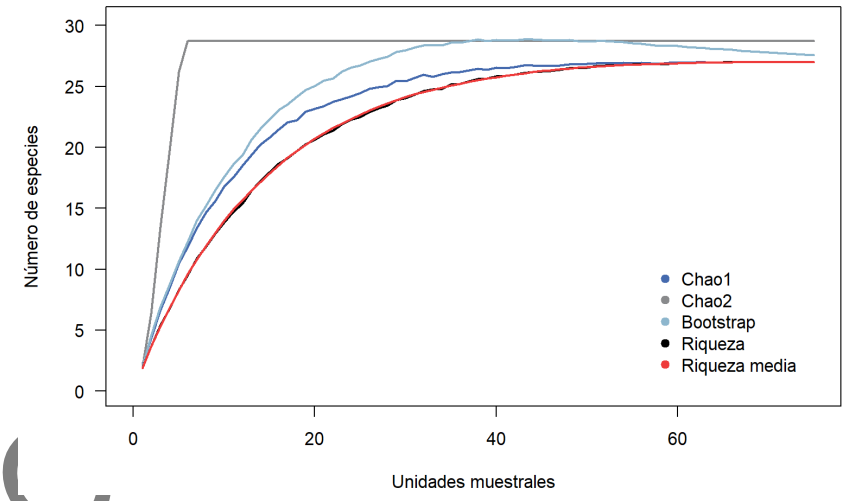


Tabla 49: Estimación de especies herbáceas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco del AP.

Estimador	Riqueza	Chao 1	Chao 2	Bootstrap
Herbáceas	27	27	29	28

La curva del estrato herbáceo registra un descenso inferior al aumento de una especie a partir de la unidad muestral número diez y una probabilidad de aumento de registros del 0% a partir de la unidad número 73 manteniéndose recta hasta la unidad 75. Por otra parte, los estimadores de Chao y Bootstrap señalan que la diversidad registrada en la muestra oscila entre el 93 y 100% de las hierbas que habitan dentro del AP.

Figura 46: Curva de acumulación de especies suculentas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco del AP.

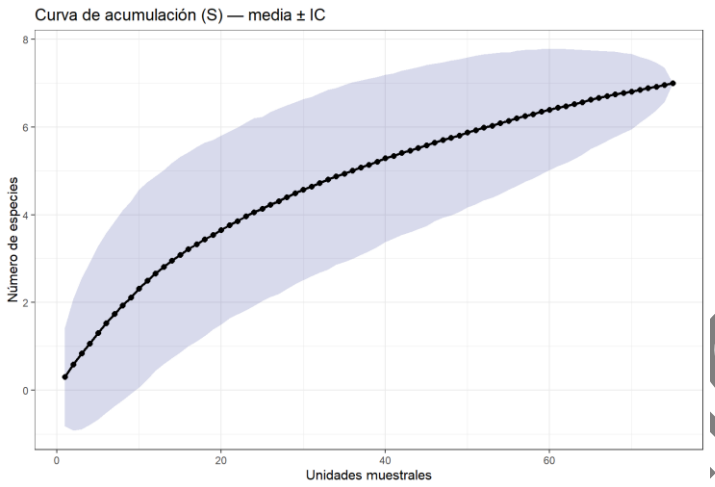


Figura 47: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies suculentas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco del AP.

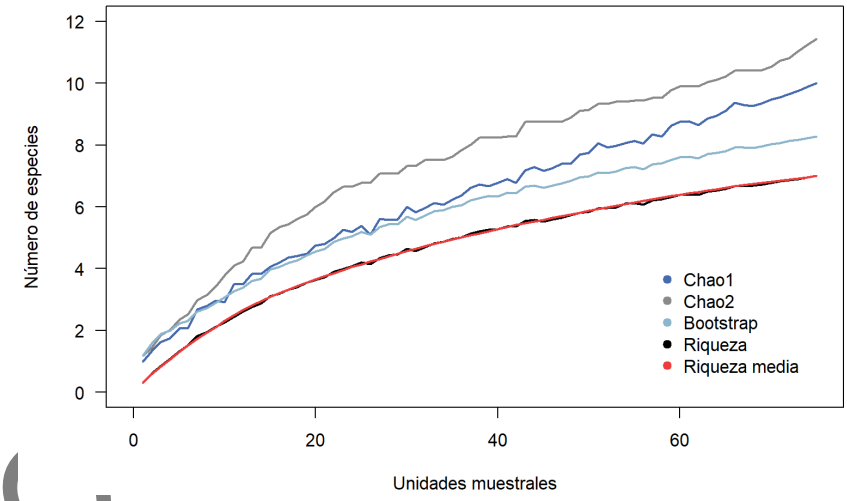


Tabla 50: Estimación de especies suculentas de Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco del AP.

Estimador	Riqueza	Chao 1	Chao 2	Bootstrap
Suculentas	7	10	11	8

La curva de las suculentas registra un descenso inferior al aumento de una especie a partir de la unidad muestral número dos y una probabilidad de aumento de registros del 4% a partir de la unidad número 75. Por otra parte, los estimadores de Chao y Bootstrap señalan que la diversidad registrada en la muestra oscila entre el 64 y 88% de las suculentas que habitan dentro del AP.

3.3.11.1.3.5 Índices de diversidad biológica

Tabla 51: Índices de diversidad biológica para la RE, AI y AP en Matorral Espinoso Tamaulipeco.

Índices de diversidad biológica por estrato y área								
	AP		AI		RE		Parámetros	Conclusiones
Índice de Valor de Importancia								
Estrato	**Especie**	**Valor**	**Especie**	**Valor**	**Especie**	**Valor**		
Arbóreas	*Ebenopsis ebano*	113.81	*Ebenopsis ebano*	105.35	*Ebenopsis ebano*	99.98	Densidad, dominancia y frecuencia relativas	Las especies dominantes se mantienen constantes en las tres áreas. Esta coincidencia indica que la estructura y composición vegetal presentan una alta homogeneidad ecológica, sin cambios significativos por estrato.
Arbustivas	*Leucophyllum frutescens*	52.61	*Leucophyllum frutescens*	50.29	*Leucophyllum frutescens*	49.52		
Herbáceas	*Cenchrus ciliaris*	64.35	*Cenchrus ciliaris*	63	*Cenchrus ciliaris*	62.09		
Suculentas	*Opuntia engelmannii*	157.03	*Opuntia engelmannii*	165.85	*Opuntia engelmannii*	174.61		
Índice de Margalef								
Arbóreas	0.7		0.69		0.92		Riqueza	El estrato arbustivo presentó la mayor riqueza específica en las tres áreas evaluadas, el estrato herbáceo presentó valores de diversidad media-alta, el suculento valor de diversidad media y finalmente el arbóreo valor de diversidad media-baja, los tres manteniendo una composición relativamente homogénea entre áreas.
Arbustivas	4.65		4.61		4.76			
Herbáceas	4.35		4.67		4.5			
Suculentas	1.80		1.70		1.65			
Índice de Menhinick								
Arbóreas	0.47		0.46		0.57		Riqueza	El índice de Menhinick indicó una mayor riqueza específica relativa en los estratos arbustivo, herbáceo y suculento. Las variaciones entre los valores de las tres áreas son mínimas, lo que sugiere una composición relativamente homogénea entre ellas. Los valores bajos del estrato arbóreo sugieren que este es constituido por pocas especies.
Arbustivas	1.33		1.29		1.33			
Herbáceas	1.36		1.44		1.40			
Suculentas	1.35		1.22		1.15			
Índice de diversidad de Simpson								
Arbóreas	0.7		0.72		0.73		Dominancia	El índice de diversidad de Simpson mostró valores elevados en los estratos arbustivo y
Arbustivas	0.93		0.93		0.93			

Consulta Pública

Índices de diversidad biológica por estrato y área					
	AP	AI	RE	Parámetros	Conclusiones
Herbáceas	0.90	0.91	0.90		herbáceo, y diversidad media-alta en el estrato arbóreo y suculento, lo que indica una alta diversidad de especies y una baja dominancia. Los valores similares sugieren una distribución relativamente homogénea de las abundancias entre las áreas y los estratos.
Suculentas	0.78	0.77	0.75		
Índice de Shannon-Weaver					
Arbóreas	1.28	1.33	1.38	Dominancia	El índice de Shannon-Weaver indicó una diversidad alta en los estratos arbustivo y herbáceo, y moderadamente alta en el arbóreo. Las diferencias entre los valores de las tres áreas fueron mínimas, lo que sugiere una composición y distribución de especies relativamente homogénea.
Arbustivas	3.03	3.01	3.04		
Herbáceas	2.84	2.89	2.87		
Suculentas	1.67	1.61	1.56		
Índice de Pielou					
Arbóreas	0.92	0.96	0.86	Equitatividad	El índice de Pielou mostró valores elevados en todos los estratos y áreas evaluadas, lo que indica una distribución relativamente uniforme de los individuos entre las especies.
Arbustivas	0.89	0.89	0.88		
Herbáceas	0.86	0.86	0.86		
Suculentas	0.86	0.83	0.80		

Consulta Pública

3.3.11.1.3.6 Índices de similitud

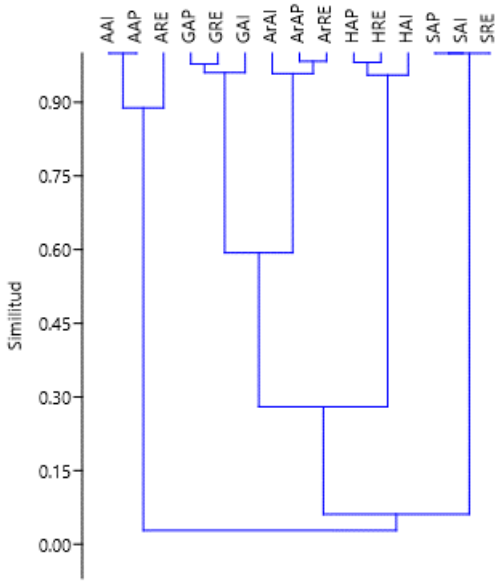
La presentación de las siguientes cifras, correspondientes a los índices de similitud, proyecta la generación de tablas comparativas con fin de distinguir la relación-disimilitud de cada comunidad, estrato y ensamble general. Las abreviaturas utilizadas en las siguientes tablas corresponden a las siguientes:

Tabla 52: Abreviaturas de ensambles.

Abreviatura	Nombre completo
ARE	Arbóreas de la RE
ArRE	Arbustivas de la RE
HRE	Herbáceas de la RE
SRE	Suculentas de la RE
GRE	General de la RE
AAI	Arbóreas del AI
ArAI	Arbustivas del AI
HAI	Herbáceas del AI
SAI	Suculentas del AI
GAI	General del AI
AAP	Arbóreas del AP
ArAP	Arbustivas del AP
HAP	Herbáceas del AI
SAP	Suculentas del AP
GAP	General del AP

Índice de Sørensen-Dice

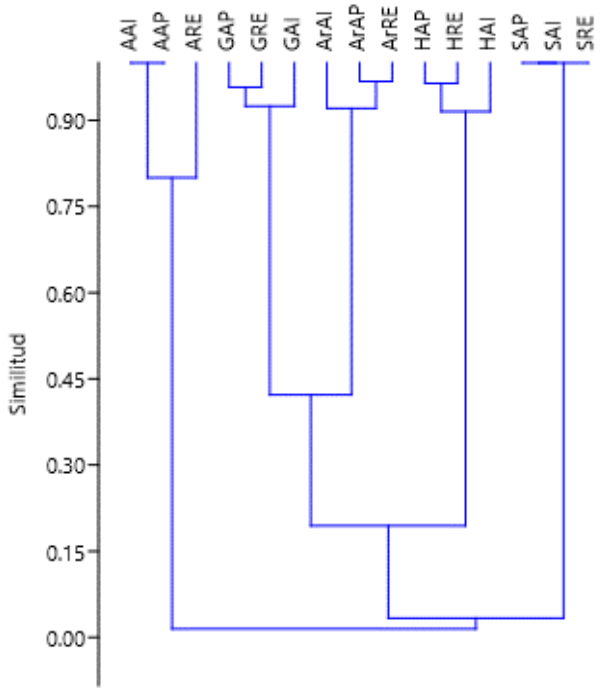
Tabla 53: Índice de Sørensen-Dice para el ensamble de especies de la RE, AI y AP.



Consulta Pública

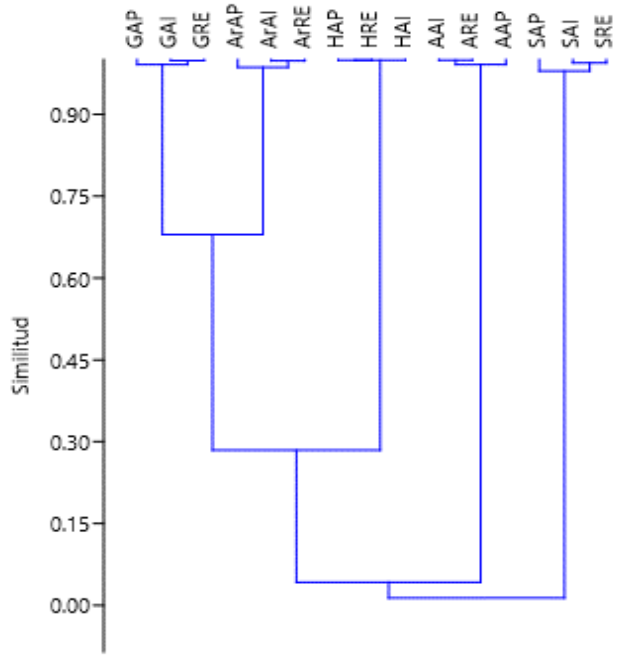
Índice de Jaccard

Tabla 54: Índice de Jaccard para el ensamble de especies de la RE, AI y AP.



Índice de Morisita

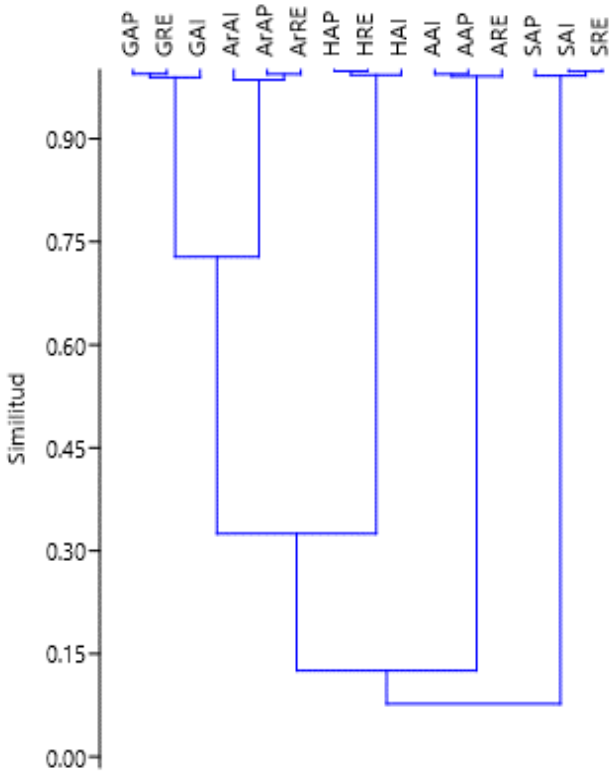
Tabla 55: Índice de Morisita para el ensamble de especies de la RE, AI y AP.



Consulta

Índice de Horn

Tabla 56: Índice de Horn para el ensamble de especies de la RE, AI y AP.



Los cuatro índices señalan que todos los estratos representan un continuo a lo largo de la RE, AI y AP sin marcar alguna particularidad que sea distinguida dentro de estas superficies.

Consulta pública

3.3.11.2 Fauna

Los vertebrados terrestres son considerados como todos aquellos tetrápodos que habitan ecosistemas no acuáticos (Long & Gordon 2004), las clases que constituyen este grupo corresponden a mamíferos, aves, reptiles y anfibios. México posee una amplia riqueza de vertebrados terrestres, la cual suma un aproximado de entre 2,950 a 2,930 especies en el país, de ellas un 34% son endémicas al territorio mexicano (Flores-Villela & García-Vázquez 2014; Navarro-Sigüenza *et al.* 2014; Parra-Olea *et al.* 2014; Sánchez-Cordero *et al.* 2014). Se estima que el 5.23% de las especies de anfibios, el 8.7% de reptiles, el 11% de aves y el 10% de mamíferos del mundo están presentes en el país.

La fauna como un recurso natural, además de jugar un importante rol en la relación e interacción de los distintos ecosistemas, posee valores que agregan importancia a su conservación, tales como el estético, recreativo, social, económico, comercial y cinegético entre otros. En este sentido, el estudio ecológico de la fauna representa una aproximación conceptual y metodológica muy útil para manejo (aprovechamiento, conservación y control) de la fauna silvestre (Gallina-Tessaro & López-González 2011).

Es así que el propósito de este apartado es coadyuvar a la identificación de impactos y medidas de mitigación del proyecto a través de la determinación, cuantificación y comparación de la fauna presente en el AP, AI y RE, señalando sus parámetros cuantitativos a través de índices ecológicos, de diversidad, y su similitud a través de índices cuantitativos y cualitativos utilizando herramientas de análisis digital, literatura local y datos recabados a partir del trabajo de campo y esfuerzo físico en la superficie del AP, AI y RE

3.3.11.2.1 Fauna potencial

La estimación de las áreas reales y potenciales de distribución de especies a través de modelos de nichos ecológicos se ha convertido en un campo de investigación muy activo (Soberón & Nakamura 2009). Esta herramienta parte en el hecho de que, dentro de una comunidad, cada especie tiene un lugar propio en el espacio y tiempo que puede representarse en un mapa. La distribución espacial de las especies no es aleatoria, sino que obedece al intervalo o capacidad de tolerancia que cada especie tiene a factores ambientales como altitud, posición topográfica, temperatura, humedad y precipitación que se conoce como amplitud ecológica. En este sentido, la fauna potencial representa la probabilidad de encontrar especies en áreas que presentan condiciones ambientales similares a los sitios donde se encuentran.

Para la elaboración de la fauna potencial se utilizó la información recabada por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad para vertebrados terrestres (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, CONABIO 2021a; b; c; d), dentro de ella, se estima que han sido elaborados mapas de distribución potencial para poco más del 90% de especies de mamíferos, 90% de aves, 45% de reptiles y 90% de anfibios presentes en el país.

Se incluye el listado de fauna potencial dentro del anexo 3.10 Fauna

Consulta Pública

3.3.11.2.2 Corredores biológicos

Los corredores son áreas, generalmente alargadas, que conectan dos o más regiones. Pueden ser franjas estrechas de vegetación, bosques ribereños, túneles por debajo de carreteras, plantaciones, vegetación remanente o grandes extensiones de bosques naturales. El requisito indispensable es que mantengan la conectividad entre los extremos para evitar el aislamiento de las poblaciones (CONABIO n.d.).

El AP se localiza en un área donde predomina la actividad agrícola, alejado de cualquier ANP. Las ANP's más cercanas se encuentran a una distancia considerable del AP, al sureste a 111 km con la Laguna Madre y Delta del Río Bravo y al oeste a 167 km con Cumbres de Monterrey, y entre ambas existen múltiples obstáculos —como zonas urbanizadas, vías de comunicación, terrenos agrícolas y de pastoreo intensivo, así como una cantidad importante de proyectos existentes en la zona— que impiden el libre tránsito de fauna entre dichos espacios. La zona de influencia directa consiste en una gran extensión de terrenos dedicados al cultivo y a la ganadería, que históricamente han modificado el ecosistema original, fragmentando y eliminando la conectividad biológica.

Debido a esta condición preexistente de uso de suelo intensivo, a la presencia de numerosos proyectos en las inmediaciones, así como a la considerable distancia y a las barreras físicas presentes entre el AP y las ANP's, no se identifica la presencia de un corredor biológico funcional en las inmediaciones. La ausencia de continuidad en la cobertura vegetal natural y la presencia de estos obstáculos confirman que no existe, como tal, un corredor biológico viable que conecte al AP con alguna ANP.

La implantación del Proyecto en esta área ya intervenida no alterará ni interrumpirá flujos de fauna o vegetación nativa, ya que estos potenciales corredores han sido previamente desplazados por la actividad agropecuaria y se encuentran interrumpidos por las condiciones antes descritas.

3.3.11.2.3 Rutas migratorias

México es un país clave en las rutas migratorias de aves, sirviendo como un importante corredor para numerosas especies que se desplazan entre América del Norte y América del Sur. Existe información varia acerca del nombre de las rutas migratorias, aunque todas coinciden con el número de rutas que pasan por el país.

De manera general en Norteamérica se reconocen cuatro rutas migratorias principales(Berlanga & Rodríguez n.d.):

- La ruta del Pacífico: Esta ruta sigue la costa occidental de México y es crucial para muchas especies que migran a lo largo del litoral del Pacífico.
- La ruta del Centro: También conocida como la "Ruta Mesoamericana", atraviesa el centro de México.
- La ruta del Mississipi: Esta ruta es especialmente importante para aves que migran a través de la región central de México, aprovechando la cadena de volcanes y montañas conocida como la Faja Volcánica Transmexicana.
- La ruta del Atlántico: Sigue la costa del Golfo de México y es utilizada por numerosas aves que migran a través de la región oriental de América del Norte.

Consulta Pública

Adicionalmente, dentro de la ruta del Atlántico se incluye la ruta que va de Estados Unidos a Sudamerica (Anon 2020), que sigue las regiones orientales del continente americano, desde el mar de Labrador hasta los Apalaches, el mar Caribe y la cuenca del Amazonas. Muchas aves migratorias que viajan desde Canadá y los Estados Unidos acortan su ruta hacia América del Sur cruzando el Océano Atlántico en impresionantes vuelos de varios días y sin escalas (Society 2022).

El mapa de las rutas migratorias se incluye dentro del anexo 3.10 Fauna

Ruta del Mississipi

Esta ruta es especialmente importante para aves que migran a través de la región central de México, aprovechando la cadena de volcanes y montañas conocida como la Faja Volcánica Transmexicana. Las aves utilizan estos corredores montañosos para encontrar pasos seguros y recursos en su travesía hacia el sur.

3.3.11.2.4 resumen y metodología de muestreos

Resumen y metodología de muestreos en el Área de Proyecto (AP), Área de Influencia (AI) y Región Ecológica (RE)								
Componente	Tipos	Métodos	No. sitios	Horario	Estacionalidad	Fecha	Temporalidad	Hábitat
Fauna	Aleatorio	Circular (1000m^2)	RE 70, AI 70, AP 70	Diurno: 6:00-17:00 hrs.	Lluvias y secas	16-25/feb/26 (secas) 13-22/jul/26 (lluvias)	Residentes y migratorias	Terrestres y acuáticas

3.3.11.2.4.1 Trabajo de campo

La temporalidad del trabajo de campo relativo al levantamiento de datos taxonómicos y ecológicos de la fauna del AP, AI y RE obedece a dos temporalidades, esto con el fin de captar las variaciones en la fauna migratoria y residente. La primera visita se realizó del día **16 al 25 de febrero de 2026 (secas) y la segunda del 13 al 22 de julio de 2026 (lluvias)**, tomando un horario diario de 06:00 a 17:00 hrs. con periodos intercalados de descanso y toma de alimentos. El equipo de trabajo se organizó en una brigada compuesta por dos especialistas en taxonomía animal. Cada brigada realizo exploración de campo equipada con herramientas de geolocalización, cámara fotográfica, ganchos y guantes. Las fechas de toma de datos concuerdan con los periodos anuales (reproducción, muda y en algunos casos migración) de los vertebrados terrestres nativos (Albert *et al.* 2020; Gill 2007), en este sentido, el trabajo de campo realizado para estas áreas refleja en los registros valores ecológicos y de diversidad suficientemente verosímiles y confiables.

3.3.11.2.4.2 Muestreo

La medición o cuantificación de la riqueza de especies de un ensamblaje es posible a través de un muestreo estructurado espacial y temporalmente. Una muestra se define como una parte o porción de un conjunto, extraída mediante métodos que permiten considerarla como representativa del propio conjunto (Gallina-Tessaro 2015)

Consulta Pública

3.3.11.2.4.3 Tamaño de las unidades muestrales

Cuando se busca estimar la riqueza de especies de una superficie o región, es oportuno considerar varios elementos relacionados con el muestreo y su diseño. Por ejemplo, es necesario reconocer que todos los métodos de muestreo tienen sesgos, algunas técnicas, ya sea por causas biológicas o relacionadas con el observador o el instrumento de detección, son muy útiles para registrar especies con determinados hábitos, conducta o características físicas, pero no son tan adecuadas para detectar especies con otros atributos. En este sentido, la probabilidad de detección varía entre las especies y a lo largo del periodo del estudio (Magurran & McGill 2011).

Con el fin de disminuir este sesgo, las unidades muestrales deben satisfacer tres requisitos fundamentales:

d) Deben distinguirse claramente,

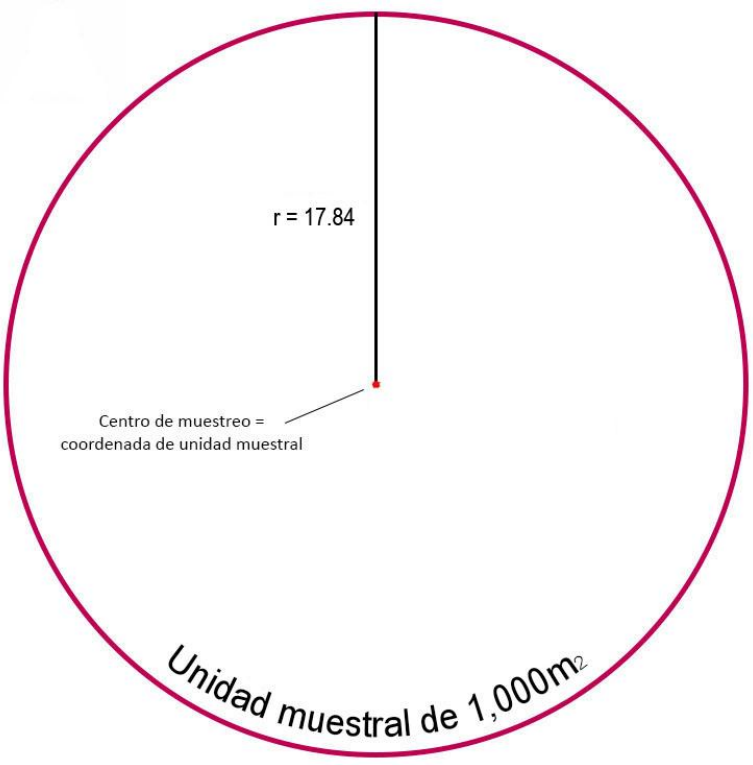
e) Las reglas de exclusión e inclusión de individuos o rastros deben establecerse de antemano y ser respetadas durante la obtención de los datos, y

f) Una vez seleccionada la forma y el tamaño deben mantenerse tan uniformes como sea posible a lo largo del trabajo.

Bajo el anterior argumento, el tamaño de las unidades muestrales seleccionado fue de 1,000 m^2, con una forma circular (radio de 17.8 m). Las unidades de muestreo circulares presentan la excelente ventaja de tener menor perímetro que los rectangulares para una misma superficie, lo que se traduce en una menor posibilidad de error al contabilizar los rastros cuya pertenencia al sitio sea dudosa. El centro de la unidad muestral corresponde a la coordenada registrada para cada punto de muestreo.

Consulta Pública

Figura 48 Representación esquemática del tamaño y forma de la unidad muestral de la fauna.



La evidencia de registro se clasifica en tres categorías descritas a continuación (Boddicker *et al.* 2002):

Evidencia no ambigua

- Individuos colectados
- Individuos observados

Evidencia de alta calidad:

- Huesos
- Pelos, plumas, escamas
- Huellas
- Vocalizaciones

Evidencia de baja calidad

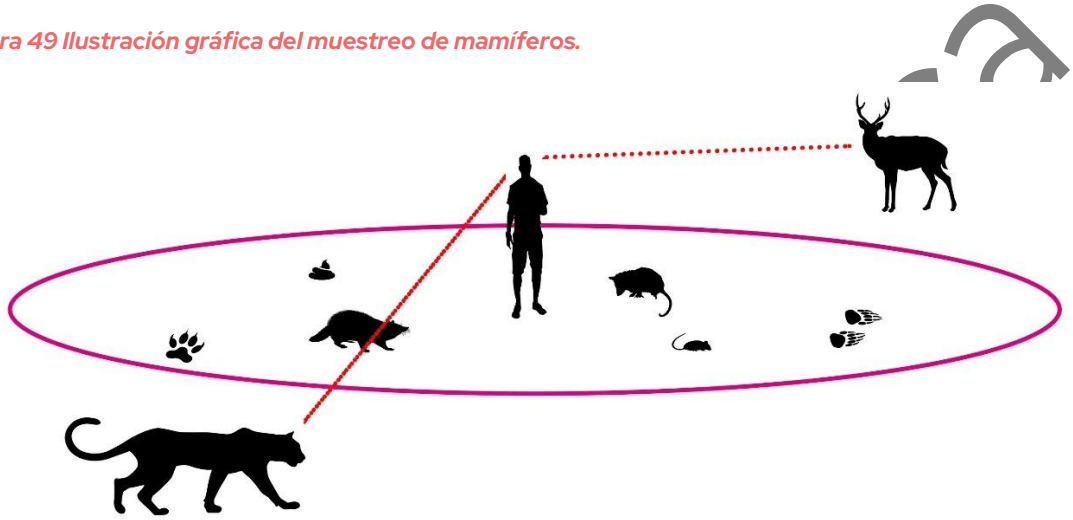
- Camas, senderos, nidos
- Fecas
- Alimentos consumidos

Consulta

Para el análisis de los individuos se definieron cuatro categorías en función a la sistemática de los vertebrados terrestres, en donde se establecieron las reglas de inclusión y exclusión conforme a lo siguiente:

- *Mamíferos*: Individuos con presencia de pelo, producción de leche en las glándulas mamarias de las hembras, capacidad de generar calor internamente, en el oído, la presencia de los huesecillos martillo y yunque, y columna vertebral diferenciada en 5 regiones, cervical, dorsal, lumbar, sacra y coxal. Se registro evidencia no ambigua al alcance de la vista dentro y fuera de los 1,000 m^2, y evidencia de alta y baja calidad en 1,000 m^2.

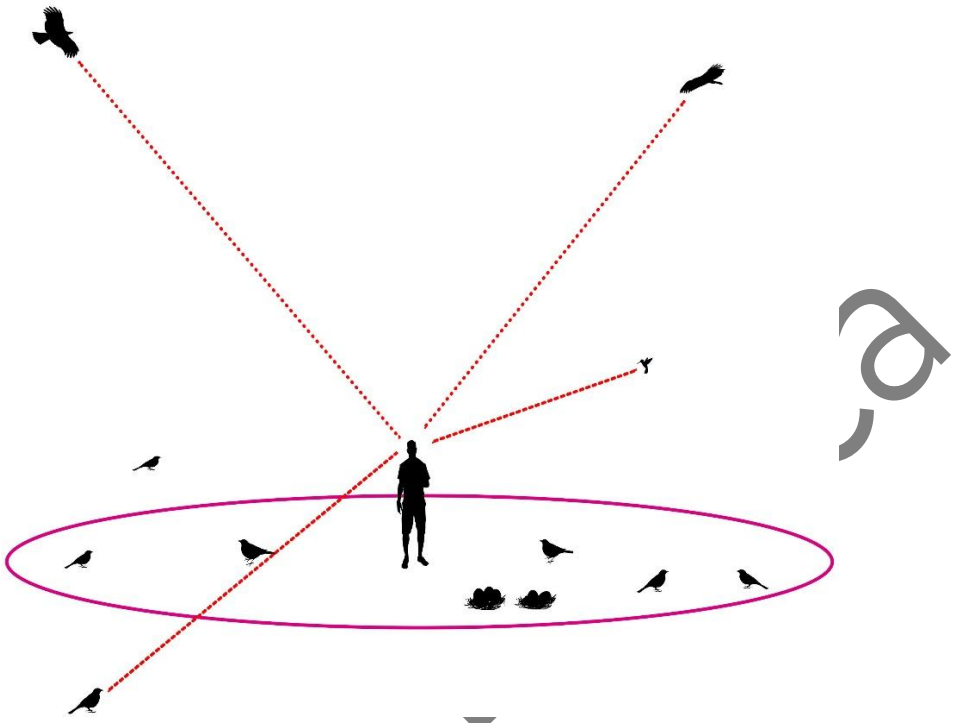
Figura 49 Ilustración gráfica del muestreo de mamíferos.



- *Aves*: Individuos con cuerpo cubierto de plumas, ovíparos, endotermos y presencia de pico corneo. Se registro evidencia no ambigua al alcance de la vista dentro y fuera de los 1,000 m^2, y evidencia de alta y baja calidad en 1,000 m^2.

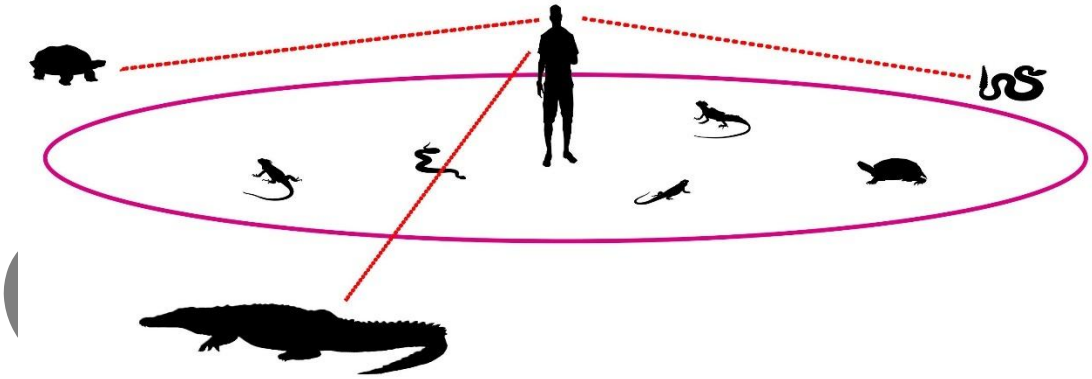
Consulta

Figura 50 Ilustración gráfica del muestro de aves.



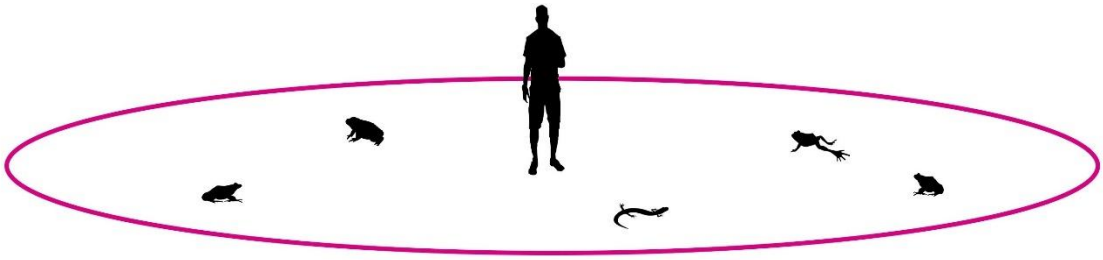
- *Reptiles*: Individuos con escamas o placas epidérmicas, en ocasiones osteodermos, ovíparos, ectotérmicos, sin estado larvario. Se registro evidencia no ambigua al alcance de la vista dentro y fuera de los 1,000 m^2, y evidencia de alta y baja calidad en 1,000 m^2.

Figura 51 Ilustración gráfica del muestreo de reptiles.



- *Anfibios:* Individuos con piel lisa y muy vascularizada sin protección de escamas, plumas o pelo, con glándulas mucosas y lechosas que humectan la piel y secretan toxinas, ovíparos, ectotérmicos, con estado larvario.

Figura 52 Ilustración gráfica del muestreo de anfibios.



Cada una de las unidades de muestreo levantadas se distinguió a través de marcas visuales y llamativas, asimismo, las reglas de exclusión e inclusión de fauna registrada y la forma y tamaño establecido se respetó para cada una de ellas.

3.3.11.2.4.4 Tamaño de muestra

Cuanto mayor es el número de las unidades muestrales, más precisa es la estimación de la o las variables consideradas. No obstante, debido al gran costo del muestreo (especialmente en tiempo y esfuerzo) es preciso llegar a un equilibrio en donde el esfuerzo invertido sea equiparable a la cantidad y calidad de la información recabada (Gallina-Tessaro & López-González 2011).

Considerando que el área a analizar (RE, AI y AP) representa una superficie o universo finito (unidad delimitada en ha y m^2), y que es posible conocer el total de integrantes de la población (total de muestreos posibles de 1,000 m^2), es conveniente el uso de la fórmula para cálculo de muestreos en universos finitos (Valdivieso-Taborga *et al.* 2011). Para el desarrollo de la fórmula es importante comprender los siguientes aspectos:

Tamaño de la población: La cantidad total de unidades muestrales en la superficie analizada. Si se está tomando una muestra aleatoria sobre la totalidad de la superficie en el AP (676,958 m^2), entonces el tamaño de la población será de 676.958 muestreos posibles de 1,000 m^2.

Margen de error: Un porcentaje que señala en qué medida se puede esperar que los resultados de los parámetros analizados reflejen un valor parecido al real de la población general. Entre más pequeño sea el margen de error, más cerca se estará de tener el parámetro real con un determinado nivel de confianza.

Nivel de confianza del muestreo: Un porcentaje que revela cuánta confianza puedes tener en que tu tamaño de muestra represente un parámetro dentro de un rango determinado. Por ejemplo, un nivel de confianza del 95% significa que puedes tener una seguridad del 95% de que los resultados oscilarán entre los números *x* e *y*.

Variabilidad (coeficiente de variabilidad): Un porcentaje estimado de diferenciación de un punto a otro, entre más alta la variación, incrementa el tamaño de muestra. Para obtener este valor (Celis-de la Rosa & Labrada-Martagón 2014) es necesario la designación de un muestreo piloto con varias repeticiones (ej. 5, 10, 15 etc.), entonces se selecciona un parámetro medible (I) para cada una de las repeticiones.

Consulta Pública

Tabla 57 Relación de parámetro medible (I) en muestreo piloto.

Unidad de muestreo	I = (número de individuos)	I^2
1	13	169
2	8	64
3	12	144
4	10	100
5	7	49
6	14	196
7	11	121
8	12	144
9	14	196
10	10	100
Total	**111**	**1283**

El promedio ($\bar{X}$) del parámetro medible seleccionado corresponde a 0 individuos. Seguido de esto se calcula la desviación estándar (s) mediante la siguiente formula:

$$s = \sqrt{\sum I^2 - \frac{(\sum I)^2}{n} \Big/ n - 1}$$

$$s = \sqrt{1283 - \frac{(111)^2}{10} \Big/ 10 - 1} = 2.38$$

Es así que la variación (p) es igual a:

$$p = \frac{s * 100}{\bar{X}} = \frac{2.38 * 100}{11.1} = 21.42$$

La fórmula para cálculo de muestreos en universos finitos corresponde a la siguiente (Milton 2007; Wackerly *et al.* 2010):

$$n = \frac{\frac{z^2 * p\,(1-p)}{e^2}}{1 + (\frac{z^2 * p\,(1-p)}{e^2 N})}$$

Donde:

n = tamaño de muestra

N = tamaño de la población

e = margen de error (porcentaje expresado con decimales)

p = variabilidad (porcentaje expresado con decimales)

z = puntuación z. la puntuación z es la cantidad de desviaciones estándar que una proporción determinada se aleja de la media. La siguiente tabla permite encontrar la puntuación z adecuada:

Consulta Pública

Tabla 58 Relación de Nivel de confianza y puntuación z.

Nivel de confianza deseado	80%	85%	90%	95%	99%
Puntuación z	1.28	1.44	1.65	1.96	2.58

De acuerdo con SEMARNAT (2017), el tamaño de muestra debe tener niveles de confianza no menores al 95%, por lo que la puntuación de *z* mínima a considerar es de 1.96. Conociendo esto, se desglosa la fórmula de la siguiente manera:

$$n = \frac{\frac{1.96^2 * 0.214\ (1 - 0.214)}{0.1^2}}{1 + (\frac{1.96^2 * 0.214\ (1 - 0.214)}{0.1^2\ 3065.8})} = 63^3$$

Una vez calculado el tamaño de muestra y conociendo que el número mínimo de puntos de muestreo para generar un estimado confiable de parámetros de fauna es de 63 sitios de levantamiento en el AP, este último valor se convierte en el universo o población a considerar para calcular el tamaño de muestra de la RE, desglosando así la misma fórmula:

$$n = \frac{\frac{1.96^2 * 0.214\ (1 - 0.214)}{0.1^2}}{1 + (\frac{1.96^2 * 0.214\ (1 - 0.214)}{0.1^2\ 5097.2})} = 64$$

El tamaño de muestra para generar un estimado confiable de parámetros de fauna es de 64 sitios de levantamiento en la AI. Para calcular el tamaño de muestra del RE se desglosa la misma fórmula:

$$n = \frac{\frac{1.96^2 * 0.214\ (1 - 0.214)}{0.1^2}}{1 + (\frac{1.96^2 * 0.214\ (1 - 0.214)}{0.1^2\ 254665.2})} = 65$$

El tamaño de muestra para generar un estimado confiable de parámetros de fauna es de 65 sitios de levantamiento en el RE.

En este sentido, se expone que el tamaño de muestra para la RE es de 65, del AI corresponde a 64 y 63 sitios para la superficie del AP, y en todos los casos de la RE, AI y AP los mínimos establecidos estadísticamente fueron cumplidos, realizándose 70 sitios de muestra para cada área.

3.3.11.2.4.5 Tiempo de muestra

En cuento a la escala temporal, considerando que existe una estrecha relación entre la movilidad de la fauna y el espacio-tiempo, la duración del levantamiento de datos representa una variable sumamente importante en el registro de datos de fauna (Gallina-Tessaro & López-González 2011). El lapso de tiempo que abarca la toma de muestra a veces resulta más importante que la cantidad de unidades muestrales, en este sentido, la riqueza de especies registrada en un área no solo depende del tamaño muestra, sino también del periodo de tiempo y del momento en el que sea examinada la superficie (Gallina-Tessaro 2015).

Consulta Pública

Conociendo esto, y tomado en cuanta la variabilidad ya conocida, la unidad de tiempo finita para un año natural (525,600 min.) y la duración estándar de las unidades piloto (10 min) se desglosa la siguiente fórmula:

$$n = \frac{\frac{1.96^2 * 0.884\ (1 - 0.884)}{0.2^2}}{1 + (\frac{1.96^2 * 0.884\ (1 - 0.884)}{0.2^2\ 52560})} = 39$$

En este sentido, el tiempo mínimo de registro para cada unidad muestral corresponde a 10 min, cubriendo un total de 390 min/muestra para el AP. La misma duración por unidad de muestra se implementó para las unidades de la RE y el AI

3.3.11.2.4.6 Distribución de las unidades muestrales

La ubicación de las unidades muestrales se definió a partir del sistema de coordenadas UTM con proyección WGS84, a continuación, se presentan las coordenadas para cada unidad levantada en el AP, RE y AI.

Tabla 59 Coordenadas de ubicación de las unidades muestrales en la RE.

Unidad	Norte (X)	Este (Y)
1	540627	2885344
2	543585	2873699
3	541297	2880230
4	548398	2881119
5	537548	2883315
6	550700	2876078
7	534861	2886986
8	543761	2886464
9	543231	2877496
10	544114	2872523
11	548831	2873173
12	543495	2883506
13	540570	2882541
14	534600	2882534
15	537418	2878835
16	545298	2874184
17	542944	2880313
18	551485	2874738
19	549511	2877680
20	542325	2889524
21	550123	2879474
22	543402	2886136
23	535218	2883898
24	535518	2889114
25	542615	2872589
26	547590	2875426
27	542288	2874124
28	540778	2886300
29	544796	2878776
30	538849	2885492
31	545247	2879789
32	540921	2883050
33	539256	2878551
34	533846	2883221
35	550058	2873291
36	536644	2887346
37	548775	2871708
38	551888	2878565
39	541750	2888494
40	537418	2884293
41	537050	2878828
42	547674	2868511
43	535103	2881385
44	540847	2888229
45	538364	2892212
46	534893	2889858
47	538030	2881378
48	537470	2892414

Consulta Pública

Unidad	Norte (X)	Este (Y)
49	544895	2884199
50	547631	2875075
51	545790	2876764
52	538644	2885568
53	540654	2890956
54	535407	2883175
55	542801	2881659
56	549119	2874484
57	552428	2870135
58	539387	2883761
59	549242	2870448

Unidad	Norte (X)	Este (Y)
60	540971	2880812
61	546134	2873518
62	548406	2879155
63	545657	2879841
64	542003	2888815
65	541341	2890765
66	550493	2880484
67	543606	2883316
68	534379	2888441
69	536599	2879025
70	542736	2875802

Consulta Pública

Mapa 34: Ubicación de las unidades muestrales de la RE

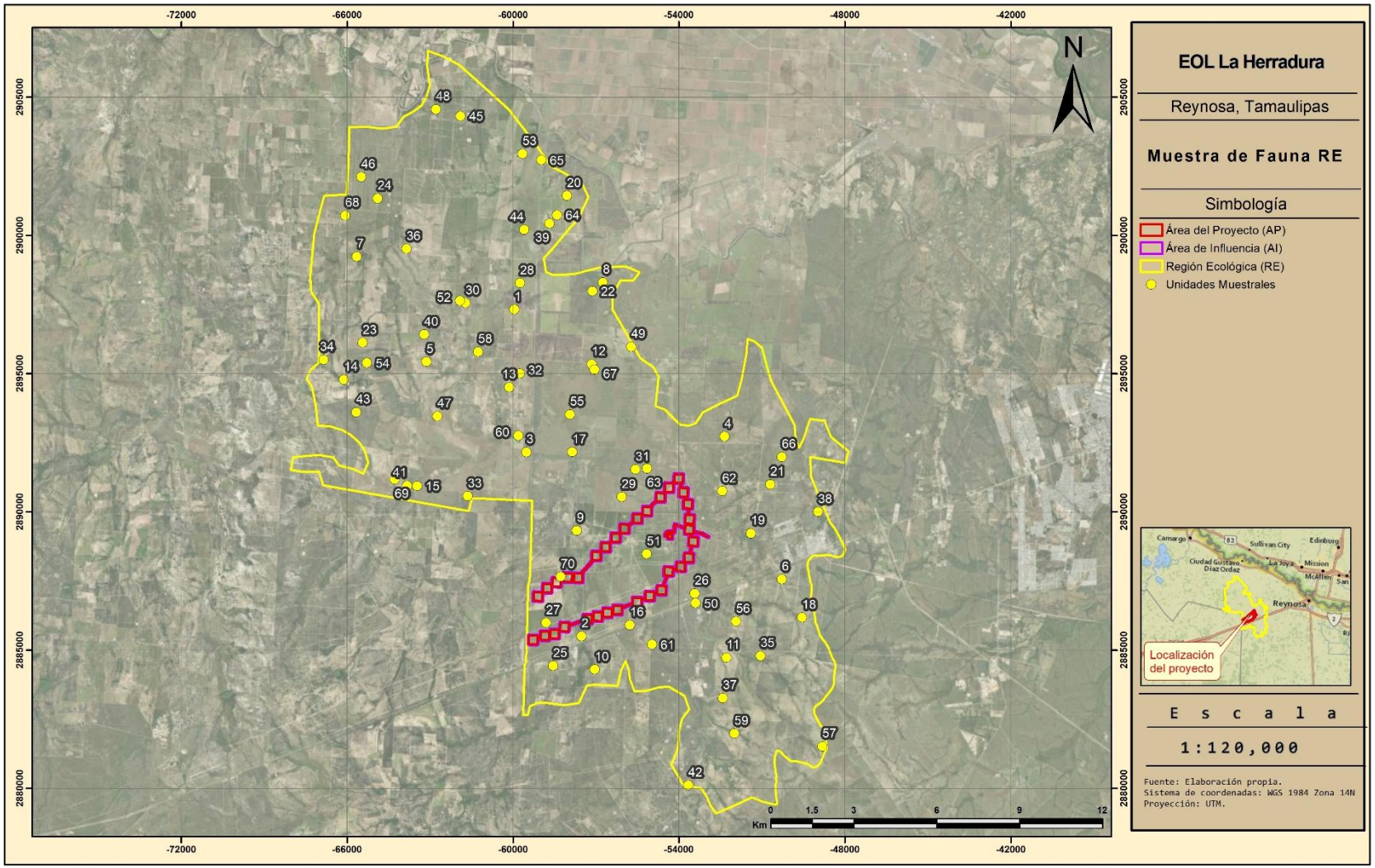


Tabla 60 Coordenadas de ubicación de unidades muestrales del AI.

Unidad	Norte (X)	Este (Y)
1	543572	2876107
2	543759	2876240
3	547339	2878431
4	546621	2879363
5	546645	2876328
6	546991	2879456
7	545233	2874947
8	541770	2875137
9	544449	2876753
10	546445	2876042
11	547295	2877553
12	542659	2873902
13	545550	2878010
14	542484	2875773
15	542083	2874899
16	545930	2878623
17	547614	2877149
18	543603	2874355
19	541838	2873300
20	544524	2877484
21	547113	2877831
22	543814	2876746
23	546212	2875619
24	547578	2877439
25	545895	2878330
26	547021	2878615
27	544111	2876845
28	547350	2876521
29	546036	2878989
30	541678	2873522
31	546626	2879019
32	544996	2874553
33	542128	2873499
34	547562	2877666
35	542431	2873590

Unidad	Norte (X)	Este (Y)
36	543941	2874209
37	542220	2873806
38	544107	2876430
39	545633	2874834
40	541772	2874904
41	547048	2877807
42	542057	2873604
43	547396	2876923
44	542418	2875527
45	542703	2873910
46	543406	2874229
47	544659	2874848
48	541765	2873299
49	547874	2877538
50	547023	2878715
51	547282	2877456
52	546631	2879027
53	546669	2877613
54	545573	2877874
55	546201	2875639
56	546596	2879402
57	542222	2873492
58	543193	2875634
59	547286	2877196
60	544893	2874872
61	542747	2875546
62	546527	2876355
63	546753	2877910
64	546126	2875241
65	542941	2875934
66	543542	2876061
67	544824	2877225
68	542957	2874184
69	541850	2873648
70	545881	2878547

Consulta Pública

Mapa 35: Ubicación de las unidades muestrales del AI

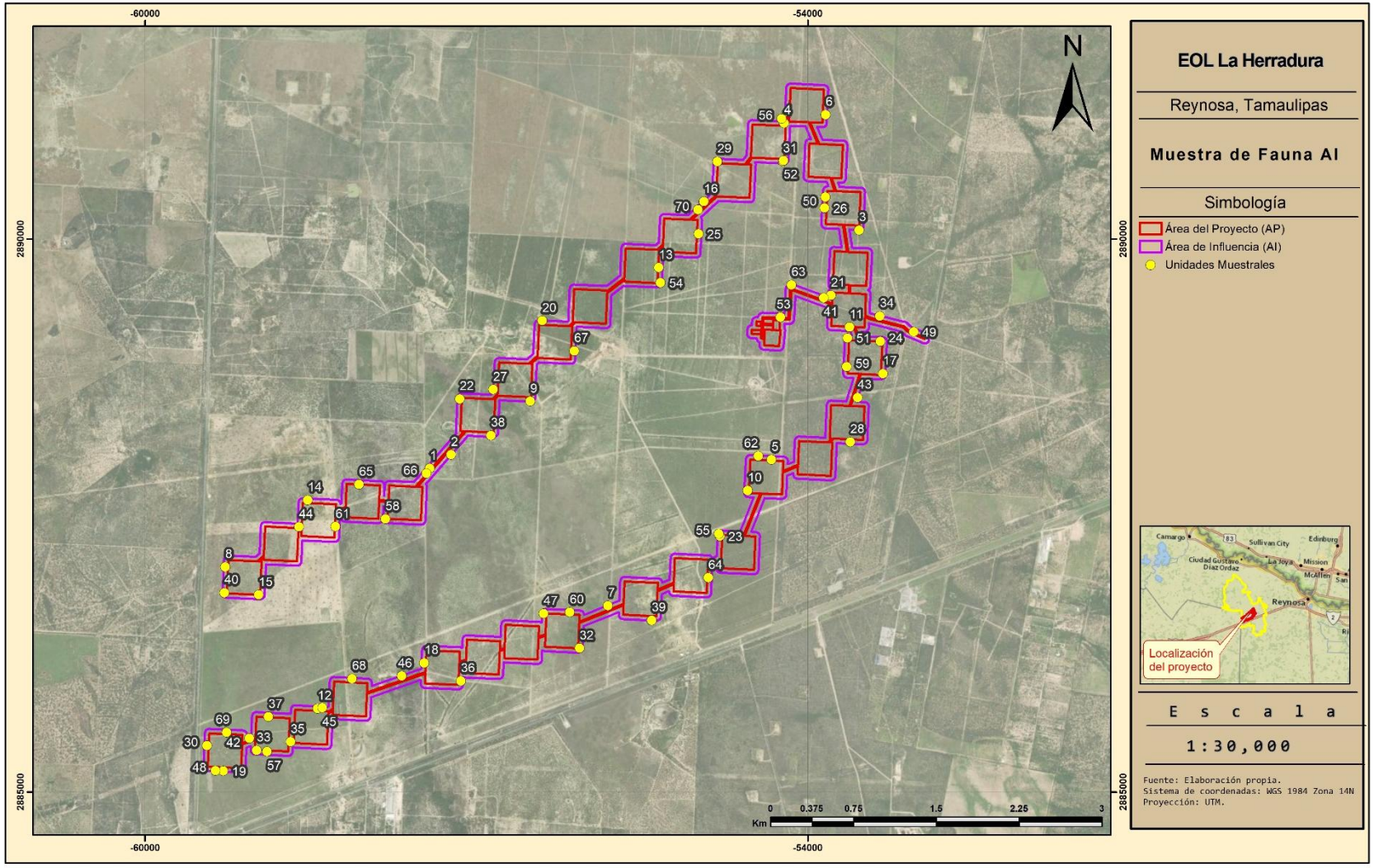


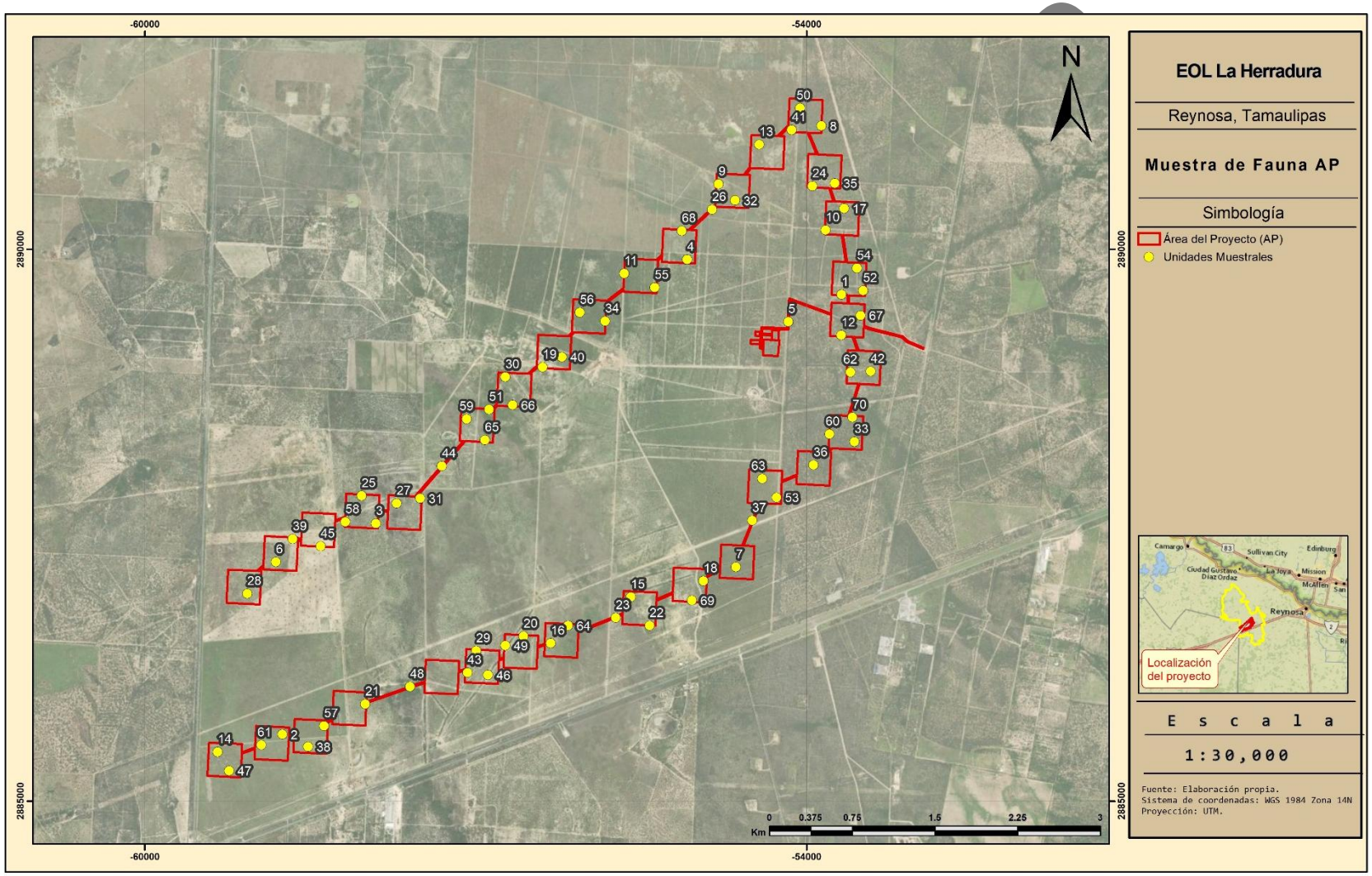
Tabla 61 Coordenadas de ubicación de unidades muestrales del AP.

Unidad	Norte (X)	Este (Y)
1	547215	2877936
2	542353	2873736
3	543110	2875678
4	545809	2878186
5	546746	2877668
6	542223	2875290
7	546375	2875435
8	546963	2879448
9	546059	2878881
10	547046	2878511
11	545246	2878035
12	547231	2877568
13	546410	2879253
14	541776	2873551
15	545440	2875120
16	544736	2874670
17	547203	2878713
18	546088	2875294
19	544548	2877156
20	544488	2874722
21	543089	2874044
22	545622	2874871
23	545313	2874928
24	546908	2878901
25	542971	2875920
26	546012	2878647
27	543288	2875868
28	541979	2874990
29	544068	2874572
30	544216	2877053
31	543500	2875922
32	546215	2878741
33	547394	2876614
34	545093	2877597
35	547110	2878937

Unidad	Norte (X)	Este (Y)
36	547035	2876387
37	546504	2875860
38	542590	2873636
39	542367	2875503
40	544720	2877256
41	546699	2879398
42	547510	2877254
43	543998	2874370
44	543681	2876223
45	542620	2875450
46	544184	2874358
47	541888	2873388
48	543485	2874219
49	544328	2874631
50	546765	2879598
51	544083	2876752
52	547410	2877979
53	546715	2876079
54	547345	2878181
55	545528	2877920
56	544861	2877665
57	542726	2873831
58	542834	2875679
59	543886	2876657
60	547164	2876672
61	542168	2873632
62	547328	2877238
63	546576	2876241
64	544886	2874836
65	544058	2876476
66	544294	2876803
67	547397	2877755
68	545749	2878442
69	545993	2875115
70	547365	2876834

Consulta Pública

Mapa 36: Ubicación de las unidades muestrales del AP



3.3.11.2.4.7 Curva de acumulación de especies

Una herramienta que permite visualizar el éxito del tamaño de muestra y permite generar una visión grafica del avance en el registro de datos conforme al esfuerzo de muestreo es la curva de acumulación de especies.

En una curva de acumulación de especies, la incorporación de registros de especies al inventario se relaciona estrechamente con el esfuerzo de muestreo. Cuanto mayor sea este esfuerzo, mayor será el número de especies acumuladas. Al inicio, se registran sobre todo especies frecuentes, y la adición de especies al inventario se produce rápidamente; por tanto, la pendiente de la curva comienza siendo elevada. A medida que prosigue el muestreo son las especies menos frecuentes, así como los individuos de especies provenientes de otros lugares, los que hacen crecer el inventario, por lo que la pendiente de la curva desciende. El momento en el que está pendiente desciende a cero acumulaciones (asíntota) corresponde, teóricamente, con el número total de especies que podemos encontrar en la zona analizada (Colwell *et al.* 2004; Colwell & Coddington 1994; Gotelli & Colwell 2001; Soberón-M & Llorente-Bousquets 1993).

Las curvas de acumulación permiten:

4) dar fiabilidad a los inventarios biológicos y posibilitar su comparación,
5) una mejor planificación del trabajo de muestreo, tras estimar el esfuerzo requerido para conseguir inventarios fiables, y
6) extrapolar el número de especies observado en un inventario para estimar el total de especies que estarían presentes en la zona.

Debido a la enorme potencia de cálculo de los ordenadores actuales y la aplicabilidad de este método tan costoso computacionalmente, el análisis de la curva se realizó por medio del programa estadístico R (R Core Team 2020) por medio de los paquetes BiodiversityR (Kindt & Coe 2005), dismo (Hijmans *et al.* 2020) y R commander (Fox 2005, 2017; Fox & Bouchet-Valat 2020) los cuales fueron programados para estimar el incremento de especies por unidad muestral con 100 permutaciones; es decir, 100 combinaciones diferentes que permiten estimar el promedio y desviación estándar de la incorporación de especies por sitio de muestreo.

3.3.11.2.4.8 Estimación de especies

Dado que la riqueza de especies (S) depende del tamaño del muestreo, se puede esperar que no todas las especies que ocurren dentro del área de estudio (RE o AP) sean registradas. Es así como han sido desarrollados diferentes métodos para estimar el número total de especies de un área de estudio. Estos métodos dependen de que los sitios muestrales hayan sido levantados al azar. Es importante conocer que un método pueda ser más preciso en una situación y otro método será mejor para una segunda situación, sin embargo, debido a la ausencia de datos para verificar la precisión de extrapolación, no puede ser determinado el mejor método. Es así como con el fin de generar un panorama lo más completo posible acerca de la riqueza especifica estimada, se recomienda el uso de más de uno de ellos, el mejor enfoque es esperar que la riqueza total correcta se encuentre en algún lugar dentro de los rangos dados por cada método.

Consulta Pública

Para la estimación de riqueza de especies se utilizó el mismo programa y paquetes utilizados para el cálculo de la curva de acumulación de especies. Los resultados expresan el cálculo de las fórmulas de Bootstrap (Efron 1987; Smith & van Belle 1984) y Chao (Chao 1987; Chao & Chiu 2016).

3.3.11.2.4.9 Modelo de predicción

De acuerdo con Ochoa-Ochoa y colaboradores (2014), los vertebrados terrestres en México contribuyen de manera distinta a la megadiversidad de México, probablemente debido a las diferencias en la historia biogeográfica y en la percepción de la heterogeneidad ambiental de cada grupo taxonómico. En este sentido, los registros para cada una de las clases fueron considerados aquí para el cálculo de permutaciones y estimación de especies de manera independiente.

3.3.11.2.4.10 Trabajo de gabinete

Con el objetivo de identificar la fauna observada y registrada durante el trabajo de campo, se determinó el material fotográfico con uso información obtenida de trabajos literarios enfocados en la región, así como trabajos monográficos de grupos taxonómicos a nivel familiar o genérico teniendo preferencia por aquellas obras en las que se incluyeran claves taxonómicas. La nomenclatura e identidad de los taxones determinados fue confirmada a través de la herramienta digital Integrated Taxonomic Information System (ITIS 2022).

Se realizó una revisión y comparación exhaustiva de las especies de fauna registradas en el AP, RE y AI con las listadas presentadas en la NOM-059-SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT 2010, 2020) y la Lista Roja de Especies Amenazadas (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, IUCN 2020) a fin de identificar las especies susceptibles y su categoría de riesgo en ambas superficies.

La NOM-059-SEMARNAT tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, sus categorías se delimitan de la manera siguiente:

- Probablemente extinta en el medio silvestre (E),
- En peligro de extinción (P),
- Amenazadas (A),
- Sujetas a protección especial (Pr).

Por otro lado, la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) ha evolucionado para convertirse en la fuente de información más exhaustiva del mundo al respecto del estado de conservación global de especies de animales, hongos y plantas. Las categorías y criterios de la Lista Roja de la UICN constituyen un sistema de fácil comprensión para clasificar especies de alto riesgo de extinción global. Sus categorías se exponen a continuación (IUCN 2012):

- Extinta (EX),
- Extinta en estado silvestre (EW),
- En peligro crítico (CR),

Consulta Pública

- En peligro (EN),
- Vulnerable (VU),
- Casi amenazada (NT),
- Preocupación menor (LC),
- Datos insuficientes (DD),
- No evaluado (NE) (especie no evaluada para ninguna de las otras categorías).

Por último, la CITES agrupa las especies en tres anexos según el grado de amenaza debido al comercio internacional, estos se distinguen por lo siguiente:

- Apéndice I: Incluye todas las especies en peligro de extinción. El comercio en especímenes de esas especies se autoriza solamente bajo circunstancias excepcionales.
- Apéndice II: Incluye especies que no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse a fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia.
- Apéndice III: Incluye especies que están protegidas al menos en un país, el cual ha solicitado la asistencia de otras Partes en la CITES para controlar su comercio.

3.3.11.2.4.11 Parámetros cuantitativos

Índice de valor ecológico

Los parámetros cuantitativos más importantes y usualmente aplicados en la ecología animal son:

4) Número de individuos o densidad,
5) Frecuencia, el número de veces que una especie registrada aparece en las unidades muestrales (presencia o ausencia por unidad), y
6) Actividad.

El índice de valor ecológico (IVE) define cuales de las especies presentes contribuyen en el carácter y estructura de un ecosistema. Este valor se obtiene mediante la suma de la frecuencia relativa, la densidad relativa y la actividad relativa.

$$Índice\ de\ valor\ ecologico = IVE$$
$$= Densidad\ relativa + Frecuencia\ relativa + Actividad\ relativa$$

Densidad (= abundancia)

Este parámetro se relaciona con el recuento de individuos por unidad de área. El conteo generalmente se realiza en cada unidad de muestreo y sus repeticiones para la superficie total analizada. Posteriormente, se calcula la suma de los individuos por especie para el área total muestreada, y el resultado se expresa en términos de densidad de especies por unidad de área conveniente, como metro cuadrado, acre o hectárea.

$$Densidad = D = \frac{Total\ del\ no.de\ individuos\ de\ i\ especie\ registrada = ni}{Total\ del\ área\ examinada}\ x\ 100$$

Consulta Pública

La densidad también se puede expresar como un valor porcentual. Esto se hace dividiendo el número de individuos de una especie dada por el número total de individuos de todas las especies. Por tanto, el porcentaje de densidad es totalmente independiente del área, al menos en su método de cálculo, y en realidad es un término relativo, mejor conocido como densidad relativa.

$$Densidad\ relativa = \frac{No.\,de\ individuos\ de\ la\ especie\ i = ni}{Total\ del\ no.\,de\ individuos\ de\ todas\ las\ especies} x\ 100$$

Este último método se realiza también para el conjunto de las especies de todos los grupos y se denomina Abundancia relativa únicamente para diferenciar el valor de los encontrados para cada clase analizada.

Frecuencia (= balance)

La frecuencia se relaciona con el número de veces que ocurre una especie en un número determinado de unidades de muestreo colocadas repetidamente. Se expresa como una fracción del total, generalmente en porcentaje. No se trata de un conteo, solo un registro de la presencia de especies. La frecuencia es un parámetro cuantitativo mucho más estable que el conteo de individuos o la medición de la cobertura.

$$Frecuencia = F = \frac{No.\,de\ unidades\ de\ muestreo\ en\ los\ que\ la\ especie\ i\ aparece}{Total\ de\ no.\,de\ unidades\ de\ muestreo\ examinadas}\ x\ 100$$

Los valores de frecuencia han sido sometidos a una considerable manipulación. Entre los conceptos que se han introducido se encuentra la suma porcentual de frecuencia, o frecuencia relativa. Este es el valor de frecuencia de una especie dada dividido por el total de los valores de frecuencia para todas las especies.

$$Frecuencia\ relativa = \frac{Frecuencia\ de\ la\ especie\ i}{Suma\ de\ los\ valores\ de\ frecuencia\ de\ todas\ las\ especies}\ x\ 100$$

Actividad

Es difícil determinar la actividad de individuos por especie, principalmente porque se necesitaría gran número de días en el lugar. Una manera para determinar si existe mayor o menor actividad de fauna en un área, se puede obtener a través de la consideración de la suma de evidencias directas e indirectas que pueden registrarse durante el tiempo que dure el levantamiento de datos, como es el registro de actividad.

Consulta Pública

Tabla 62 Valores de puntuación asignados a diferentes tipos de evidencia para calcular la ocurrencia.

Tipo de evidencia	Puntaje asignado
Evidencia no ambigua	
Individuos colectados	10
Individuos observados	10
Evidencia de alta calidad	
Huesos	5
Pelos, plumas, escamas	5
Huellas	5
Vocalizaciones	5
Evidencia de baja calidad	
Camas, senderos, nidos	4
Fecas	4
Alimentos consumidos	4

La actividad de registro de cada especie se basa en los datos obtenidos con el valor de ocurrencia. El valor de este índice se obtiene dividiendo la ocurrencia entre el número de observaciones independientes de cada tipo de registro (Boddicker *et al.* 2002).

$$Actividad = A = \frac{Total\ de\ la\ suma\ de\ ocurrencias\ de\ la\ especie\ i}{Total\ del\ no.de\ individuos\ de\ i\ especie\ registrada = ni}\ x\ 100$$

La actividad también se puede expresar de manera relativa. Esto se hace dividiendo el valor de actividad de una especie dada entre la suma de los valores de actividad de todas las especies.

$$Actividad\ relativa = \frac{Actividad\ de\ la\ especie\ i}{Suma\ de\ los\ valores\ de\ actividad\ de\ todas\ las\ especies}\ x\ 100$$

Índices de riqueza especifica

La riqueza específica es un concepto que se relaciona con el número de especies presentes en la comunidad. un índice apropiado para caracterizar la riqueza de especies de una comunidad sea el número total de especies (S). No obstante, es prácticamente imposible registrar todas las especies de una comunidad y, como S depende del tamaño de la muestra, es limitado como índice comparativo. Los índices propuestos para medir la riqueza de especies, de manera independiente al tamaño de la muestra, se basan en la relación entre S y el número total de individuos observados o N, que se incrementa con el tamaño de la muestra.

Índice de Margalef

El índice de Margalef (D_{Mg}) es una forma sencilla de medir la biodiversidad ya que proporciona datos de riqueza de especies. Mide el número de especies por número de individuos especificados o la cantidad de especies por área en una muestra (Sherwin & Fornells 2019). Su fórmula es:

$$D_{Mg} = \frac{S - 1}{\ln(N + 1)}$$

donde:

S = número de especies.

N =número total de individuos.

Consulta Pública

Los valores inferiores a 2 son zonas de baja diversidad y los valores superiores a 5 son indicativos de alta biodiversidad (Magurran 1988).

Índices de diversidad

Los índices de diversidad incorporan en un solo valor a la riqueza específica y a la equitabilidad. En algunos casos el valor del índice de diversidad estimado puede provenir de distintas combinaciones de riqueza específica y equitabilidad. Es decir, que el mismo índice de diversidad puede obtenerse de una comunidad con baja riqueza y alta equitabilidad como de una comunidad con alta riqueza y baja equitabilidad. Esto significa que el valor del índice aislado no permite conocer la importancia relativa de sus componentes (riqueza y equitabilidad)

Índice de dominancia de Simpson

El índice de dominancia de Simpson (D_{Si}) considera la probabilidad que dos individuos de la población seleccionados al azar sean de la misma especie. Indica la relación existente entre riqueza o número de especies y la abundancia o número de individuos por especie (Bouza & Covarrubias 2005; Simpson 1949). Su expresión es:

$$D_{Si} = \sum_{i=1}^{S} {p_i}^2$$

donde:

p_i = proporción entre ni y N.

ni = número de individuos de la especie i.

El índice de dominancia de Simpson muestra resultados entre 0 a 1 en el cual los valores cercanos a 1 explican la dominancia de una especie por sobre las demás; proyectando ecosistemas más homogéneos. Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como 1 - D_{Si} (Magurran 1988).

Índice de Shannon-Weaver

El índice de Shannon-Weaver (H') tiene en cuenta la riqueza de especies y su abundancia. Este índice relaciona el número de especies con la proporción de individuos pertenecientes a cada una de ellas presente en la muestra. Además, mide la uniformidad de la distribución de los individuos entre las especies (Shannon & Weaver 1949). Su fórmula es:

$$H' = -\sum p_i . \ln p_i$$

El índice de Shannon-Weaver adquiere valores entre 0 (cuando hay una sola especie) y el logaritmo neperiano de S (cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos) (Magurran 1988).

Números de Hill

Los números de Hill (Hill 1973) son una familia de índices de diversidad que unifican medidas de riqueza de especies, equitatividad y dominancia en términos de "números efectivos de especies" (Lou Jost 2006). Estos índices resuelven problemas de comparabilidad en estudios ecológicos, ya

Consulta Pública

que sus valores representan una escala común de diversidad efectiva (Claudia E. Moreno *et al.* 2011). Además, Jost (2006) destaca su relación con la entropía (índices de Shannon y Simpson) y su utilidad para interpretar la diversidad verdadera (*true diversity*). Se calculan como:

$$q_0 = S$$

Donde:

S = riqueza de especies.

$$q_1 = e^{H'}$$

Donde:

e^x = función exponencial natural.

H' = Índice de Shannon.

$$q_2 = {}^{1}/_{\lambda}$$

Donde:

λ = Índice de Simpson.

Los números de Hill tienen diferente interpretación, de tal manera que cada número nos habla de una propiedad diferente de aves que se está estudiado. Dichas propiedades son las siguientes:

q_0: nos indica la riqueza total de especies.

q_1: nos indica las especies que son abundantes.

q_2: nos habla de las especies que son dominantes.

De tal forma que con este índice se pueden determinar cuántas especies son dominantes, muy abundantes, así como estimar las especies raras, infrecuentes o difíciles de registrar.

Índice de equitatividad

Si todas las especies en una muestra muestran la misma abundancia el índice usado para medir la de equitatividad debería ser máximo y, por lo tanto, debería decrecer tendiendo a cero a medida que las abundancias relativas se hagan menos equitativas.

Índice de Pielou

El índice de Pielou (J') se expresa como el grado de uniformidad en la distribución de individuos entre especies. Se puede medir comparando la diversidad observada en una comunidad contra la diversidad máxima posible de una comunidad hipotética con el mismo número de especies (Pielou 1975).

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

donde:

H'_{max} = logaritmo natural de S

Consulta Pública

Su valor puede variar de 0 a 1 siendo cercanos a 1 los que corresponden a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran 1988).

Índices de similitud

Los índices o indicadores de similitud permiten cuantificar las variaciones que ocurren en la estructura de una o varias comunidades, en este caso, permiten generar una comparación de variables entre la comunidad de fauna del AP y la presente en la RE-AI. Existen dos tipos, los cualitativos, que consideran el número de especies presentes y las especies comunes en ambas comunidades, sin tomar en cuenta la abundancia particular de cada especie (Sørensen-Dice y Jaccard) y los cuantitativos que incluyen esta última variable (Morisita y Horn).

Índice de Sørensen-Dice

El índice de Sørensen-Dice (G) compara dos comunidades en función del número de especies que posee cada una de ellas y el número de especies comunes entre ellas (Dice 1945; Sørensen 1948). Su fórmula corresponde a la siguiente:

$$G = \frac{2S_{12}}{S_1 + S_2} * 100$$

donde:

S_1 = número de especies en el ensamble 1 (AP)

S_2 = número de especies en el ensamble 2 (RE-AI)

S_{12} = número de especies compartidas entre el ensamble 1 y 2

El resultado final se expresa en un porcentaje de similitud.

Índice de Jaccard

El índice de Jaccard (L) evalúa las mismas variables evaluadas por el índice de Sørensen-Dice (Jaccard 1908). Su fórmula es:

$$L = \frac{S_{12}}{S_1 + S_2 - S_{12}} * 100$$

De igual manera que el índice anterior, el resultado final se expresa en porcentaje de similitud.

Índice de Morisita

El índice de Morisita (I_σ) se basa en el índice de dominancia de Simpson, y se determina mediante la siguiente formula (Morisita 1962):

$$I_\sigma = \frac{2\sum(ni_1\ ni_2)}{(D_{Si1} + D_{Si2})\ N_1\ N_2}$$

donde:

ni_1 = número de individuos de la especie i en el ensamble 1 (AP).

ni_2 = número de individuos de la especie i en el ensamble 2 (RE-AI).

Consulta Pública

D_{Si1} = índice de dominancia de Simpson en el ensamble 1 (AP).

D_{Si2} = índice de dominancia de Simpson en el ensamble 2 (RE-AI).

N_1 =número total de individuos en el ensamble 1 (AP).

N_2 =número total de individuos en el ensamble 2 (RE-AI).

El rango de variación de este índice es de 0 para comunidades no similares, hasta aproximadamente 1 cuando son idénticas.

Índice de Horn

El índice de Horn (Ro) tiene base en el índice de diversidad de Shannon-Weaver, el procedimiento es laborioso y consiste en las siguientes etapas:

5. Determinar el índice de Shannon-Weaver para cada comunidad (H'_1, H'_2)
6. Calcular el mismo índice para los datos agrupados como si fueran una misma comunidad (H'_3). Este valor disminuye cuando las comunidades son similares y crece cuando son diferentes.
7. Determinar el valor del mismo índice considerando que todas las especies de ambas comunidades son distintas, es decir, como si no existieran especies comunes entre las dos comunidades (H'_4).
8. Determinar el índice de Shannon-Weaver promedio (H'_5) entre H'_1 y H'_2, ponderados con sus respectivos N_1 y N_2 de cada comunidad.

El índice se determina mediante la siguiente relación:

$$Ro = \frac{H'_4 - H'_3}{H'_4 - H'_5}$$

El rango de variación de este índice es de 0 para comunidades no similares, hasta aproximadamente 1 cuando más parecidas. Debido al alto esfuerzo de cálculo de este índice, se utilizó el programa PAST (Hammer *et al.* 2001) para encontrar el resultado para cada agrupación analizada.

3.3.11.2.5 Resultados

3.3.11.2.5.1 Fauna potencial

Consulta Pública

3.3.11.2.5.2

Se presentan el listado de fauna potencial(CONABIO n.d.)

Tabla 63 Listado de fauna potencial de vertebrados terrestres

Orden	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN
Anura	*Anaxyrus debilis*	Sapo verde	Pr	LC
Anura	*Anaxyrus speciosus*	Sapo texano	sc	LC
Anura	*Incilius nebulifer*	Sapo nebuloso	sc	LC
Anura	*Incilius valliceps*	Sapo costero	sc	LC
Anura	*Rhinella horribilis*	Sapo gigante	sc	sc
Anura	*Eleutherodactylus campi*	Rana Chirriadora Mexicana	sc	LC
Anura	*Smilisca baudinii*	Rana arborícola mexicana	Pr	LC
Anura	*Lithobates berlandieri*	Rana leopardo	Pr	LC
Anura	*Lithobates pipiens*	Rana leopardo norteña	sc	NE
Anura	*Rhinophrynus dorsalis*	Sapo excavador mexicano	Pr	LC
Anura	*Scaphiopus couchii*	Sapo cavador	sc	LC
Caudata	*Siren intermedia*	Siren menor	sc	LC
Accipitriformes	*Accipiter striatus*	Gavilán pecho canela	Pr	LC
Accipitriformes	*Astur cooperii*	Gavilán de Cooper	Pr	LC
Accipitriformes	*Buteo albonotatus*	Aguililla aura	Pr	LC
Accipitriformes	*Buteo brachyurus*	Aguililla cola corta	sc	LC
Accipitriformes	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja	sc	LC
Accipitriformes	*Buteo lineatus*	Aguililla pecho rojo	Pr	LC
Accipitriformes	*Buteo plagiatus*	Aguililla gris	sc	LC
Accipitriformes	*Buteo platypterus*	Aguililla Alas Anchas	Pr	LC
Accipitriformes	*Buteo regalis*	Aguililla real	Pr	LC
Accipitriformes	*Buteo swainsoni*	Aguililla de Swainson	Pr	LC
Accipitriformes	*Buteogallus anthracinus*	Aguililla negra menor	Pr	LC
Accipitriformes	*Chondrohierax uncinatus*	Gavilán Pico de Gancho	Pr	LC
Accipitriformes	*Circus hudsonius*	Gavilán rastrero	sc	LC
Accipitriformes	*Elanoides forficatus*	Milano tijereta	Pr	LC
Accipitriformes	*Elanus leucurus*	Milano cola blanca	sc	LC
Accipitriformes	*Geranoaetus albicaudatus*	Aguililla cola blanca	Pr	LC
Accipitriformes	*Haliaeetus leucocephalus*	Águila cabeza blanca	P	LC
Accipitriformes	*Ictinia mississippiensis*	Milano de Mississippi	Pr	LC
Accipitriformes	*Parabuteo unicinctus*	Aguililla rojinegra	Pr	LC
Accipitriformes	*Rupornis magnirostris*	Aguililla caminera	sc	LC
Accipitriformes	*Coragyps atratus*	Zopilote común	sc	LC
Accipitriformes	*Pandion haliaetus*	Águila pescadora	sc	LC

Consulta Pública

Orden	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN
Anseriformes	*Aix sponsa*	Pato arcoíris	sc	LC
Anseriformes	*Anas acuta*	Pato golondrino	sc	LC
Anseriformes	*Anas crecca*	Cerceta alas verdes	sc	LC
Anseriformes	*Anas diazi*	Pato mexicano	A	NR
Anseriformes	*Anas fulvigula*	Pato tejano	A	LC
Anseriformes	*Anas platyrhynchos*	Pato de collar	sc	LC
Anseriformes	*Anser albifrons*	Ganso careto mayor	sc	LC
Anseriformes	*Anser caerulescens*	Ganso blanco	sc	LC
Anseriformes	*Aythya affinis*	Pato boludo menor	sc	LC
Anseriformes	*Aythya americana*	Pato cabeza roja	sc	LC
Anseriformes	*Aythya collaris*	Pato pico anillado	sc	LC
Anseriformes	*Aythya marila*	Pato boludo mayor	sc	LC
Anseriformes	*Aythya valisineria*	Pato coacoxtle	sc	LC
Anseriformes	*Branta canadensis*	Ganso Canadiense mayor	sc	LC
Anseriformes	*Bucephala albeola*	Pato monja	sc	LC
Anseriformes	*Cairina moschata*	Pato real	P	LC
Anseriformes	*Dendrocygna autumnalis*	Pijije alas blancas	sc	LC
Anseriformes	*Dendrocygna bicolor*	Pijije canelo	sc	LC
Anseriformes	*Lophodytes cucullatus*	Mergo cresta blanca	sc	LC
Anseriformes	*Mareca americana*	Pato chalcuán	sc	LC
Anseriformes	*Mareca strepera*	Pato friso	sc	LC
Anseriformes	*Oxyura jamaicensis*	Pato tepalcate	sc	LC
Anseriformes	*Spatula clypeata*	Pato cucharón norteño	sc	LC
Anseriformes	*Spatula cyanoptera*	Cerceta canela	sc	LC
Anseriformes	*Spatula discors*	Cerceta alas azules	sc	LC
Apodiformes	*Aeronautes saxatalis*	Vencejo pecho blanco	sc	LC
Apodiformes	*Chaetura pelagica*	Vencejo de Chimenea	sc	VU
Apodiformes	*Amazilia yucatanensis*	Colibrí Vientre Canelo	sc	LC
Apodiformes	*Archilochus alexandri*	Colibrí barba negra	sc	LC
Apodiformes	*Archilochus colubris*	Colibrí garganta rubí	sc	LC
Apodiformes	*Cynanthus latirostris*	Colibrí pico ancho norteño	sc	LC
Apodiformes	*Selasphorus rufus*	Zumbador canelo	sc	NT
Caprimulgiformes	*Antrostomus carolinensis*	Tapacaminos de Carolina	sc	NT
Caprimulgiformes	*Chordeiles acutipennis*	Chotacabras menor	sc	LC
Caprimulgiformes	*Chordeiles minor*	Chotacabras zumbón	sc	LC
Caprimulgiformes	*Nyctidromus albicollis*	Chotacabras pauraque	sc	LC
Caprimulgiformes	*Phalaenoptilus nuttallii*	Tapacaminos pandeagua	sc	LC
Cathartiformes	*Cathartes aura*	Zopilote aura	sc	LC
Charadriiformes	*Hesperoburhinus bistriatus*	Alcaraván americano	sc	LC

Consulta Pública

Orden	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN
Charadriiformes	*Charadrius vociferus*	Chorlo tildío	sc	LC
Charadriiformes	*Pluvialis dominica*	Chorlo dorado americano	sc	LC
Charadriiformes	*Jacana spinosa*	Jacana norteña	sc	LC
Charadriiformes	*Chlidonias niger*	Charrán negro	sc	LC
Charadriiformes	*Gelochelidon nilotica*	Charrán pico grueso	sc	LC
Charadriiformes	*Hydroprogne caspia*	Charrán del caspio	sc	LC
Charadriiformes	*Larus argentatus*	Gaviota plateada	sc	LC
Charadriiformes	*Larus delawarensis*	Gaviota pico anillado	sc	LC
Charadriiformes	*Larus smithsonianus*	(en blanco)	sc	LC
Charadriiformes	*Leucophaeus atricilla*	Gaviota reidora	sc	LC
Charadriiformes	*Leucophaeus pipixcan*	Gaviota de Franklin	sc	LC
Charadriiformes	*Sterna forsteri*	Charrán de Forster	sc	LC
Charadriiformes	*Sternula antillarum*	Charrán mínimo	Pr	LC
Charadriiformes	*Thalasseus maximus*	Charrán real	sc	LC
Charadriiformes	*Himantopus mexicanus*	Monjita americana	sc	LC
Charadriiformes	*Recurvirostra americana*	Avoceta americana	sc	LC
Charadriiformes	*Actitis macularius*	Playero alzacolita	sc	LC
Charadriiformes	*Bartramia longicauda*	Zarapito ganga	sc	LC
Charadriiformes	*Calidris alba*	Playero blanco	sc	LC
Charadriiformes	*Calidris bairdii*	Playero de Baird	sc	LC
Charadriiformes	*Calidris himantopus*	Playero zancón	sc	LC
Charadriiformes	*Calidris mauri*	Playero occidental	A	LC
Charadriiformes	*Calidris melanotos*	Playero pectoral	sc	LC
Charadriiformes	*Calidris minutilla*	Playero diminuto	sc	LC
Charadriiformes	*Gallinago delicata*	Agachona Norteamericana	sc	LC
Charadriiformes	*Limnodromus scolopaceus*	Costurero pico largo	sc	LC
Charadriiformes	*Numenius americanus*	Zarapito pico largo	sc	LC
Charadriiformes	*Phalaropus tricolor*	Falaropo pico largo	sc	LC
Charadriiformes	*Tringa flavipes*	Patamarilla menor	sc	LC
Charadriiformes	*Tringa melanoleuca*	Patamarilla mayor	sc	LC
Charadriiformes	*Tringa semipalmata*	Tringa semipalmata	sc	LC
Charadriiformes	*Tringa solitaria*	Playero solitario	sc	LC
Ciconiiformes	*Mycteria americana*	Cigüeña americana	Pr	LC
Columbiformes	*Columbina inca*	Tortolita cola larga	sc	LC
Columbiformes	*Columbina passerina*	Tortolita pico rojo	sc	LC
Columbiformes	*Columbina talpacoti*	Tortolita canela	sc	LC
Columbiformes	*Leptotila verreauxi*	Paloma Arroyera	sc	LC
Columbiformes	*Patagioenas flavirostris*	Paloma morada	sc	LC
Columbiformes	*Streptopelia decaocto*	Paloma de collar turca	sc	LC

Consulta Pública

Orden	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN
Columbiformes	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	sc	LC
Columbiformes	*Zenaida macroura*	Huilota común	sc	LC
Coraciiformes	*Chloroceryle americana*	Martín pescador verde	sc	LC
Coraciiformes	*Megaceryle alcyon*	Martín pescador norteño	sc	LC
Coraciiformes	*Megaceryle torquata*	Martín pescador de collar	sc	LC
Cuculiformes	*Coccyzus americanus*	Cuclillo pico amarillo	sc	LC
Cuculiformes	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero pijuy	sc	LC
Cuculiformes	*Geococcyx californianus*	Correcaminos norteño	sc	LC
Falconiformes	*Caracara plancus*	Caracara quebrantahuesos	sc	LC
Falconiformes	*Falco columbarius*	Halcón esmerejón	sc	LC
Falconiformes	*Falco peregrinus*	Halcón peregrino	Pr	LC
Falconiformes	*Falco rufigularis*	Halcón murcielaguero	sc	LC
Falconiformes	*Falco sparverius*	Cernícalo americano	sc	LC
Galliformes	*Ortalis vetula*	Chachalaca Oriental	sc	LC
Galliformes	*Callipepla squamata*	Codorniz escamosa	sc	LC
Galliformes	*Colinus virginianus*	Codorniz cotuí	sc	NT
Galliformes	*Meleagris gallopavo*	Pavo	sc	LC
Gruiformes	*Aramus guarauna*	Carrao	A	LC
Gruiformes	*Antigone canadensis*	Grulla gris	Pr	LC
Gruiformes	*Fulica americana*	Gallareta americana	sc	LC
Gruiformes	*Gallinula galeata*	Gallineta frente roja	sc	LC
Gruiformes	*Porphyrio martinicus*	Gallineta morada	sc	LC
Gruiformes	*Porzana carolina*	Polluela sora	sc	LC
Gruiformes	*Rallus elegans*	Rascón real	A	NT
Gruiformes	*Rallus limicola*	Rascón cara gris	A	LC
Passeriformes	*Eremophila alpestris*	Alondra cornuda	sc	LC
Passeriformes	*Bombycilla cedrorum*	Chinito	sc	LC
Passeriformes	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal rojo	sc	LC
Passeriformes	*Cardinalis sinuatus*	Cardenal desértico	sc	LC
Passeriformes	*Cyanocompsa parellina*	Colorín azulnegro	sc	LC
Passeriformes	*Passerina caerulea*	Picogordo azul	sc	LC
Passeriformes	*Passerina ciris*	Colorín sietecolores	Pr	LC
Passeriformes	*Passerina cyanea*	Colorín azul	sc	LC
Passeriformes	*Passerina versicolor*	Colorín morado	sc	LC
Passeriformes	*Periporphyrus celaeno*	Picogordo cuello rojo	sc	LC
Passeriformes	*Pheucticus ludovicianus*	Picogordo degollado	sc	LC
Passeriformes	*Piranga ludoviciana*	Piranga capucha roja	sc	LC
Passeriformes	*Piranga olivacea*	Piranga escarlata	sc	LC
Passeriformes	*Piranga rubra*	Piranga roja	sc	LC
Passeriformes	*Spiza americana*	Arrocero americano	sc	LC

Consulta Pública

Orden	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN
Passeriformes	*Corvus corax*	Cuervo común	sc	LC
Passeriformes	*Corvus cryptoleucus*	Cuervo llanero	sc	LC
Passeriformes	*Corvus imparatus*	Cuervo tamaulipeco	sc	LC
Passeriformes	*Cyanocorax morio*	Chara pea	sc	LC
Passeriformes	*Cyanocorax yncas*	Chara verde	sc	LC
Passeriformes	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	sc	LC
Passeriformes	*Spinus pinus*	Jilguerito pinero	sc	LC
Passeriformes	*Spinus psaltria*	Jilguerito dominico	sc	LC
Passeriformes	*Spinus tristis*	Jilguerito canario	sc	LC
Passeriformes	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	sc	LC
Passeriformes	*Petrochelidon fulva*	Golondrina pueblera	sc	LC
Passeriformes	*Petrochelidon pyrrhonota*	Golondrina risquera	sc	LC
Passeriformes	*Progne subis*	Golondrina azulnegra	sc	LC
Passeriformes	*Riparia riparia*	Golondrina ribereña	sc	LC
Passeriformes	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina alas aserradas	sc	LC
Passeriformes	*Tachycineta albilinea*	Golondrina manglera	sc	LC
Passeriformes	*Tachycineta bicolor*	Golondrina bicolor	sc	LC
Passeriformes	*Tachycineta thalassina*	Golondrina verdemar	sc	LC
Passeriformes	*Agelaius phoeniceus*	Tordo sargento	sc	LC
Passeriformes	*Euphagus cyanocephalus*	Tordo ojos amarillos	sc	LC
Passeriformes	*Icteria virens*	Chipe grande	sc	LC
Passeriformes	*Icterus bullockii*	Calandria cejas naranjas	sc	LC
Passeriformes	*Icterus cucullatus*	Calandria dorso negro menor	sc	LC
Passeriformes	*Icterus galbula*	Calandria de Baltimore	sc	LC
Passeriformes	*Icterus graduacauda*	Calandria Capucha Negra	sc	LC
Passeriformes	*Icterus gularis*	Calandria Dorso Negro Mayor	sc	LC
Passeriformes	*Icterus spurius*	Calandria castaña	sc	LC
Passeriformes	*Molothrus aeneus*	Tordo ojos rojos	sc	LC
Passeriformes	*Molothrus ater*	Tordo cabeza café	sc	LC
Passeriformes	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mayor	sc	LC
Passeriformes	*Sturnella magna*	Pradero tortillaconchile	sc	NT
Passeriformes	*Sturnella neglecta*	Pradero del oeste	sc	LC
Passeriformes	*Xanthocephalus xanthocephalus*	Tordo cabeza amarilla	sc	LC
Passeriformes	*Lanius ludovicianus*	Verdugo americano	sc	NT
Passeriformes	*Dumetella carolinensis*	Maullador gris	sc	LC
Passeriformes	*Mimus polyglottos*	Centzontle norteño	sc	LC
Passeriformes	*Toxostoma curvirostre*	Cuicacoche pico curvo	sc	LC
Passeriformes	*Toxostoma longirostre*	Cuicacoche pico largo	sc	LC

Consulta Pública

Orden	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN
Passeriformes	*Anthus rubescens*	Bisbita norteamericana	sc	LC
Passeriformes	*Anthus spragueii*	Bisbita llanera	sc	VU
Passeriformes	*Baeolophus atricristatus*	Carbonero cresta negra	sc	LC
Passeriformes	*Baeolophus wollweberi*	Carbonero embridado	sc	LC
Passeriformes	*Cardellina canadensis*	Chipe de collar	sc	LC
Passeriformes	*Cardellina pusilla*	Chipe corona negra	sc	LC
Passeriformes	*Geothlypis formosa*	Chipe patilludo	sc	LC
Passeriformes	*Geothlypis philadelphia*	Chipe de pechera	sc	LC
Passeriformes	*Geothlypis trichas*	Mascarita común	sc	LC
Passeriformes	*Leiothlypis celata*	Chipe oliváceo	sc	LC
Passeriformes	*Leiothlypis peregrina*	Chipe peregrino	sc	LC
Passeriformes	*Leiothlypis ruficapilla*	Chipe cabeza gris	sc	LC
Passeriformes	*Mniotilta varia*	Chipe trepador	sc	LC
Passeriformes	*Parkesia noveboracensis*	Chipe charquero	sc	LC
Passeriformes	*Setophaga americana*	Chipe pecho manchado	sc	LC
Passeriformes	*Setophaga coronata*	Chipe rabadilla amarilla	sc	LC
Passeriformes	*Setophaga dominica*	Chipe garganta amarilla	sc	LC
Passeriformes	*Setophaga fusca*	Chipe garganta naranja	sc	LC
Passeriformes	*Setophaga magnolia*	Chipe de Magnolias	sc	LC
Passeriformes	*Setophaga nigrescens*	Chipe negrogrís	sc	LC
Passeriformes	*Setophaga pensylvanica*	Chipe Flancos Castaños	sc	LC
Passeriformes	*Setophaga petechia*	Chipe amarillo	sc	LC
Passeriformes	*Setophaga pinus*	Chipe pinero	sc	LC
Passeriformes	*Setophaga pitiayumi*	Chipe Tropical	sc	LC
Passeriformes	*Setophaga ruticilla*	Pavito migratorio	sc	LC
Passeriformes	*Setophaga virens*	Chipe dorso verde	sc	LC
Passeriformes	*Ammodramus savannarum*	Gorrión Chapulín	sc	LC
Passeriformes	*Amphispiza bilineata*	Zacatonero garganta negra	sc	LC
Passeriformes	*Arremonops rufivirgatus*	Rascador oliváceo	sc	LC
Passeriformes	*Calamospiza melanocorys*	Gorrión alas blancas	sc	LC
Passeriformes	*Chondestes grammacus*	Gorrión arlequín	sc	LC
Passeriformes	*Melospiza georgiana*	Gorrión pantanero	sc	LC
Passeriformes	*Melospiza lincolnii*	Gorrión de Lincoln	sc	LC
Passeriformes	*Passer domesticus*	Gorrión doméstico	sc	LC
Passeriformes	*Passerculus sandwichensis*	Gorrión sabanero	sc	LC
Passeriformes	*Peucaea botterii*	Zacatonero de Botteri	sc	LC

Consulta Pública

Orden	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN
Passeriformes	*Peucaea cassinii*	Zacatonero de Cassin	sc	LC
Passeriformes	*Pipilo chlorurus*	Rascador cola verde	sc	LC
Passeriformes	*Pooecetes gramineus*	Gorrión Cola Blanca	sc	LC
Passeriformes	*Spizella breweri*	Gorrión de Brewer	sc	LC
Passeriformes	*Spizella pallida*	Gorrión pálido	sc	LC
Passeriformes	*Spizella passerina*	Gorrión cejas blancas	sc	LC
Passeriformes	*Zonotrichia leucophrys*	Gorrión corona blanca	sc	LC
Passeriformes	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgris	sc	LC
Passeriformes	*Polioptila melanura*	Perlita del desierto	sc	LC
Passeriformes	*Corthylio calendula*	Reyesuelo matraquita	sc	LC
Passeriformes	*Regulus satrapa*	Reyezuelo Corona Amarilla	sc	LC
Passeriformes	*Auriparus flaviceps*	Baloncillo	sc	LC
Passeriformes	*Sturnus vulgaris*	Estornino pinto	sc	LC
Passeriformes	*Sporophila morelleti*	Semillero de collar	sc	LC
Passeriformes	*Pachyramphus aglaiae*	Cabezón degollado	sc	LC
Passeriformes	*Campylorhynchus brunneicapillus*	Matraca del desierto	sc	LC
Passeriformes	*Salpinctes obsoletus*	Saltapared de rocas	sc	LC
Passeriformes	*Thryothorus ludovicianus*	Saltapared de Carolina	sc	LC
Passeriformes	*Troglodytes aedon*	Saltapared común	sc	LC
Passeriformes	*Catharus guttatus*	Zorzal cola canela	sc	LC
Passeriformes	*Hylocichla mustelina*	Zorzal Moteado	sc	LC
Passeriformes	*Sialia sialis*	Azulejo garganta canela	sc	LC
Passeriformes	*Turdus grayi*	Mirlo Café	sc	LC
Passeriformes	*Turdus migratorius*	Mirlo primavera	sc	LC
Passeriformes	*Camptostoma imberbe*	Mosquerito chillón	sc	LC
Passeriformes	*Contopus cooperi*	Papamoscas boreal	sc	NT
Passeriformes	*Contopus pertinax*	Papamoscas José María	sc	LC
Passeriformes	*Contopus virens*	Papamoscas del Este	sc	LC
Passeriformes	*Empidonax alnorum*	Papamoscas ailero	sc	LC
Passeriformes	*Empidonax flaviventris*	Papamoscas Vientre Amarillo	sc	LC
Passeriformes	*Empidonax minimus*	Papamoscas chico	sc	LC
Passeriformes	*Empidonax traillii*	Papamoscas saucero	sc	LC
Passeriformes	*Empidonax wrightii*	Papamoscas Bajacolita	sc	LC
Passeriformes	*Myiarchus cinerascens*	Papamoscas garganta ceniza	sc	LC
Passeriformes	*Myiarchus crinitus*	Papamoscas viajero	sc	LC
Passeriformes	*Myiarchus tuberculifer*	Papamoscas Triste	sc	LC
Passeriformes	*Myiarchus tyrannulus*	Papamoscas gritón	sc	LC
Passeriformes	*Myiodynastes luteiventris*	Papamoscas rayado común	sc	LC
Passeriformes	*Myiozetetes similis*	Luisito común	sc	LC

Consulta Pública

Orden	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN
Passeriformes	*Pitangus sulphuratus*	Luis bienteveo	sc	LC
Passeriformes	*Pyrocephalus rubinus*	Papamoscas cardenalito	sc	LC
Passeriformes	*Sayornis nigricans*	Papamoscas negro	sc	LC
Passeriformes	*Sayornis phoebe*	Papamoscas fibí	sc	LC
Passeriformes	*Sayornis saya*	Papamoscas llanero	sc	LC
Passeriformes	*Tyrannus couchii*	Tirano cuír	sc	LC
Passeriformes	*Tyrannus forficatus*	Tirano tijereta rosado	sc	LC
Passeriformes	*Tyrannus melancholicus*	Tirano pirirí	sc	LC
Passeriformes	*Tyrannus tyrannus*	Tirano dorso negro	sc	LC
Passeriformes	*Tyrannus verticalis*	Tirano pálido	sc	LC
Passeriformes	*Vireo bellii*	Vireo de Bell	sc	LC
Passeriformes	*Vireo cassinii*	Vireo de Cassin	sc	LC
Passeriformes	*Vireo gilvus*	Vireo gorjeador	sc	LC
Passeriformes	*Vireo griseus*	Vireo Ojos Blancos	sc	LC
Passeriformes	*Vireo huttoni*	Vireo reyezuelo	sc	LC
Passeriformes	*Vireo solitarius*	Vireo anteojillo	sc	LC
Passeriformes	*Thryomanes bewickii*	Saltapared cola larga	sc	LC
Pelecaniformes	*Ardea alba*	Garza blanca	sc	LC
Pelecaniformes	*Ardea herodias*	Garza morena	sc	LC
Pelecaniformes	*Ardea ibis*	Garza ganadera occidental	sc	LC
Pelecaniformes	*Botaurus exilis*	Avetoro menor	Pr	LC
Pelecaniformes	*Butorides virescens*	Garcita verde	sc	LC
Pelecaniformes	*Egretta caerulea*	Garza azul	sc	LC
Pelecaniformes	*Egretta rufescens*	Garza rojiza	P	NT
Pelecaniformes	*Egretta thula*	Garza dedos dorados	sc	LC
Pelecaniformes	*Egretta tricolor*	Garza tricolor	sc	LC
Pelecaniformes	*Nyctanassa violacea*	Garza nocturna corona clara	sc	LC
Pelecaniformes	*Nycticorax nycticorax*	Garza nocturna corona negra	sc	LC
Pelecaniformes	*Pelecanus erythrorhynchos*	Pelícano blanco americano	sc	LC
Pelecaniformes	*Pelecanus occidentalis*	Pelícano café	sc	LC
Pelecaniformes	*Eudocimus albus*	Ibis blanco	sc	LC
Pelecaniformes	*Platalea ajaja*	Espátula rosada	sc	LC
Pelecaniformes	*Plegadis chihi*	Ibis ojos rojos	sc	LC
Piciformes	*Campephilus guatemalensis*	Carpintero pico plateado	Pr	LC
Piciformes	*Colaptes auratus*	Carpintero de pechera común	sc	LC
Piciformes	*Dryobates scalaris*	Carpintero mexicano	sc	LC
Piciformes	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero cheje	sc	LC
Piciformes	*Sphyrapicus varius*	Carpintero moteado	sc	LC
Podicipediformes	*Podiceps nigricollis*	Zambullidor orejón	sc	LC

Consulta Pública

Orden	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN
Podicipediformes	*Podilymbus podiceps*	Zambullidor pico grueso	sc	LC
Podicipediformes	*Tachybaptus dominicus*	Zambullidor menor	Pr	LC
Psittaciformes	*Amazona albifrons*	Loro frente blanca	Pr	LC
Psittaciformes	*Amazona autumnalis*	Loro cachetes amarillos	sc	LC
Psittaciformes	*Amazona oratrix*	Loro cabeza amarilla	P	EN
Psittaciformes	*Amazona viridigenalis*	Loro tamaulipeco	P	EN
Psittaciformes	*Myiopsitta monachus*	Perico monje argentino	sc	LC
Psittaciformes	*Psittacara holochlorus*	Perico mexicano	A	LC
Strigiformes	*Asio flammeus*	Búho sabanero	Pr	LC
Strigiformes	*Athene cunicularia*	Tecolote llanero	sc	LC
Strigiformes	*Bubo virginianus*	Búho cornudo	sc	LC
Strigiformes	*Glaucidium brasilianum*	Tecolote bajeño	sc	LC
Strigiformes	*Megascops asio*	Tecolote del este	Pr	LC
Strigiformes	*Micrathene whitneyi*	Tecolote enano	sc	LC
Strigiformes	*Tyto furcata*	Lechuza Americana	sc	LC
Suliformes	*Anhinga anhinga*	Aninga americana	sc	LC
Suliformes	*Nannopterum auritum*	Cormorán orejón	sc	LC
Suliformes	*Nannopterum brasilianum*	Cormorán neotropical	sc	LC
Artiodactyla	*Odocoileus virginianus*	Venado de cola blanca	sc	LC
Artiodactyla	*Sus scrofa*	Jabalí europeo	sc	NE
Artiodactyla	*Dicotyles angulatus*	Pecarí de collar norteño	sc	NE
Carnivora	*Canis latrans*	Coyote	sc	LC
Carnivora	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	sc	LC
Carnivora	*Herpailurus yagouaroundi*	Yaguarundí	A	LC
Carnivora	*Leopardus pardalis*	Ocelote	P	LC
Carnivora	*Lynx rufus*	Lince americano	sc	LC
Carnivora	*Puma concolor*	Puma	sc	LC
Carnivora	*Mephitis mephitis*	Zorrillo listado norteño	sc	LC
Carnivora	*Taxidea taxus*	Tlalcoyote	A	LC
Carnivora	*Procyon lotor*	Mapache	sc	LC
Chiroptera	*Tadarida brasiliensis*	Murciélago cola suelta mexicano	sc	LC
Chiroptera	*Eptesicus fuscus*	Murciélago moreno norteamericano	sc	LC
Chiroptera	*Lasiurus ega*	Murciélago cola peluda amarillo	sc	LC
Chiroptera	*Myotis velifer*	Miotis mexicano	sc	LC
Chiroptera	*Nycticeius humeralis*	Murciélago-crepuscular americano	sc	LC
Cingulata	*Dasypus mexicanus*	Armadillo nueve bandas	sc	LC
Didelphimorphia	*Didelphis virginiana*	Tlacuache norteño	sc	LC

Consulta Pública

Orden	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN
Lagomorpha	*Lepus californicus*	Liebre cola negra	sc	LC
Lagomorpha	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto	sc	LC
Lagomorpha	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	sc	LC
Rodentia	*Castor canadensis*	Castor americano	P	LC
Rodentia	*Baiomys taylori*	Ratón-pigmeo norteño	sc	LC
Rodentia	*Neotoma micropus*	Rata-cambalachera de pradera	sc	LC
Rodentia	*Onychomys leucogaster*	Ratón chapulinero norteño	sc	LC
Rodentia	*Peromyscus leucopus*	Ratón de patas blancas	sc	LC
Rodentia	*Reithrodontomys fulvescens*	Ratón cosechero leonado	sc	LC
Rodentia	*Sigmodon hispidus*	Rata algodonera crespa	sc	LC
Rodentia	*Myocastor coypus*	Coipú	sc	LC
Rodentia	*Cratogeomys castanops*	Tuza cara amarilla	sc	LC
Rodentia	*Chaetodipus hispidus*	Ratón de abazones crespo	sc	LC
Rodentia	*Heteromys irroratus*	Ratón espinoso mexicano	sc	LC
Rodentia	*Perognathus flavescens*	Ratón de abazones de pradera	sc	LC
Rodentia	*Perognathus merriami*	Ratón de abazones de Merriam	sc	LC
Rodentia	*Ictidomys parvidens*	Ardilla de tierra del río Bravo	sc	NE
Rodentia	*Sciurus niger*	Ardilla zorra	sc	LC
Soricomorpha	*Notiosorex crawfordi*	Musaraña desértica norteña	A	LC
Squamata	*Anolis carolinensis*	Abaniquillo verde del noreste	sc	LC
Squamata	*Arizona elegans*	Culebra brillante	sc	LC
Squamata	*Drymarchon corais*	Culebra indigo	sc	NE
Squamata	*Drymarchon melanurus*	Culebra arroyera de cola negra	sc	LC
Squamata	*Ficimia olivacea*	Culebra naricilla huasteca	sc	LC
Squamata	*Ficimia streckeri*	Culebra naricilla Mexicana	sc	LC
Squamata	*Hypsiglena jani*	Culebra nocturna del noreste	Pr	LC
Squamata	*Lampropeltis splendida*	Falsa coralillo real del desierto	sc	LC
Squamata	*Leptodeira maculata*	Escombro del suroeste mexicano	Pr	LC
Squamata	*Masticophis flagellum*	Culebra chirrionera roja	A	LC
Squamata	*Masticophis schotti*	Culebra látigo	sc	LC
Squamata	*Masticophis taeniatus*	Chirrionera rayada	sc	LC
Squamata	*Nerodia rhombifer*	Culebra de agua de espalda de diamantes	sc	LC
Squamata	*Pantherophis emoryi*	Culebra ratonera de las planicies	sc	LC
Squamata	*Pituophis catenifer*	Topera	sc	LC
Squamata	*Rhinocheilus lecontei*	Culebra de nariz larga	sc	LC
Squamata	*Salvadora lineata*	Culebra parchada de montaña	sc	NE

Consulta Pública

Orden	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN
Squamata	*Tantilla nigriceps*	Culebra encapuchada de pradera	sc	LC
Squamata	*Thamnophis marcianus*	Sochuate	A	LC
Squamata	*Crotaphytus reticulatus*	Lagartija de collar reticulada del noreste	A	VU
Squamata	*Heterodon kennerlyi*	Culebra nariz de cerdo mexicana	Pr	LC
Squamata	*Hypsiglena ochrorhynchus*	Culebra nocturna peninsular	Pr	NE
Squamata	*Coleonyx brevis*	Gecko de bandas del desierto	Pr	LC
Squamata	*Hemidactylus turcicus*	Geco casero del mediterráneo	sc	LC
Squamata	*Rena dulcis*	Culebrilla ciega texana	sc	LC
Squamata	*Storeria dekayi*	Culebra parda	sc	LC
Squamata	*Thamnophis proximus*	Culebra acuática centroamericana	A	LC
Squamata	*Cophosaurus texanus*	Lagartija sorda mayor	A	LC
Squamata	*Holbrookia propinqua*	Lagartija sorda carinata	sc	LC
Squamata	*Phrynosoma cornutum*	Lagartija cornuda texana	sc	LC
Squamata	*Sceloporus cyanogenys*	Lagartija espinosa azul	sc	NE
Squamata	*Sceloporus grammicus*	Lagartija espinosa del mezquite	Pr	LC
Squamata	*Sceloporus olivaceus*	Lagartija espinosa del noreste	sc	LC
Squamata	*Sceloporus variabilis*	Lagartija espinosa panza rosa	sc	LC
Squamata	*Sceloporus variabilis*	Lagartija espinosa vientre rosado	sc	LC
Squamata	*Plestiodon obsoletus*	Eslizón de la gran planicie	sc	LC
Squamata	*Plestiodon tetragrammus*	Eslizón cuatro líneas del noreste	sc	LC
Squamata	*Aspidoscelis gularis*	Huico pinto del noreste	sc	LC
Squamata	*Aspidoscelis laredoensis*	Huico de Laredo	sc	LC
Squamata	*Indotyphlops braminus*	Serpiente ciega afroasiática	sc	LC
Squamata	*Crotalus atrox*	Cascabel de diamantes	Pr	LC
Testudines	*Trachemys scripta*	Tortuga gravada	sc	LC
Testudines	*Trachemys venusta*	Pecho de carey	sc	NE
Testudines	*Kinosternon flavescens*	Tortuga pecho quebrado amarilla	sc	LC
Testudines	*Gopherus berlandieri*	Tortuga del desierto de Tamaulipas	A	LC

Consulta Pública

3.3.11.2.5.3 Especies registradas en campo

Se enlista las especies de vertebrados terrestres identificados en campo

Tabla 64: Categorías de especies determinadas en campo.

Nombre científico	Nombre común	NOM-059	Endemismo	No.de individuos	Presencia					
					Lluvias			Secas		
					AI	AP	RE	AI	AP	RE
Accipiter striatus	Gavilán pecho canela	Pr	ne	3				3		
Actitis macularius	Playero alzacolita	sc	ne	21				6		15
Agelaius phoeniceus	Tordo sargento	sc	ne	367	71	47	95	49	49	56
Amazilia yucatanensis	Colibrí Vientre Canelo	sc	CE	14				5	5	4
Amphispiza bilineata	Zacatonero garganta negra	sc	ne	262	45	62	51	39	33	32
Anolis carolinensis	Abaniquillo verde del noreste	sc	Exo	60	13	8	19	7	8	5
Archilochus alexandri	Colibrí barba negra	sc	SE	15	2	3	2	3	3	2
Ardea alba	Garza blanca	sc	ne	114	23	3	28	19	4	37
Arremonops rufivirgatus	Rascador oliváceo	sc	CE	58	12	12	14	4	10	6
Aspidoscelis gularis	Huico pinto del noreste	sc	N	23	3	3	6	4	3	4
Athene cunicularia	Tecolote llanero	sc	ne	15				4	4	7
Auriparus flaviceps	Baloncillo	sc	ne	38	11	5	11	2	4	5
Baeolophus atricristatus	Carbonero cresta negra	sc	ne	19				6	7	6
Bombycilla cedrorum	Chinito	sc	ne	11				2	7	2
Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	sc	ne	72	11	12	12	12	13	12
Buteo plagiatus	Aguililla gris	sc	ne	27	1	2	5	3	10	6
Buteo swainsoni	Aguililla de Swainson	Pr	ne	9				4		5
Canis latrans	Coyote	sc	N	52	6	3	8	10	10	15
Caracara plancus	Caracara quebrantahuesos	sc	ne	89	18	19	22	11	7	12
Cardinalis cardinalis	Cardenal rojo	sc	ne	63	8	8	8	10	12	17

Consulta Pública

Nombre científico	Nombre común	NOM-059	Endemismo	No.de individuos	Presencia					
					Lluvias			Secas		
					AI	AP	RE	AI	AP	RE
Cardinalis sinuatus	Cardenal desértico	sc	ne	60	13	12	15	6	6	8
Cathartes aura	Zopilote aura	sc	ne	335	52	32	54	60	50	87
Chaetura pelagica	Vencejo de Chimenea	sc	ne	19	8		11			
Charadrius vociferus	Chorlo tildío	sc	ne	56	10	6	14	5	5	16
Circus hudsonius	Gavilán rastrero	sc	ne	4						4
Colinus virginianus	Codorniz cotuí	sc	ne	40	10		10	6		14
Columba livia	Paloma común	sc	Exo	10			10			
Columbina talpacoti	Tortolita canela	sc	ne	52				14	19	19
Coragyps atratus	Zopilote común	sc	ne	313	58	36	64	44	45	66
Corvus cryptoleucus	Cuervo llanero	sc	ne	3		3				
Crotalus atrox	Cascabel de diamantes	Pr	N	2	1		1			
Crotophaga sulcirostris	Garrapatero pijuy	sc	ne	113	21	34	32	11		15
Cyanocorax yncas	Chara verde	sc	ne	256	55	25	65	38	22	51
Dendrocygna autumnalis	Pijije alas blancas	sc	ne	165	62	38	65			
Dicotyles angulatus	Pecarí de collar norteño	sc	N	56	8	10	13	5	11	9
Drymarchon melanurus	Culebra arroyera de cola negra	sc	N	5	1		3	1		
Dryobates scalaris	Carpintero mexicano	sc	ne	132	29	25	33	13	19	13
Egretta thula	Garza dedos dorados	sc	ne	28	7		11	4	3	3
Elanus leucurus	Milano cola blanca	sc	ne	1		1				
Eudocimus albus	Ibis blanco	sc	ne	38				12	12	14
Falco sparverius	Cernícalo americano	sc	ne	31				12	4	15
Geococcyx californianus	Correcaminos norteño	sc	ne	58	9	9	10	11	7	12
Geothlypis trichas	Mascarita común	sc	ne	6	1		1			4
Haemorhous mexicanus	Pinzón mexicano	sc	ne	80				25	20	35

Consulta Pública

Nombre científico	Nombre común	NOM-059	Endemismo	No.de individuos	Presencia					
					Lluvias			Secas		
					AI	AP	RE	AI	AP	RE
Hirundo rustica	Golondrina tijereta	sc	ne	313	119	74	120			
Icterus cucullatus	Calandria dorso negro menor	sc	SE	41				15	10	16
Icterus gularis	Calandria Dorso Negro Mayor	sc	ne	130	29	29	29	20	9	14
Ictidomys parvidens	Ardilla de tierra del río Bravo	sc	N	83	13	8	16	19	13	14
Lanius ludovicianus	Verdugo americano	sc	ne	4	2		2			
Leiothlypis celata	Chipe oliváceo	sc	ne	20				8	4	8
Lepus californicus	Liebre cola negra	sc	N	245	46	36	63	31	40	29
Lithobates berlandieri	Rana leopardo	Pr	ne	3	1		2			
Lynx rufus	Lince americano	sc	N	5			1	1		3
Melanerpes aurifrons	Carpintero cheje	sc	ne	154	29	26	34	18	29	18
Melospiza lincolnii	Gorrión de Lincoln	sc	ne	68				28	13	27
Mimus polyglottos	Centzontle norteño	sc	ne	151	25	25	34	25	19	23
Molothrus aeneus	Tordo ojos rojos	sc	ne	431	119	116	147	18	22	9
Molothrus ater	Tordo cabeza café	sc	ne	160	73	15	72			
Nannopterum brasilianum	Cormorán neotropical	sc	ne	16				4	2	10
Odocoileus virginianus	Venado de cola blanca	sc	N	46	6	4	8	12	6	10
Ortalis vetula	Chachalaca Oriental	sc	ne	58				17	12	29
Pachyramphus aglaiae	Cabezón degollado	sc	ne	9					6	3
Pandion haliaetus	Águila pescadora	sc	ne	18	2		6	4		6
Passer domesticus	Gorrión doméstico	sc	Exo	475	124	88	152	43	33	35
Passerina ciris	Colorín sietecolores	Pr	ne	11	4	2	5			
Passerina cyanea	Colorín azul	sc	ne	14				7	2	5
Passerina versicolor	Colorín morado	sc	ne	3	1	1	1			
Pelecanus erythrorhynchos	Pelícano blanco americano	sc	ne	16						16

Consulta Pública

Nombre científico	Nombre común	NOM-059	Endemismo	No.de individuos	Presencia					
					Lluvias			Secas		
					AI	AP	RE	AI	AP	RE
Peucaea cassinii	Zacatonero de Cassin	sc	ne	7		7				
Phrynosoma cornutum	Lagartija cornuda texana	sc	N	11	3		3	3		2
Piranga ludoviciana	Piranga capucha roja	sc	ne	14					6	8
Pitangus sulphuratus	Luis bienteveo	sc	ne	260	56	42	64	34	39	25
Plegadis chihi	Ibis ojos rojos	sc	ne	16				2		14
Polioptila caerulea	Perlita azulgris	sc	ne	106				37	40	29
Psittacara holochlorus	Perico mexicano	A	ne	9						9
Quiscalus mexicanus	Zanate mayor	sc	ne	588	93	108	133	92	59	103
Sayornis nigricans	Papamoscas negro	sc	ne	32	6		6	10	5	5
Sayornis phoebe	Papamoscas fibí	sc	ne	21				5	5	11
Sceloporus cyanogenys	Lagartija espinosa azul	sc	N	39	5	2	9	10	8	5
Selasphorus rufus	Zumbador canelo	sc	ne	2						2
Setophaga coronata	Chipe rabadilla amarilla	sc	ne	30				13	6	11
Setophaga petechia	Chipe amarillo	sc	ne	12	1		1	5	2	3
Sialia sialis	Azulejo garganta canela	sc	ne	8				4		4
Spatula discors	Cerceta alas azules	sc	ne	54	13		17			24
Spinus psaltria	Jilguerito dominico	sc	ne	38				17	9	12
Spizella passerina	Gorrión cejas blancas	sc	ne	48				11	14	23
Sturnella magna	Pradero tortillaconchile	sc	ne	74	17	17	18	9	5	8
Sylvilagus audubonii	Conejo del desierto	sc	N	156	29	29	37	23	15	23
Tachycineta bicolor	Golondrina bicolor	sc	ne	146				43	29	74
Thryomanes bewickii	Saltapared cola larga	sc	ne	4	2		2			
Toxostoma curvirostre	Cuicacoche pico curvo	sc	ne	69				28	17	24
Troglodytes aedon	Saltapared común	sc	ne	15				7	4	4

Consulta Pública

Nombre científico	Nombre común	NOM-059	Endemismo	No.de individuos	Presencia					
					Lluvias			Secas		
					AI	AP	RE	AI	AP	RE
Turdus migratorius	Mirlo primavera	sc	ne	11					4	7
Tyrannus couchii	Tirano cuír	sc	ne	162	34	37	42	19	13	17
Tyrannus forficatus	Tirano tijereta rosado	sc	ne	123	22	22	20	19	19	21
Tyrannus melancholicus	Tirano pirirí	sc	ne	134	23	18	25	23	22	23
Vireo griseus	Vireo Ojos Blancos	sc	ne	93	14		18	21	17	23
Zenaida asiatica	Paloma alas blancas	sc	ne	1013	209	119	234	138	124	189

Nota: La base de datos se incluye en el anexo 3.10 Fauna y los mapas georreferenciados de la ubicación de las especies en alguna categoría de riesgo, los archivos kmz, y los mapas de distribución existentes de acuerdo con la CONABIO de las especies reportadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la de la lista roja de la IUCN en el anexo 3.10 Fauna.

En la temporada de lluvias se registraron 4946 individuos de 64 especies, distribuidas en 19 órdenes, de los cuales los passeriformes es el orden con mayor riqueza de especies. Del total de registros, tres especies se encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y dos especies presentan algún tipo de endemismo. Mientras que en la temporada de secas se registraron 4018 individuos de 84 especies distribuidas en 20 órdenes, de los cuales también destaca el orden de los passeriformes. Se reportan seis especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y cuatro con algún endemismo.

Además, se identificaron cinco especies catalogadas de acuerdo con la lista roja (IUCN)

Consulta Pública

Tabla 65 Especies registradas en la lista roja (IUCN)

Nombre científico	Nombre común	IUCN	No.de individuos	Lluvias			Secas		
				AP	AI	RE	AP	AI	RE
Chaetura pelagica	Vencejo de Chimenea	VU	19	-	8	11	-	-	-
Colinus virginianus	Codorniz cotuí	NT	40	-	10	10	-	-	14
Selasphorus rufus	Zumbador canelo	NT	2	-	-	-	-	-	2
Lanius ludovicianus	Verdugo americano	NT	4	-	2	2	-	-	-
Sturnella magna	Pradero torillaconchile	NT	74	17	17	18	5	9	8

Nota: Se incluyen los mapas existentes de acuerdo con la IUCN dentro del anexo 3.10 Fauna

Se registra la presencia de 24 especies migratorias y seis especies transitorias.

Tabla 66 Estacionalidad de las especies reportadas

Nombre científico	Nombre común	Estacionalidad	Individuos	Lluvias			Secas		
				AP	AI	RE	AP	AI	RE
Accipiter striatus	Gavilán pecho canela	MI	3	-	-	-	-	3	-
Actitis macularius	Playero alzacolita	MI	21	-	-	-	-	6	15
Archilochus alexandri	Colibrí barba negra	MV	15	3	2	2	3	3	2
Athene cunicularia	Tecolote llanero	MI	15	-	-	-	4	4	7
Bombycilla cedrorum	Chinito	MI	11	-	-	-	7	2	2
Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	MI	60	12	11	12	13	12	-
Buteo swainsoni	Aguililla de Swainson	T	9	-	-	-	-	4	5
Circus hudsonius	Gavilán rastrero	MI	4	-	-	-	-	-	4
Chaetura pelagica	Vencejo de Chimenea	T	19	-	8	11	-	-	-
Falco sparverius	Cernícalo americano	MI	31	-	-	-	4	12	15
Leiothlypis celata	Chipe oliváceo	MI	20	-	-	-	4	8	8

Consulta Pública

Nombre científico	Nombre común	Estacionalidad	Individuos	Lluvias			Secas		
				AP	AI	RE	AP	AI	RE
Melospiza lincolnii	Gorrión de Lincoln	MI	68	-	-	-	13	28	27
Molothrus ater	Tordo cabeza café	MI	160	15	73	72	-	-	-
Passerina ciris	Colorín sietecolores	T	11	2	4	5	-	-	-
Passerina cyanea	Colorín azul	MI	14	-	-	-	2	7	5
Passerina versicolor	Colorín morado	MV	3	1	1	1	-	-	-
Pelecanus erythrorhynchos	Pelícano blanco americano	MI	16	-	-	-	-	-	16
Piranga ludoviciana	Piranga capucha roja	T	14	-	-	-	6	-	8
Plegadis chihi	Ibis ojos rojos	MI	16	-	-	-	-	2	14
Sayornis nigricans	Papamoscas negro	MI	32	-	6	6	5	10	5
Sayornis phoebe	Papamoscas fibí	MI	21	-	-	-	5	5	11
Selasphorus rufus	Zumbador canelo	T	2	-	-	-	-	-	2
Setophaga coronata	Chipe rabadilla amarilla	MI	24	-	-	-	-	13	11
Setophaga petechia	Chipe amarillo	T	10	-	1	1	-	5	3
Sialia sialis	Azulejo garganta canela	MI	8	-	-	-	-	4	4
Spizella passerina	Gorrión cejas blancas	MI	48	-	-	-	14	11	23
Tachycineta bicolor	Golondrina bicolor	MI	146	-	-	-	29	43	74
Troglodytes aedon	Saltapared común	MI	15	-	-	-	4	7	4
Turdus migratorius	Mirlo primavera	MI	11	-	-	-	4	-	7
Tyrannus forficatus	Tirano tijereta rosado	MV	123	22	22	20	19	19	21

Consulta Pública

3.3.11.2.5.4 Curvas de acumulación de especies

Temporada de lluvias

Tabla 67 Estimación de especies por área durante la temporada de lluvias

Área	Riqueza (S)	Bootstrap	Chao 1	Chao 2
AP	47	48.94	47.25	48.94
AI	59	62.90	63.20	65.15
RE	61	63.80	63	64.14

La curva de acumulación de especies proyecta un panorama donde el registro de organismos desciende a valor menor a 1 después de unidad o sitio 12 en el AP, 14 para el AI, y para la RE desde el 13 sitio, por lo que no existe la probabilidad de que se encuentren especies nuevas en el AP, AI y para la RE. La gráfica presenta una curva bien definida con relación al descenso de registros de riqueza llegando casi a la asíntota. Aunado a lo anterior, las estimaciones de riqueza de Boostrap y Chao sugieren que la región alberga entre 1 y 6 especies adicionales a las observadas durante el trabajo de campo.

Pública

Figura 53 Curva de acumulación de especies en el AP

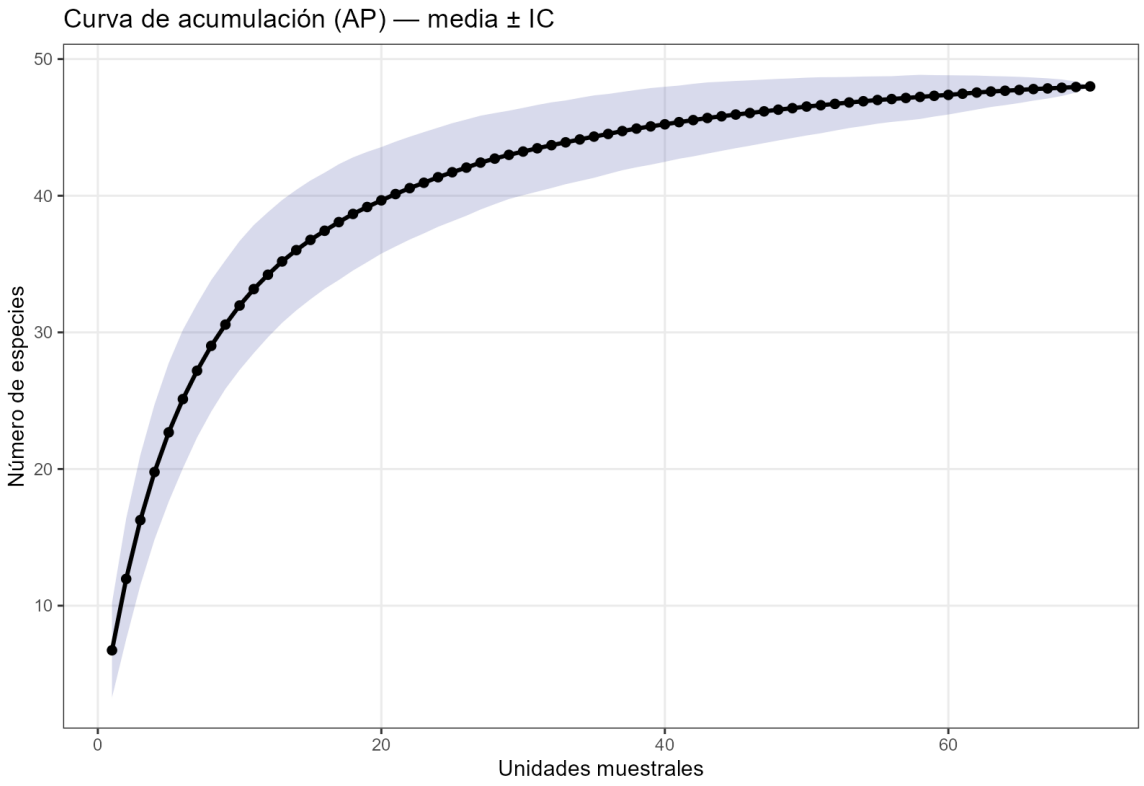


Figura 54 Curva de acumulación de especies del AI.

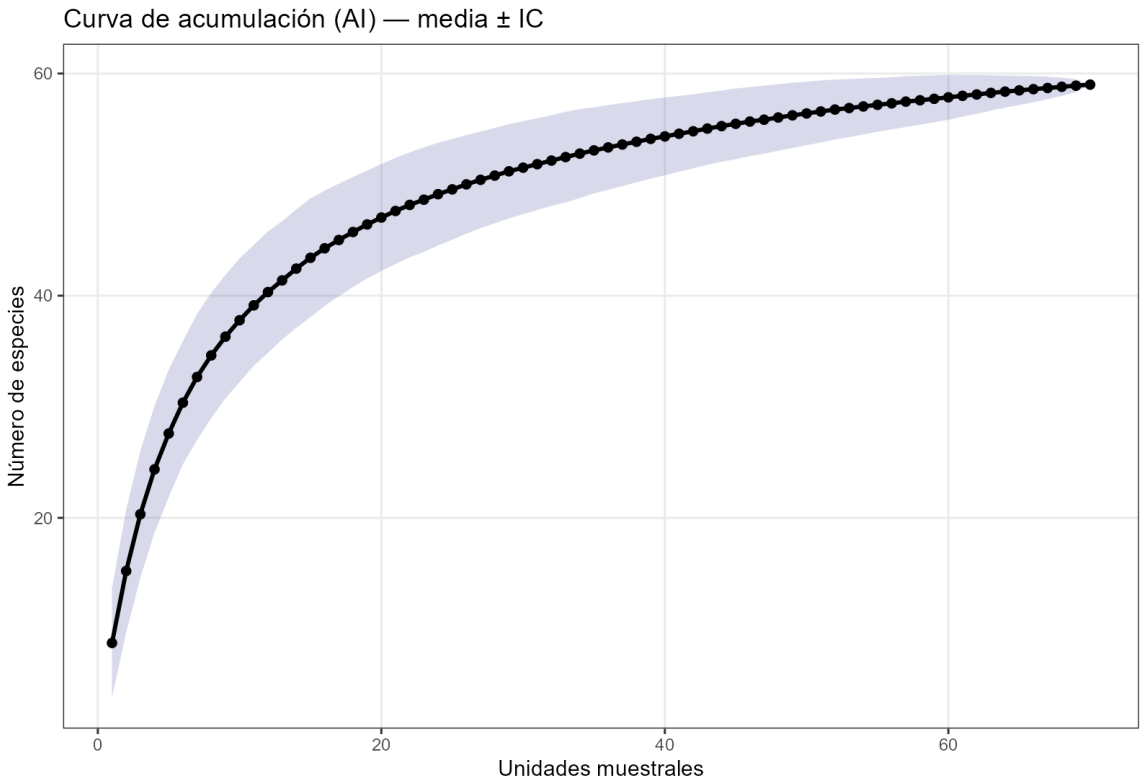
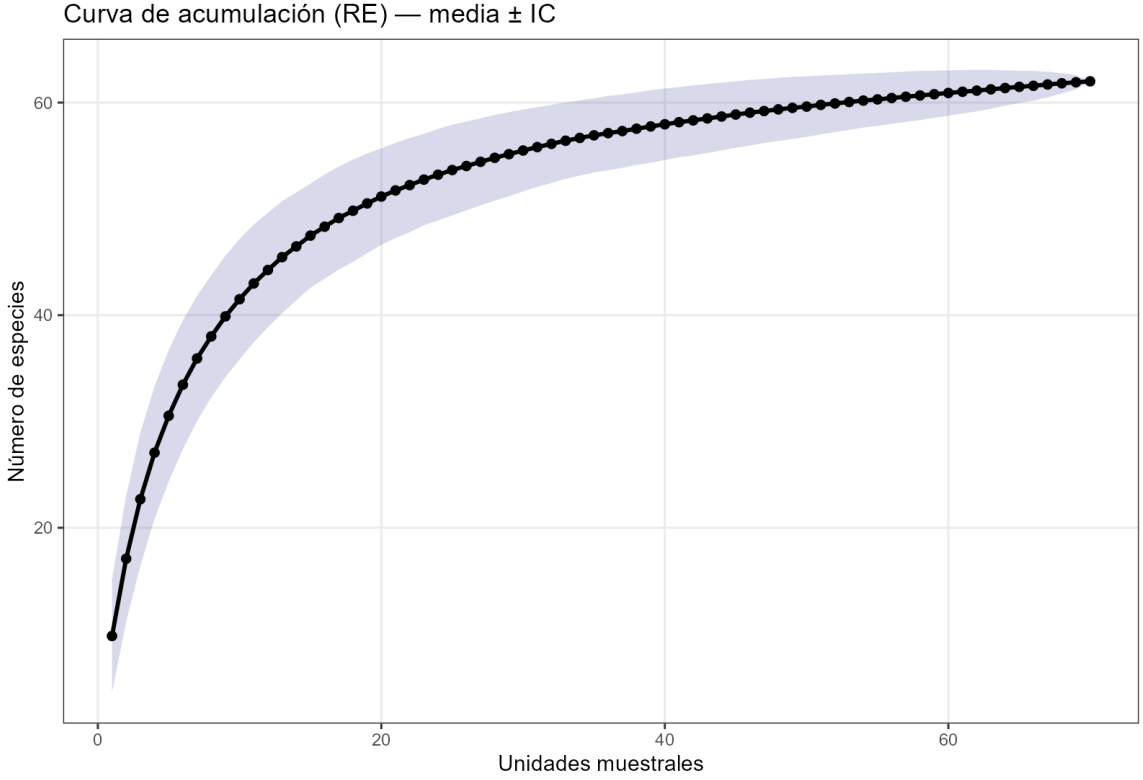


Figura 55 Curva de acumulación de especies de la RE



Temporada de secas

Tabla 68 Estimación de especies por área durante la temporada de secas

Área	Riqueza (S)	Bootstrap	Chao 1	Chao 2
AP	67	68.86	67	68.26
AI	75	77.15	75.25	76.38
RE	82	83.85	82	83.30

La curva de acumulación de especies proyecta un panorama donde el registro de organismos desciende a valor menor a 1 después de unidad o sitio 18 para el AP, 20 en el AI, y en la 19 de la RE por lo que no existe la probabilidad de que se encuentren especies nuevas, la gráfica presenta una curva bien definida con relación al descenso de registros de riqueza llegando casi a la asíntota. Aunado a lo anterior, las estimaciones de riqueza de Boostrap y Chao sugieren que la región alberga entre 1 y 2 especies adicionales a las observadas durante el trabajo de campo.

Figura 56 Curva de acumulación de especies en el AP.

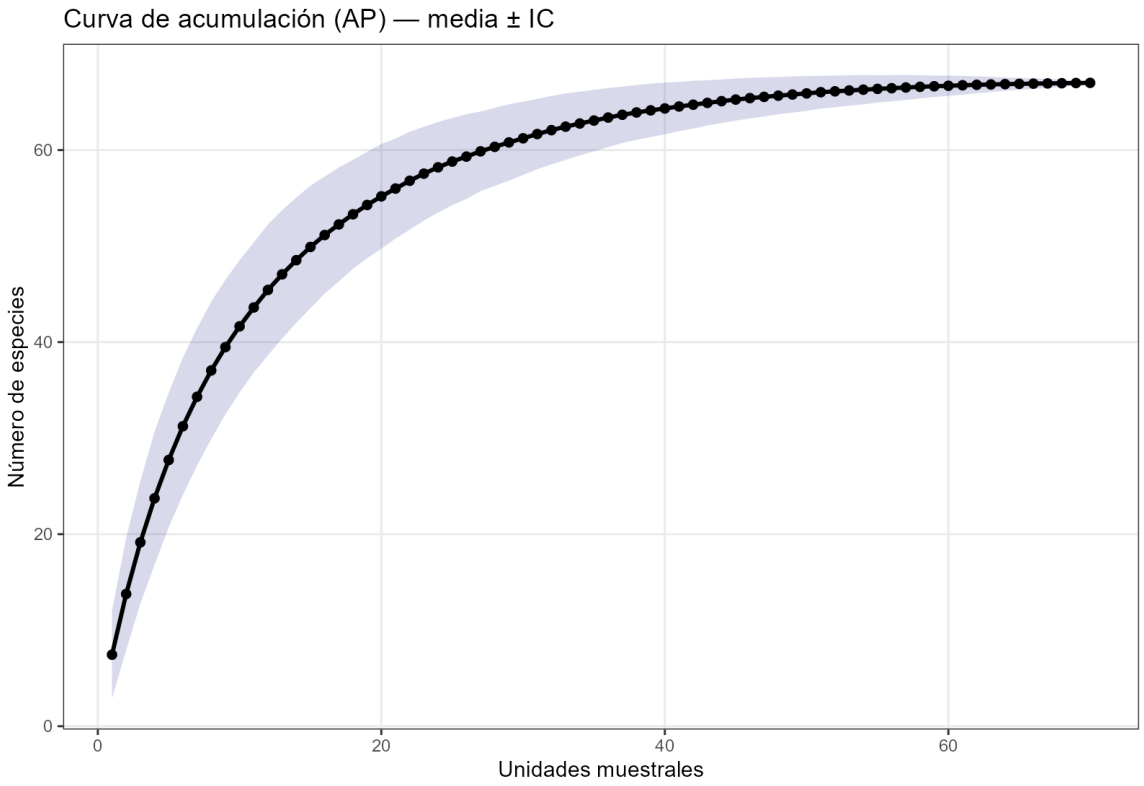
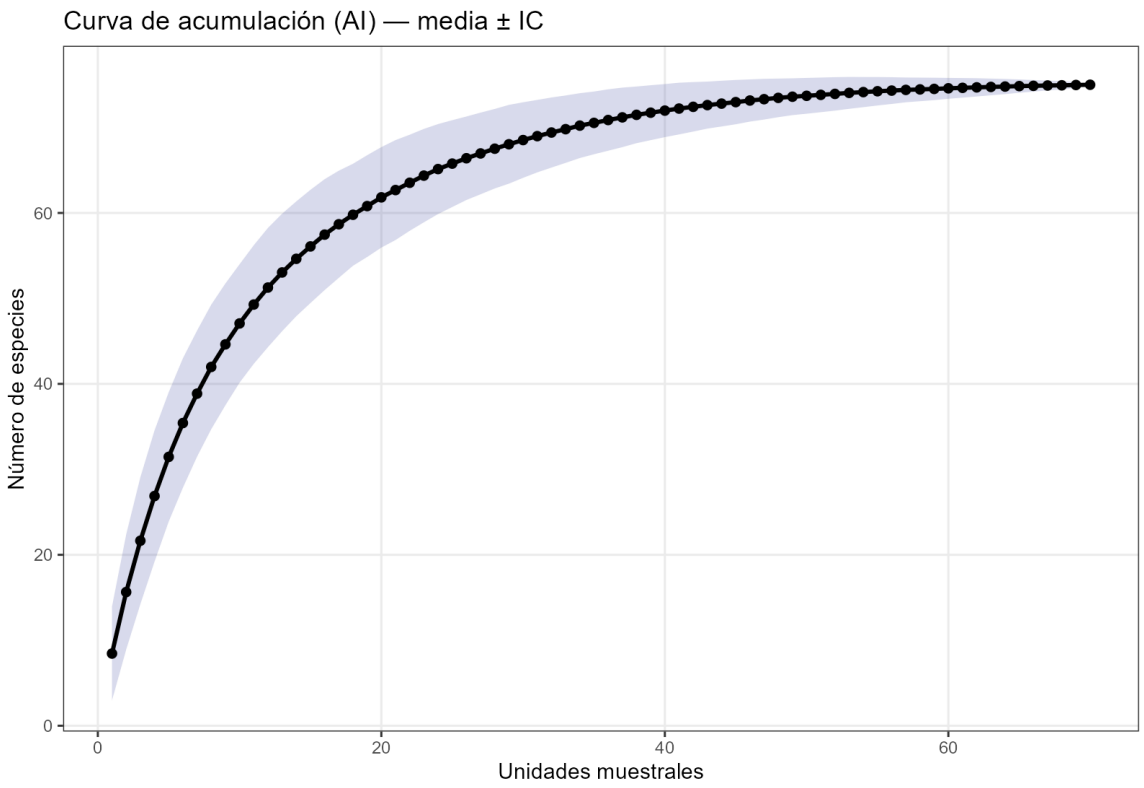
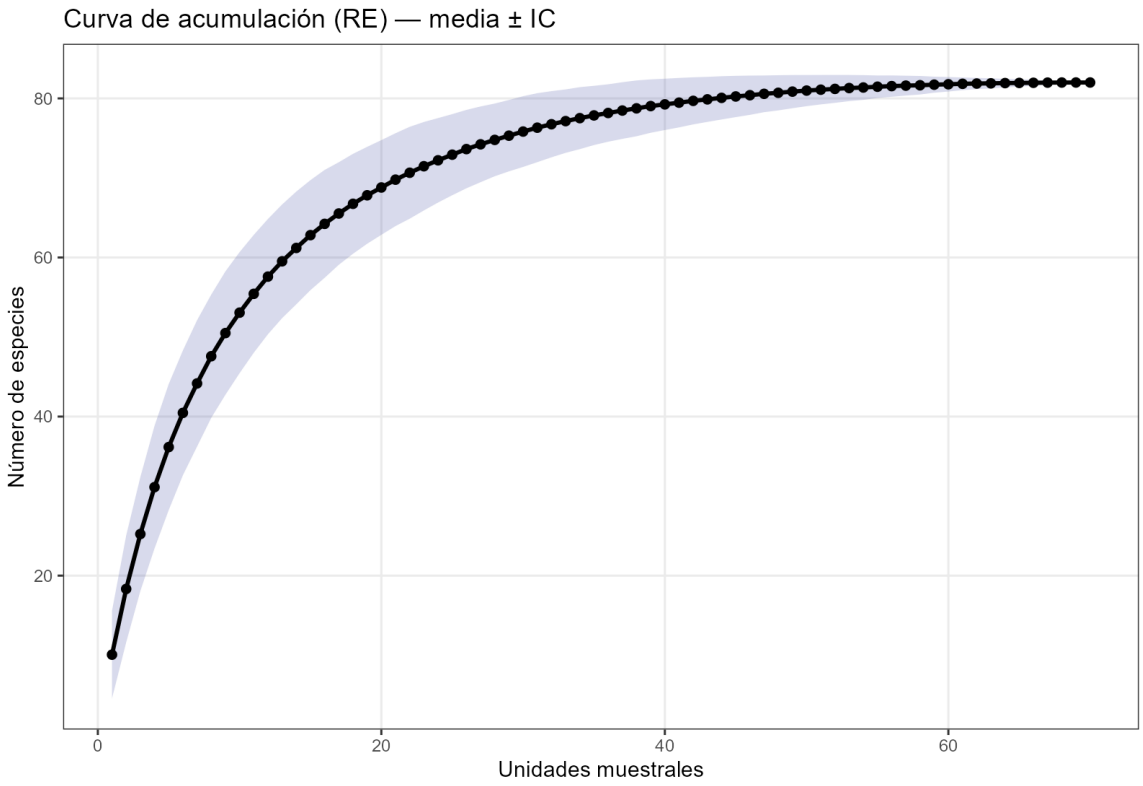


Figura 57 Curva de acumulación en el AI.



Consulta

Figura 58 Curva de acumulación de especies en la RE.



Consulta

3.3.11.2.5.5 índices de diversidad biológica

Tabla 69. Índices de diversidad biológica obtenidos

Índices de diversidad biológica									
Grupo	**Índice**	**Parámetro**	**Lluvias**			**Secas**			**Análisis y conclusiones**
			AP	**AI**	**RE**	**AP**	**AI**	**RE**	
Mamíferos	Margalef	Riqueza	1.11	1.07	1.20	1.10	1.30	1.29	La riqueza (Margalef) es baja a moderada (1.07-1.30), similar entre zonas y estaciones, con un ligero aumento en secas. La dominancia (Simpson 0.71-0.81) es alta, indicando pocas especies concentrando la mayoría de registros. La diversidad de Shannon-Weaver (1.44-1.79) es baja-media, mayor en secas. La equidad (Pielou 0.78-0.92) es alta, mostrando que las especies presentes están relativamente bien distribuidas en abundancia.
	Simpson	Dominancia	0.71	0.72	0.72	0.75	0.79	0.81	
	Shannon-Weave	Diversidad	1.44	1.49	1.52	1.59	1.69	1.79	
	Pielou	Equidad	0.81	0.83	0.78	0.89	0.87	0.92	
Aves	Margalef	Riqueza	5.26	6.12	6.13	8.27	8.76	9.58	Es el grupo con mayor riqueza (Margalef 5.26-9.58) y diversidad (Shannon 3.16-3.74) de las tres, reflejando la alta movilidad y detectabilidad del grupo. La dominancia es muy alta (0.94-0.96) en todas las zonas, sugiriendo pocas especies muy abundantes junto a muchas raras. La equidad se mantiene estable (0.84-0.89). Todos los índices son ligeramente superiores en la temporada de secas.
	Simpson	Dominancia	0.94	0.94	0.95	0.96	0.96	0.96	
	Shannon-Weave	Diversidad	3.16	3.23	3.26	3.60	3.67	3.74	
	Pielou	Equidad	0.87	0.84	0.85	0.89	0.89	0.88	
Reptiles	Margalef	Riqueza	0.76	1.52	1.34	0.67	1.23	1.06	Presenta la riqueza más baja y variable (0.67-1.52), con AI y RE mostrando mayores valores que AP. La dominancia es intermedia (0.54-0.73), la más baja de los tres grupos, indicando una comunidad algo más equilibrada en abundancias. La diversidad de Shannon (0.93-1.44) es la menor registrada. La equidad es alta (0.79-0.96), consistente en ambas temporadas.
	Simpson	Dominancia	0.54	0.68	0.70	0.62	0.72	0.73	
	Shannon-Weave	Diversidad	0.93	1.41	1.44	1.02	1.40	1.33	
	Pielou	Equidad	0.84	0.79	0.81	0.93	0.87	0.96	
Números de Hill	q0	Riqueza	47	59	61	67	75	82	La riqueza real (q0) aumenta claramente de lluvias (47-61) a secas (67-82), y de AP hacia RE en ambas temporadas. Las especies abundantes (q1) y dominantes (q2) siguen el mismo patrón, con incrementos proporcionales de AP < AI < RE. Esto sugiere que la zona RE mantiene mayor diversidad efectiva y que la temporada de secas favorece la detección de más especies en general.
	q1	Abundantes	27.89	30.38	31.79	43.14	46.49	48.52	
	q2	Dominantes	20.65	20.93	21.78	29.03	30.82	29.30	

Nota: La memoria de cálculo se incluye dentro del anexo 3.10 Fauna

Consulta Pública

Índice de Valor Ecológico								
Grupo	Área	Especie	IVE	Especie	IVE	Especie	IVE	Análisis
Mamíferos (lluvias)	AP	*Lepus californicus*	93.50	*Sylvilagus audubonii*	77.98	*Ictidomys parvidens*	43.56	Lepus californicus domina de forma consistente en las 3 áreas (90.5-97.07), con mayor ventaja sobre Sylvilagus audubonii en RE. Comunidad poco equitativa, liderada por una sola especie.
	AI	*Lepus californicus*	90.50	*Sylvilagus audubonii*	75.21	*Ictidomys parvidens*	62.82	
	RE	*Lepus californicus*	97.07	*Sylvilagus audubonii*	64.76	*Ictidomys parvidens*	44.25	
Mamíferos (secas)	AP	*Lepus californicus*	95.72	*Sylvilagus audubonii*	52.09	*Ictidomys parvidens*	49.73	La dominancia de Lepus californicus se reduce frente a Sylvilagus audubonii, sobre todo en AI y RE, donde la brecha entre 1ª y 2ª especie se estrecha. Comunidad más equilibrada que en lluvias.
	AI	*Lepus californicus*	76.18	*Sylvilagus audubonii*	52.62	*Ictidomys parvidens*	51.24	
	RE	*Lepus californicus*	72.09	*Sylvilagus audubonii*	56.94	Ictidomys parvidens	48.69	
Aves (lluvias)	AP	*Zenaida asiatica*	18.80	*Passer domesticus*	17.94	*Quiscalus mexicanus*	17.83	IVE bajos y cercanos entre especies (10-22). Zenaida asiatica lidera con margen estrecho sobre Passer domesticus. Alta diversidad y baja dominancia.
	AI	*Zenaida asiatica*	21.92	*Passer domesticus*	16.41	*Molothrus aeneus*	13.68	
	RE	*Zenaida asiatica*	21.10	*Passer domesticus*	17.21	*Quiscalus mexicanus*	14.74	
Aves (secas)	AP	*Zenaida asiatica*	20.07	*Quiscalus mexicanus*	11.65	*Agelaius phoeniceus*	11.59	Patrón similar a lluvias, con recambio de especies secundarias (Quiscalus mexicanus, Agelaius phoeniceus, Cathartes aura). Comunidad estable y equitativa entre temporadas.
	AI	*Zenaida asiatica*	17.79	*Quiscalus mexicanus*	12.17	*Agelaius phoeniceus*	10.36	
	RE	*Zenaida asiatica*	18.83	*Quiscalus mexicanus*	10.90	*Cathartes aura*	9.99	
Reptiles (lluvias)	AP	*Anolis carolinensis*	112.12	*Sceloporus cyanogenys*	58.62	*Phrynosoma cornutum*	41.84	Anolis carolinensis domina claramente, con pico marcado en RE (156.41), muy por encima de AP y AI: condiciones especialmente favorables en esa área durante lluvias.
	AI	*Anolis carolinensis*	104.94	*Sceloporus cyanogenys*	61.20	*Aspidoscelis gularis*	44.20	
	RE	*Anolis carolinensis*	156.41	*Aspidoscelis gularis*	79.49	*Sceloporus cyanogenys*	64.10	
Reptiles (secas)	AP	*Anolis carolinensis*	128.77	*Sceloporus cyanogenys*	108.77	*Aspidoscelis gularis*	62.46	La dominancia de Anolis carolinensis se diluye: en AI es superada por Sceloporus cyanogenys y en

Consulta Pública

Índice de Valor Ecológico								
	AI	*Sceloporus cyanogenys*	88.57	*Anolis carolinensis*	81.33	*Aspidoscelis gularis*	55.05	RE quedan prácticamente empatadas (89.58 cada una).
	RE	*Anolis carolinensis*	89.58	*Sceloporus cyanogenys*	89.58	*Aspidoscelis gularis*	70.00	
Anfibios (lluvias)	AP	-	-	-	-	-	-	Lithobates berlandieri es la única especie registrada en las tres zonas. Esto limita la capacidad para reflejar adecuadamente la estructura de los anfibios en el estudio.
	AI	*Lithobates berlandieri*	-	-	-	-	-	
	RE	*Lithobates berlandieri*	-	-	-	-	-	
Anfibios (secas)	AP	-	-	-	-	-	-	No se registraron anfibios en ninguna de las zonas (AP, AI, RE) durante la temporada de secas. La ausencia total de registros sugiere que la actividad o detectabilidad de este grupo depende fuertemente de la disponibilidad de agua y humedad, limitándose casi por completo a la temporada de lluvias.
	AI	-	-	-	-	-	-	
	RE	-	-	-	-	-	-	

Nota: La memoria de cálculo se incluye dentro del anexo 3.10 Fauna

Consulta Pública

3.3.11.2.5.6 Índices de similitud

Con el fin de graficar de manera simple las tablas de similitud, los ensambles se abrevian como se indica a continuación:

Tabla 70 Abreviación de ensambles

MRE	Mamíferos del RE
ARE	Aves del RE
RRE	Reptiles del RE
ANRE	Anfibios del RE
GRE	General del RE
MAI	Mamíferos del AI
AAI	Aves del AI
RAI	Reptiles del AI
ANAI	Anfibios del AI
GAI	General del AI
MAP	Mamíferos del AP
AAP	Aves del AP
RAP	Reptiles del AP
ANAP	Anfibios del AP
GAP	General del AP

Temporada de lluvias

El análisis comparativo de los cuatro dendrogramas de similitud (cualitativos: Sørensen-Dice y Jaccard; cuantitativos: Horn y Morisita) confirma un patrón consistente de homogeneidad ecológica regional, en el que las comunidades de vertebrados terrestres se estructuran estrictamente por afinidad taxonómica y no por la zona de muestreo (AP, AI o RE). Esta convergencia entre los índices basados en presencia-ausencia y en abundancia relativa fortalece la robustez de la interpretación, descartando que la topología observada sea un artefacto metodológico de un solo enfoque.

En los cuatro modelos, las aves (AAI, AAP, ARE) se agrupan de forma temprana y directa con los inventarios generales (GAI, GAP, GRE), alcanzando niveles de similitud sumamente altos: superiores a 0.64–0.98 en los índices cualitativos (Jaccard y Sørensen-Dice) y por encima de 0.93–0.99 en los cuantitativos (Horn y Morisita). Destaca la afinidad entre AAI y ARE, así como entre GRE y GAI, demostrando que la composición avifaunística domina ampliamente la fisonomía y estructura de la comunidad global, manteniendo una equivalencia de especies y abundancias prácticamente idéntica entre las tres zonas de estudio.

Los mamíferos (MAI, MAP, MRE) y los reptiles (RAI, RAP, RRE) forman agrupamientos monocladísticos internos extremadamente sólidos en todos los dendrogramas. Los mamíferos alcanzan similitudes intra-clase superiores a 0.85 en Jaccard y Sørensen-Dice, rozando la identidad perfecta (~0.99–1.00) en Horn y Morisita (con un nodo inicial idéntico entre MAI y MRE). Por su parte, los reptiles forman un cluster congruente enlazado entre 0.50 y 0.98 según el índice. Sin embargo, ambas clases se unen al bloque principal (aves-general) o se separan en nodos basales con valores de

Consulta Pública

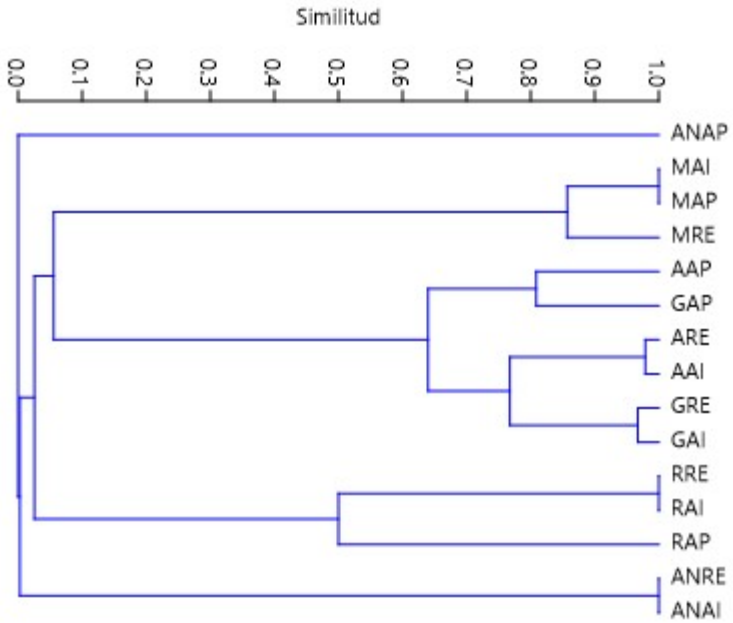
similitud reducidos (cercanos a 0.03–0.18 en Horn, Morisita y Sørensen-Dice, y ~0.05 en Jaccard), reflejando una elevada homogeneidad biológica interna entre el AP, el AI y la RE, pero con una clara diferenciación composicional respecto al resto de la fauna.

Los anfibios constituyen el grupo más divergente del análisis. En los cuatro dendrogramas, la clase muestra una fragmentación basal absoluta: ANAP se segrega individualmente en la bifurcación más profunda del árbol (similitud de 0.00), mientras que ANRE y ANAI forman un par aislado con similitud idéntica de 1.00 pero desconectado de la base del sistema (similitud basal cercana a 0.00–0.03). Este aislamiento acentuado no es un artefacto de muestreo, sino la respuesta esperada a sus estrictas restricciones ecofisiológicas y de microhábitat acuático/húmedo, manteniéndose cohesionados entre sí en ciertos puntos pero desconectados del resto de los vertebrados terrestres.

En conjunto, la concordancia entre los cuatro índices permite concluir con solidez que la fauna del área de estudio se comporta como un continuo biológico fuertemente estructurado por grupo taxonómico. El hallazgo clave es que el AP y el AI mantienen una conectividad ecológica sólida y compartida con la RE, sin evidencias de fragmentación o excepcionalidad ambiental entre polígonos, salvo por la segregación ecofisiológica esperada del grupo de anfibios.

Nota: La memoria de cálculo se incluye dentro del anexo 3.10 Fauna

Figura 59 índice de Jaccard



Pública

Figura 60 Índice de Morisita

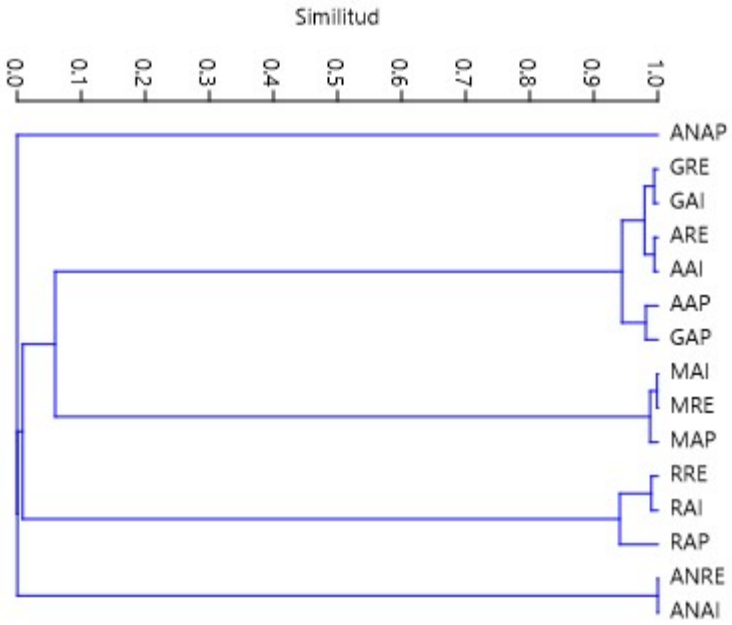


Figura 61 Índice de Sorensen-Dice

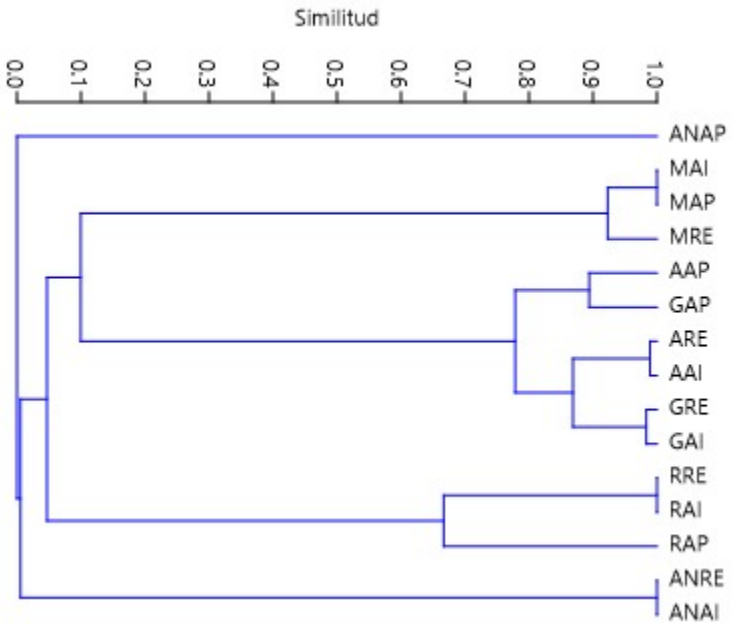
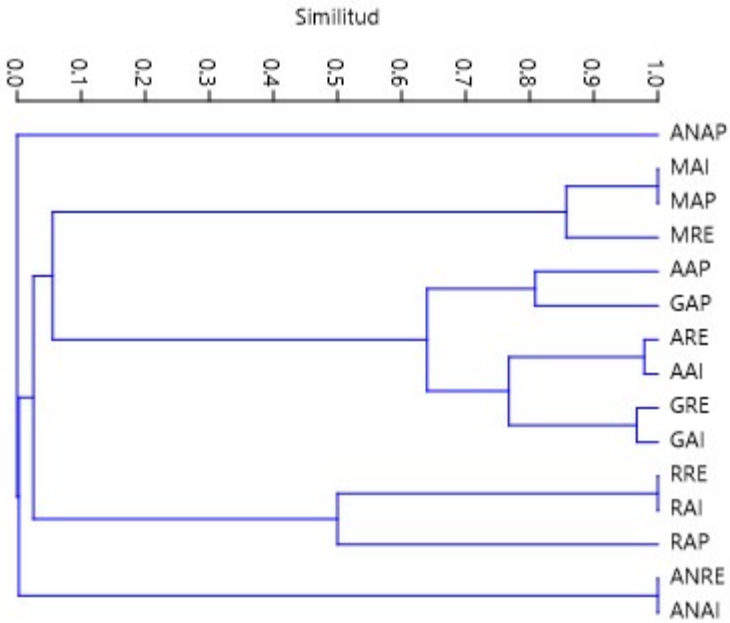


Figura 62 Índice de Horn



Temporada de secas

El análisis comparativo de los cuatro dendrogramas de similitud en la temporada de secas (cualitativos: Sørensen-Dice y Jaccard; cuantitativos: Horn y Morisita) confirma un patrón consistente de homogeneidad ecológica regional, en el que las comunidades de vertebrados terrestres se estructuran estrictamente por afinidad taxonómica y no por la zona de muestreo (AP, AI o RE). Esta convergencia entre los índices basados en presencia-ausencia y en abundancia relativa fortalece la robustez de la interpretación, descartando que la topología observada sea un artefacto metodológico de un solo enfoque.

En los cuatro modelos, las aves (AAI, AAP, ARE) se agrupan de forma temprana y directa con los inventarios generales (GAI, GAP, GRE), alcanzando niveles de similitud excepcionalmente altos: superiores a 0.77–0.87 en los índices cualitativos (Jaccard y Sørensen-Dice) y por encima de 0.92–0.98 en los cuantitativos (Horn y Morisita). Destaca la asociación interna entre AAI-ARE y AAP-GAP, lo que indica que la composición avifaunística domina ampliamente la fisonomía y estructura de la comunidad global, manteniendo una equivalencia de especies y abundancias prácticamente idéntica entre las tres zonas de estudio durante el estiaje.

Los mamíferos (MAI, MAP, MRE) y los reptiles (RAI, RAP, RRE) forman agrupamientos monocladísticos internos extremadamente sólidos en todos los dendrogramas. Los mamíferos se enlazan a niveles de similitud de 0.85 a 0.98 en Jaccard y Sørensen-Dice, alcanzando la identidad perfecta o casi perfecta (~0.95–1.00) entre MAI y MRE en Horn y Morisita. Por su parte, los reptiles conforman un cluster robusto unido entre 0.67 y 0.98 según el índice (destacando el par RRE-RAI). Sin embargo, ambos grupos se conectan al bloque principal (aves-general) o se separan en nodos basales con valores de similitud muy bajos (cercanos a 0.02–0.18 en Horn, Jaccard y Sørensen-Dice,

Consulta P

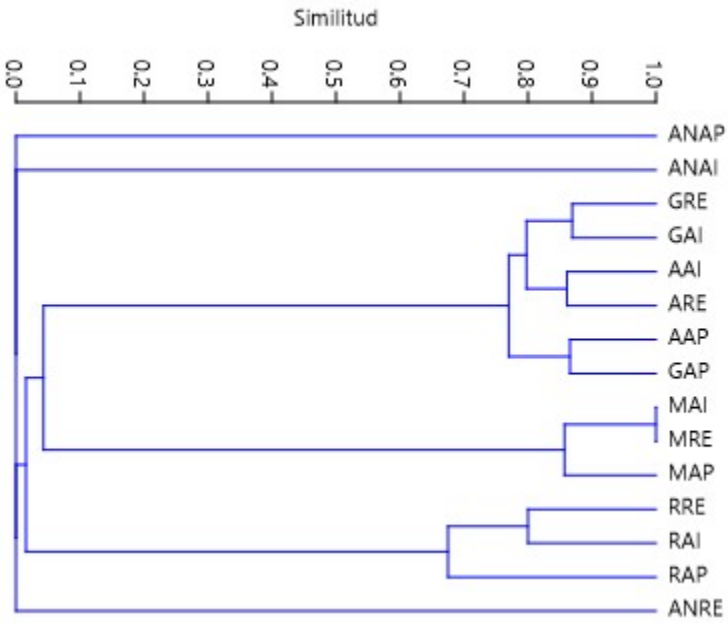
y ~0.07 en Morisita). Esto refleja una elevada homogeneidad intra-clase entre el AP, el AI y la RE, aunque con una clara diferenciación composicional respecto a la avifauna.

Los anfibios (ANAP, ANAI, ANRE) constituyen el grupo más divergente del análisis. En los cuatro dendrogramas, ANAP y ANAI se segregan individualmente desde las bifurcaciones basales más profundas (similitud de 0.00), mientras que ANRE se une de forma tardía o aislada en la base externa del árbol. Este aislamiento acentuado —especialmente crítico durante la temporada de secas debido a la contracción de cuerpos de agua y microhábitats húmedos— no es un artefacto de muestreo, sino la respuesta esperada a sus restricciones ecofisiológicas, manteniéndose desconectados del resto de la fauna terrestre regional.

En conjunto, la concordancia entre los cuatro índices permite concluir que la fauna del área de estudio se comporta como un continuo biológico fuertemente estructurado por grupo taxonómico. El hallazgo clave es que el AP y el AI mantienen una conectividad ecológica sólida y compartida con la RE, sin evidencias de fragmentación o excepcionalidad ambiental entre polígonos, salvo por la segregación esperada del grupo de anfibios por el estiaje.

Nota: La memoria de cálculo se incluye dentro del anexo 3.10 Fauna

Figura 63 Índice de Jaccard



Pública

Figura 64 Índice de Morisita

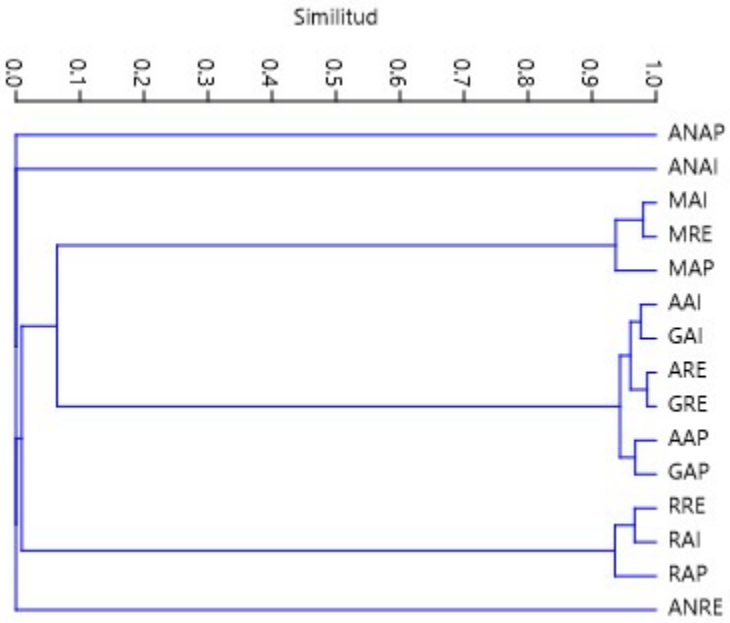


Figura 65 Índice de Sorensen-Dice

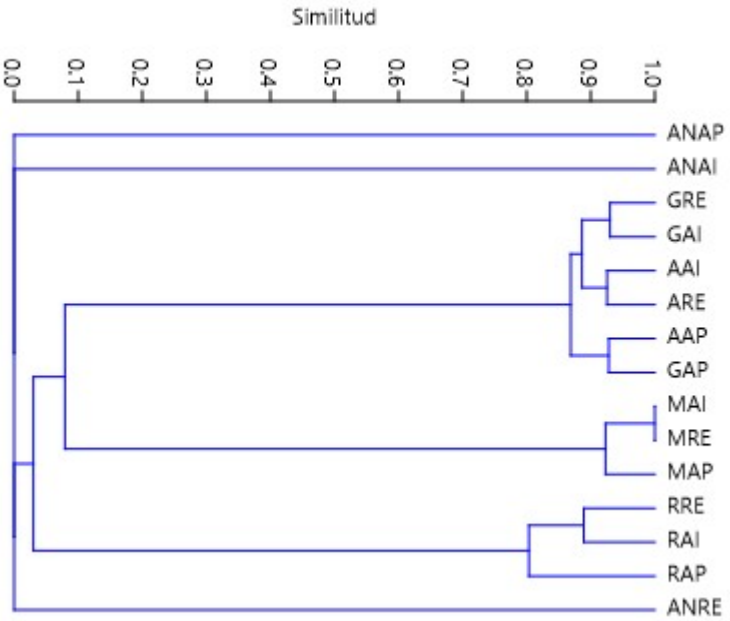
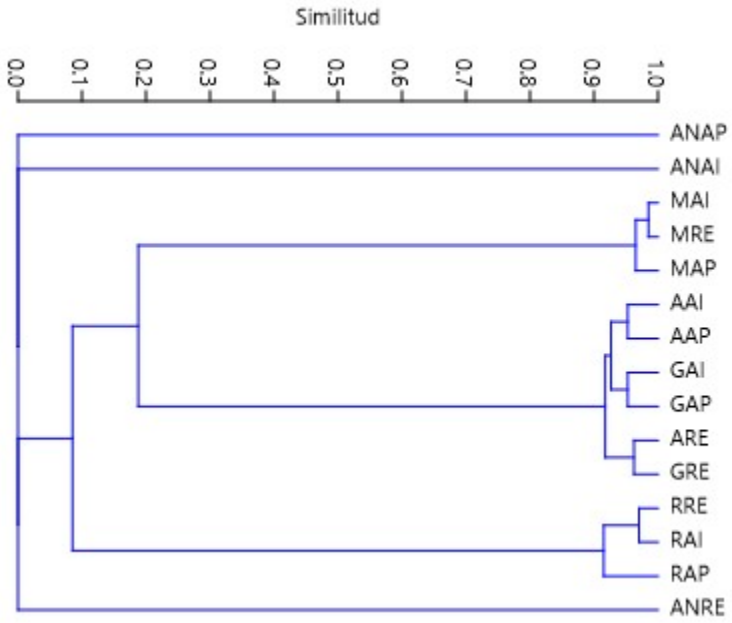


Figura 66 índice de Horn



3.3.11.2.6 Análisis de la fauna al interior de la región ecológica

La Región Ecológica (RE) se consolida como la unidad de mayor diversidad efectiva y estabilidad poblacional de todo el sistema de estudio. Los análisis cuantitativos demostraron que la riqueza real ($q0$), las especies abundantes ($q1$) y las dominantes ($q2$) incrementan de manera sostenida siguiendo la tendencia $AP < AI < RE$ en ambas estaciones del año. En general, la RE sostiene una riqueza real que aumenta de 47–61 especies en lluvias a 67–82 especies durante secas, un comportamiento respaldado por las curvas de acumulación que alcanzaron la asíntota a partir del sitio 13 en lluvias y del 19 en secas, proyectando un muestreo casi exhaustivo con un remanente estimado de solo 1 a 6 especies por registrar.

Al evaluar la dinámica taxonómica interna, la avifauna de la RE (ARE) destaca por registrar los valores más elevados de riqueza (Margalef 5.26–9.58) y diversidad (Shannon 3.16–3.74), caracterizándose por una comunidad bien estructurada donde especies dominantes como *Zenaida asiatica* alternan abundancias con un recambio de especies secundarias (*Quiscalus mexicanus*, *Agelaius phoeniceus*, *Cathartes aura*) en la temporada de estiaje. Los mamíferos (MRE), por su parte, transitan de una comunidad marcadamente dominada por *Lepus californicus* durante las lluvias (con proporciones del 90.5 al 97.07%) hacia una ensambladura más equitativa y equilibrada en secas, debido al estrechamiento en la brecha poblacional frente a *Sylvilagus audubonii*.

Por otro lado, la herpetofauna de la RE exhibe adaptaciones estacionales fuertemente marcadas en su distribución. Durante la época de lluvias, la RE ofrece microhábitats altamente favorables para los reptiles, registrando un pico de dominancia de *Anolis carolinensis* (IVE de 156.41) significativamente mayor que en el AP y el AI, el cual se diluye en secas al quedar en paridad de abundancia con

Consulta P

Sceloporus cyanogenys (89.58 cada una). En contraste, los anfibios de la RE (ANRE) constituyen el gremio con mayor sensibilidad ambiental: en lluvias únicamente se reportó a *Lithobates berlandieri*, mientras que la temporada de secas provocó una ausencia total de registros por la desecación de los cuerpos de agua, condicionando por completo la actividad del grupo a la humedad estacional.

El análisis comparativo de los dendrogramas de similitud (Jaccard, Sørensen-Dice, Horn y Morisita) demuestra que la RE no actúa de forma aislada, sino que mantiene una alta conectividad composicional con el resto del área de estudio. Las aves e inventarios generales de la RE (ARE y GRE) muestran niveles de similitud excepcionales con las demás zonas (superiores a 0.77 en cualitativos y 0.92 en cuantitativos), mientras que los mamíferos (MRE) y reptiles (RRE) conforman clusters monocladísticos idénticos o estrechamente ligados con el AI y el AP. Salvo por la segregación basal de los anfibios debido a sus restricciones ecofisiológicas, la RE opera como un continuo biológico integrado y homogéneo a nivel regional.

Por último, la fauna registrada dentro del AP no posee características excepcionales que la distingan de la presente en el RE y el AI o la región adyacente. Cabe destacar que como parte de los estudios de línea base, se realizó ya el primero de cuatro monitoreos de aves y murciélagos (abarcando diferentes estaciones del año), el cual se incluye dentro del anexo 3.10 y permitió:

- Identificar y registrar especies en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT, Lista Roja de la UICN o CITES.
- Determinar la presencia de especies endémicas y su distribución temporal (estacionalidad).
- Registrar las alturas de vuelo características de las aves presentes, particularmente las que estén en riesgo de colisión con los aerogeneradores.
- Delimitar zonas de mayor riesgo de interacción con los aerogeneradores

Con base en estos resultados, se implementarán medidas específicas para minimizar impactos. En este sentido, la comunidad biológica presente en el AP no se verá afectada significativamente ni comprometida por las actividades del Proyecto, siempre y cuando se ejecuten adecuadamente las medidas de mitigación y los programas de monitoreo y conservación propuestos, los cuales incluirán evaluaciones periódicas para verificar su efectividad.

3.3.11.3 Paisaje

Nuestro país mantiene una constante interacción reflejada en numerosos fenómenos que expresan una gran diversidad de paisajes naturales; muchos de ellos a su vez, se han transformado en paisajes humanizados caracterizados por complejos procesos e interesantes relaciones estructurales y dinámicas(García Romero & Muñoz Jiménez 2002).

El paisaje puede definirse como la percepción que se posee de un sistema ambiental. Es, por lo tanto, "el área en el que conviven los rasgos naturales, así como los influenciados por el hombre y que da lugar a una percepción visual y mental tanto individual como colectiva del conjunto de ese espacio"(Abad-Soria & García-Quiroga 2006).

De acuerdo con (Canter n.d.), el paisaje es la extensión del escenario natural observado a simple vista, o la suma total de las características que distinguen a una determinada área de la superficie de la tierra

Consulta Pública

de otras. Por su parte, el MOPT define al paisaje con base a dos enfoques: el estético y el ecológico o geográfico. Independientemente del contexto que se adopte, el paisaje liga a un factor ambiental que es percibido de manera directa o indirecta por un observador a través de todos los sentidos(Gómez-Mendoza *et al.* 2003).

La consideración del paisaje como elemento del medio ambiente implica dos aspectos fundamentales: el paisaje como elemento aglutinador de una serie de características del medio físico y la capacidad que tiene un paisaje para absorber los usos y actuaciones que se desarrollan sobre él. Uno de los mayores problemas en el desarrollo de métodos de evaluación cuantitativa de los efectos escénicos es el de la medición de las contribuciones específicas de los elementos del paisaje a la preferencia general (Buhyoff y Riesenmann, 1979), si bien casi todos los modelos coinciden en tres apartados: la visibilidad, la fragilidad del paisaje y la calidad(Martí-Vargas & Pérez-González 2001).

La visibilidad o cuenca visual es la porción de paisaje visualmente autocontenida, que abarca toda el área de visualización que un observador tiene del paisaje. La fragilidad de un paisaje es la "susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se desarrolla un uso o actuación sobre él". Se la puede considerar como una cualidad de carácter genérico y por ello intrínseca al territorio (Aguiló et al., 1995). Por calidad paisajística o calidad visual de un paisaje se entiende "el grado de excelencia de éste, su mérito para no ser alterado o destruido o de otra manera, su mérito para que su esencia y su estructura actual se conserve".

En primer lugar, se realiza una inspección del paisaje, describiendo los elementos que lo conforman (elementos bióticos y abióticos), los cuales serán la base para la evaluación; continuando con la descripción de la cuenca visual dependiendo de la ubicación del potencial espectador, lo cual sirve para localizar los elementos más frágiles, que se verán repercutidos por la construcción y operación de las obras.

Una vez colectados y analizados todos los elementos que pertenecen a la cuenca visual se hace la evaluación de la calidad del paisaje, en los diferentes planos; para determinar la calidad del paisaje de manera cuantitativa se utiliza el método de Polakowski, el cual clasifica la calidad en tres clases según lo típico o excepcional del paisaje.

Localización del Área del Proyecto

El proyecto denominado EOL La Herradura implica la preparación, construcción, operación y mantenimiento de una Parque eólico, a 32 km al suroeste de la cabecera municipal de Reynosa, en el estado de Tamaulipas.

3.3.11.3.1 Descripción del paisaje desde un enfoque ecológico

El paisaje total o ecológico, es la interpretación del paisaje como recurso, y su enfoque se basa en el estudio del contenido territorial, a través de las características ecológicas-geográficas del territorio. La importancia faunística, botánica, los valores geomorfológicos, la fisiografía, la hidrología, el grado de humanización, y los valores patrimoniales y culturales entre otros, se contemplan de forma interrelacionada. Ante una acción externa, el paisaje se manifiesta como una unidad funcional - unidad de paisaje.

Consulta Pública

Conforme a la Guía para el Estudio del Medio Físico, los paisajes resultan de la combinación de la geomorfología, el clima, la fauna y flora, el agua, las incidencias de las alteraciones de tipo natural y finalmente las modificaciones antrópicas.

3.3.11.3.1.1 Agentes modeladores del paisaje en el área de estudio

Con base en lo publicado por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes los factores que determinan el paisaje en el área de estudio son(Anon 1992):

- El relieve es el conjunto de formas y desniveles que presenta una superficie y que constituye la estructura básica de cualquier tipo de paisaje. En este caso, se situará sobre la Subprovincia fisiográfica "Llanuras de Coahuila y Nuevo León". Limita al norte y al este con el rio Bravo, a oeste con la Sierra Madre Oriental y al sureste con la Llanura Costera del Golfo Norte. Abarca parte de los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas, y se caracteriza por la presencia de llanos interrumpidos por lomeríos dispersos, bajos, de pendientes suaves y constituidos por conglomerados.
  Esta subprovincia forma parte de la región conocida como Llanura Costera o Plano Inclinado y abarca 23 138.39 km^2 de la superficie de Nuevo León; en ella se localizan totalmente los municipios de Los Al damas, Anáhuac, China, Doctor Coss, General Bravo, General Treviño, Los Herreras, Melchor Ocampo, Paras, y Vallecillo, y partes de los de Agualeguas, Cerralvo, General Terán, Lampazos de Naranjo y Los Ramones.
- La red hidrográfica dentro de la RE se identifican 2 corrientes principales, de ordenes segundo a sexto, los cuales resultan de la convergencia de escurrimientos y corrientes de agua de menor orden, siendo principalmente de primer y segundo. En cuanto el AI y AP, al presentar una estructura lineal, estos se interceptan por varios escurrimientos de bajo orden, siendo en su mayoría de primer y segundo, también presentan la característica de ser de tipo intermitente, por lo que su caudal solo se presenta en cierta temporalidad asociada principal a lluvias.
- La vegetación también es un gran determinante del paisaje. En este caso, para el área de estudio, presenta "Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco y Agricultura.
- La acción humana ha ejercido una notable influencia en la transformación del paisaje, principalmente a través de los asentamientos humanos y las actividades económicas. En esta zona, el desarrollo de prácticas agropecuarias ha generado impactos ambientales significativos, entre los que destacan procesos de degradación del suelo y cambios en la composición florística por introducción de especies con la actividad pecuaria.

3.3.11.3.2 Descripción del paisaje desde un enfoque visual

Las características físicas del paisaje pueden ser identificadas por sus atributos visuales, ya que el planeamiento, las decisiones de manejo, la interacción de la cultura y los procesos naturales llevan a cambios físicos que se verán en el futuro en el paisaje. Los paisajes escénicos son una de las mayores fuentes para el goce humano y en algunos casos ha sido el objeto de acción pública directa para conservar su calidad(Julius 1978).

El enfoque visual considera fundamentalmente los aspectos que confluyen el proceso de percepción del paisaje, es decir, es lo que el observador es capaz de apreciar del territorio. La delimitación del

Consulta Pública

espacio estudiado abarca la superficie definida por la visión del observador, y es lo que se denomina cuenca visual. La cuenca visual viene determinada por una serie de parámetros que se especifican "ad casum": condiciones de visibilidad, altura de la posición del observador, y altura de éste, formas de relieve.

3.3.11.3.2.1 Cuenca visual

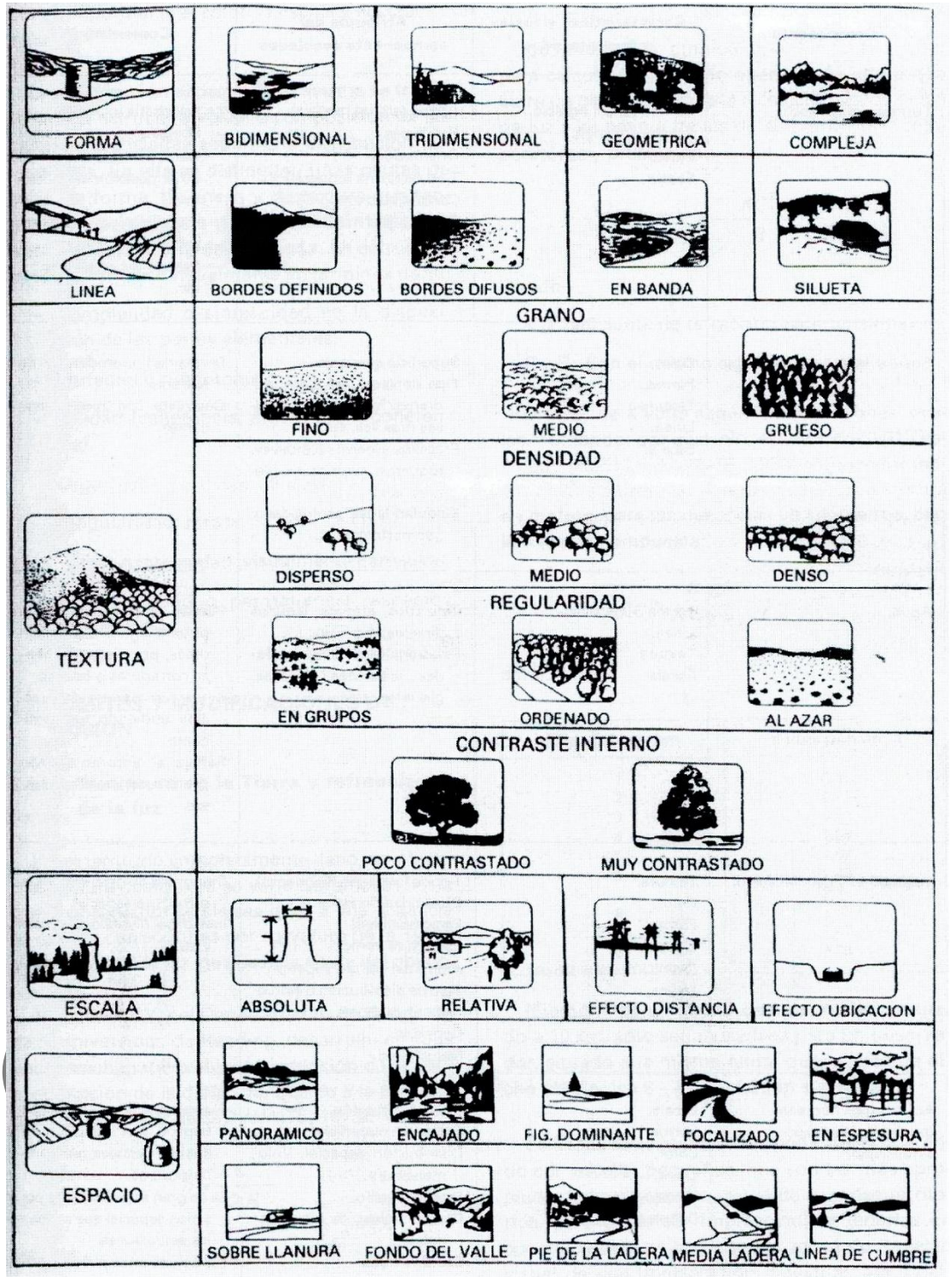
La cuenca visual es el conjunto de superficies o zonas que son vistas desde un punto de observación, o, dicho de otra manera, es el entorno visual de un punto(Fernández-Cañadas 1977).

Determinada la cuenca visual, es importante saber qué áreas dentro de ésta tienen una mayor accesibilidad, ya que estás serán las que tengan mayor incidencia visual al tener mayor número de observadores potenciales. Estos puntos pueden ser áreas pobladas, carreteras, miradores, o cualquier zona considerada de interés público.

Teniendo ubicados los puntos con mayor incidencia visual, se procede a realizar un análisis en campo de las características visuales y componentes del paisaje desde la perspectiva de ellos. Para ello se describen los elementos visuales básicos de los componentes: forma, línea, color, textura, escala, y espacio (Ver figura siguiente).

Consulta Pública

Figura 67: Características visuales básicas de los componentes del paisaje(Anon 1992).



(Tomado de MOPT, 1992).

Determinación de la cuenca visual

La operación básica en los estudios de análisis visual es la determinación de la cuenca visual. Ésta se define como la zona que es visible desde el punto (o conjunto de puntos) a estudiar, el cual puede ser una carretera, un embalse o cualquier otro proyecto(Benayas-Álamo 1992). En este caso, la cuenca visual será la zona visible desde el área donde se realizará la construcción del Proyecto.

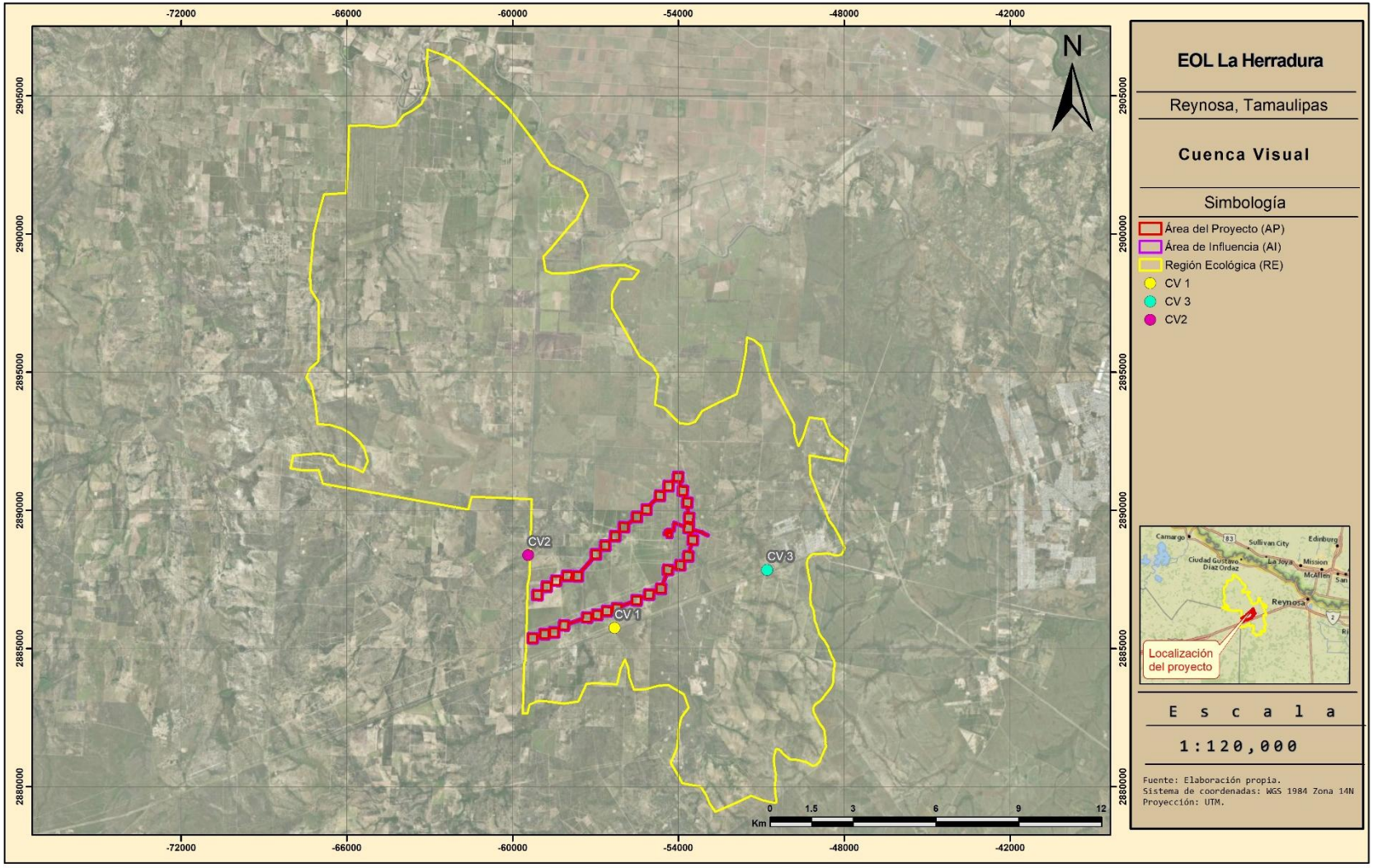
Tras el análisis, se puede afirmar que la visibilidad del Proyecto será alta, ya que las zonas donde se podrá visualizar, quedan ubicadas en áreas donde es muy probable que se pueda ver, ya que la naturaleza del proyecto, la altura y la distancia al potencial testigo serían significativos para su incidencia visual, y aunando a que se trata de un proyecto que será visualmente alto, aunque la vegetación que se localiza a la orilla de la carretera serviría como barrera visual y que abarca la mayor parte del área que colinda con la carretera.

Tabla 71: Localización de las cuencas visuales

Coordenadas UTM		
Cuenca Visual	**Este**	**Norte**
1	544784	2873996
2	541546	2876470
3	550184	2876334

Consulta Pública

Mapa 37: Cuenca Visual



A continuación, se procede a analizar la calidad visual, por cuencas:



Cuenca visual 1.- Esta fotografía corresponde a la vista de la porción sur del AP, vista de sureste a noroeste, desde la autopista México 40D que va de Monterrey - Reynosa. Tiene una forma bidimensional, con líneas de bordes difusos de grano fino con una densidad dispersa, dado por la vista que da la vegetación, con una regularidad en grupos y muy contrastado. La escala es relativa y se considera el espacio sobre llanura.



Cuenca visual 2.- Esta fotografía corresponde a la vista de la porción oeste del AP, vista de oeste a este, desde la carretera 60 Ramal a Díaz Ordaz. Tiene una forma tridimensional, con líneas de bordes difusos de grano fino con una densidad dispersa, dado por la vista que da la vegetación, con una regularidad en grupos y muy contrastado. La escala es relativa y se considera el espacio sobre llanura.



Cuenca visual 3.- Esta fotografía corresponde a la vista de la porción este del AP, vista de este a oeste, desde la autopista México 40D que va de Monterrey - Reynosa. Tiene una forma tridimensional, con líneas de bordes en banda de grano medio con una densidad media, dado por la vista que da la vegetación, con una regularidad en grupos y muy contrastado. La escala es con efecto distancia por el efecto que ofrece la carretera y se considera el espacio sobre llanura.

3.3.11.3.2.2 Calidad visual

El principal objetivo de estudiar el paisaje para los estudios territoriales es sin duda saber determinar la calidad visual del paisaje, que viene asociado al valor natural del territorio y su interés por conservarlo. Esta cualidad del medio físico es la principal en el análisis del paisaje y sobre ella las otras consideraciones visuales del paisaje.

Se entiende por calidad de un paisaje "el grado de excelencia de éste, su mérito para no ser alterado o destruido o de otra manera, su mérito para que su esencia y su estructura actual se conserve"(Blanco-Andray 1979). El paisaje como cualquier otro elemento tiene un valor intrínseco, y su calidad se puede definir en función de su calidad visual intrínseca, de la calidad de las vistas directas que desde él se divisan, y del horizonte escénico que lo enmarca, es decir, es el conjunto de características visuales y emocionales que califican la belleza del paisaje(Cifuentes-Vega 1979).

La calidad visual está ligada a la belleza de los escenarios, y esto lo convierte en una cualidad subjetiva, que se ve afectada directamente por el observador. Esto hace que su análisis sea complejo, porque su valoración no sólo depende de qué ve el observador (el contenido de la escena) sino también de cómo lo ve, siendo la apreciación de la belleza particular en cada uno.

Evaluación de la calidad visual en el AP

El U.S. Forest Service (1973 y 1974), establece una tabla para determinar los objetivos de calidad visual que se corresponden con los posibles grados de alteración que son aceptables en un paisaje.

- Clase A: de calidad alta, áreas con rasgos singulares y sobresalientes

Consulta Pública

- **Clase B: de calidad media, áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color, línea, textura, pero que resultan comunes en la región estudiada y no excepcionales.**
- Clase C: de calidad baja, áreas con muy poca variedad den la forma, color, línea y textura.

Para ello se evalúan tres clases de calidad escénica según los rasgos biofísicos de un territorio.

Tabla 72: Evaluación de la calidad visual

	Alto	Medio	Bajo	Calidad escénica
a. Formas del terreno (Morfología)	5	3	**1**	A: 19 o más
b. Vegetación	5	3	**1**	
c. Agua	5	3	**0**	B: 12-18
d. Color	5	3	**1**	
e. Contexto o fondo escénico	5	3	**0**	C: 11 o menos
f. Rareza	6	2	**1**	
g. Modificación antropogénica	2	**0**	-	
Total				**4**

Las cuencas visuales estudiadas tienen una pendiente mayor al 10%, por lo que hay presencia de pendientes dentro de ellas, la vegetación está presente dentro del AP.

La intervención antropogénica está presente en el AP, unos caminos que cruzan los predios hechos por el ganado, cercas y lienzos que dividen los ejidos, y con la presencia principalmente de actividad pecuaria.

Por todas estas características se pudo concluir que el paisaje objeto de estudio tiene una calidad visual baja, **clase predominantemente C**.

Consulta Pública

Fragilidad visual

Al igual, que el estudio de calidad, el estudio de fragilidad puede resultar básico de cara a establecer recomendaciones de protección, y sobre todo para la evaluación de impactos ambientales.

Se define la fragilidad visual del paisaje como la susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se desarrolla una actividad sobre él y expresa el grado de deterioro que el paisaje experimentaría ante la incidencia de determinadas actuaciones(Aguiló-Alonso 1981).

Otros autores también definen este concepto por la cualidad denominada capacidad de absorción visual, que representaría el efecto contrario al de fragilidad visual. La unidad de paisaje analizada es menos frágil cuanto más pueda ocultar o mitigar las acciones (absorber cambios) que sobre ella han sido llevadas a cabo por las actividades. La fragilidad visual indica, pues, el grado de alteración o el impacto que se alcanzaría en el caso hipotético de la implantación de una actividad concreta en la unidad territorial.

Mientras que la calidad visual de un paisaje es una cualidad intrínseca del territorio (propia de sus elementos), dependiente de la valoración estética del observador de los elementos que componen ese paisaje, no ocurre así con la fragilidad visual. El grado de fragilidad territorial, además de los caracteres intrínsecos, también depende del tipo y magnitud de la actividad que se desarrolla.

La fragilidad visual, por lo tanto, se centra en identificar las posibles modificaciones del territorio, y se determina la posibilidad de ocultar o integrar en el paisaje los nuevos elementos de la actuación, de modo que la apreciación del observador sea la que no cambie.

Existen diversos modelos para su análisis, pero todos incluyen factores como la visibilidad, efecto pantalla de la vegetación, pendiente y morfología del terreno o accesibilidad al paisaje.

Para llevar a cabo este análisis se tendrán en cuenta ciertos componentes asociados a las características del espacio y su influencia en la capacidad de absorción:

- **Densidad de la vegetación:** A mayor densidad de vegetación de especies leñosas, menor fragilidad.
- **Altura de vegetación:** La vegetación tiene un alto poder enmascarante, pero depende de la complejidad de la estructura, la densidad de estratos. Por lo tanto, a mayor complejidad de la vegetación, menor es la fragilidad visual.
- **Contraste cromático suelo vegetación:** A mayor contraste de color entre suelo y vegetación, mayor es la fragilidad.
- **Contraste cromático vegetación:** A mayor contraste cromático de la vegetación, mayor camuflaje tiene el territorio. Si los colores, no se distribuyen de manera homogénea, tiene mayor efecto de camuflaje. Las manchas monocromáticas son muy frágiles.
- **Estacionalidad de la vegetación:** Se reduce el efecto pantalla en zonas donde la mayoría de especies son caducifolias.
- **Pendiente:** A menor pendiente, mayor capacidad de absorción del territorio.
- **Iluminación:** A mayor iluminación para el observador, mayor fragilidad. Esto depende de la orientación del terreno. El sur y oeste, son más frágiles.

Consulta Pública

- **Los puntos y zonas singulares**, hacen que el observador se sienta atraído a mirar, por lo tanto, si un territorio alberga puntos y zonas singulares, su fragilidad es mayor.
- **La mayor amplitud y tamaño de vistas** supone un incremento de su fragilidad visual al ser visible desde más puntos. Lo más habitual es que se utilicen las características geomorfológicas del territorio para evaluarlo.
- **La distancia del terreno y de la actividad que se vaya implantar en el mismo, a carreteras o núcleos urbanos constituye un aumento de la presencia de observadores potenciales al mismo.** Por lo tanto, a mayor cercanía, mayor es la fragilidad visual.

Evaluación de fragilidad visual en el AP

Para evaluar la fragilidad se propone un método inspirado en(Escribano 1991), que considera tres variables: (a) factores biofísicos que ponderan la fragilidad visual del punto considerando suelo, cubierta vegetal, pendiente, orientación; (b) carácter histórico-cultural, que pondera la existencia, al interior de un paisaje, de valores singulares según escasez, valor tradicional e interés histórico; (c) accesibilidad dado por la distancia y acceso visual a y desde carreteras y poblados. Los factores biofísicos determinan la fragilidad visual del punto, que, sumados a los factores histórico-culturales, constituyen la fragilidad visual intrínseca. Por últimos, al integrarse la accesibilidad tenemos la fragilidad visual adquirida.

Tabla 73: Factores para evaluar fragilidad en el paisaje

Factor	Característica		
		Nominal	Numérico
D: Densidad de la vegetación	67-100% suelo cubierto de especies leñosas	Bajo	1
	34-67% suelo cubierto de especies leñosas	Medio	2
	0-34% suelo cubierto de especies leñosas	Alto	**3**
E: Diversidad de estratos de la vegetación	> 3 estratos de vegetación	Bajo	**1**
	< 3 estratos de vegetación	Medio	2
	1 estrato de vegetación dominante	Alto	3
A: Altura de la vegetación	> 3 m de altura promedio	Bajo	1
	< 3 de altura promedio	Medio	**2**
	< 1 m de altura promedio	Alto	3
CS contraste cromático Vegetación-suelo-vegetación	Contraste visual bajo (monocromatico -veg. perenne)	Bajo	1
	Contraste visual medio - (caduca)	Medio	**2**
	Contraste visual (perenne y caduca)	Alto	3
P Pendiente	0-25%	Bajo	**1**
	25-55%	Medio	2
	> 55%	Alto	3
	Visión de carácter lejano o zonas distantes > 4000 m	Bajo	**1**

Consulta Pública

Factor	Característica		
		Nominal	Numérico
TCV: Tamaño de la cuenca visual	Visión media, dominio de los planos medios de visualización (1000 a 4000m)	Medio	2
	Visión de carácter cercana, dominio de los primeros planos (0 a 1000m)	Alto	3
FCV: Forma de la cuenca visual	Cuencas regulares, extensas generalmente redondeadas (Vistas cerradas)	Bajo	**1**
	Cuencas irregulares mezcla de zonas cerradas con fugas visuales	Medio	2
	Cuencas alargadas, generalmente unidireccionales en el flujo visual (focos de atención)	Alto	3
CCV: compacidad de la cuenca visual	Vistas cerradas u obstaculizadas. Presencia constante de zonas de sombra o con menor incidencia visual.	Bajo	1
	El paisaje presenta zonas de baja incidencia visual pero en un bajo porcentaje	Medio	2
	Vistas panorámicas, abiertas, el paisaje no presenta elementos que obstruyan los rayos visuales (sin zonas de sombra)	Alto	**3**
SP: Singularidad paisajística	Paisaje común, sin riquezas visuales o muy alterados	Bajo	**1**
	Paisajes de importancia, pero característicos y representativos de la zona. Con poco o sin elementos singulares.	Medio	2
	Paisajes notables con riqueza de elementos únicos y, instintivos	Alto	3
Accesibilidad	Baja accesibilidad visual	Bajo	**1**
	Percepción media	Medio	2
	Alta visibilidad, paisaje con alta frecuencia turística	Alto	3
H: Valor histórico cultural	Sin elementos culturales	Bajo	**1**
	Elementos culturales subactuales de interés medio	Medio	2
	Elementos culturales de importancia	Alto	3
Total			**21**

*El número en rojo corresponde al valor otorgado a las características del paisaje en el área de estudio.

La Unidad de Paisaje que presenta mayor fragilidad corresponde a la zona de planicie baja con presencia de vegetación de bajo tamaño y alta visibilidad desde la carretera. Debido a la topografía plana y la proximidad a la carretera, el proyecto eólico presentará una exposición visual continua y un

Consulta Pública

potencial impacto directo sobre la cuenca visual de los potenciales testigos, transformando la percepción de este entorno llano, característico y extendido en la región.

Existe una fragilidad paisajística, por el hecho de la alta accesibilidad visual que tiene el paisaje por el tema de la vegetación, la altura a nivel del piso con el testigo que es altamente visible; lo que nos da una incidencia visual alta.

Luego de ponderar cada factor de acuerdo con los valores de fragilidad señalados en la tabla anterior, se realiza la sumatoria de éstos obteniendo un nuevo valor que indica la fragilidad del paisaje de acuerdo a los siguientes rangos:

- **11 a 18 = Fragilidad Baja**
- 19 a 26 = Fragilidad Media
- 27 a 33 = Fragilidad Alta

De acuerdo con la evaluación de cada uno de los factores que los componen y haciendo una evaluación cualitativa, se obtiene un valor de **17** por lo que se concluye que el paisaje presenta una fragilidad **baja**, considerando lo común del paisaje y las zonas abiertas y de las distancias considerables, la presencia de caminos, y la pendiente del terreno.

3.3.11.3.3 Capacidad de absorción

La fragilidad visual es la capacidad de respuesta de un paisaje frente a un uso de él. Es el grado de deterioro ante cambios en sus propiedades. Esta es una forma de establecer su vulnerabilidad. Lo contrario es la capacidad de absorción visual(Escribano 1991), entendida como la capacidad de recibir alteraciones sin deterioro de la calidad visual. Entonces, a mayor fragilidad menor capacidad de absorción visual y viceversa.

Por tanto, la "capacidad de absorción visual" se refiere a las posibilidades del terreno para enmascarar la alteración conservando su integridad visual o la aptitud del territorio para admitir cambios sin notable quebranto de sus aspectos visuales.

Para concluir en la obtención de la capacidad de absorción, se optó por aplicar la siguiente tabla, que combina los conceptos de calidad y visibilidad, y que es utilizada para evaluar fragilidad:

Tabla 74: Evaluación de Capacidad de absorción, utilizando determinación de fragilidad

Determinación de la fragilidad		CALIDAD				
		Muy Baja	Baja	Media	Alta	Muy Alta
VISIBILIDAD	**Muy Baja**	Muy Baja	Muy Baja	Baja	Media	Media
	Baja	Muy Baja	Baja	Baja	Media	Alta
	Media	Baja	Baja	Media	Alta	Alta
	Alta	Media	Media	Alta	Muy Alta	Muy Alta
	Muy Alta	Media	**Media**	Alta	Muy Alta	Muy Alta

Consulta Pública

La calidad de la zona es **Media** considerando que son zonas que son destinadas a actividades pecuarias, y la visibilidad **Muy Alta**, ya que por la naturaleza del proyecto y que se encuentra a una distancia y altura de todos los sitios donde se ubican las cuencas visuales que lo hace potencialmente muy visible el AP. Se concluye que la fragilidad es **Media**.

1) ¿Modificará la dinámica general de algún cuerpo de agua? **No**
2) ¿Modificará la dinámica natural de las comunidades de flora y fauna? **No**
3) ¿Se contempla la introducción de especies? **No**
4) ¿La zona es considerada con cualidades estéticas únicas o excepcionales? **No**
5) ¿Es una zona considerada con atractivo turístico? **No**
6) ¿Es o se encuentra cerca de un área arqueológico o de interés histórico? **No**
7) ¿Es o se encuentra cerca de un área natural protegida? **No**
8) ¿Modifica la armonía visual con la creación de un paisaje artificial? **Si**

¿Existe alguna afectación en la zona? **Si. Hay actividades agrícolas y caminos dentro del AP.**

Consulta Pública

3.3.12 Medio socioeconómico

El municipio de Reynosa, es el municipio más poblado de la entidad con 704,767 habitantes según el Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI 2020a) representando el 20% del total estatal, lo que equivale a que uno de cada cinco tamaulipecos reside en este municipio. La población de Reynosa está conformada por 354,406 mujeres (50.3%) y 350,361 hombres (49.7%), lo que refleja una ligera mayoría femenina, y con una edad mediana de 28 años, la población del municipio es predominantemente joven. El municipio se compone de 278 localidades, de las cuales 277 corresponden a zonas rurales donde residen aproximadamente 13,210 personas, representando apenas el 1.9% de la población municipal total, mientras que la localidad urbana de Reynosa concentra la gran mayoría de los habitantes con 691,557 personas.

En el contexto del proyecto, las localidades que conforman el Área de Influencia del Proyecto, presentan un patrón demográfico característico de la zona rural del municipio, con asentamientos de muy pequeña escala, además de la cabecera municipal urbana.

En términos sociodemográficos, el municipio de Reynosa presenta un grado de rezago social muy bajo a nivel municipal según el Índice de Rezago Social 2020 del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL 2020) aunque esta condición varía significativamente entre las localidades, con 446,466 personas residiendo en localidades con alto o muy alto grado de rezago social en el estado de Tamaulipas. De acuerdo con el CONEVAL, el 27.90% de la población del municipio, equivalente a 196,630 personas, vive en situación de pobreza multidimensional, mientras que el 2.15% (15,152 personas) se encuentra en pobreza extrema, situación en la cual las personas presentan tres o más carencias sociales y un ingreso inferior al necesario para adquirir la canasta alimentaria. El informe anual sobre pobreza y rezago social 2024 revela que, además de la población en situación de pobreza, el 22.80% (160,687 personas) es vulnerable por carencias sociales y el 13.60% (95,848 personas) es vulnerable por ingresos, mientras que el 35.70% de los habitantes de Reynosa, equivalente a 251,602 personas, no es pobre ni vulnerable, lo que muestra un avance en ciertos indicadores.

Las localidades rurales pequeñas como las que se encuentran en la RE, con menos de 30 habitantes, típicamente presentan mayores grados de rezago social en comparación con la cabecera municipal urbana. Durante el trabajo de campo, no se percibió oposición de la población hacia la presencia de proyectos de energía renovable en la región.

a. Cultura, costumbres, valores y creencias

La mayoría de las localidades son asentamientos rurales muy pequeños (menos de 30 habitantes) que forman parte del contexto sociocultural rural del municipio de Reynosa. En este tipo de localidades, la vida cotidiana se organiza en torno a valores comunitarios tradicionales del norte del país, con énfasis en la familia extensa, el apoyo mutuo entre vecinos y la solidaridad en momentos de necesidad. Las prácticas culturales y religiosas se vinculan principalmente al calendario católico (festividades patronales, Semana Santa, Día de Muertos), aunque la escala reducida de estas poblaciones limita la realización de celebraciones comunitarias de gran magnitud, por lo que suelen participar en eventos de localidades rurales cercanas de mayor tamaño. La música norteña, el uso del

Consulta Pública

español como lengua única y la identificación con la vida rural fronteriza constituyen elementos centrales de su identidad cultural.

En localidades con mayor número de habitantes, es más factible que existan pequeñas celebraciones comunitarias locales (asambleas ejidales o reuniones en el preescolar o la escuela primaria. La identidad local se construye en torno a la pertenencia al municipio de Reynosa, la condición fronteriza y las prácticas rurales.

En la ciudad de Reynosa, la cultura local combina tradiciones rurales del norte con una fuerte influencia fronteriza derivada de la relación histórica con Estados Unidos, particularmente durante la época de la Ley Seca, cuando proliferaron casinos, cabarets y restaurantes que marcaron la identidad de la ciudad. La población urbana presenta una mayor diversidad cultural, con prácticas de entretenimiento, consumo y vida social vinculadas al comercio transfronterizo, la industria maquiladora y los servicios. Las festividades religiosas y cívicas continúan siendo importantes, pero se complementan con eventos culturales urbanos, actividades deportivas y espacios de recreación propios de una ciudad de casi 700,000 habitantes.

b. Gobernanza comunitaria

En asentamientos de escala tan reducida, la gobernanza formal suele articularse a través de figuras de autoridad auxiliar municipal (agentes o delegados municipales, según corresponda), que actúan como enlace entre la comunidad y el gobierno municipal. Dada la mínima población, es probable que la toma de decisiones cotidianas se realice de manera informal entre las familias residentes, con acuerdos basados en el consenso y la confianza interpersonal, más que mediante estructuras organizativas formales.

c. Cohesión y capital social

En las localidades de menos de 30 habitantes la cohesión social y el capital social son potencialmente altos en relación con su escala, dado que las redes de parentesco y vecindad son estrechas y la interdependencia entre habitantes es significativa para la resolución de problemas cotidianos. Sin embargo, la muy baja densidad poblacional también puede limitar la capacidad de acción colectiva para proyectos de mayor envergadura, dependiendo del grado de vinculación con localidades rurales cercanas.

Mientras que, en las ciudades, la cohesión y el capital social son más heterogéneos: en algunas colonias y barrios existen redes vecinales sólidas y organizaciones comunitarias activas, mientras que en otras zonas la movilidad poblacional, la presencia de población migrante y la escala urbana tienden a fragmentar los vínculos comunitarios. No obstante, persisten formas de organización barrial, religiosa y deportiva que generan capital social en distintos sectores de la ciudad.

d. Condiciones de seguridad ciudadana

En las pequeñas localidades rurales la incidencia delictiva reportada suele ser menor en términos absolutos que en la mancha urbana, debido a la baja densidad poblacional y a la menor presencia de actividades económicas que atraigan delitos de alto impacto. Sin embargo, la lejanía de los cuerpos de seguridad, así como la limitada presencia institucional, pueden generar situaciones de

Consulta Pública

vulnerabilidad y una percepción de inseguridad asociada a la impunidad y la falta de respuesta estatal. La información estatal muestra que Tamaulipas ha registrado una tendencia a la baja en homicidios dolosos y secuestros en los últimos años, aunque persisten desafíos en materia de seguridad.

Reynosa se ha posicionado en los últimos años como una de las ciudades con mayor percepción de inseguridad del país según la ENSU del INEGI, (Anon n.d.) con niveles cercanos a que 8 de cada 10 personas se sienten inseguras en el espacio público. El municipio concentra una proporción importante de los delitos de alto impacto del estado, incluyendo homicidios dolosos, robos con violencia y narcomenudeo. Además, Reynosa ha registrado cifras elevadas de violencia contra las mujeres, incluyendo violencia familiar y feminicidios, ocupando lugares destacados a nivel nacional en incidencia de estos delitos. Esta situación genera un contexto de inseguridad que afecta la vida cotidiana de la población urbana y que puede influir en la percepción de riesgo de las comunidades rurales cercanas.

e. Formas de participación social y política

En asentamientos de escala mínima, la participación social se limita a formas informales de organización entre familias y a la vinculación con autoridades auxiliares para la gestión de necesidades básicas. La participación política se canaliza principalmente a través del voto en procesos electorales municipales, estatales y federales, aunque la baja población puede limitar la capacidad de influencia política directa.

En Reynosa, la participación social incluye una amplia gama de mecanismos formales: Comités de Participación Social, consejos de desarrollo urbano, consejos de seguridad, organizaciones civiles, grupos religiosos y asociaciones vecinales. La participación política se canaliza a través de partidos políticos, procesos electorales y espacios de consulta ciudadana impulsados por el gobierno municipal y estatal.

f. Roles sociales por género

En las localidades rurales, persisten patrones tradicionales de división del trabajo, en los que los hombres se concentran en actividades agropecuarias, de construcción, transporte y trabajos eventuales en la ciudad, mientras que las mujeres combinan el trabajo doméstico y de cuidado no remunerado con actividades de comercio minorista, servicios y, en algunos casos, empleo industrial o maquilador en Reynosa. Estudios sobre localidades rurales y en transición rural-urbana en Tamaulipas señalan brechas de ingresos, acceso a la seguridad social y tiempo disponible entre mujeres y hombres, así como una mayor vulnerabilidad de las mujeres a formas de violencia de género.

En la ciudad de Reynosa, los roles de género son más diversos debido a la mayor presencia de mujeres en el mercado laboral formal, particularmente en la industria maquiladora, el comercio y los servicios. No obstante, persisten desigualdades en términos de ingresos, acceso a puestos de decisión y distribución del trabajo de cuidado, y la ciudad registra cifras elevadas de violencia contra las mujeres, incluyendo violencia familiar y feminicidios. (Semáforo Delictivo, s/f)

g. Actividades económicas y adquisición de bienes y servicios

Consulta Pública

En las localidades rurales, las actividades económicas se limitan a pequeñas actividades agropecuarias de subsistencia, trabajo asalariado temporal en la ciudad de Reynosa y, en algunos casos, el envío de remesas que para el periodo abril a junio 2026 alcanzaron los 32.473753 millones de dólares para el municipio (BANXICO 2020) .La adquisición de bienes y servicios básicos se realiza en tiendas de abarrotes locales o en localidades rurales cercanas de mayor tamaño, mientras que para bienes y servicios especializados (salud, educación, trámites) la población se desplaza a Reynosa.

En Reynosa, la economía se centra en la industria manufacturera y maquiladora de exportación, concentra cientos de plantas industriales dedicadas a la producción de autopartes, pantallas, aparatos electrónicos y equipo médico (Reynosa, s/f); el comercio y los servicios, con una población ocupada distribuida principalmente en comercio y servicios, seguida de actividades industriales y, en menor medida, actividades agropecuarias. La adquisición de bienes y servicios se realiza a través de una amplia red de comercios formales e informales, mercados, centros comerciales y proveedores de servicios especializados. (INEGI 2020b)

h. Entorno socioambiental

El entorno socioambiental de las localidades rurales de la RE, se caracteriza por un paisaje típico del norte de Tamaulipas, con cobertura de matorral y pastizales modificados, usos agropecuarios y presencia de infraestructura lineal (caminos, líneas eléctricas, ductos). La región enfrenta problemáticas de escasez de agua y sobreexplotación de fuentes hídricas superficiales y subterráneas.

En la ciudad de Reynosa, el entorno socioambiental está marcado por la alta densidad de infraestructura urbana, la presión sobre los recursos hídricos para abastecimiento de la población y la industria, y la presencia de áreas verdes urbanas y programas de reforestación. Los desafíos ambientales incluyen la gestión de residuos sólidos, la calidad del aire y el agua, y la adaptación al cambio climático en un contexto de alta demanda de recursos.

En la zona de encuentran varios parques eólicos en funcionamiento; lo que ha modificado el paisaje de la zona.

i. Aprovechamiento de recursos naturales para subsistencia

En las localidades rurales, el aprovechamiento de recursos naturales para la subsistencia incluye el uso de agua para consumo humano y actividades domésticas, pequeñas superficies agrícolas y ganaderas para autoconsumo y venta local. Estas prácticas coexisten con actividades productivas de mayor escala asociadas a la agroindustria regional.

En la ciudad de Reynosa, el aprovechamiento de recursos naturales se vincula principalmente al abastecimiento de agua para consumo humano e industrial y la gestión de residuos, más que a actividades de subsistencia directa de la población.

j. Condiciones de desarrollo humano

Las localidades rurales de la RE, presentan condiciones de desarrollo humano más precarias que la cabecera municipal, con mayores carencias en servicios básicos de vivienda, acceso a la salud, seguridad social y calidad de la vivienda, de acuerdo con el Índice de Rezago Social 2020 del

Consulta Pública

CONEVAL (CONEVAL 2020). Los informes municipales de pobreza y rezago social señalan porcentajes significativos de población en situación de pobreza y vulnerabilidad en las zonas rurales del municipio.

En Reynosa, el nivel de rezago social a escala municipal es muy bajo, pero con fuertes contrastes internos entre la zona urbana y las localidades rurales, así como entre colonias consolidadas y asentamientos periféricos. La ciudad presenta indicadores de desarrollo humano más favorables en términos de acceso a servicios, educación y salud, aunque persisten bolsas de pobreza y vulnerabilidad en sectores específicos de la población.

k. Elementos del patrimonio social, paisajístico y ambiental relevantes para la identidad de la comunidad

Entre los elementos de patrimonio social, paisajístico y ambiental relevantes para la identidad de las comunidades rurales destacan el paisaje de la llanura y del matorral tamaulipeco, la cercanía histórica con el río Bravo y la frontera, y las prácticas culturales ligadas a la vida rural y fronteriza.

En Reynosa, el patrimonio social incluye la memoria histórica de la ciudad como centro fronterizo durante la Ley Seca, las festividades religiosas y cívicas, la música norteña y los espacios urbanos de convivencia (parques, plazas, centros culturales). El patrimonio paisajístico y ambiental se vincula al río Bravo y las áreas verdes urbanas.

La acumulación de múltiples parques eólicos en el municipio de Reynosa genera un contexto de transformación del paisaje y del uso del suelo que debe ser considerado en la evaluación de impactos acumulativos, particularmente en términos de ocupación territorial, interferencia con actividades agropecuarias, y cambios en la dinámica económica y social de las comunidades rurales. La presencia de aerogeneradores de parques en operación y en proyecto, representa una modificación significativa del paisaje del norte de Tamaulipas.

l. Otras

Migración

Otros datos relevantes incluyen la presencia de población migrante que va de paso hacia la frontera; Reynosa y Matamoros se mantienen como los municipios de Tamaulipas que reciben a más migrantes en tránsito y que permanece temporalmente en la ciudad antes de internar cruzar la frontera.

En el contexto de las pequeñas localidades rurales, la migración se manifiesta principalmente como migración de salida: jóvenes y adultos en edad productiva se desplazan hacia la ciudad de Reynosa o directamente hacia Estados Unidos en busca de oportunidades laborales, lo que genera procesos de envejecimiento poblacional y dependencia de remesas en algunas familias. Esta dinámica es consistente con patrones documentados en la frontera norte, donde la migración internacional ha sido un componente estructural de la economía y la organización social de las comunidades rurales.

En cuanto a la población migrante en tránsito, los reportes de 2025 y 2026 indican que Reynosa ha recibido caravanas de migrantes organizadas bajo el Programa Héroes Paisanos del Gobierno Federal, como la Caravana "Arroyo Seco", que fue atendida por el Instituto Tamaulipeco para los Migrantes (ITM) en coordinación con autoridades de los tres órdenes de gobierno. Sin embargo, la

Consulta Pública

presencia de migrantes en situación de tránsito en la ciudad ha disminuido en los últimos años: mientras que en años previos los albergues de Reynosa alojaban a cientos de personas, hacia mayo de 2026 se reportaba que los albergues de Reynosa, Matamoros y Nuevo Laredo alojaban en conjunto apenas 121 migrantes, y que en Reynosa había aproximadamente 600 a 700 migrantes viviendo principalmente en apartamentos o cuartos rentados, no en albergues.

En la ciudad de Reynosa, la migración tiene un impacto más visible en la composición demográfica y en la dinámica económica. La población de la ciudad incluye tanto a migrantes retornados que se han establecido de manera permanente como a población en tránsito temporal.

La presencia de población migrante y retornada en Reynosa contribuye a la diversidad cultural de la ciudad y a la economía local a través del consumo de bienes y servicios, aunque también genera desafíos en términos de infraestructura, servicios públicos y seguridad, particularmente en contextos de alta incidencia delictiva. Para las comunidades rurales, la migración representa tanto una estrategia de supervivencia económica (a través del envío de remesas) como un factor de transformación social, dado que la salida de población joven y productiva puede debilitar la cohesión comunitaria y la capacidad de organización colectiva.

Contexto del desarrollo eólico en la región

El desarrollo de parques eólicos en el estado de Tamaulipas se ha consolidado como una estrategia clave para la transición energética de nuestro país; cercanos al AP se han identificado siete parques en funcionamiento. En el municipio de Reynosa, el desarrollo eólico ha sido particularmente intenso debido a las condiciones favorables de viento en la zona norte del estado, que han sido identificadas como óptimas para la generación de energía eólica desde estudios de factibilidad realizados en 2018 y 2019. La Secretaría de Desarrollo Energético del estado ha señalado que Reynosa es factible para el desarrollo de parques eólicos bajo el Plan de Fortalecimiento 2025-2030 (SENER, 2025) lo que ha motivado la aprobación de múltiples proyectos en el municipio.

Los parques eólicos existentes en Reynosa han generado una derrama económica significativa, particularmente durante las etapas de construcción, con inversiones que han beneficiado a las comunidades rurales en el área de influencia de los proyectos. Durante su construcción se ha priorizado la contratación de personal local y la contratación de suministros y servicios en la región, lo que ha potenciado el crecimiento de vendedores locales y la prestación de bienes y servicios.

Entre los impactos negativos reportados por las comunidades se encuentran molestias por incremento de tránsito de vehículos en el área del proyecto durante la construcción, molestias por incremento en la emisión de partículas de polvo, deterioro de los caminos utilizados para el transporte durante la construcción, y riesgo de afectar la cosecha de cultivos.

Por otro lado, algunos análisis destacan que los parques eólicos han generado cadenas de valor en servicios, oportunidades laborales a largo plazo, pago de rentas a ejidatarios y múltiples programas sociales que han mejorado la calidad de vida de los habitantes en las zonas de influencia.

La presencia de múltiples parques eólicos en operación y en proyecto en el municipio de Reynosa implica que la población del Área de Influencia del proyecto ya tiene experiencia previa con este tipo

Consulta Pública

de infraestructura energética, lo que puede influir en sus percepciones, expectativas y preocupaciones respecto al nuevo Parque Eólico. La población puede tener referencias concretas sobre los beneficios (empleo temporal, pagos de arrendamiento, programas sociales) y los impactos negativos (tráfico, polvo, deterioro de caminos) asociados a los parques existentes, lo que debe ser considerado en el diseño de las estrategias de comunicación y participación del proyecto.

Impactos sociales identificados

Los impactos sociales, son definidos como cambios en uno o más de los siguientes aspectos(Vanclay Frank et al., 2015):

- *Modo de vivir de las personas; cómo viven, trabajan, juegan e interactúan en su vida diaria;*
- *Su cultura; es decir, sus creencias, costumbres, valores e idioma o dialecto compartidos;*
- *Su comunidad; su cohesión, estabilidad, carácter, servicios e instalaciones;*
- *Sus sistemas políticos; la medida en que las personas participan en las decisiones que afectan sus vidas, el nivel de democratización que está teniendo lugar, y los recursos asignados para ello;*
- *Su ambiente; la calidad del aire y agua que las personas usan; la disponibilidad y calidad de los alimentos que consumen; el nivel de riesgo o peligro, polvo y ruido a que están expuestos; la adecuación de los servicios de saneamiento; su seguridad física y su acceso y control de los recursos;*
- *Su salud y bienestar; salud es el estado de completo bienestar físico, mental, social y espiritual y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades;*
- *Sus derechos personales y de propiedad; en particular si las personas son económicamente afectadas, o experimentan desventaja personal que puede implicar una violación de sus libertades civiles;*
- *Sus temores y aspiraciones; sus percepciones acerca de su seguridad, sus temores sobre el futuro de su comunidad, y sus aspiraciones para su futuro y el futuro de sus hijos.*

Los impactos sociales que el desarrollo del proyecto pudiera generar en la población han sido determinados con el apoyo de distintas fuentes de información; se presentan a continuación los más relevantes.

- *Compatibilidad con actividades productivas existentes (ganadería) que permiten la continuidad del pastoreo en áreas no ocupadas por infraestructura eólica.*
- *Posibles afectaciones a la salud y seguridad de los trabajadores derivadas de la operación de maquinaria y equipo, así como de la exposición prolongada a condiciones climáticas adversas durante el desarrollo de las actividades del proyecto.*
- *Generación de empleo directo e indirecto que contribuya al fortalecimiento de la economía local y al mejoramiento de las condiciones de vida de la población.*

Consulta Pública

- *Adquisición de bienes materiales y servicios con proveedores de la región.*
- *Derrama económica a partir de la firma de contratos de arrendamiento de tierras a particulares.*
- *Posible demanda espontánea de alimentos, agua, atención médica, asistencia social o solicitudes de empleo informal por parte de población migrante en tránsito.*
- *Afectación a los patrones de movilidad y tránsito en el área de influencia.*
- *Posibles cambios en la cohesión comunitaria y dinámica social de las localidades del área de influencia por la llegada de trabajadores foráneos, la generación de empleo diferenciado, y las transformaciones económicas asociadas al proyecto.*
- *Mejora en la calidad de vida de las comunidades derivada de la inversión social.*
- *Posible percepción negativa de la comunidad hacia cuerpos de seguridad contratados en diferentes etapas del Proyecto.*
- *Vinculación y relaciones eficientes con actores sociales interesados en el Proyecto*
- *Problemas ocasionados por la interacción de trabajadores y personas que pertenecen a grupos vulnerables.*

El establecimiento del Proyecto propicia un desarrollo económico y social en la zona de influencia, al impulsar la generación de fuentes de empleo directas e indirectas durante las etapas de preparación y construcción, así como la incorporación de mano de obra local en distintos niveles de especialidad. Asimismo, contribuye a diversificar las actividades productivas de la región, al facilitar la posibilidad de incorporar servicios derivados del aumento de la población durante su establecimiento. Además, el proyecto fortalece la confiabilidad y continuidad del suministro eléctrico, incrementa la seguridad del sistema y consolida la infraestructura de red eléctrica regional, lo que favorece tanto al desarrollo local como a la integración del territorio a la matriz energética nacional.

En la MISSE que se ha elaborado a la par, se identifican y describen todos aquellos indicadores sociodemográficos de la población de la distintas áreas de influencia y su relación con el proyecto, el grado de aceptación del mismo y los posibles impactos directos, indirectos, residuales y acumulativos a los cuales pudiera exponerse la población, así como el Plan de Gestión Social en donde se establecen las medidas de prevención, mitigación, compensación y ampliación que corresponden a cada uno de ellos y sus indicadores de seguimiento; además se incluye el Plan de Inversión Social, en cumplimento a los objetivos de Justicia Energética, Sostenibilidad y Beneficios Sociales Compartidos.

Consulta Pública

3.4 DIAGNOSTICO AMBIENTAL

El Diagnóstico Ambiental consiste en un conjunto de estudios y análisis que sintetizan el estado medioambiental a nivel territorial, en este caso el Área del Proyecto (AP) están dentro del mismo, además es la herramienta base para determinar el estado actual de los factores ambientales y socioeconómicos del AP.

Para describir el Diagnostico Ambiental del Proyecto se utilizó un análisis basado en Unidades Ambientales (UA). Las Unidades Ambientales (UA), se definen como áreas homogéneas de ecosistemas e identifican las posibilidades y problemas para el desarrollo. Su delimitación y estructuración están básicamente concebidas en función de parámetros físicos, de humedad, temperatura, precipitación, caracterización fisionómica de vegetación, suelos y fisiografía (Plan de Ordenamiento y Manejo de las Cuencas de los Ríos San Miguel y Putumayo. OEA. Secretaria Ejecutiva Para Asuntos Económicos y Sociales. Departamento de Desarrollo Regional Washington, D.C. 1987).

Tomando la definición de UA, la determinación de UA es una forma de clasificar el territorio siguiendo determinados criterios, de modo que las áreas distinguidas reúnan ciertas propiedades. Se trata aquí de definir y delimitar unidades homogéneas cuyos rasgos determinantes sean los de sus cualidades naturales o ambientales.

El objetivo es una división espacial de la totalidad del Área del Proyecto (AP) en unidades ambientales irregulares extensas buscando la homogeneidad de los elementos definitorios mediante la combinación de indicadores ambientales como la homogeneidad fisiográfica (topografía y pendientes), la vegetación, los usos del suelo o el paisaje. En la definición de las unidades ambientales homogéneas se busca también que reaccionen con comportamientos similares en lo relativo a aptitudes y limitaciones de uso.

3.4.1 Asignación de variables

Para el diagnóstico ambiental se realizó un análisis con la información recopilada en la caracterización ambiental, a razón de identificar las tendencias del comportamiento de los procesos de deterioro natural y grado de conservación de la RE, mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (software ArcMAP 10.8). Se descartaron las variables que presentan un solo valor para el AP; por lo cual, sólo se tomaron en cuenta las siguientes variables:

A. Uso de Suelo y Vegetación
B. Degradación de suelos
C. Grado de pendiente
D. Regiones Indígenas

Para cada variable, se asignaron valores cuantitativos de acuerdo con el grado de conservación, los valores van del 1 al 3, siendo 1 para los polígonos menos conservados y 3 para los más conservados.

A continuación, se muestran los valores asignados a cada una de las variables:

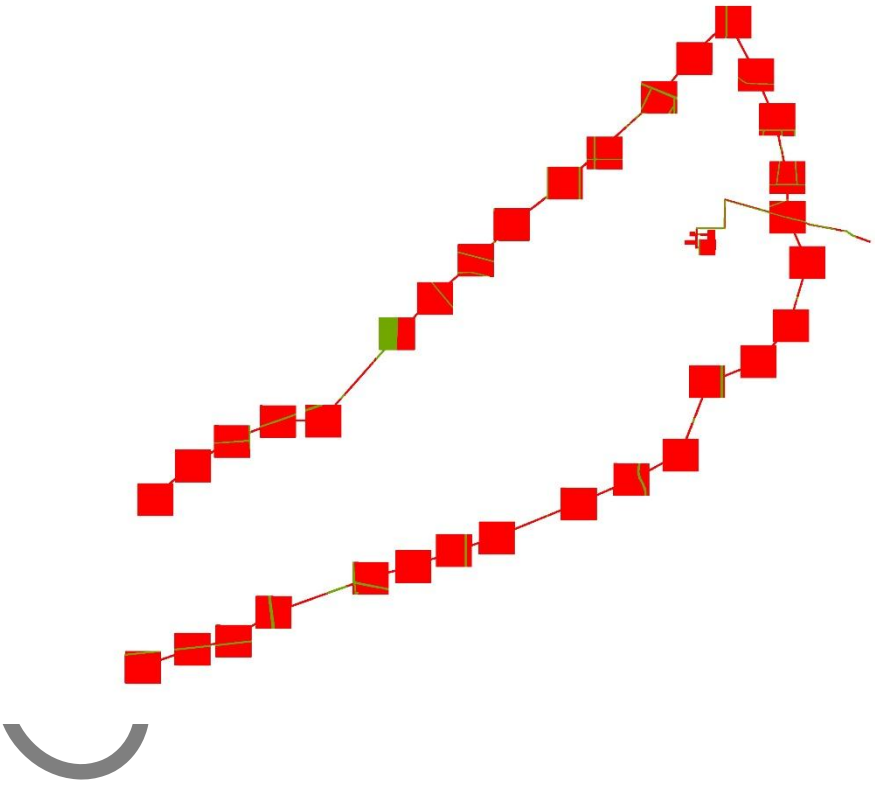
Consulta Pública

3.4.1.1 Variable "A" uso de suelo y vegetación

Se cargaron los usos de suelo y vegetación de la vegetación actual dentro del AP. Se asignó el valor de 3 a aquellos tipos de vegetación cuya composición no se ha visto afectada por las actividades del hombre (mejor conservadas) y cuerpos de agua; el valor de 2 para agricultura y el valor de 1 para los usos de suelo correspondientes a actividades humanas y zonas desprovistas de vegetación.

VARIABLE "A" Uso de Suelo y Vegetación Actual		
DESCRIPCIÓN	**VALOR A**	**COLOR**
Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco	3	
Desprovisto de Vegetación	1	

Figura 68: Variable A, Uso de suelo y Vegetación Actual



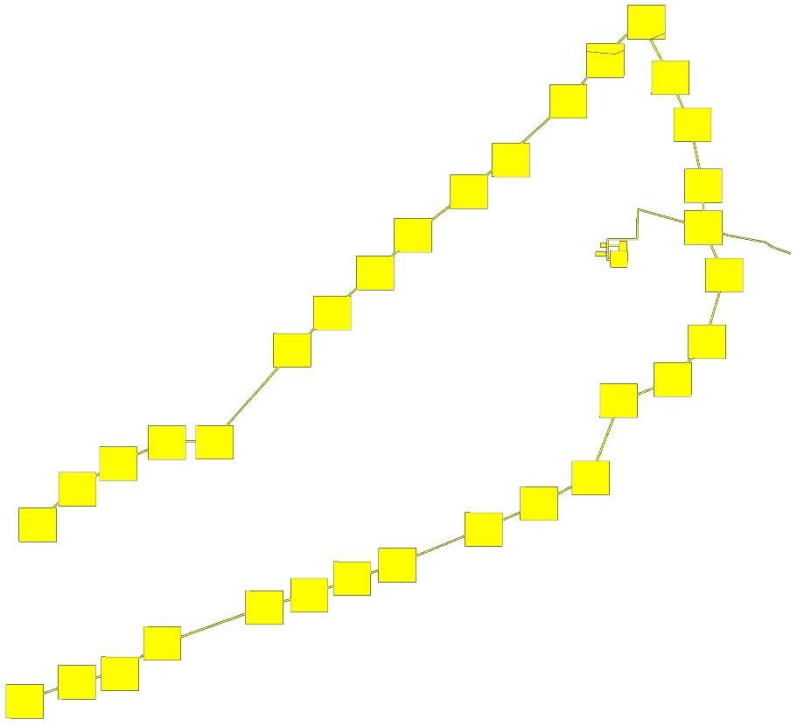
3.4.1.2 Variable "B" Degradación de suelo

Se cargó la clasificación de CONABIO para la Degradación del suelo en la República Mexicana; asignando el valor de 3 a aquellas zonas sin degradación del suelo (mejor conservadas), el valor de 2 a las que tienen una degradación ligera y 1 a una moderada para las que presentan algún grado de degradación.

Tabla 75: Valor asignado al grado de Degradación del suelo

VARIABLE "B" Degradación de suelo		
DESCRIPCIÓN	**VALOR B**	**COLOR**
No Degradado	3	
Degradado ligera	2	

Figura 69: Variable B, Degradación del suelo

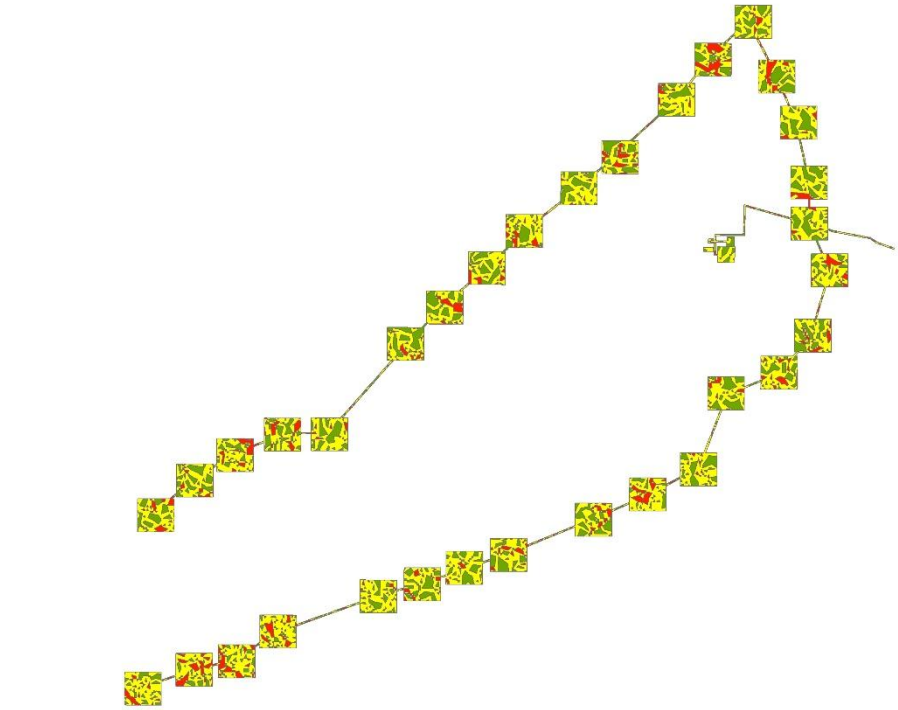


3.4.1.3 Variable "C" Grado de pendiente del terreno

Mediante el MDE, se clasificaron las pendientes dentro del AP. Dando como el valor de 1 a las pendientes mayores al 4%; de 2 a las pendientes entre 2-4% y de 3 a las pendientes "planas", menores al 2%.

VARIABLE "B" Degradación de suelo		
DESCRIPCIÓN	VALOR C	COLOR
0 - 2%	3	
2 - 4 %	2	
> 4%	1	

Figura 70: Variable C, Pendientes



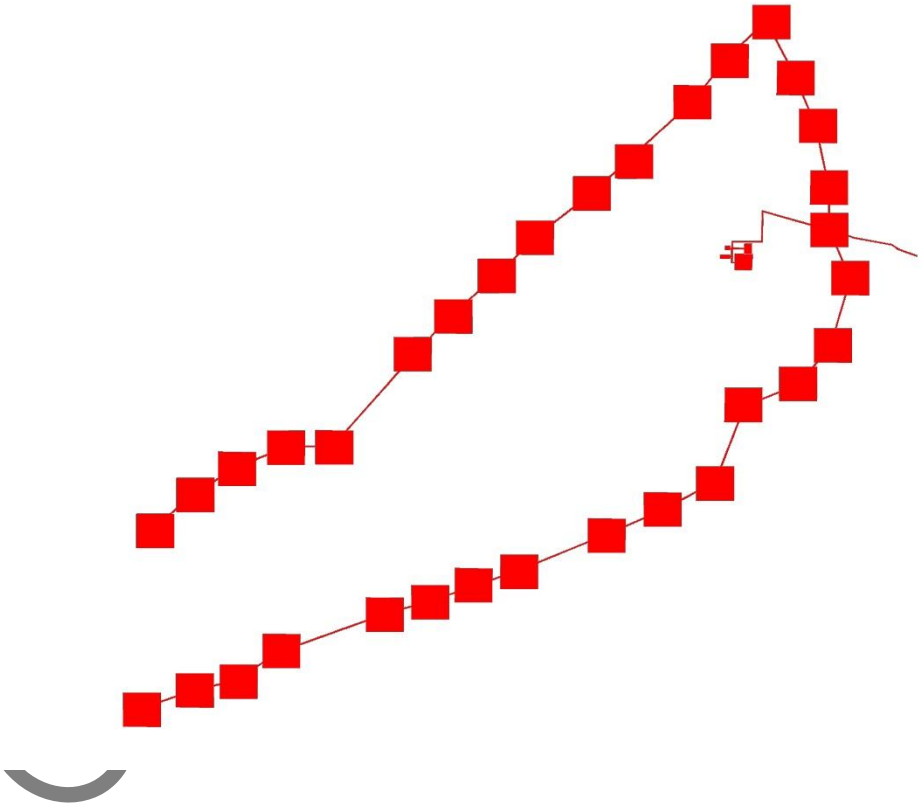
3.4.1.4 Variable "D" Regiones indígenas

Se asignó el valor de 3 a aquellas zonas donde se encuentren alguna región indígena y el valor de 1 para las zonas que no estén dentro de alguna área.

Tabla 76: Valor Asignado a las Regiones indígenas

VARIABLE "B" Degradación de suelo		
DESCRIPCIÓN	**VALOR D**	**COLOR**
Regiones Indígenas	3	
Sin Estatus	1	

Figura 71: Variable D, Regiones indígenas



Una vez asignados los valores a las variables "A, B, C y D", se realizó la sobreposición de las capas correspondientes a cada variable, dando como resultado Unidades Ecológicas (UE) con valores mínimos de 4 y máximos de 9, a los que se les asignó un grado de conservación como se muestra en la siguiente tabla.

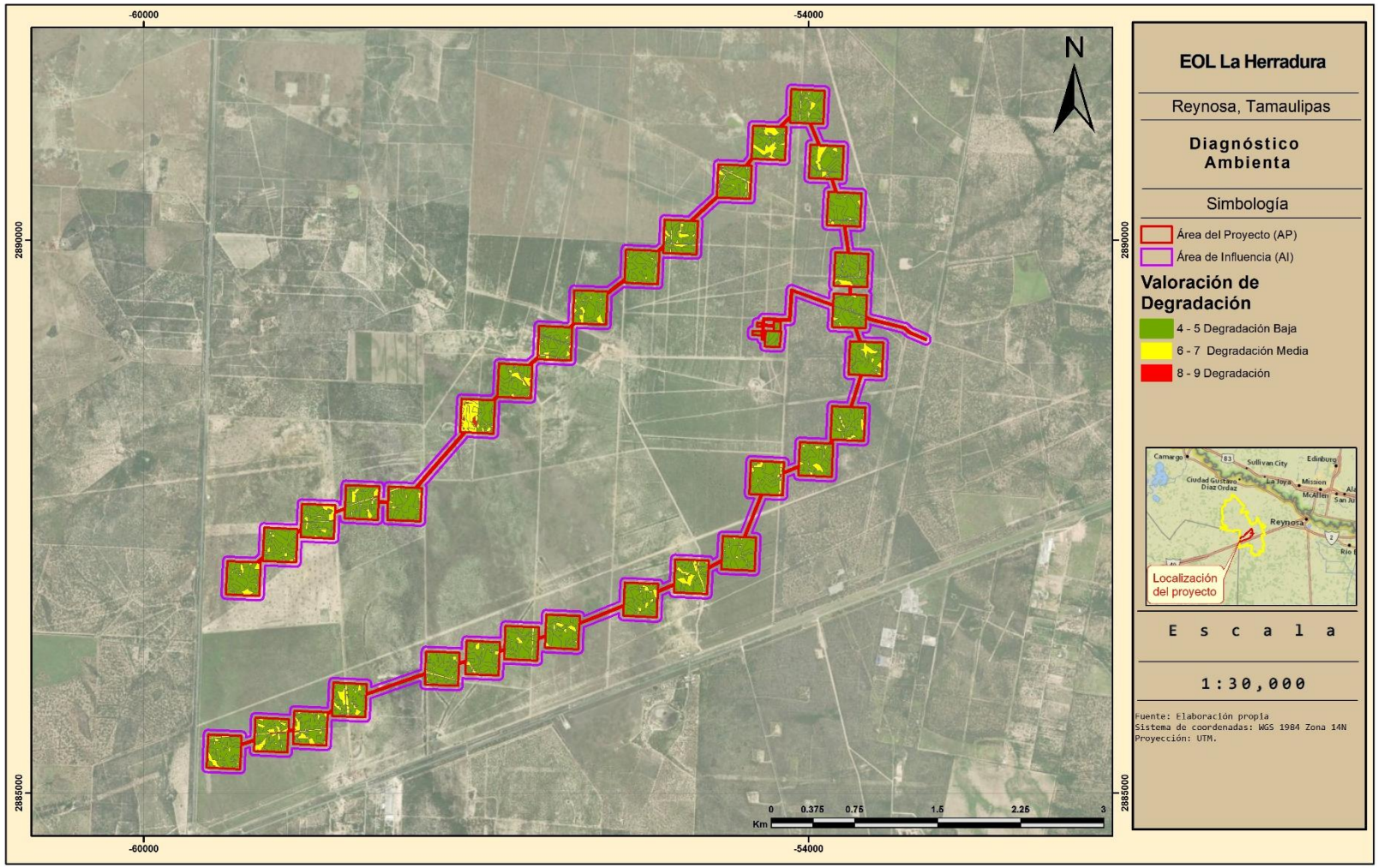
Tabla 77: Valor obtenido de acuerdo al grado de conservación

Diagnostico ambiental		
Grado de conservación	**Valor**	**Porcentaje en el AP**
Degradación Alta	4 – 5	0.13%
Degradación Media	6 –7	38.01%
Degradación Baja	8- 9	61.86%

Las UE, son el resultado de la integración de las variables biofísicas en unidades territoriales con características homogéneas, lo que permitió determinar el grado de degradación/conservación de las mismas, como se muestra en el siguiente mapa:

Consulta Pública

Mapa 38: Diagnóstico Ambiental, grado de degradación/conservación de las UE



3.4.2 Diagnóstico

El diagnóstico ambiental del Área de Proyecto (AP) se obtuvo mediante la integración de las variables biofísicas consideradas en la caracterización ambiental, con el propósito de identificar la tendencia de los procesos de deterioro natural y determinar el grado de conservación de las unidades territoriales presentes.

La degradación baja constituye la categoría predominante dentro del AP, con el 61.86 % de su superficie. Esto indica que la mayor parte del área evaluada presenta una condición ambiental relativamente favorable respecto a las otras variables, manteniendo características que, corresponden a un mayor grado de conservación.

Las Unidades Ecológicas con degradación media, correspondientes a valores de 6 a 7, representan superficies con un grado de conservación intermedio. Esta categoría constituye una condición de transición entre las áreas con mayor deterioro y aquellas que presentan mejores condiciones de conservación.

Las unidades clasificadas dentro de esta categoría pueden resultar de la combinación de variables que presentan valores intermedios o de la interacción entre factores con diferente grado de conservación. Por ejemplo, se considera con un valor de 2 las superficies destinadas a agricultura y aquellas áreas que presentan degradación ligera del suelo, asimismo, las pendientes comprendidas entre 2 y 4 % reciben un valor intermedio.
Esta categoría representa el 38.01 % del AP, constituyendo una proporción importante de la superficie analizada. Por lo tanto, corresponde a áreas donde las condiciones ambientales presentan cierto grado de modificación, pero mantienen elementos que permiten conservar parte de sus características naturales y funcionalidad ecológica.

Las Unidades Ecológicas clasificadas con degradación alta, correspondientes a valores de 4 a 5**,** representan las zonas con menor grado de conservación dentro del AP. Estas unidades resultan de la combinación de condiciones ambientales.

En términos generales, esta categoría se relaciona con superficies donde existe una mayor influencia de factores de modificación o deterioro ambiental, particularmente cuando coinciden usos de suelo asociados con actividades humanas o superficies desprovistas de vegetación, condiciones de degradación del suelo y/o pendientes que presentan mayores restricciones naturales.

Dentro del AP, esta categoría representa únicamente el 0.13 % de la superficie, por lo que corresponde a una condición ambiental de presencia muy reducida. Su baja representación indica que las condiciones de mayor deterioro se encuentran espacialmente restringidas y no constituyen la condición predominante del área evaluada.

En conjunto, los resultados muestran que el AP presenta un predominio de superficies con degradación baja, seguidas por aquellas clasificadas con degradación media, mientras que las áreas con degradación alta tienen una representación mínima. La distribución obtenida es de 61.86 % de degradación baja, 38.01 % de degradación media y 0.13 % de degradación alta.

Consulta Pública

Por lo anterior, el diagnóstico ambiental permite establecer que, bajo las variables y criterios empleados, el AP presenta predominantemente condiciones de conservación favorables, aunque existe una proporción considerable de superficies con condiciones intermedias de conservación que reflejan la interacción de factores naturales y actividades de modificación del territorio. Las superficies clasificadas como de degradación alta son puntuales y representan una fracción mínima del área total.

3.4.3 Tendencia del cambio

Considerando la tendencia de desarrollo del municipio y el uso potencial que tienen las tierras en las que se pretende instalar el Proyecto, así como, las necesidades de energía en el estado de Nuevo León, el objetivo de desarrollar proyectos de energía renovable es generar energía limpia a menor costo, reducir emisiones a la atmósfera, desarrollar proyectos comunitarios de acuerdo a un plan de gestión social, establecer medidas específicas de compensación; así como generar empleos y bienestar.

Estos son algunos de los beneficios alcanzados por los parques eólicos:

1. Reducción de emisiones contaminantes y gases de efecto invernadero.
2. Diversificación de las fuentes de generación eléctrica
3. Generación de empleos
4. Inversión y desarrollo económico regional
5. Impulso a la transición energética de México

Por último; de acuerdo a los ordenamientos jurídicos aplicables se concluye que: no existen disposiciones legales, federales o locales, que prohíban expresamente la preparación, construcción y operación del Proyecto, únicamente se establecen disposiciones tendientes a condicionar su ejecución para acreditar su viabilidad ambiental.

Consulta Pública

4 IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN....4-1

4.1 Proceso de Identificación y Evaluación de Impactos (Marco Conceptual GC vs. CVA)....4-2
4.1.1 Definición de Elementos Metodológicos....4-2
4.1.2 Proceso de Evaluación Cuantitativa....4-5
4.1.3 Interpretación de la Matriz Metodológica....4-5
4.1.3.1 Estructura de la Metodología (Causa vs. Receptor)....4-5
4.1.3.2 Clasificación de los Componentes Ambientales y Factores....4-5
4.1.3.3 Criterios de Evaluación y Simbología de la Matriz....4-6
4.1.4 El Proceso Cuantitativo:....4-8
4.1.4.1 Ponderación Cuantitativa y Cálculo de la Importancia (I)....4-8
4.1.4.2 Normalización y Determinación de la Importancia Relativa (Modelo Batelle Adaptado)....4-9
4.1.4.2.1 Cálculo de la Calidad Ambiental (Función de Transformación Batelle)....4-9
4.1.4.2.2 Importancia Relativa de los Impactos....4-10
4.2 Valoración de Impactos y Priorización Cualitativa....4-10
4.2.1 Identificación de los Componentes Valiosos del Ambiente (CVA) en la RE....4-11
4.2.1.1 Tren de Análisis de Riesgos Ambientales....4-12
4.2.1.2 Caracterización de los CVA y Servicios del Ecosistema....4-12
4.2.1.3 Inventario de los Componentes Valiosos del Ambiente (CVA) Seleccionados....4-13
4.2.1.4 Análisis de la Afectación a Servicios Ecosistémicos....4-14
4.3 Identificación y caracterización de los impactos....4-15
4.3.1 Indicadores de impacto y de cambio climático....4-15
4.3.2 Identificación de los generadores de cambio y caracterización de impactos....4-16
4.4 Criterios de evaluación (Metodología Cuantitativa)....4-17
4.4.1 Criterios Conceptuales y Tipología del Impacto....4-17
4.4.1.1 Criterios para la Valoración de la Sinergia....4-17
4.4.2 Criterios de Puntuación (Escala de Magnitud)....4-17
4.4.3 Criterios de Mitigabilidad y Relevancia....4-19
4.5 Matriz de evaluación cuantitativa de impactos....4-19
4.6 Valoración de los impactos....4-29
4.6.1 Índice de Calidad Ambiental (ICA)....4-30
4.6.2 Índice de Calidad ambiental....4-33
4.7 Síntesis de la Calidad Ambiental....4-38

Consulta Pública

4.7.1 Impactos 4-39
4.8 Impactos acumulativos 4-46
4.8.1 Determinación y Suma Operativa de las Medidas de Manejo *(MM)* y Compensación *(MC)* 4-55
4.9 Impactos residuales 4-57
4.10 medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración 4-59
4.10.1 Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) y Programas Específicos 4-63
4.10.2 Descripción de las medidas por componente ambiental 4-66
4.10.2.1 Fichas técnicas 4-66
Factor Ambiental: 4-66
4.10.3 Cronograma de Aplicación e Implementación de Medidas de Manejo Ambiental 4-76
4.10.4 Duración de las obras o actividades correctivas o de mitigación 4-78
4.10.4.1 Medidas de compensación 4-78
4.11 Análisis Comparativo de Escenarios 4-78
4.11.1 Escenario Sin Proyecto (Situación Actual) 4-78
4.11.2 Escenario Con Proyecto (Etapas de Preparación y Construcción) 4-79
4.11.3 Escenario Residual (Etapa de Operación y Mitigación) 4-79
4.11.4 Fase de Abandono 4-79
4.12 Seguimiento y control (monitoreo) 4-80
4.13 Resumen y conclusiones 4-80
4.13.1 Alineación con la Agenda Climática Global (COP29 y COP30) 4-81

Índice de Figuras

Figura 1. Marco conceptual de la caracterización de los impactos ambientales del proyecto 4-4
Figura 2: Diagrama de la metodología para selección de CVA. 4-11
Figura 3: Gráfica de importancia de impactos 4-37

Consulta Pública

Índice de Tablas

Tabla 1. Clasificación de los componentes ambientales y factores 4-6
Tabla 2. Simbología en la matriz de impacto ambiental 4-7
Tabla 3. Componentes Valiosos del Ambiente (CVA) 4-13
Tabla 4 . Análisis de la afectación a los Servicios Ecosistémicos en el RE 4-14
Tabla 5. Impactos y unidades de medida 4-16
Tabla 6. Tipología y Enfoque de los Impactos Ambientales 4-17
Tabla 7. Rangos de Intensidad del Impacto 4-18
Tabla 8. Tipología del Efecto y Reversibilidad 4-18
Tabla 9: Valoración de impactos 4-29
Tabla 10. Resumen de Impactos Ambientales Identificados y su Nivel de Significancia Final. 4-30
Tabla 11: Valor de significancia máximo 4-33
Tabla 12: Matriz de Significancia (Impactos Adversos y Benéficos) e Índice de Calidad Ambiental. 4-34
Tabla 13. Identificación y Caracterización de los Impactos Ambientales Generados por el Proyecto. 4-39
Tabla 14: Intensidad de los impactos negativos identificados 4-45
Tabla 15: Impactos y medidas de mitigación 4-60

Consulta Pública

4 IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN

Introducción

La metodología de Evaluación de Impactos[1] Ambientales (EIA) aplicada al Proyecto se basa en una combinación de métodos cualitativos y cuantitativos, estructurados bajo el modelo de **Cribado Sucesivo**.

El proceso metodológico sigue una secuencia lógica que garantiza la trazabilidad técnica, desde la delimitación de la **Región Ecológica (RE)** – definida bajo criterios hidrológicos de subcuencas **–** hasta la determinación de la **Importancia (*I*)** de los efectos residuales, incluyendo los siguientes pasos clave:

- **Definición de la Región Ecológica (RE) y Línea Base:** Diagnóstico del estado actual de los recursos dentro de la RE definido para la Línea de Transmisión, considerando que el Proyecto se desarrollará sobre una franja de infraestructura que contempla Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales **(CUSTF)** en Vegetación Secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco.
- **Identificación de Componentes Valiosos del Ambiente (CVA):** Selección de los receptores sensibles en la **RE**, clasificados conforme a la **Evaluación de Ecosistemas del Milenio (EEM, 2005)** en Servicios Ecosistémicos (soporte, regulación, provisión y culturales) y Componentes de la Biodiversidad.
- **Identificación de Generadores de Cambio (GC):** Definición de las actividades y obras de la Línea de Transmisión (preparación del sitio, cimentación de cimentaciones, tendido de conductores, obras del Derecho de Vía y mantenimiento por podas selectivas) que actúan como factores de alteración sobre los CVA.
- **Análisis de Interacción y Modelación de Efectos:** Cuantificación de la alteración mediante la Metodología Romero (2025), la cual evalúa la respuesta de los CVA ante los GC. Este análisis permite normalizar los impactos a través de funciones de transformación para determinar con precisión la pérdida o ganancia de la Calidad Ambiental (UCA) en la RE.

Se identifican los patrones de cambio observados en la matriz del paisaje local –caracterizada por una antropización previa y fragmentación por vías de comunicación e infraestructura existente– con la finalidad de extrapolar el estado del medio ambiente en el corto, mediano y largo plazo. Este diagnóstico permite reconocer los impactos potenciales significativos del **EOL La Herradura**, asegurando que su integración al entorno sea ambientalmente viable.

Consulta Pública

[1] *La International Association of Impact Assessment define impacto como el efecto o la consecuencia de una acción (IAIA, 2009).*

4.1 PROCESO DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS (MARCO CONCEPTUAL GC VS. CVA)

El procedimiento general para identificar los impactos se fundamenta en un modelo de cribado sucesivo, tanto a nivel geográfico (dentro del RE) como conceptual. Este modelo permite abarcar los posibles impactos directos, indirectos y acumulativos relevantes generados por el Proyecto.

La Priorización de Impactos se inicia con una **Valoración Cualitativa**, donde se define la Naturaleza (positiva o negativa) del efecto y se evalúa su magnitud inicial. Esta fase cualitativa constituye el **sustento paramétrico** que permite la transición hacia la Matriz de Evaluación Cuantitativa, bajo la **Metodología Romero (2013/2025)**.

Esta metodología es consistente con los lineamientos internacionales de EIA propuestos por la International Association for Impact Assessment (IAIA, 2009), la cual define el impacto como el efecto o la consecuencia de una acción. Asimismo, se alinea con los conceptos propuestos por la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (EEM, 2005)[2] integrando la visión de servicios ecosistémicos en la evaluación de la calidad ambiental.

4.1.1 DEFINICIÓN DE ELEMENTOS METODOLÓGICOS

El análisis de impactos ambientales del Proyecto se realiza a partir de la interacción funcional de los siguientes elementos, siguiendo el Marco Conceptual de la Evaluación de Ecosistemas del Milenio:

- Generadores de Cambio (GC)[3]: Conocidos internacionalmente como drivers of change.

Representan las actividades específicas del Proyecto que actúan como factores de alteración sobre los **CVA**. Sus consecuencias derivan en un efecto o impacto directo sobre la estructura y función de los servicios del ecosistema.

Actividades del Proyecto: *Preparación del sitio y desmonte puntual sobre el Derecho de Vía (DDV), adecuación de caminos de acceso e internos de mantenimiento, excavación y cimentación de las bases para estructuras verticales, montaje de torres/postes, tendido y tensionado de conductores eléctricos, e instrumentación de podas selectivas de mantenimiento durante la etapa de operación.*

Consulta Pública

[2]MEA: The Millennium Ecosystem Assessment , conocida en español como la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (EM) es un programa de trabajo internacional diseñado para satisfacer la necesidad de los tomadores de decisiones y el público en general, con información científica sobre las consecuencias de los cambios en los ecosistemas para el bienestar humano y las opciones de respuesta frente a esos cambios MEA, M. E. A. (2005). "Evaluación de los ecosistemas del milenio." Retrieved 16 agosto, 2010, from http://www.millenniumassessment.org/es/index.aspx.

[3] Los generadores de cambio (o drivers of change en inglés) tienen como consecuencia un efecto o un impacto sobre los servicios del ecosistema y afectan el bienestar humano (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2003).

- Componentes Valiosos del Ambiente (CVA[4]): Conocidos internacionalmente como VEC (Valued Ecosystem Components).

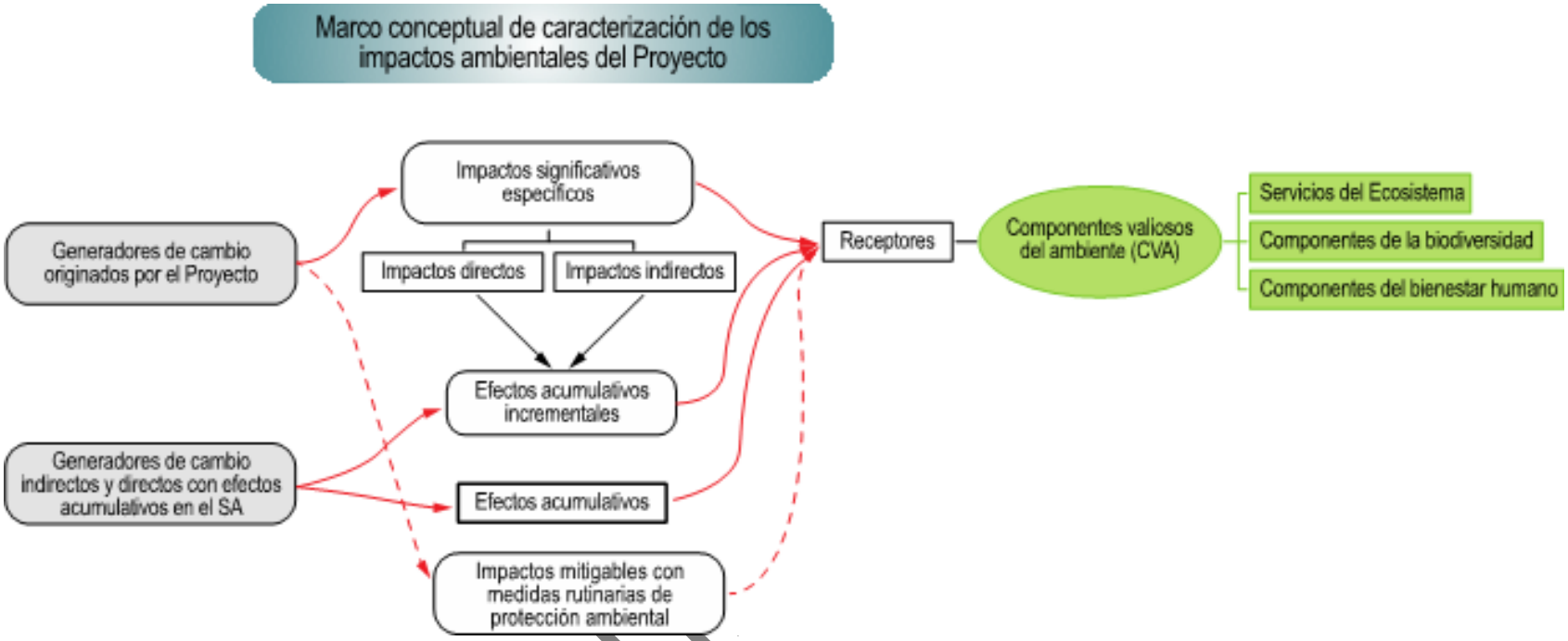
Son los **receptores sensibles** del ambiente natural y humano que poseen un alto valor ecológico, social o normativo. En esta metodología, los CVA se caracterizan por tres dimensiones fundamentales: **Servicios del Ecosistema, Componentes de la Biodiversidad y Componentes del Bienestar Humano**.

En la Figura 1 se presenta gráficamente el Marco Conceptual que rige la caracterización y posterior modelación de los impactos ambientales del Proyecto, estableciendo la ruta de transferencia de energía y materia entre la causa (GC) y el efecto (CVA).

Consulta Pública

[4] Camacho Valdez V et al. Marco conceptual y clasificación de los servicios ecosistémicos. Revista Bio Ciencias enero 2012 Vol.1 Núm. 4 Año 2 Páginas 3 a 15

Figura 1. Marco conceptual de la caracterización de los impactos ambientales del proyecto



Consu

4.1.2 PROCESO DE EVALUACIÓN CUANTITATIVA

Para concluir el proceso de identificación y asegurar la objetividad en la toma de decisiones, se desarrolla una Matriz de Evaluación Cuantitativa. Este instrumento permite analizar de forma sistemática la interacción de los Generadores de Cambio (GC) –actuando como factores de alteración– sobre cada uno de los Componentes Valiosos del Ambiente (CVA) identificados en la RE del Proyecto.

El análisis trasciende la descripción cualitativa al emplear una escala ponderada que evalúa los atributos críticos del impacto: Intensidad, Tiempo, Acumulación, Sinergia, Reversibilidad, Efecto, Ámbito y Mitigabilidad. A cada uno de estos criterios se le asigna un valor numérico cuya sumatoria integrada determina la Importancia (I).

Este rigor matemático permite clasificar la significancia de cada impacto en rangos técnicos, proporcionando el sustento científico necesario para el diseño de las medidas de mitigación. Asimismo, este proceso constituye el paso previo a la normalización mediante la Función de Transformación de Batelle, garantizando que la evaluación de la Calidad Ambiental (UCA) del Proyecto sea Metodológicamente consistente y auditable.

4.1.3 INTERPRETACIÓN DE LA MATRIZ METODOLÓGICA

4.1.3.1 *ESTRUCTURA DE LA METODOLOGÍA (CAUSA VS. RECEPTOR)*

La matriz de evaluación se fundamenta en la distinción de tres elementos clave:

Elemento	Definición Funcional
Generador de Cambio (GC)	La **causa** del impacto. Toda actividad del proyecto (construcción, operación, abandono) que altera el medio ambiente (ej. movimiento de tierras, vallado perimetral).
Componente Valioso del Ecosistema (CVE)	El **receptor** del impacto. Elementos del medio ambiente (CA) que poseen un alto valor funcional o normativo.
Indicador de Impacto Cuantificable (KPI)	La **medida** del impacto. La expresión numérica que cuantifica la alteración en el estado del CVE (ej. dBA, Ton/Ha/Año, etc.)

4.1.3.2 *CLASIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES AMBIENTALES Y FACTORES*

Los Componentes Ambientales (CA) son las grandes categorías del medio ambiente. Los Factores son los elementos dentro de cada CA que se someten a evaluación (CVE).

Consulta Pública

Tabla 1. Clasificación de los componentes ambientales y factores

Componente Ambiental (CA)	Factor / CVA (Elemento Específico Evaluado)	Etapa del Proyecto
Medio Físico / Abiótico	**Suelo:** Compactación por tránsito de maquinaria, incremento en la erosión hídrica por despalme y riesgo de derrames accidentales de lubricantes.	Preparación del sitio y Construcción
	Agua (Hidrología Superficial y Subterránea): Modificación puntual en la capacidad de infiltración, dinamismo de escurrimientos superficiales y riesgo de contaminación.	Preparación del sitio y Construcción
	Aire y Atmósfera: Aumento de niveles de ruido por maquinaria y generación de polvos fugitivos (PM_{10}/$PM_{2.5}$) por movimiento de tierras en accesos.	Preparación del sitio y Construcción
Medio Biológico	**Paisaje y Calidad Escénica:** Alteración de la calidad escénica del fondo visual por la intrusión de infraestructura sobre el Derecho de Vía (DDV).	Preparación del sitio, Construcción y Operación
	Flora: Remoción de cobertura vegetal (Vegetación Secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco) por **CUSTF** y podas selectivas de mantenimiento.	Preparación del sitio, Construcción y Operación
	Fauna y Avifauna: Desplazamiento temporal por ruido, pérdida puntual de microhábitats y riesgo de colisión de avifauna con el tendido eléctrico.	Preparación del sitio, Construcción y Operación
Medio Socioeconómico y Sistemas de Seguridad	**Aspectos Socioeconómicos:** Generación de empleo local, contratación de proveeduría, servicios básicos y derrama económica municipal.	Preparación del sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento
	Riesgo Ambiental y Operativo: Eventos fortuitos o conatos de incendio en el Derecho de Vía y mantenimientos en la infraestructura eléctrica de alta tensión.	Operación y Mantenimiento

4.1.3.3 *CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y SIMBOLOGÍA DE LA MATRIZ*

Para la asignación de valores numéricos en la Matriz de Evaluación, se utilizan criterios estandarizados que definen la interacción entre el Proyecto y los CVA. Estos criterios permiten desglosar la naturaleza del impacto desde su origen hasta su capacidad de recuperación:

Consulta Pública

Criterio	Definición y Enfoque para el Evaluador
Tendencia	Grado de evolución que experimentará el impacto si no se implementan medidas adicionales. (¿El impacto tiende a agravarse, disminuir o mantenerse estable a lo largo del tiempo?
Intensidad	Magnitud del daño al CVE (Se cuantifica con el KPI).
Tiempo	Duración del impacto (Corto, Mediano o Largo Plazo/Permanente).
Acumulación	¿El impacto se **suma** a los impactos de otras actividades o proyectos existentes en el RE?
Reversibilidad	Grado de dificultad para restaurar el CVE a su estado inicial.
Efecto	Si la manifestación del impacto es temporal o permanente.
Ámbito	Extensión espacial del impacto (Local o Regional).
Mitigabilidad	Nivel de complejidad de la solución (Baja, Buenas Prácticas; Continuo, medidas de mitigación; Alta, medidas de mitigación especiales; Muy Alta, Ingeniería Estructural.

Tabla 2. Simbología en la matriz de impacto ambiental

	0	± 1	± 2	± 3
Tendencia	A la baja	Continuo o neutro	Al alta	Muy Alta
Intensidad	Color	Color	Color	Color
Tiempo	-	(0-2 años)	(3 - 10 años)	(10 - 35 años)
Acumulación	Sin Acumulación	2 impactos acumulados	3 impactos acumulados	4 o + Impactos acumulados
Sinergia	Sin sinergia	Baja	Media	Alta
Efecto	-	Ocasional	Temporal	Permanente
Reversibilidad	Altamente reversible	Reversible a corto plazo	Reversible a mediano plazo	Indefinido
Ámbito	-	Inmediato	Local	Regional
Mitigabilidad	Buenas prácticas	Medidas de Mitigación	Medidas de mitigación Especiales	Ingeniería estructural

Consulta Pública

	0	± 1	± 2	± 3
Significancia	-	Baja	Media	Alta
Etapa	-	Preparación	Construcción	Operación

4.1.4 El Proceso Cuantitativo:

La Importancia (I) de cada impacto se determina mediante la asignación de valores numéricos a criterios de ponderación específicos, donde una puntuación más alta es indicativa de una mayor severidad o complejidad técnica. El valor resultante se categoriza dentro de una escala de Significancia, la cual define el alcance y la profundidad de las medidas de mitigación requeridas para cada interacción.

Fórmula y Ponderación Metodológica. - Para asegurar la objetividad y la relevancia ecológica, **la Importancia (I)** se calcula a través de una **función de suma ponderada**. En este modelo, la ponderación se calibra para reflejar la prioridad de los **Componentes Valiosos del Ambiente (CVA)**; de esta manera, los impactos caracterizados por su irreversibilidad y efecto directo adquieren un peso preponderante en el resultado final:

$$I = \sum (Criterios\ Ponderados)$$

Los criterios como la Intensidad (la magnitud del daño) y la Reversibilidad (la dificultad para restaurar el CVA) reciben una ponderación superior a otros criterios (como el Ámbito o la Mitigabilidad). Esto garantiza que las clasificaciones de Alto (20 a 30 puntos) solo se alcancen el impacto compromete severamente la función o estructura del CVA.

Nivel de Impacto (Significancia)	Rango Numérico Negativo (I)	Implicación de Manejo
Baja	4 a 10 puntos	Compatible con el entorno. Requiere **Buenas Prácticas Ambientales**.
Medio	11 a 19 puntos	Controlable. Requiere **Medidas de Mitigación Específicas** y Monitoreo.
Alto	20 a 26 puntos	Severo. Requiere **Mitigación Estructural Compleja** y/o **Compensación Ecológica**.

4.1.4.1 *Ponderación Cuantitativa y Cálculo de la Importancia (I)*

La **Importancia (I)** de los impactos se determina asignando un valor a cada uno de los **N** parámetros de la matriz de valoración (Romero L. 2013/2025).

El **Puntaje Total del Impacto (I)** es la suma de los valores asignados a cada criterio ($\mathbf{C_i}$):

Puntaje Total del Impacto (I) = $\sum_{i=1}^{N} C_i$

Consulta Pública

Donde N es el número total de criterios de ponderación y C_i es el valor asignado a cada criterio.

Puntaje Máximo Total ($I_{máx}$): representa la condición de mayor alteración posible, determinada por la suma de los valores máximos de cada criterio.

Bajo este modelo, criterios fundamentales como **la Intensidad** (magnitud del daño) y la **Reversibilidad** (dificultad para restaurar el CVE) reciben una ponderación superior frente a otros atributos como el Ámbito o la Mitigabilidad. Esta jerarquización garantiza que la clasificación de impacto **Alto** solo se asigne cuando la actividad compromete severamente la función o estructura del receptor sensible.

Significancia y Estrategia de Manejo Ambiental

Los resultados numéricos se agrupan en tres niveles de **Significancia**, los cuales dictan el alcance de las medidas de intervención y la complejidad del manejo ambiental del **Proyecto:**

Nivel de Impacto (Significancia)	Rango Numérico (I)	Implicación de Manejo Técnico
Baja	**4 a 10 puntos**	Impacto compatible con el entorno. Se gestiona mediante **Buenas Prácticas Ambientales**.
Media	**11 a 19 puntos**	Impacto controlable. Requiere **Medidas de Mitigación Específicas** y programas de monitoreo.
Alto	**20 a 26 puntos**	Impacto severo. Exige **Mitigación Estructural Compleja** y/o esquemas de Compensación Ecológica.

4.1.4.2 *Normalización y Determinación de la Importancia Relativa (Modelo Batelle Adaptado)*

Para asegurar la **objetividad y la comparabilidad** entre impactos de distinta naturaleza, la valoración numérica de la matriz se somete a un proceso de normalización. Este procedimiento técnico permite integrar variables heterogéneas (como ruido, suelo o vegetación) bajo un mismo **Índice de Calidad Ambiental (ICA)**.

Dicha normalización es fundamental para determinar la **Importancia Relativa**, garantizando que el peso de cada alteración sea ponderado de manera equilibrada dentro del análisis integral del entorno del Proyecto.

4.1.4.2.1 Cálculo de la Calidad Ambiental (Función de Transformación Batelle)

El valor de afectación se transforma utilizando el modelo de **Batelle-Columbus** (Cotan-Pinto Arroyo S., 2007), bajo la adaptación metodológica de **Romero L.** (2013). La **Calidad Ambiental (CA)** se calcula normalizando el puntaje de la matriz (***I***) a una escala que oscila entre **0 (condición crítica)** y **1 (condición óptima).**

Este cálculo se obtiene mediante el cociente del puntaje obtenido entre el puntaje máximo teórico, eliminando las unidades de medida para obtener un indicador estandarizado:

Consulta Pública

Calidad Ambiental *(CA)* = $\frac{I}{I_{max}}$

Este proceso establece la "**función de evaluación**" o de "**transformación**" de la calidad ambiental, una herramienta esencial que permite la comparación sistémica de los impactos y facilita la interpretación de los cambios en la calidad ambiental del Proyecto.

4.1.4.2.2 IMPORTANCIA RELATIVA DE LOS IMPACTOS

Para determinar el peso específico de cada impacto respecto al total de las alteraciones del Proyecto (**Importancia Relativa**), se realiza una ponderación proporcional. Este cálculo se obtiene dividiendo la Calidad Ambiental de cada impacto (***CA$_j$)*** entre el **Valor Total Acumulado de la Calidad Ambiental (∑*CA*)** de todos los *M* impactos identificados en el sistema:

$$\text{Importancia Relativa del Impacto} = \frac{CA_j}{\sum_{j=1}^{M} CA_j}$$

El resultado expresa la relevancia de cada impacto en una escala fraccionaria: aquellos con mayor peso técnico se acercan al valor de 1, mientras que los de menor incidencia tienden a 0.

Mediante este análisis, se identifican con precisión los impactos con mayor afectación a la calidad ambiental, los cuales se establecen como los factores prioritarios para el diseño y ejecución de las medidas de mitigación.

4.2 VALORACIÓN DE IMPACTOS Y PRIORIZACIÓN CUALITATIVA

La identificación y valoración de los efectos ambientales del Proyecto se ejecuta mediante un proceso de dos fases: una fase cualitativa de priorización y una fase cuantitativa de cálculo de importancia.

El análisis cualitativo inicial permite jerarquizar los efectos basándose en su potencial de alteración sistémica. Una vez determinada la intensidad y tendencia de cada impacto, se procede a su priorización técnica considerando los siguientes criterios fundamentales para el diseño de las medidas de manejo:

- **Potencial repercusión sobre Servicios del Ecosistema:** Evaluación de la capacidad del entorno para mantener sus funciones vitales tras la interacción con el Proyecto.
- **Interacción con procesos de cambio previos (Acumulación):** Análisis de la suma de efectos con otras actividades preexistentes en el Región Ecológica (RE).
- **Interacción con otros Generadores de Cambio (Sinergia):** Identificación de impactos que, al combinarse, potencian su magnitud original.
- **Mitigabilidad o compensabilidad:** Determinación de la viabilidad técnica para prevenir, atenuar o resarcir el daño al componente ambiental.

Consulta Pública

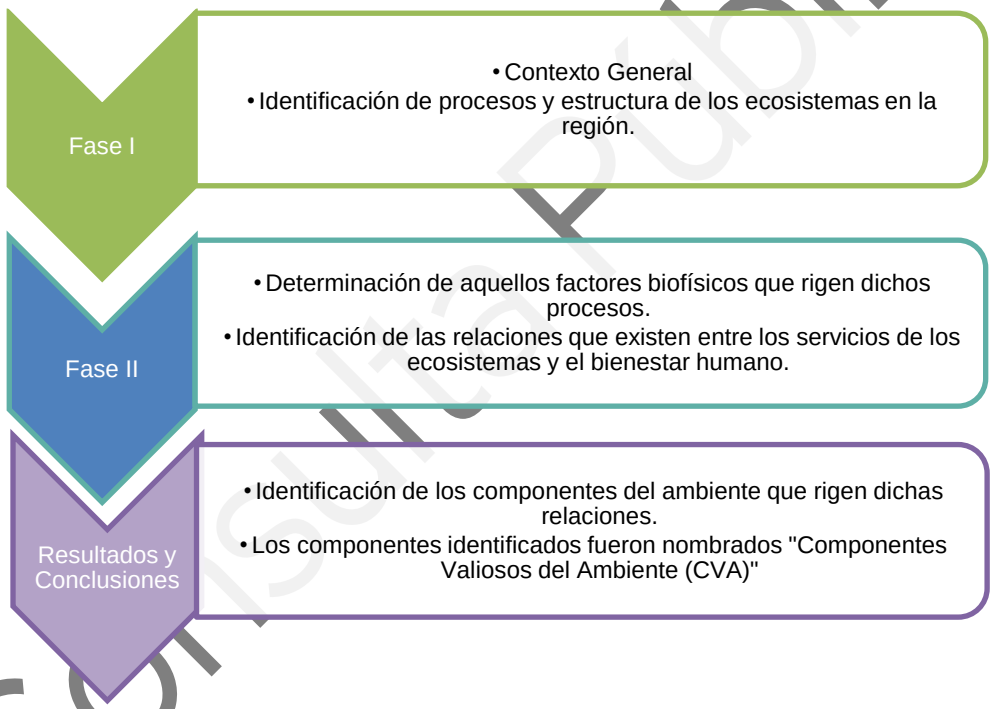
- **Intensidad y tendencia del impacto:** Caracterización de la magnitud del cambio y su comportamiento proyectado a lo largo del tiempo.

La Importancia de los impactos identificados se determina con el objetivo de establecer el peso relativo que cada alteración ejerce sobre los **Componentes Valiosos del Ambiente (CVA)**, asegurando que la gestión ambiental sea dirigida a los puntos críticos.

4.2.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES VALIOSOS DEL AMBIENTE (CVA) EN LA RE

Para la selección de los **Componentes Valiosos del Ambiente (CVA)** que conforman la base del análisis de este estudio, se aplicó una metodología de cribado sistemático orientada a la representatividad ecosistémica y normativa. Este proceso se estructuró en dos fases analíticas fundamentales, como se ilustra en la Figura 2:

Figura 2: Diagrama de la metodología para selección de CVA.



Como se observa en la figura anterior, la metodología se estructuró en dos fases analíticas fundamentales:

- **Fase I. Contexto General:** Identificación de los procesos y la estructura de los ecosistemas a nivel regional, estableciendo la línea base del entorno del Proyecto.
- **Fase II. Determinación de Factores Biofísicos:** Análisis de los factores que rigen los procesos ecosistémicos e identificación de las relaciones existentes entre los servicios del ecosistema y el bienestar humano.

Consulta Pública

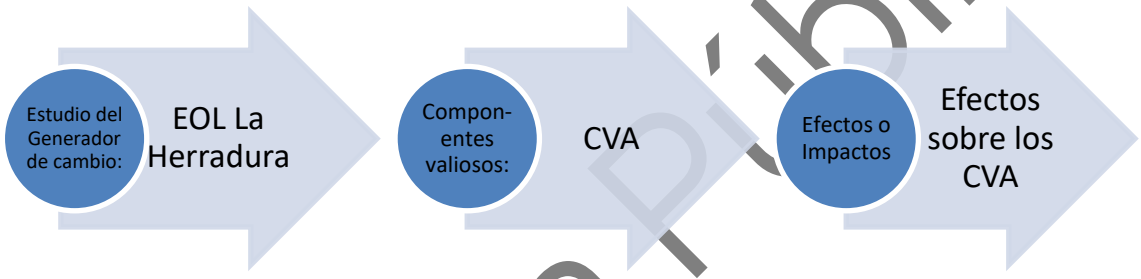
Como resultado de este proceso integrador, se definieron los elementos del ambiente que rigen dichas relaciones funcionales, los cuales han sido denominados **Componentes Valiosos del Ambiente (CVA)** para fines de la presente evaluación. Estos componentes representan los receptores sensibles sobre los cuales se modelarán los efectos de los Generadores de Cambio.

4.2.1.1 *TREN DE ANÁLISIS DE RIESGOS AMBIENTALES*

Una vez definidos los CVA, se establece la ruta causal que rige la evaluación. El siguiente diagrama presenta el tren de análisis de los riesgos ambientales derivados de las actividades del **Proyecto**, estructurando la secuencia lógica desde la acción hasta la consecuencia ambiental:

El siguiente diagrama presenta el tren de análisis de los riesgos ambientales derivados de las actividades del Proyecto.

Figura 3. Diagrama para el análisis de riesgos ambientales.



4.2.1.2 *CARACTERIZACIÓN DE LOS CVA Y SERVICIOS DEL ECOSISTEMA*

La aplicación de esta metodología permite obtener un listado jerarquizado de los componentes valiosos, integrando una caracterización basada en el concepto de **servicios del ecosistema**[5], propuesto en los **EEM**, especifica con claridad los beneficios que la población obtiene de las funciones naturales de cada componente identificado.

El proceso de determinación de los **CVA** se fundamenta en un análisis riguroso de la información de la **Línea de Base Ambiental** y en la experiencia técnica acumulada en estudios de impacto ambiental similares en la región sureste de la Republica. El siguiente flujo metodológico describe la transición desde la identificación del componente hasta la definición de sus servicios:

Consulta Pública

[5]Servicios del ecosistema: Los beneficio que la gente obtiene de las funciones de los ecosistemas (MEA, 2005)



Bajo este esquema, se asegura que la evaluación de impactos no se limite a una descripción biológica, sino que considere la **integridad funcional del ecosistema** y su valor para el entorno.

4.2.1.3 *Inventario de los Componentes Valiosos del Ambiente (CVA) Seleccionados*

Derivado del análisis de cribado sistémico y la caracterización funcional del entorno del Proyecto, se ha determinado el siguiente listado de CVA. Estos componentes representan los receptores sensibles sobre los cuales se evaluará la magnitud de los cambios ambientales:

Tabla 3. Componentes Valiosos del Ambiente (CVA)

Categoría	Componente Valioso del Ambiente (CVA)	Justificación de la Importancia Relativa	Servicios Ecosistémicos
Medio Físico	**Suelo y Geomorfología**	La preservación de la capa fértil y la estabilidad del relieve local son fundamentales para prevenir procesos erosivos e infiltración adecuada durante los movimientos de tierra puntuales en estructuras.	Soporte / Regulación
	Hidrología Superficial y Subterránea	Conservación de los patrones naturales de escurrimiento superficial, prevención de azolvamiento y protección del acuífero por posible infiltración accidental de fluidos.	Provisión / Soporte
Medio Biológico	**Cubierta Vegetal (Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco)**	Corresponde al uso de suelo y vegetación nativa. Su caracterización es relevante para estimar la biomasa a remover por CUSTF, así como los elementos de mitigación por la construcción de caminos/plataformas y la estabilización de obras temporales.	Regulación / Soporte

Consulta Pública

Categoría	Componente Valioso del Ambiente (CVA)	Justificación de la Importancia Relativa	Servicios Ecosistémicos
Medio Biológico	**Fauna Silvestre y Avifauna**	Protección de fauna terrestre de baja movilidad durante los trabajos de desmonte y despalme; identificación de rutas de tránsito de avifauna y quirópteros para prevención de colisiones con aerogeneradores y líneas de transmisión.	Regulación
Medio Socioeconómico	**Medio Económico y Social**	La generación de empleo directo e indirecto y la demanda de bienes/servicios locales impulsan la derrama económica municipal en la zona de influencia.	Provisión (Económica)

4.2.1.4 *Análisis de la Afectación a Servicios Ecosistémicos*

La siguiente tabla, vincula la alteración del Componente Valioso del Ambiente (CVA) con el impacto directo sobre los Servicios Ecosistémicos (SE) que sustentan el bienestar humano:

Tabla 4 . Análisis de la afectación a los Servicios Ecosistémicos en el RE

Componente Valioso del Ambiente (CVA)	Servicio Ecosistémico (SE)	Función del Ecosistema en la Línea Base	Análisis de la Afectación al Servicio Ecosistémico
Suelo y Geomorfología	**Soporte / Regulación**	Retención de capa fértil, estabilidad mecánica del terreno e infiltración natural hacia los acuíferos locales.	**Alteración de las propiedades físicas del suelo:** Compactación por tránsito de maquinaria pesada, despalme en cimentaciones de aerogeneradores, subestación y apertura/ampliación de caminos internos, con incremento temporal de la susceptibilidad a la erosión eólica e hídrica.
Hidrología Superficial y Subterránea	**Provisión / Soporte**	Conservación de los patrones naturales de escurrimientos superficiales temporales y recarga del acuífero local.	**Modificación de la escorrentía superficial:** Intervención puntual en áreas de desplante y cruces de caminos, requiriendo obras de drenaje transversal y pasos de agua para mantener el flujo natural sin inducir represamientos, azolvamiento ni afectación al acuífero.

Consulta Pública

Componente Valioso del Ambiente (CVA)	Servicio Ecosistémico (SE)	Función del Ecosistema en la Línea Base	Análisis de la Afectación al Servicio Ecosistémico
Cubierta Vegetal (Vegetación Secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco)	**Soporte / Regulación**	Cobertura de Vegetación Secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco (VSMET), regulación microclimática, captura de carbono, retención edáfica y provisión de hábitat.	**Pérdida de cubierta vegetal por CUSTF y fragmentación puntual:** Remoción de vegetación para el desplante de aerogeneradores, plataformas de montaje, zanjas de media tensión y caminos de acceso, requiriendo rescate de flora, compensación forestal y estabilización de obras temporales.
Fauna Silvestre (Aves, Quirópteros y Fauna Terrestre)	**Regulación / Soporte**	Dinámica poblacional, control biológico, dispersión de semillas, polinización y rutas de tránsito de avifauna y quiróptero fauna residente y migratoria.	**Perturbación, desplazamiento y riesgo de colisión:** Ahuyentamiento y manejo de fauna terrestre de baja movilidad durante el desmonte y despalme; riesgo potencial de colisión de aves y quirópteros con el área de barrido de los aerogeneradores y líneas de trasmisión en fase de operación.
Medio Socioeconómico y Uso del Territorio	**N/A (Impacto Antrópico Directo)**	Soporte a las actividades productivas regionales (ganadería extensiva y aprovechamiento cinegético en ranchos de la zona).	**Dinamización de la economía local y coexistencia productiva:** Generación de empleo directo e indirecto, derrama económica por contratación de bienes y servicios en el municipio de Reynosa, manteniendo la compatibilidad operativa con el uso de suelo ganadero/cinegético preexistente.

4.3 IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS

4.3.1 INDICADORES DE IMPACTO Y DE CAMBIO CLIMÁTICO

Bajo la premisa técnica de que un indicador es "un elemento del medio ambiente afectado, o potencialmente afectado, por un agente de cambio" (Ramos, 1987), se han seleccionado los **Indicadores de Impacto Cuantificable (KPIs)** para el **Proyecto.**

Estos indicadores funcionan como las unidades de medida que permiten determinar la Intensidad (Magnitud) de cada alteración sobre los **Componentes Valiosos del Ambiente (CVA)**. La selección de estos KPIs se fundamenta en tres criterios de rigor científico:

- **Mensurabilidad:** Capacidad de ser medidos objetivamente desde la Línea de Base.
- **Sensibilidad:** Reactividad del indicador ante las perturbaciones específicas de las etapas del Proyecto.
- **Verificabilidad:** Capacidad de demostrar el éxito de las medidas de mitigación y la resiliencia del sistema ante el cambio climático.

Consulta Pública

En el contexto de Cambio Climático, los indicadores no solo miden la afectación local, sino que también reflejan la contribución del Proyecto a la mitigación global mediante la sustitución de fuentes de energía fósil, cuantificada a través de la capacidad instalada y la generación anual de energía limpia (MWh/año).

4.3.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS GENERADORES DE CAMBIO Y CARACTERIZACIÓN DE IMPACTOS

La **International Association of Impact Assessment** define impacto como el efecto o la consecuencia de una acción (IAIA, 2009). Estas acciones se describen como **Generadores de Cambio (GC)** que tienen como consecuencia "un efecto o un impacto sobre los servicios ambientales y afectan el bienestar humano" (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2005).

En este caso, la acción es provocada por el **Generador de Cambio** ligado al **Proyecto** y el efecto o consecuencia es el impacto experimentado por un receptor específico (CVA); entre ellos, los Servicios Ecosistémicos y la Biodiversidad. Dada la complejidad del Región Ecológica (RE), se reconoce que los GC pueden generar:

- **Efectos Acumulativos:** El impacto final se comporta como la suma simple de impactos sobre un mismo receptor.
- **Efectos Sinérgicos:** Los impactos se potencian entre sí, resultando en un efecto final mayor que la suma de los impactos individuales (IAIA, 2003).

A continuación, se presenta la matriz de caracterización de impactos y unidades de medida (Tabla 5), detallando la interacción entre los GC, los CVA y el indicador (KPI) que será utilizado para asignar el puntaje de Intensidad en la valoración numérica:

Tabla 5. Impactos y unidades de medida

Generador de Cambio (GC)	CVA Principal	Indicador de Medida (KPI) Cuantificable
GC-01: Preparación del sitio y desmonte	**1. Suelo**	**Superficie (m²)** de suelo compactado o removido.
GC-02: Instalación de infraestructura vertical	**2. Calidad Escénica**	**Distancia (m)** a los receptores sensibles en el **AI** y **Grado de contraste** visual (escala 1-4).
GC-01: Preparación del sitio y GC-03: Mantenimiento	**3. Flora y Vegetación**	**Superficie (ha)** con remoción de vegetación y superficie (ha) sujeta a **poda selectiva**.
GC-04: Tendido de conductores y operación	**4. Fauna Silvestre y Avifauna**	**Tasa de mortalidad** (No. carcasas/km/año).

Consulta Pública

4.4 CRITERIOS DE EVALUACIÓN (METODOLOGÍA CUANTITATIVA)

Para determinar la significancia de los impactos identificados, se emplea un algoritmo de evaluación multidimensional que permite obtener la **Importancia Ambiental (*I*)**. Este método asigna valores numéricos a una serie de atributos que describen la calidad, extensión y duración del efecto generado por las actividades del Proyecto.

4.4.1 CRITERIOS CONCEPTUALES Y TIPOLOGÍA DEL IMPACTO

Para asegurar una valoración precisa dentro de la RE, se establecen los criterios técnicos que definen la relevancia y tipología de los impactos identificados. Esta categorización permite diferenciar entre efectos inmediatos y aquellos que se derivan de procesos complejos de interacción ambiental:

Tabla 6. Tipología y Enfoque de los Impactos Ambientales

Criterio	Definición y Enfoque
Directos	Impactos primarios o de primer orden causados por el proyecto y que ocurren en el mismo sitio.
Indirectos	Impactos secundarios accionados por el proyecto que afectan al medio ambiente a través de las repercusiones provocadas a otros componentes (Morris, 1995).
Acumulativo	Impactos provocados por la suma de efectos sobre los componentes del ambiente, generados por proyectos pasados, existentes y futuros (Morris, 1995).
Acumulativo Sinérgico	Los que, dados los procesos de cambio existentes dentro de la RE, pueden potenciar o influir sobre efectos en curso, resultando un impacto mayor a la suma individual.
Antagonista (Neutralizador)	Impacto que puede atenuar, mitigar o contrarrestar otros impactos generados por el proyecto mismo o por otros agentes de cambio.

4.4.1.1 *CRITERIOS PARA LA VALORACIÓN DE LA SINERGIA*

En el análisis de las interacciones ambientales del **Proyecto**, el atributo de **Sinergia (SI)** se valora en función del reforzamiento de dos o más efectos simples. Para efectos de la calificación cuantitativa en la matriz, se establecen los siguientes niveles de intensidad:

- **Sinergia Negativa Baja**: El impacto resultante no excede aproximadamente un 20% de la suma de los impactos individuales.
- **Sinergia Negativa Media:** El impacto resultante no excede aproximadamente el doble de la suma de los impactos individuales.
- **Sinergia Negativa Alta:** El impacto resultante es más del doble de la suma de los impactos individuales.

4.4.2 CRITERIOS DE PUNTUACIÓN (ESCALA DE MAGNITUD)

Para la asignación de valores numéricos en la Matriz de Importancia, se establecen criterios técnicos que permiten ponderar la relevancia de los impactos. Aunque los impactos se describen de manera

Consulta Pública

cualitativa para su mejor comprensión, su evaluación se rige por atributos consensuados que facilitan la priorización de las acciones de mitigación.

A. Intensidad (Magnitud del Daño)

La intensidad se mide en función del porcentaje de afectación respecto al límite permisible (Normatividad vigente) o a las existencias del recurso dentro del polígono del **Proyecto**:

Tabla 7. Rangos de Intensidad del Impacto

Nivel de Intensidad	Porcentaje de Afectación al Límite Permisible / Existencias
Muy Baja	Menores a 29% respecto al límite permisible, o si las existencias del recurso son menores a 24%.
Moderada	Entre 30% - 50% del límite permisible, o si son afectadas entre 25% - 49% de las existencias.
Alta	Más de 60% respecto al límite permisible, o si son afectadas entre 50% - 74% de las existencias.
Muy Alta	Rebasa los valores permisibles, o si afecta a más del 75% de las existencias del recurso.

B. Efecto (Manifestación y Reversibilidad)

Este criterio evalúa la temporalidad de la alteración y la capacidad de recuperación del sistema afectado:

Tabla 8. Tipología del Efecto y Reversibilidad

Tipo de Efecto	Descripción
Poco Ocasional / Ocasional / Temporal	Se produce de forma incidental, de vez en cuando, o intermitente/frecuente, en los ciclos de tiempo que dura una acción intermitente.
Permanente	El efecto se produce de forma continua durante la vida útil del **Proyecto**.
Altamente Reversible	La alteración puede ser revertida por las condiciones del sistema de forma inmediata.
Reversible a Corto Plazo	Reversible, pero permanente durante 1 o 2 generaciones de la especie o componente afectado.
Reversible a Largo Plazo	Reversible con el tiempo, con poca o nula intervención humana.
Irreversible	La alteración es permanente o deja un efecto residual significativo que no permite el retorno al estado inicial.

C. Alcance Geográfico (Ámbito)

Consulta Pública

Este criterio define la extensión espacial donde se manifiestan los efectos de las actividades del **Proyecto**. Es crucial para delimitar las áreas donde las medidas de mitigación deben tener mayor incidencia.

Nivel de Ámbito	Descripción del Alcance Espacial
Entorno Inmediato	Afectación directa y confinada exclusivamente al sitio donde se ejecuta la acción, limitada por el **Área del Proyecto**.
Entorno Local	El efecto ocurre de manera perceptible hasta 5 km más allá de los límites del el **Área del Proyecto**.
Entorno Regional	El efecto se manifiesta a una escala mayor, involucrando la microcuenca o la región fisiográfica donde se inserta la obra.
Gran Escala	El impacto posee una magnitud que sobrepasa los límites del Región Ecológica (RE).

4.4.3 CRITERIOS DE MITIGABILIDAD Y RELEVANCIA

Estos criterios establecen el vínculo técnico entre la evaluación de los impactos y su gestión operativa. Permiten priorizar los esfuerzos de conservación y aseguran que la estrategia de manejo ambiental del **Proyecto** sea viable y efectiva:

Criterio	Definición y Consecuencia
Mitigable con Acciones Rutinarias	Impactos que pueden ser prevenidos o reducidos mediante la aplicación de buenas prácticas de ingeniería y desempeño ambiental probado, asegurando que no se generen impactos residuales de relevancia.
Compensable con Acciones Conocidas	Impactos residuales que, tras agotarse las medidas de mitigación, pueden ser compensados mediante acciones que aseguren la mejora o ampliación de los CVA y Servicios Ecosistémicos (SE) afectados.
Mitigable con Acciones Innovadoras	Impactos que, por su naturaleza o magnitud, requieren medidas complejas, no convencionales o de alta especialidad. Estos impactos son priorizados para el desarrollo de protocolos específicos de manejo.
Impacto Potencialmente Relevante Específico	Alteraciones que requieren necesariamente de medidas de mitigación o compensación innovadoras y complejas, dada la sensibilidad del componente o la magnitud del cambio generado.

4.5 MATRIZ DE EVALUACIÓN CUANTITATIVA DE IMPACTOS

Se preparó una matriz de evaluación cuantitativa que refleja los impactos identificados y las actividades técnicas, así como los elementos ambientales y sus procesos que serán afectados por el Proyecto. La matriz se seccionó en las tres fases principales (Preparación, Construcción y Operación/Mantenimiento) para facilitar la trazabilidad de cada interacción.

Consulta Pública

Las matrices constituyen un método robusto que permite identificar las interacciones entre los componentes del **Proyecto** y los elementos del ambiente donde se prevén alteraciones. Asimismo, permite vislumbrar dónde pueden presentarse impactos acumulativos, facilitando la visualización estratégica de dichos puntos de control ambiental.

Para el análisis inicial, se evaluaron aquellas interacciones indicando con una escala de Significancia Aparente (1 al 3) el grado de relevancia preliminar:

- Valor 1: Impacto poco significativo.
- Valor 2: Impacto medianamente significativo.
- Valor 3: Impacto altamente significativo.

A continuación, se presenta la matriz de impactos resultante para el Proyecto:

Consulta Pública

Elemento receptor	Clave/#	Parámetro	Impacto	Descripción del Impacto	Tendencia	Intensidad	Tiempo	Acumulación	Sinergia	Efecto	Reversibilidad	Ámbito	Mitigabilidad	Significancia	Preparación	Construcción	Operación y	Total
Flora	1	Superficie cubierta con vegetación forestal	Pérdida de la cubierta vegetal por motivo de CUSTF	El retiro de vegetación por motivo de CUSTF en el área solicitada ocasionará la remoción de cubierta de Vegetación Secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco	1	2	1	1	0	3	3	1	-2	2	X			12
Flora	2	Superficie cubierta con vegetación forestal	Afectación a especies de flora en general (incluyendo NOM-059-SEMARNAT-2010)	Para el desarrollo del proyecto se realizará el CUSTF durante la preparación, lo que puede ocasionar la afectación a especies de flora	1	2	1	1	0	3	2	1	-2	2	X			11
Fauna	3	Superficie cubierta con vegetación forestal	Pérdida de zonas de refugio para la fauna silvestre	El cambio de uso de suelo representará una pérdida de zonas de refugio de las especies de fauna que se distribuyen en el área	1	2	1	1	0	2	2	2	-2	2	X	X		11

Consulta Pública

Elemento receptor	Clave/#	Parámetro	Impacto	Descripción del Impacto	Tendencia	Intensidad	Tiempo	Acumulación	Sinergia	Efecto	Reversibilidad	Ámbito	Mitigabilidad	Significancia	Preparación	Construcción	Operación y	Total
Fauna	4	Superficie cubierta con vegetación forestal	Fragmentación del hábitat	Derivado del CUSTF y la presencia de parque, se generará la fragmentación del hábitat para las especies de fauna silvestre	1	1	1	1	0	3	2	2	-2	2	X	X		11
Fauna	5	Número de fatalidades/ Tasa de Colisión	Riesgo de afectación a la avifauna y quirópteros por la presencia de la infraestructura del proyecto	La operación del parque eólico conlleva un riesgo de interacción y colisión de especies de aves y murciélagos con los aerogeneradores y líneas de trasmisión.	1	1	3	0	0	1	3	1	-2	2			X	10
Suelo	6	Superficie compactada	Compactación del suelo	La nivelación del terreno, la circulación de vehículos y maquinaria y las actividades propias de la preparación del sitio, generarán que el suelo sea compactado	0	1	3	1	0	3	2	1	-2	1	X	X	X	10

Consulta Pública

Elemento receptor	Clave/#	Parámetro	Impacto	Descripción del Impacto	Tendencia	Intensidad	Tiempo	Acumulación	Sinergia	Efecto	Reversibilidad	Ámbito	Mitigabilidad	Significancia	Preparación	Construcción	Operación y	Total
Calidad escénica y paisaje	7	Superficie de ocupación de infraestructura del proyecto	Modificación de la calidad escénica	La infraestructura del proyecto, al ser elementos de intrusión al paisaje generarán la modificación a la calidad escénica actual de la zona	0	1	3	1	0	2	2	1	-2	2			X	10
Calidad escénica y paisaje	8	Superficie ocupada por maquinaria	Contaminación visual del paisaje	La preparación y construcción del proyecto, generan la contaminación visual del sitio por la presencia de vehículos y maquinaria	1	1	1	1	0	2	2	1	-2	2	X	X		9
Fauna	9	Número de fatalidades	Riesgo de afectación a las especies de fauna silvestre que se encuentren o no listadas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.	Durante la preparación y construcción del proyecto existe el riesgo de afectación de especies de fauna silvestre por la circulación constante de vehículos y maquinaria	1	1	1	0	0	2	1	1	-2	2	X	X		7

Consulta Pública

Elemento receptor	Clave/#	Parámetro	Impacto	Descripción del Impacto	Tendencia	Intensidad	Tiempo	Acumulación	Sinergia	Efecto	Reversibilidad	Ámbito	Mitigabilidad	Significancia	Preparación	Construcción	Operación y	Total
Suelo	10	Toneladas de suelo perdido	Riesgo de erosión del suelo	La pérdida de la cobertura vegetal, derivada del CUSTF puede generar el riesgo de erosión del suelo, a falta de la protección natural que ésta le ofrece	0	1	1	0	0	2	2	1	-2	2	X	X		7
Agua	11	Volumen de aguas residuales sanitarias/ número de vehículos y maquinaria	Riesgo de contaminación de agua	Durante todas las etapas del proyecto existe el riesgo de contaminación de agua por el mal manejo de residuos o el derrame accidental de aceites y combustibles de vehículos y maquinaria	1	1	3	0	0	1	2	1	-3	1	X	X	X	7
Calidad Ambiental y Servicios Urbanos	12	Volumen de residuos y su clasificación	Generación de residuos sólidos municipales (RSU)	Debido a la presencia de trabajadores en el área, se generarán residuos de este tipo	1	1	3	0	0	2	1	1	-3	1	X	X	X	7

Consulta Pública

Elemento receptor	Clave/#	Parámetro	Impacto	Descripción del Impacto	Tendencia	Intensidad	Tiempo	Acumulación	Sinergia	Efecto	Reversibilidad	Ámbito	Mitigabilidad	Significancia	Preparación	Construcción	Operación y	Total
Calidad Ambiental y Servicios Urbanos	13	Volumen de aguas residuales sanitarias	Generación de aguas residuales sanitarias	Debido a la presencia de trabajadores se generarán aguas residuales sanitarias	1	1	3	0	0	2	1	1	-3	1	X	X	X	7
Aire	14	Número de vehículos y maquinaria	Emisiones a la atmósfera	Debido a la presencia de vehículos y maquinaria en el área del proyecto, se emitirán gases contaminantes producto de la combustión interna de estos vehículos	1	1	1	0	0	2	2	1	-3	1	X	X		6
Aire	15	Número de vehículos y maquinaria	Emisiones de ruido	Derivado de la circulación de vehículos y maquinaria para la preparación y construcción del proyecto, se generarán emisiones de ruido	1	1	1	0	0	2	2	1	-3	1	X	X		6

Consulta Pública

Elemento receptor	Clave/#	Parámetro	Impacto	Descripción del Impacto	Tendencia	Intensidad	Tiempo	Acumulación	Sinergia	Efecto	Reversibilidad	Ámbito	Mitigabilidad	Significancia	Preparación	Construcción	Operación y	Total
Calidad Ambiental y Servicios Urbanos	16	Volumen de residuos y su clasificación	Generación de residuos de manejo especial	Derivado del CUSTF y las actividades correspondientes al mantenimiento del equipo e infraestructura del proyecto se generarán este tipo de residuos	1	1	3	0	0	1	1	1	-3	1	X	X	X	6
Calidad Ambiental y Servicios Urbanos	17	Número de vehículos y maquinaria/ volumen de residuos y su clasificación	Generación de residuos peligrosos	Durante todas las etapas del proyecto se generarán este tipo de residuos, que van desde costales que contuvieron cemento, envases de pintura, restos de empaques y embalajes usados hasta suelo contaminado con algún hidrocarburo	1	1	3	0	0	1	1	1	-3	1	X	X	X	6
Calidad Ambiental y Servicios Urbanos	18	Número de eventualidades ocurridas	Riesgo de incidentes por contacto de fauna silvestre con el personal del proyecto	Durante la preparación y construcción del proyecto existirá el riesgo de picaduras o mordeduras por el contacto de fauna silvestre con el personal que labore para el mismo	0	1	1	0	0	1	1	1	-2	2	X	X		5

Consulta Pública

Elemento receptor	Clave/#	Parámetro	Impacto	Descripción del Impacto	Tendencia	Intensidad	Tiempo	Acumulación	Sinergia	Efecto	Reversibilidad	Ámbito	Mitigabilidad	Significancia	Preparación	Construcción	Operación y	Total
Suelo	19	Número de vehículos y maquinaria/ volumen de residuos y su clasificación	Riesgo de contaminación del suelo	La circulación de vehículos y maquinaria podría contaminar el suelo por derrame accidental de aceites y combustibles, así como por un mal manejo de los residuos	1	1	1	0	0	1	2	1	-3	1	X	X		5
Aire	20	Número de vehículos y maquinaria	Dispersión de polvos fugitivos	La circulación de vehículos y maquinaria levantará polvos y partículas del suelo que pudieran representar una afectación a la salud de los trabajadores y las personas que desarrollen sus actividades en las cercanías del área de proyecto	1	1	1	0	0	2	1	1	-3	1	X	X		5
Calidad Ambiental y Servicios Urbanos	21	Número de eventualidades por presencia de fauna nociva/ volumen de residuos y clasificación	Atracción de fauna nociva u oportunista	Debido a la presencia de trabajadores se generarán residuos urbanos y sanitarios, mismos que pueden atraer fauna nociva u oportunista	0	1	3	0	0	1	1	1	-3	1	X	X	X	5

Consulta Pública

Elemento receptor	Clave/#	Parámetro	Impacto	Descripción del Impacto	Tendencia	Intensidad	Tiempo	Acumulación	Sinergia	Efecto	Reversibilidad	Ámbito	Mitigabilidad	Significancia	Preparación	Construcción	Operación y	Total
Socioeconómico	22	Capacidad de generación	Generación de energía eléctrica por medios renovables	La generación de energía eléctrica por medio eólico se considera como una de las formas de generación de energía de bajo impacto y considerada como energía renovable	1	2	3	0	0	3	3	2	NA	3			X	17
Socioeconómico	23	Número de empleos generados	Incremento en la derrama económica para el municipio	La migración de empleados ocasionará un incremento en la derrama económica para el municipio, por el incremento en la demanda y compra de servicios	1	2	1	1	0	2	2	2	NA	3	X	X		14
Socioeconómico	24	Número de empleos generados	Generación de empleos directos e indirectos	El desarrollo del proyecto conlleva la generación de varios empleos, muchos de los cuales serán aprovechados por los habitantes del municipio y de localidades cercanas	0	2	1	0	0	2	2	2	NA	2	X	X		11

Consulta Pública

4.6 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS

Con el objetivo de eliminar la subjetividad en la asignación de valores, se establece el siguiente método de interpretación. Este cuadro define los rangos y condiciones que sustentan la calificación técnica de cada atributo evaluado en la matriz del Proyecto:

Una vez identificada la intensidad y tendencia de cada impacto, se realizó un análisis cualitativo de éstos, de manera que se pudieran priorizar con base en los siguientes puntos:

- Potencial repercusión sobre servicios del ecosistema.
- Interacción con procesos de cambio previos.
- Interacción con otros generadores de cambio e impactos.
- Mitigabilidad o compensabilidad.
- Intensidad y tendencia del impacto.

La importancia de los impactos identificados, se determinó con la finalidad de priorizar y dar el peso relativo que cada uno de los impactos tienen sobre los factores ambientales considerados para el Proyecto.

Tabla 9: Valoración de impactos

	0	± 1	± 2	± 3
Tendencia	A la baja 	Continuo o neutro 	Al alta 	Muy Alta 
Intensidad	Color 0	Color 1	Color 2	Color 3
Tiempo	-	(0-2 años)	(3 - 10 años)	(10 - 35 años)
Acumulación	Sin Acumulación	2 impactos acumulados	3 impactos acumulados	4 o + Impactos acumulados
Sinergia	Sin sinergia	Baja	Media	Alta
Efecto	-	Ocasional	Temporal	Permanente
Reversibilidad	Altamente reversible	Reversible a corto plazo	Reversible a mediano plazo	Indefinido
Ámbito	-	Inmediato	Local	Regional
Mitigabilidad	Buenas prácticas	Medidas de Mitigación	Medidas de mitigación Especiales	Ingeniería estructural
Significancia	-	Baja	Media	Alta
Etapa	-	Preparación	Construcción	Operación

Consulta Pública

4.6.1 ÍNDICE DE CALIDAD AMBIENTAL (ICA)

Tras la evaluación de los **24 impactos ambientales** identificados para el **Proyecto**, se aplicó un análisis de normalización para determinar el **Índice de Calidad Ambiental (ICA)** global. Este procedimiento permite cuantificar la **condición posterior de la RE**, después de la generación de los impactos, bajo la siguiente metodología:

1. **Normalización de la Significancia (S):** Se toma el valor de significancia absoluta (S) obtenido para cada uno de los 24 impactos identificados en la matriz. Dado que el límite técnico superior de la metodología es de 30 unidades, cada valor se normaliza dividiéndolo entre dicho máximo para obtener su valor relativo en una escala de 0 a 1.

Tabla 10. Resumen de Impactos Ambientales Identificados y su Nivel de Significancia Final.

# / Clave	Impacto	Tendencia	Intensidad	Tiempo	Acumulación	Sinergia	Efecto	Reversibilidad	Ámbito	Mitigabilidad	Significancia	Total
1	Pérdida de la cubierta vegetal por motivo de CUSTF	1	2	1	1	0	3	3	1	-2	2	12
2	Afectación a especies de flora en general (incluyendo NOM-059-SEMARNAT-2010)	1	2	1	1	0	3	2	1	-2	2	11
3	Pérdida de zonas de refugio para la fauna silvestre	1	2	1	1	0	2	2	2	-2	2	11
4	Fragmentación del hábitat	1	1	1	1	0	3	2	2	-2	2	11
5	Riesgo de afectación a la avifauna y quirópteros por la presencia de infraestructura	1	1	3	0	0	1	3	1	-2	2	10

Consulta Pública

# / Clave	Impacto	Tendencia	Intensidad	Tiempo	Acumulación	Sinergia	Efecto	Reversibilidad	Ámbito	Mitigabilidad	Significancia	Total
6	Compactación del suelo	0	1	3	1	0	3	2	1	-2	1	10
7	Modificación de la calidad escénica	0	1	3	1	0	2	2	1	-2	2	10
8	Contaminación visual del paisaje	1	1	1	1	0	2	2	1	-2	2	9
9	Riesgo de afectación a las especies de fauna silvestre	1	1	1	0	0	2	1	1	-2	2	7
10	Riesgo de erosión del suelo	0	1	1	0	0	2	2	1	-2	2	7
11	Riesgo de contaminación de agua	1	1	3	0	0	1	2	1	-3	1	7
12	Generación de residuos sólidos urbanos (RSU)	1	1	3	0	0	2	1	1	-3	1	7
13	Generación de aguas residuales sanitarias	1	1	3	0	0	2	1	1	-3	1	7
14	Emisiones a la atmósfera	1	1	1	0	0	2	2	1	-3	1	6
15	Emisiones de ruido	1	1	1	0	0	2	2	1	-3	1	6
16	Generación de residuos de manejo especial	1	1	3	0	0	1	1	1	-3	1	6
17	Generación de residuos peligrosos	1	1	3	0	0	1	1	1	-3	1	6

Consulta Pública

# / Clave	Impacto	Tendencia	Intensidad	Tiempo	Acumulación	Sinergia	Efecto	Reversibilidad	Ámbito	Mitigabilidad	Significancia	Total
18	Riesgo de incidentes por el contacto de especies silvestres con el personal encargado de la preparación y construcción del proyecto	0	1	1	0	0	1	1	1	-2	2	5
19	Riesgo de contaminación del suelo	1	1	1	0	0	1	2	1	-3	1	5
20	Dispersión de polvos fugitivos a la atmósfera a causa del movimiento de vehículos y maquinaria	1	1	1	0	0	2	1	1	-3	1	5
21	Atracción de fauna nociva u oportunista	0	1	3	0	0	1	1	1	-3	1	5
22	Generación de energía eléctrica por medios renovables	1	2	3	0	0	3	3	2	NA	3	17
23	Incremento en la derrama económica para el municipio	1	2	1	1	0	2	2	2	NA	3	14
24	Generación de empleos directos e indirectos	0	2	1	0	0	2	2	2	NA	2	11

Consulta Pública

2. **Jerarquización de la Estrategia de Manejo Ambiental:** Para jerarquizar la estrategia de mitigación y manejo de los impactos en la **RE**, los resultados numéricos de la matriz se agrupan en tres niveles de Significancia ***(S).*** Esta clasificación vincula la magnitud del impacto con implementación de las medidas de mitigación o compensación necesarias:

Nivel de Impacto (Significancia)	Rango Numérico (I)	Implicación de Manejo Técnico
Baja	**4 a 10 puntos**	Impacto compatible con el entorno. Se gestiona mediante **Buenas Prácticas Ambientales**.
Media	**11 a 19 puntos**	Impacto controlable. Requiere **Medidas de Mitigación Específicas** y programas de monitoreo.
Alto	**20 a 30 puntos**	Impacto severo. Exige **Mitigación Estructural Compleja** y/o esquemas de Compensación Ecológica.

3. **Criterio de Valor Máximo de Significancia:** Para la cuantificación de la importancia de los impactos, se estableció un límite superior basado en la suma de los valores máximos asignables a cada atributo. Considerando que cada parámetro cuenta con una escala de significancia máxima de 3 unidades, el Puntaje Total Máximo es de 30 puntos, como se detalla a continuación:

Tabla 11: Valor de significancia máximo

Valor de significancia máximo	
Tendencia	3
Intensidad	3
Tiempo	3
Acumulación	3
Sinergia	3
Efecto	3
Reversibilidad	3
Ámbito	3
Mitigabilidad	3
Significancia	3
Total	**30**

4.6.2 ÍNDICE DE CALIDAD AMBIENTAL

Debido a que el valor de afectación a la calidad ambiental que un determinado impacto tiene sobre los parámetros de la RE es variable, es necesario normalizar los resultados para obtener valores comparables. Para ello, se utilizó el Modelo de Batelle-Columbus (Cotan-Pinto Arroyo S, 2007), en el cual al extremo óptimo se le asigna el valor de 1 y al pésimo el 0. Este modelo permite establecer una "función de transformación" que convierte la magnitud de los impactos en una escala de calidad ambiental.

Consulta Pública

Como parte de la evaluación integral del **Proyecto**, se realizó un análisis mediante dichas funciones de transformación, adaptando la metodología de Romero Luna (2025). Para representar la significancia de los impactos negativos con respecto a la calidad ambiental, se realizaron los siguientes pasos:

- **Normalización de Significancia (*S*):** Se dividió el valor de significancia absoluta ***(S)*** de cada impacto (24) entre el valor máximo posible (**30 puntos**). Este valor representa la fracción de alteración que cada actividad aporta al componente ambiental.
- **Índice de Calidad Ambiental (*ICA*):** Se obtuvo restando el valor normalizado a la unidad **(1.0),** lo que representa la integridad remanente de cada factor tras la interacción con el Proyecto ***(ICA = - [S/30]).***
- Peso **Relativo del Impacto (*Pr*):** Se calculó dividiendo la significancia individual de cada impacto entre la **Significancia Total (205)**. Esto permite jerarquizar qué impactos tienen mayor peso en la huella total del Proyecto.

Tabla 12: Matriz de Significancia (Impactos Adversos y Benéficos) e Índice de Calidad Ambiental.

Número	Impacto	Valor de Significancia *(S)*	Cociente de la significancia individual *S* (S/30)	Índice de Calidad Ambiental *(ICA)* (ICA=1-30S)	Peso Relativo *PR* (Pr=S/∑S)
1	Pérdida de cubierta vegetal por motivo del CUSTF en el área con infraestructura	12	0.40	0.60	0.06
2	Afectación a especies de flora en general (incluyendo NOM-059-SEMARNAT-2010)	11	0.37	0.63	0.05
3	Pérdida de zonas de refugio para las especies de fauna por motivo del CUSTF	11	0.37	0.63	0.05

Consulta Pública

Número	Impacto	Valor de Significancia *(S)*	Cociente de la significancia individual *S* (S/30)	Índice de Calidad Ambiental *(ICA)* (ICA=1-30S)	Peso Relativo *PR* (Pr=S/∑S)
4	Fragmentación del hábitat	11	0.37	0.63	0.05
5	Riesgo de afectación a la avifauna y quirópteros por la presencia de infraestructura	10	0.33	0.67	0.05
6	Compactación del suelo	10	0.33	0.67	0.05
7	Disminución de la calidad escénica del paisaje	10	0.33	0.67	0.05
8	Contaminación visual del paisaje	9	0.30	0.70	0.04
9	Posible afectación a especies de fauna silvestre	7	0.23	0.77	0.03
10	Pérdida de suelo por erosión hídrica y eólica	7	0.23	0.77	0.03
11	Riesgo de contaminación de agua	7	0.23	0.77	0.03
12	Generación de residuos sólidos urbanos (RSU)	7	0.23	0.77	0.03
13	Generación de Aguas Residuales Sanitarias	7	0.23	0.77	0.03
14	Incremento en las emisiones a la atmósfera	6	0.20	0.80	0.03

Consulta Pública

Número	Impacto	Valor de Significancia *(S)*	Cociente de la significancia individual *S* (S/30)	Índice de Calidad Ambiental *(ICA)* (ICA=1-30S)	Peso Relativo *PR* (Pr=S/∑S)
	por tránsito vehicular y maquinaria				
15	Aumento en las emisiones de ruido por incremento del tráfico vehicular y maquinaria	6	0.20	0.80	0.03
16	Generación de residuos de manejo especial	6	0.20	0.80	0.04
17	Generación de residuos peligrosos	6	0.20	0.80	0.04
18	Riesgo de incidentes por el contacto de especies silvestres con el personal	5	0.17	0.83	0.02
19	Posible contaminación del suelo por derrame de aceites y combustibles	5	0.17	0.83	0.02
20	Dispersión de polvos fugitivos por movimiento de vehículos y maquinaria	5	0.17	0.83	0.02
21	Atracción de fauna nociva u oportunista	5	0.17	0.83	0.02
22	Generación de energía eléctrica por	17	0.57	1.57	0.08

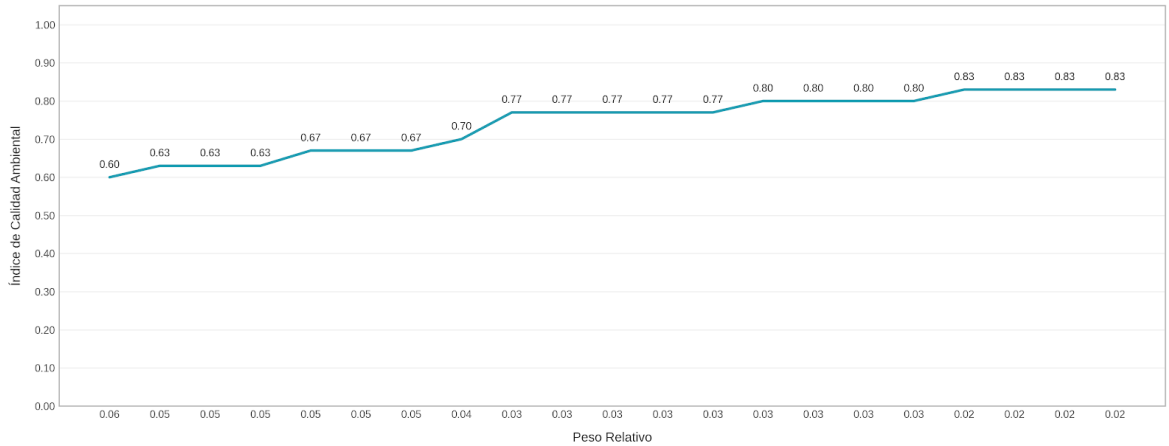
Consulta Pública

Número	Impacto	Valor de Significancia *(S)*	Cociente de la significancia individual *S* (S/30)	Índice de Calidad Ambiental *(ICA)* (ICA=1−30S)	Peso Relativo *PR* (Pr=S/∑S)
	medios renovables (+)				
23	Incremento en la derrama económica para el municipio (+)	14	0.47	1.47	0.07
24	Generación de empleos directos e indirectos (+)	11	0.37	1.37	0.05
Total	–	**205**	–	**19.98**	**1.00**

Nota: *La sumatoria de significancia absoluta (S = 205) y el Índice de Calidad Ambiental acumulado (ICA = 19.98) integran la totalidad de las 24 interacciones identificadas para el Proyecto (impactos 1 al 24), balanceando las afectaciones físicas con los beneficios socioeconómicos y energéticos derivados. Este enfoque metodológico permite cuantificar la condición ambiental posterior del sitio de manera integral. De este modo, las medidas integradas al* ***PVA*** *actúan como factores de atenuación técnica frente a las alteraciones físicas directas del desplante y operación de la infraestructura, resultando en un índice de retención ambiental neto del 83.3% (19.98 / 24 * 100).*

Para representar la importancia de los impactos identificados, con respecto a la afectación que tendría cada uno de ellos a la calidad ambiental se extrapolaron los valores obtenidos en la siguiente gráfica.

Figura 3: Gráfica de importancia de impactos



Consulta Pública

4.7 SÍNTESIS DE LA CALIDAD AMBIENTAL

Al finalizar las etapas de preparación del sitio y construcción, la **RE** conservará un índice de retención ambiental neto del 83.3%, valor obtenido de la relación entre el Índice de Calidad Ambiental (ICA) acumulado de 19.98 y la condición base del sistema derivada de las 24 interacciones evaluadas:

$$(19.98/24) * 100 = 83.25$$

Este resultado representa la retención y el balance global del sistema frente a las alteraciones físicas directas de las obras, las cuales son compensadas por la derrama socioeconómica y la aportación de energía renovable (la cual genera un beneficio ambiental neto al desplazar fuentes fósiles y mitigar emisiones de (GEI/CO_2e).

Lo anterior indica que el entorno mantiene la aptitud técnica y funcional para asimilar los impactos y estabilizar la funcionalidad ecosistémica, alcanzando un ICA Global de 19.98. En lo que respecta estrictamente al **subsistema biofísico**, integrado por 21 impactos adversos, se registra un **ICA remanente de 15.57, equivalente al 74.1%** de su condición base.

Esta condición de estabilidad se mantendrá mediante la ejecución del Programa de Vigilancia Ambiental (PVA), asegurando que las etapas del Proyecto no comprometan la integridad funcional del ecosistema regional. Este escenario final refleja el estado de equilibrio del sistema tras la evaluación de los 24 impactos identificados, donde la **Significancia Total acumulada (S = 205)** es completamente asimilada bajo las siguientes condiciones:

1. **Jerarquización de Impactos con Mayor Incidencia:** Los factores con mayor peso en el ajuste de la calidad ambiental se concentran en las actividades físicas de remoción de vegetación y ocupación espacial de la infraestructura, destacando:

    - Pérdida de cubierta vegetal por motivo de CUSTF ***(S: 12, ICA: 0.60, Pr: 0.06).***
    - Afectación a especies de flora en general y NOM-059-SEMARNAT-2010 ***(S: 11, ICA: 0.63, Pr: 0.05)***.
    - Pérdida de zonas de refugio para la fauna silvestre ***(S: 11, ICA: 0.63, Pr: 0.05).***
    - Fragmentación del hábitat ***(S: 11, ICA: 0.63, Pr: 0.05).***
    - Riesgo de afectación a la avifauna y quirópteros por presencia de infraestructura ***(S: 10, ICA: 0.67, Pr: 0.05).***
    - Compactación del suelo ***(S: 10, ICA: 0.67, Pr: 0.05).***
    - Modificación de la calidad escénica ***(S: 10, ICA: 0.67, Pr: 0.05).***

2. **Estado Final del Sistema:** La variación acumulada en la calidad no compromete la continuidad de los procesos ecológicos ni los servicios ambientales en la **RE**. El sistema conserva más de tres cuartas partes de su capacidad funcional original en el medio biofísico (**74.1%**) y un índice neto integral del **83.3%** al incorporar los beneficios del proyecto, lo que clasifica al desarrollo como **Ambientalmente Viable**.

Consulta Pública

3. **Mitigación Operativa:** Las medidas preventivas y de manejo integradas en el **PVA** actúan como factores de atenuación técnica para sostener el **ICA** de **19.98**, garantizando que la significancia de los impactos no altere la estabilidad funcional del ecosistema.

4.7.1 IMPACTOS

Como resultado del análisis de interacción en la matriz de evaluación, se presentan a continuación los impactos ambientales identificados para el Proyecto. Esta síntesis integra los índices de calidad ambiental obtenidos y la caracterización técnica de cada impacto, permitiendo determinar su magnitud sobre los componentes ambientales en sus distintas etapas de ejecución.

Tabla 13. Identificación y Caracterización de los Impactos Ambientales Generados por el Proyecto

#	Componente	Factor	Impacto Ambiental Identificado	Características del Impacto	Etapa de Aplicación	Significancia (S)	Medidas de Mitigación / Compensación y Manejo Ambiental
1	Flora	Biótico	Pérdida de cubierta vegetal por motivo del CUSTF en el área con infraestructura	Adverso / Directo / Permanente / Local / Mitigable	Preparación	**12**	Programa de Rescate y Reubicación de Flora; delimitación del área de intervención; Programa de Reforestación.
2	Flora	Biótico	Afectación a especies de flora en general (incluyendo NOM-059-SEMARNAT-2010)	Adverso / Directo / Permanente / Local / Mitigable	Preparación	**11**	Prospección previa, rescate y reubicación de individuos de flora protegida y nativa; monitoreo de supervivencia.
3	Fauna	Biótico	Pérdida de zonas de refugio para las especies de fauna por motivo del CUSTF	Adverso / Directo / Permanente / Local / Mitigable	Preparación / Construcción	**11**	Desmonte y despalme direccional por etapas; Programa de Ahuyentamiento y Rescate de Fauna.

Consulta Pública

#	Componente	Factor	Impacto Ambiental Identificado	Características del Impacto	Etapa de Aplicación	Significancia (S)	Medidas de Mitigación / Compensación y Manejo Ambiental
4	Fauna	Biótico	Fragmentación del hábitat	Adverso / Indirecto / Permanente / Regional / Mitigable	Preparación / Construcción	**11**	Mantenimiento de conectividad biológica; pasos de fauna en obras lineales.
5	Fauna	Biótico	Riesgo de afectación a la avifauna y quirópteros por la presencia de infraestructura	Adverso / Indirecto / Permanente / Regional / Mitigable	Operación	**10**	Instalación de sistemas disuasorios; señalización en aspas; Programa de monitoreo de Aves Quirópteros.
6	Suelo	Abiótico	Compactación del suelo	Adverso / Directo / Temporal / Inmediato / Mitigable	Preparación / Construcción	**10**	Descompactación del terreno en áreas de obras temporalesl al finalizar la obra; tránsito exclusivo por caminos autorizados.
7	Paisaje	Abiótico	Disminución de la calidad escénica del paisaje	Adverso / Directo / Permanente / Local / Mitigable	Operación	**10**	Integración cromática de edificaciones auxiliares; revegetación perimetral y restauración en áreas temporales.
8	Paisaje	Abiótico	Contaminación visual del paisaje	Adverso / Directo / Temporal /	Preparación /	**9**	Retiro de maquinaria y estructuras temporales al concluir obras;

Consulta Pública

#	Componente	Factor	Impacto Ambiental Identificado	Características del Impacto	Etapa de Aplicación	Significancia (S)	Medidas de Mitigación / Compensación y Manejo Ambiental
				Local / Mitigable	Construcción		ordenamiento en campamento y frentes de trabajo.
9	Fauna	Biótico	Posible afectación a especies de fauna silvestre	Adverso / Directo / Temporal / Local / Mitigable	Preparación / Construcción	**7**	Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre previo a las actividades; límites de velocidad vial.
10	Suelo	Abiótico	Pérdida de suelo por erosión hídrica y eólica	Adverso / Directo / Temporal / Inmediato / Mitigable	Preparación / Construcción	**7**	Programa de Reforestación; Programa de Conservación de Suelo y Agua; obras de control de escorrentías temporales y taludes.
11	Agua	Abiótico	Riesgo de contaminación de agua	Adverso / Indirecto / Temporal / Local / Mitigable	Preparación / Construcción / Operación	**7**	Delimitación de drenajes naturales; mantenimiento de maquinaria fuera de áreas de escurrimiento; cero descargas al terreno.

Consulta Pública

#	Componente	Factor	Impacto Ambiental Identificado	Características del Impacto	Etapa de Aplicación	Significancia (S)	Medidas de Mitigación / Compensación y Manejo Ambiental
12	Calidad Ambiental	Abiótico	Generación de residuos sólidos urbanos (RSU)	Adverso / Directo / Temporal / Inmediato / Mitigable	Construcción / Operación	**7**	Manejo Integral de Residuos; colocación de contenedores clasificados con tapa y recolección con empresa o servicio autorizado.
13	Agua / Calidad Ambiental	Abiótico	Generación de Aguas Residuales Sanitarias	Adverso / Directo / Temporal / Inmediato / Mitigable	Construcción / Operación	**7**	Instalación de sanitarios portátiles; contratación de empresa autorizada para recolección, mantenimiento periódico y disposición final.
14	Atmósfera	Abiótico	Incremento en las emisiones a la atmósfera por tránsito vehicular y maquinaria	Adverso / Directo / Temporal / Inmediato / Mitigable	Preparación / Construcción	**6**	Mantenimiento preventivo de maquinaria y vehículos; verificación vehicular vigente; prohibición de operación en ralentí innecesario.
15	Atmósfera	Abiótico	Aumento en las emisiones de ruido por incremento del tráfico	Adverso / Directo / Temporal / Inmediato / Mitigable	Preparación / Construcción	**6**	Restricción de trabajos en horarios diurnos; uso obligatorio de silenciadores en maquinaria;

Consulta Pública

#	Componente	Factor	Impacto Ambiental Identificado	Características del Impacto	Etapa de Aplicación	Significancia (S)	Medidas de Mitigación / Compensación y Manejo Ambiental
			vehicular y maquinaria				mantenimiento mecánico.
16	Calidad Ambiental	Abiótico	Generación de residuos de manejo especial (RME)	Adverso / Directo / Temporal / Inmediato / Mitigable	Construcción / Operación	**6**	Plan de Manejo de RME; acopio temporal clasificado; reúso y entrega a empresas autorizadas para reciclaje o co-procesamiento.
17	Calidad Ambiental	Abiótico	Generación de residuos peligrosos (RP)	Adverso / Directo / Temporal / Inmediato / Mitigable	Construcción / Operación	**6**	Almacén Temporal conforme a la NOM-052-SEMARNAT-2005; bitácoras oficiales y entrega exclusiva a transportista autorizado.
18	Fauna / Seguridad	Socio-Biótico	Riesgo de incidentes por el contacto de especies silvestres con el personal	Adverso / Indirecto / Temporal / Inmediato / Mitigable	Preparación / Construcción	**5**	Protocolos de seguridad e inducción ambiental; dotación de EPP; Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre.
19	Suelo	Abiótico	Posible contaminación del suelo	Adverso / Indirecto / Temporal /	Preparación / Construcci	**5**	Uso de charolas antiderrame; kits de contingencia

Consulta Pública

#	Componente	Factor	Impacto Ambiental Identificado	Características del Impacto	Etapa de Aplicación	Significancia (S)	Medidas de Mitigación / Compensación y Manejo Ambiental
			por derrame de aceites y combustibles	Inmediato / Mitigable	ón / Operación		ambiental; abastecimiento de combustible exclusivo en áreas impermeabilizadas.
20	Atmósfera	Abiótico	Dispersión de polvos fugitivos por movimiento de vehículos y maquinaria	Adverso / Directo / Temporal / Inmediato / Mitigable	Preparación / Construcción	**5**	Riego periódico con agua tratada en rutas de circulación y frentes de trabajo; enlonado de cajas en camiones de volteo.
21	Fauna / Salud	Biótico	Atracción de fauna nociva u oportunista	Adverso / Indirecto / Temporal / Inmediato / Mitigable	Construcción / Operación	**5**	Contenedores herméticos para restos orgánicos; retiro continuo de residuos alimenticios; veda de tiraderos a cielo abierto.
22	Energía / Aire	Socioeconómico / Abiótico	Generación de energía eléctrica por medios renovables (+)	Benéfico / Directo / Permanente / Regional / No requiere mitigación	Operación	**17**	Integración a la red eléctrica nacional; desplazamiento de combustibles fósiles y mitigación neta de emisiones de **GEI (CO_2e)**.

Consulta Pública

#	Componente	Factor	Impacto Ambiental Identificado	Características del Impacto	Etapa de Aplicación	Significancia (S)	Medidas de Mitigación / Compensación y Manejo Ambiental
23	Economía	Socioeconómico	Incremento en la derrama económica para el municipio (+)	Benéfico / Directo / Temporal / Local / No requiere mitigación	Preparación / Construcción	**14**	Contratación prioritaria de bienes, servicios e insumos comerciales de proveedores locales de la región.
24	Empleo	Socioeconómico	Generación de empleos directos e indirectos (+)	Benéfico / Directo / Temporal / Local / No requiere mitigación	Preparación / Construcción	**11**	Contratación preferencial de mano de obra local; programas de capacitación técnica y seguridad laboral.
Total	–	–	–	–	–	**205**	–

Consulta Pública

Como se puede apreciar en la matriz de evaluación cuantitativa de impactos, se observan los efectos positivos y negativos que se presentarán durante el tiempo que dure la preparación, construcción y operación, de los cuales, los impactos bajos y moderados, serán mitigados durante todas las fases que contempla el desarrollo del Proyecto, incluyendo las actividades de mantenimiento.

Tabla 14: Intensidad de los impactos negativos identificados

Significancia	Preparación	Construcción	Operación
Baja (S ≤ 8)	13	13	5
Media (S = 9 a 12)	7	5	2
Alta (S ≥ 13)	1	1	1

Los resultados de la aplicación de la metodología de evaluación de impactos indican que la mayor parte de las interacciones adversas generadas por el desarrollo del Proyecto corresponden a impactos de significancia **Baja (61.90% / 13 impactos)**, los cuales se presentarán principalmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción, con una residualidad mínima en la fase operativa. Estos factores se encuentran asociados a la afectación puntual de fauna silvestre, riesgo de erosión hídrica y eólica, riesgo de afectación a cuerpos de agua, generación de residuos (RSU, RME y RP), emisiones a la atmósfera por fuentes móviles, ruido por maquinaria, polvos fugitivos, riesgo de contingencias menores por manejo de hidrocarburos y atracción de fauna oportunista.

Por su parte, los impactos adversos de significancia **Media (38.10% / 8 impactos)** corresponden a la remoción de la cubierta vegetal por cambio de uso de suelo en terreno forestal **(CUSTF)** en las áreas de desplante, afectación a especies de flora bajo estatus de protección (NOM-059-SEMARNAT-2010), pérdida de zonas de refugio faunístico, fragmentación del hábitat, riesgo de afectación a la avifauna y quirópteros por la presencia y operación de la infraestructura, compactación del suelo en áreas de maniobra y la modificación escénica y visual del paisaje. Ningún impacto adverso alcanzó la categoría de significancia Alta (***S*** ≥ ***13***). Estos factores serán objeto de medidas técnicas concretas integradas al **PVA**, tales como los Programas de rescate de flora y fauna, así como el de monitoreo de aves y quirópteros, descompactación del terreno y sistemas disuasorios para avifauna.

Adicionalmente, se identificaron **3 impactos benéficos** de significancia **Alta (2)** y **Media (1)** asociados a la generación de energía renovable, derrama económica y generación de empleos.

Desglose numérico de las proporciones para respaldo técnico (Impactos Adversos):

- **Baja significancia *(S ≤8):*** 13 impactos de 21 = **61.90%**
- **Media significancia (S = 9 a 12):** 8 impactos de 21 = **38.10%**
- **Alta significancia *(S ≥13)*:** 0 impactos de 21 = **0.00%**
- **Total, de impactos adversos:** 21 impactos = **100.00%**

Nota de balance global: Considerando el universo total de 24 interacciones del proyecto, los 3 impactos benéficos representan el 12.50%, situando la distribución integral en: Baja = 54.17% [13], Media = 37.50% [9] y Alta = 8.33% [2].

4.8 IMPACTOS ACUMULATIVOS

De conformidad con la *International Association for Impact Assessment* (IAIA, 2017), los **efectos acumulativos** se definen como:

"Aquellas alteraciones en el medio ambiente causadas por una acción o proyecto en combinación con otras acciones humanas pasadas, presentes y futuras razonablemente previsibles."

Consulta Pública

Bajo este marco conceptual, el análisis de acumulatividad evaluó la interacción de las obras y actividades del Proyecto con las condiciones antropogénicas históricas de la línea base (zona agropecuaria), así como la prospección de desarrollos en la **RE**. Los **21 impactos ambientales negativos identificados** fueron caracterizados bajo este enfoque cuantitativo de acumulatividad.

A continuación, se presenta la lista formal de los **21 impactos ambientales negativos identificados, caracterizados y evaluados** para el Proyecto, agrupados por componente ambiental:

Componente Biótico (Flora y Fauna):

1. Pérdida de cubierta vegetal por motivo del CUSTF en el área con infraestructura (Flora).
2. Afectación a especies de flora en general, incluyendo especies bajo estatus de protección NOM-059-SEMARNAT-2010 (Flora).
3. Pérdida de zonas de refugio para las especies de fauna por motivo del CUSTF (Fauna).
4. Fragmentación del hábitat (Fauna / Ecosistema).
5. Riesgo de afectación a la avifauna y quirópteros por la presencia y operación de infraestructura (Fauna).
6. Posible afectación a especies de fauna silvestre (Fauna).
7. Riesgo de incidentes por el contacto de especies silvestres con el personal (Fauna / Seguridad operativa).
8. Atracción de fauna nociva u oportunista (Fauna).

Componente Abiótico (Suelo, Agua, Atmósfera y Paisaje):

9. Compactación del suelo (Suelo).
10. Pérdida de suelo por erosión hídrica y eólica (Suelo).
11. Posible contaminación del suelo por derrame accidental de aceites y combustibles (Suelo).
12. Riesgo de contaminación de agua (Agua).
13. Disminución de la calidad escénica del paisaje (Paisaje).
14. Contaminación visual del paisaje (Paisaje).
15. Incremento en las emisiones a la atmósfera por tránsito vehicular y maquinaria (Atmósfera).
16. Aumento en las emisiones de ruido por incremento del tráfico vehicular y maquinaria (Atmósfera).
17. Dispersión de polvos fugitivos por movimiento de vehículos y maquinaria (Atmósfera).
18. Generación de residuos sólidos urbanos - RSU (Calidad ambiental).
19. Generación de aguas residuales sanitarias (Calidad ambiental / Agua).
20. Generación de residuos de manejo especial - RME (Calidad ambiental).
21. Generación de residuos peligrosos - RP (Calidad ambiental)

Consulta Pública

Esto se muestra en la Matriz de impactos acumulativos y residuales.

#	Impacto Ambiental Evaluado	Efecto Acumulado y Presión Previa	Significancia Inicial (S)	Medida Propuesta (Capítulo VI) / Compensación	Eficiencia de Manejo (MM+MC)	Impacto Residual (IR)	Condición Residual Final
1	Pérdida de cubierta vegetal por motivo del CUSTF en el área con infraestructura	Actividad agropecuaria previa y remoción puntual de cubierta vegetal	12	Programa de Rescate y Reubicación de Flora; delimitación estricta del área de intervención; Programa de Reforestación y Compensación.	13	-1	Mitigado / Neutralizado
2	Afectación a especies de flora en general (incluyendo NOM-059-SEMARNAT-2010)	Presión antropogénica histórica sobre especies nativas en la RE	11	Prospección previa, rescate y reubicación de individuos de flora protegida y nativa; monitoreo de prendimiento.	12	-1	Mitigado / Neutralizado
3	Pérdida de zonas de refugio para las especies de fauna por motivo del CUSTF	Modificación previa de cobertura vegetal por uso pecuario y agrícola	11	Desmonte y despalme direccional por etapas; conservación de vegetación circundante como corredor biológico.	12	-1	Mitigado / Neutralizado

Consulta Pública

#	Impacto Ambiental Evaluado	Efecto Acumulado y Presión Previa	Significancia Inicial (S)	Medida Propuesta (Capítulo VI) / Compensación	Eficiencia de Manejo (MM+MC)	Impacto Residual (IR)	Condición Residual Final
4	Fragmentación del hábitat	Fragmentación previa por parcelas agrícolas, caminos y cercados	11	Mantenimiento de conectividad biológica; pasos de fauna en obras lineales; cero cercados perimetrales continuos restrictivos.	12	-1	Mitigado / Neutralizado
5	Riesgo de afectación a la avifauna y quirópteros por la presencia de infraestructura	Tendidos eléctricos existentes y pérdida previa de hábitat aéreo	10	Instalación de sistemas disuasorios/desviadores de vuelo; señalización en aspas; monitoreo biológico sistemático en operación.	11	-1	Mitigado / Neutralizado
6	Compactación del suelo	Tránsito histórico de maquinaria agrícola y pisoteo de ganado	10	Tránsito exclusivo por caminos autorizados; escarificado y descompactación de áreas temporales de obra al finalizar la fase constructiva.	11	-1	Mitigado / Neutralizado

Consulta Pública

#	Impacto Ambiental Evaluado	Efecto Acumulado y Presión Previa	Significancia Inicial (S)	Medida Propuesta (Capítulo VI) / Compensación	Eficiencia de Manejo (MM+MC)	Impacto Residual (IR)	Condición Residual Final
7	Disminución de la calidad escénica del paisaje	Presencia de caminos, líneas eléctricas e infraestructura regional	10	Integración cromática de edificaciones auxiliares; revegetación perimetral y restauración del paisaje en áreas temporales.	11	-1	Mitigado / Neutralizado
8	Contaminación visual del paisaje	Modificación del campo visual por actividades rurales previas	9	Retiro inmediato de maquinaria y estructuras temporales al concluir obras; ordenamiento visual en campamento y frentes.	10	-1	Mitigado / Neutralizado
9	Posible afectación a especies de fauna silvestre	Cacería furtiva local y desplazamiento por cambio de uso de suelo histórico	7	Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre previo y durante el desmonte; límites de velocidad vial.	9	-2	Mitigado / Neutralizado
10	Pérdida de suelo por erosión hídrica y eólica	Erosión hídrica y eólica previa por pérdida de cobertura natural	7	Obras de conservación de suelos, control de escorrentías temporales y revegetación inmediata de taludes y áreas desnudas.	9	-2	Neutralizado con Compensación

Consulta Pública

#	Impacto Ambiental Evaluado	Efecto Acumulado y Presión Previa	Significancia Inicial (S)	Medida Propuesta (Capítulo VI) / Compensación	Eficiencia de Manejo (MM+MC)	Impacto Residual (IR)	Condición Residual Final
11	Riesgo de contaminación de agua	Cuerpos de agua expuestos a escurrimientos agroquímicos previos	7	Delimitación estricta de zonas de drenaje natural; cero descargas al terreno; mantenimiento de maquinaria fuera de áreas de escurrimiento.	9	-2	Mitigado / Neutralizado
12	Generación de residuos sólidos urbanos (RSU)	Disposición informal de RSU en áreas rurales de la RE	7	Plan de Manejo Integral de Residuos; colocación de contenedores diferenciados con tapa; entrega a servicio de recolección autorizado.	11	-4	Mitigado / Neutralizado
13	Generación de Aguas Residuales Sanitarias	Descargas sin tratamiento en actividades agropecuarias locales	7	Instalación de sanitarios portátiles certificados; contratación de empresa autorizada para limpieza, succión y disposición final.	10	-3	Mitigado / Neutralizado

Consulta Pública

#	Impacto Ambiental Evaluado	Efecto Acumulado y Presión Previa	Significancia Inicial (S)	Medida Propuesta (Capítulo VI) / Compensación	Eficiencia de Manejo (MM+MC)	Impacto Residual (IR)	Condición Residual Final
14	Incremento en las emisiones a la atmósfera por tránsito vehicular y maquinaria	Emisiones previas de maquinaria pesada agrícola y transporte	6	Mantenimiento preventivo de vehículos y maquinaria; verificación vehicular vigente; prohibición de operación en ralentí innecesario.	9	-3	Mitigado / Neutralizado
15	Aumento en las emisiones de ruido por incremento del tráfico vehicular y maquinaria	Ruido de fondo por actividades agrícolas y viales en la zona	6	Restricción de trabajos ruidosos a horarios diurnos; uso obligatorio de silenciadores en equipo motriz; mantenimiento de maquinaria.	9	-3	Mitigado / Neutralizado
16	Generación de residuos de manejo especial	Disposición no regulada de desechos de empaque agropecuario	6	Plan de Manejo de RME; acopio temporal clasificado; reúso y entrega a empresas autorizadas para reciclaje o co-procesamiento.	10	-4	Mitigado / Neutralizado

Consulta Pública

#	Impacto Ambiental Evaluado	Efecto Acumulado y Presión Previa	Significancia Inicial (S)	Medida Propuesta (Capítulo VI) / Compensación	Eficiencia de Manejo (MM+MC)	Impacto Residual (IR)	Condición Residual Final
17	Generación de residuos peligrosos	Mantenimiento vehicular previo sin control ambiental en el área	6	Habilitación de Almacén Temporal de RP conforme a la NOM-052-SEMARNAT-2005; bitácora oficial y entrega a transportista autorizado.	11	-5	Mitigado / Neutralizado
18	Riesgo de incidentes por el contacto de especies silvestres con el personal	Encuentros fortuitos con fauna ponzoñosa en faenas de campo	5	Protocolos de seguridad e inducción ambiental; dotación de EPP adecuado; prohibición estricta de captura, maltrato o consumo de fauna.	8	-3	Mitigado / Neutralizado
19	Posible contaminación del suelo por derrame de aceites y combustibles	Derrames puntuales históricos por maquinaria agrícola	5	Uso obligatorio de charolas antiderrame; kits de contingencia ambiental; delimitación de zonas impermeabilizadas de abastecimiento.	9	-4	Mitigado / Neutralizado

Consulta Pública

#	Impacto Ambiental Evaluado	Efecto Acumulado y Presión Previa	Significancia Inicial (S)	Medida Propuesta (Capítulo VI) / Compensación	Eficiencia de Manejo (MM+MC)	Impacto Residual (IR)	Condición Residual Final
20	Dispersión de polvos fugitivos por movimiento de vehículos y maquinaria	Levantamiento de polvos en caminos de terracería no tratados	5	Humectación periódica en rutas de tránsito y frentes de trabajo; entonado de cajas de volteo en transporte de agregados.	8	-3	Mitigado / Neutralizado
21	Atracción de fauna nociva u oportunista	Presencia de tiraderos a cielo abierto en la zona circundante	5	Contenedores herméticos para restos orgánicos; retiro continuo de residuos alimenticios; veda estricta de disposición a cielo abierto.	10	-5	Mitigado / Neutralizado
Total	–	–	**163**	–	**219**	**-56**	**BALANCE AMBIENTAL POSITIVO**

Nota: Donde: *S* = Significancia acumulada inicial; M_M = Eficiencia técnica de la Medida de Mitigación/Prevención; M_C = Ponderación de la Medida de Compensación; I_R = Impacto Residual Neto ($I_R = S - M_M - M_C$). *Los valores resultantes con signo negativo (IR < 0) indican una capacidad de atenuación y compensación superior a la alteración potencial, alcanzando una condición de mitigación y balance ambiental favorable para la RE.*

Consulta Pública

4.8.1 DETERMINACIÓN Y SUMA OPERATIVA DE LAS MEDIDAS DE MANEJO (M_M) Y COMPENSACIÓN (M_C)

La evaluación de la atenuación de los impactos ambientales generados por las obras y actividades del **Proyecto** se fundamenta en un modelo de eficacia de control ambiental que contrapone la **Significancia Inicial *(S)*** contra la **Eficiencia de Manejo *(M)***, conformada por las **Medidas de Mitigación (M_M)** y las **Medidas de Compensación (M_C)**.

Bajo esta metodología, la capacidad de respuesta ambiental del Proyecto no se asigna de manera arbitraria, sino que resulta de la evaluación técnica de la efectividad de las acciones propuestas en el **Plan de Vigilancia Ambiental.**

1. Origen y Asignación de Valores *(M_M y M_C)*

- **Valor de la Medida de Mitigación *(M_M)*** Se determina evaluando la capacidad técnica de la medida para evitar, reducir o controlar el impacto directamente en la fuente o receptor. Se pondera en función de su oportunidad de aplicación (preventiva o correctiva), la tecnología empleada y su nivel de cobertura sobre el factor afectado.
- **Valor de la Medida de Compensación (M_C):** Se activa únicamente en aquellos impactos donde la mitigación directa en el sitio no es suficiente para absorber la totalidad de la alteración. Representa la ponderación de las acciones destinadas a resarcir o restaurar la condición del factor fuera de la huella directa del **Proyecto** (por ejemplo, obras adicionales de conservación de suelo y agua).

2. Algoritmo y Mecanismo de Suma Operativa ($M_M + M_C$)

Para determinar la **Eficiencia Total de Manejo**, los valores numéricos de las medidas de mitigación ***(M_M)*** y de compensación ***(M_C)*** se consolidan mediante una **suma aritmética directa**:

Eficiencia Total de Manejo = $M_M + M_C$

Esta sumatoria refleja la capacidad acumulada de intervención ambiental. Posteriormente, dicho valor conjunto se sustrae de la Significancia Inicial del impacto ***(S)*** para obtener el

$$IR = S - (M_M + M_C)$$

- **Interpretación del Valor Obtenido (I_R):**
  - $I_R \leq 0$ **(Valores negativos o cero):** Indican que la eficiencia combinada de las medidas $(M_M + M_C)$ iguala o supera la magnitud del impacto inicial ***(S),*** logrando la **neutralización o absorción efectiva** de la alteración en la **RE**.
  - $I_R > 0$ **(Valores positivos):** Expresan la existencia de un **remanente ambiental**, el cual debe ser analizado técnicamente para determinar si resulta dentro de los límites

Consulta Publica

de tolerancia y capacidad de carga del sistema (como la reconversión visual del predio).

3. Determinación del Valor de la Medida de Mitigación (M_M)

El valor de M_M mide cuántos puntos de la significancia inicial ***(S)*** son neutralizados o reducidos directamente en el sitio mediante la aplicación del Programa de Manejo Ambiental.

Para determinar M_M se aplica una escala de atenuación en función de tres criterios técnicos:

- **Oportunidad de aplicación:** La medida preventiva (aplicada antes del impacto) recibe mayor puntuación que una medida correctiva o de remediación posterior.
- **Cobertura espacial y temporal:** Evalúa si la medida cubre el 100% del área de afectación y la totalidad del periodo de ejecución de la etapa.
- **Certidumbre técnica / normativa:** Respaldada en el cumplimiento de Normas Oficiales Mexicanas (NOM), manuales de buenas prácticas de ingeniería ambiental y programas específicos del PVA.

Criterio de asignación numérica:

- **Baja Significancia ($S \leq 8$):** La medida de mitigación técnica estándar abarca la totalidad del valor del impacto más un margen de seguridad, asignando valores de M_M entre **8 y 11 puntos**.
- **Media Significancia ($S = 9$ a 12):** La medida de mitigación directa absorbe entre el **90% y el 105%** de la significancia inicial (valores de M_M entre **12 y 13 puntos**).

4. Determinación del Valor de la Medida de Compensación (M_C)

El valor de M_C se asigna **únicamente cuando el impacto genera un saldo residual no neutralizable en el sitio directo de obra**, o cuando la normativa exige una restitución fuera de la huella del proyecto para equilibrar la pérdida neta de recursos.

Para asignar M_C se evalúa:

- **Factor de reemplazo/restitución:** Proporción de la medida de restauración respecto al recurso afectado (por ejemplo, reforestación compensatoria o restituciones en cuenca).
- **Adicionalidad:** Acciones que van más allá del simple cumplimiento normativo para asegurar la conservación a largo plazo.

Criterio de asignación numérica:

- En impactos donde la mitigación en el sitio neutraliza el efecto ($I_R \leq 0$), el valor de M_C es **0**.

Consulta Pública

- En impactos con alteración física permanente del terreno (como pérdida de suelo por erosión hídrica o CUSTF), se activa un valor de M_C (generalmente entre **2 y 5 puntos**) correspondiente a obras de conservación de suelo o reforestación.

5. Ecuación del Balance y Condición Residual

La **Eficiencia Total de Manejo (*M*)** es la suma directa de ambos componentes:

$$M = M_M + M_C$$

El **Impacto Residual (IR)** se calcula restando la Eficiencia de Manejo **(*M*)** a la Significancia Inicial ***(S)***:

$$I_R = S - M$$

- **Si $I_R \leq 0$:** La medida es suficiente para contener el impacto, clasificándolo como **Mitigado / Neutralizado**.
- **Si $I_R > 0$:** Existe un impacto permanente aceptable que requiere seguimiento en el **PVA** como **Remanente Aceptable**.
- **Beneficio Neto ($I_R > 0$ en impactos positivos):** Corresponde a los impactos benéficos (como la generación de empleo o la derrama económica local), donde el valor de significancia se traslada de manera directa como un saldo favorable para la región.

El saldo global derivado de la sumatoria de los impactos residuales **($\sum IR = -56$)** define el **Balance Ambiental del Proyecto**, el cual consolida su viabilidad ambiental.

4.9 IMPACTOS RESIDUALES

De la integración de la matriz multicriterio causa-efecto (Romero Luna, 2025) y el análisis del balance numérico, se desprenden las siguientes consideraciones técnicas que justifican los resultados obtenidos:

Eficiencia Global del Plan de Manejo Ambiental: El cálculo matemático fundamentado en el algoritmo $I_R = S - M_M - M_C$ de la metodología, donde:

- I_R **(Impacto Residual):** Es el resultado cuantitativo neto o la alteración remanente que persiste en el ambiente tras la aplicación del esquema integral de manejo ambiental. Un valor negativo o igual a cero indica la neutralización o absorción efectiva del impacto, mientras que un valor positivo refleja una afectación remanente.
- ***S* (Significancia del Impacto Acumulado):** Es la valoración numérica ponderada que mide la gravedad, magnitud y alcance del impacto ambiental generado por la interacción de las obras y actividades del Proyecto con las presiones antropogénicas de la línea base ***(S = 163).***

Consulta Pública

- ***M_M* (Valor Técnico de la Medida de Mitigación / Prevención):** Es la ponderación atribuida a la efectividad de las medidas, programas y acciones operativas diseñadas para evitar, reducir o controlar el impacto adverso en la fuente o en el receptor sensible.
- ***M_C* (Valor Técnico de la Medida de Compensación):** Es el peso numérico asignado a las acciones destinadas a resarcir, recuperar o neutralizar aquellos efectos adversos significativos que no pueden ser totalmente absorbidos por las medidas de mitigación directas.

arroja una sumatoria global de **-56 puntos** en el balance residual adverso del **Proyecto**. Los valores residuales negativos obtenidos en los **21 impactos adversos** evaluados demuestran cuantitativamente que la capacidad de respuesta, prevención, mitigación y compensación de las medidas establecidas superan la magnitud e intensidad de la alteración proyectada sobre los receptores sensibles. Esto valida la suficiencia de los programas ambientales para absorber los efectos asociados a las etapas de preparación del sitio, construcción y operación.

- **Atenuación del Remanente de Pérdida de Suelo por Erosión**: El análisis del factor de pérdida de suelo por erosión hídrica y eólica identificó una significancia inicial de ***S = 7***. Tras la aplicación de las obras de conservación de suelo y agua, control de escorrentías temporales y restitución del terreno ***(MM + MC = 9),*** se alcanza un balance residual de IR = -2, manteniendo congruencia con la estructura multicriterio del modelo.
- **Control Operativo de Impactos de Significancia Media (CUSTF, Biodiversidad y Paisaje):** Los impactos adversos de significancia Media ***(S = 9 a 12)*** alcanzan balances residuales de ***(IR entre -1 y -2)***. Destacan la pérdida de cubierta vegetal por CUSTF ***(S = 12, IR = -1)***, afectación a flora ***(S = 11, IR = -1)***, pérdida de refugio ***(S = 11, IR = -1)***, fragmentación del hábitat ***(S = 11, IR = -1)***, riesgo de afectación a avifauna/quirópteros ***(S = 10, IR = -1)***, compactación del suelo ***(S = 10, IR = -1)*** y modificación del paisaje ***(S = 10, IR = -1)***. Esto se logra mediante la ejecución de los Programas de:
    - Rescate y Reubicación de Flora,
    - ahuyentamiento y rescate de fauna,
    - Monitoreo de aves y quirópteros
    - Descompactación del terreno,
    - Desarrollar disuasores en LT de acuerdo a la guía práctica sobre los riesgos para las aves de las instalaciones de transmisión de electricidad publicado por BirdLife International.
    - Restauración de la cobertura vegetal en frentes temporales mediante revegetación y regeneración natural dirigida, de forma complementaria al cumplimiento de las obligaciones forestales y la aportación al Fondo Forestal Mexicano (FFM) derivada del CUSTF

Consulta Pública

En síntesis, al no generarse sinergias adversas críticas ni rebasarse la capacidad de carga del ecosistema, se demuestra que las medidas de mitigación y compensación permiten mantener la estabilidad funcional del ecosistema dentro de la **RE**.

4.10 MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN

En este apartado se desarrollan las medidas ambientalmente viables para prevenir, reducir, mitigar o compensar el impacto ambiental que se pudiera ocasionar por el desarrollo del Proyecto.

Todas las acciones a realizar se consideran a partir de las etapas de planeación y diseño del proyecto, para ser aplicadas durante la preparación, construcción y operación del mismo, siendo la empresa Green Park Energy S.A. de C.V., la responsable de la calidad ambiental del sitio del proyecto al término de la obra y durante la operación y mantenimiento del mismo. Ante ello deberá vigilar la correcta instrumentación y aplicación de las medidas propuestas para mantener la calidad ambiental existente y minimizar las posibles afectaciones derivadas de la presencia del proyecto.

El diseño de las estrategias para la prevención y mitigación de los impactos ambientales considera aquellas acciones que han sido satisfactorias en proyectos similares. De acuerdo con lo anterior, la mitigación es el diseño y ejecución de obras, actividades o medidas dirigidas a moderar, atenuar, minimizar o disminuir los impactos negativos que un proyecto puede generar sobre el entorno natural y humano. Incluso la mitigación puede reponer uno o más de los factores o elementos del medio ambiente a una calidad similar a la que tenía con anterioridad a la perturbación (Espinoza, 2002).

En la actualidad, la planificación y evaluación del desempeño ambiental depende de un análisis de sustentabilidad cuyo objetivo es analizar de qué forma los proyectos pueden contribuir a la recuperación de la calidad ambiental, al desarrollo social y a la actividad económica de la comunidad o de la región bajo su influencia (IFC, 2003; Sánchez, 2011).

El mismo autor propone que para alcanzar una contribución efectiva al desarrollo sustentable se requiere de tres condiciones básicas en la implementación del proyecto.

1. Preparación cuidadosa del Programa de Vigilancia Ambiental (PVA), que él describe como el conjunto de programas específicos, medidas de mitigación, compensación, monitoreo, seguimiento y control.
2. Compromiso de las partes interesadas.
3. Adecuada implementación del PVA, dentro de plazos compatibles con el cronograma y verificada a través de indicadores mensurables.

Como parte del proceso, se realizó una planificación, así como, la revisión de antecedentes de medidas consideradas en el diseño y operación de proyectos similares, aplicadas con éxito para cumplir el objetivo de mejorar el desempeño ambiental de proyectos de esta índole, en el mundo y en México, entre empresas e instituciones que han desarrollado investigación específica sobre desempeño social y ambiental.

A continuación, se presenta la clasificación de las medidas para el tratamiento de los impactos identificados:

Consulta Pública

Prevención: evitan los impactos ambientales (buenas prácticas ambientales).

- Evitar actividades que puedan resultar en impactos sobre los recursos o el ambiente donde se realizará el proyecto.
- Preservar o prevenir cualquier acción que pueda afectar adversamente un recurso o atributo ambiental.
- Mitigación: disminuyen los impactos ambientales.
- Minimizar el grado, la extensión, magnitud o duración del impacto adverso.
- Reducir los impactos ambientales antes de la perturbación que se pueda causar con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.
- Compensación: restauran los impactos ambientales.
- Rehabilitar o rectificar los impactos adversos a través de la reparación o mejoramiento del recurso afectado.
- Reemplazar o sustituir la pérdida de un recurso ambiental en algún sitio con la creación o protección de este mismo tipo de recurso en otro sitio.

En la siguiente tabla se hace mención de los impactos identificados y las medidas de mitigación propuestas para cada impacto.

Tabla 15: Impactos y medidas de mitigación

Código / #	Impacto al que va dirigida la acción	Medida Propuesta	Tipo de Medida	Programa
1	Pérdida de cubierta vegetal por motivo de CUSTF en el área con infraestructura	Delimitación del área de intervención; desmonte y despalme direccional; cumplimiento de obligaciones forestales (pago al FFM).	Prevención y mitigación / Cumplimiento legal	Programas: de Rescate y Reubicación de Flora y Reforestación
2	Afectación a especies de flora en general (incluyendo NOM-059-SEMARNAT-2010)	Rescate, traslado y reubicación de ejemplares de flora protegida y nativa; monitoreo de aplicación.	Prevención y mitigación	Programa de Rescate y Reubicación de Flora
3	Pérdida de zonas de refugio para las especies de fauna por motivo de CUSTF	Desmonte gradual por etapas; conservación de estratos vegetales adyacentes como zonas de amortiguamiento.	Prevención y mitigación	Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre
4	Fragmentación del hábitat	Pasos de fauna en obras lineales.	Prevención y mitigación	Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre

Consulta Pública

Código / #	Impacto al que va dirigida la acción	Medida Propuesta	Tipo de Medida	Programa
5	Riesgo de afectación a la avifauna y quirópteros por presencia de infraestructura	Instalación de sistemas disuasorios y señalización conforme a directrices de BirdLife International; monitoreo biológico en operación.	Prevención y mitigación	Programa de Monitoreo de Aves y Quirópteros
6	Compactación del suelo	Tránsito exclusivo por accesos y caminos autorizados; descompactación de áreas de trabajo temporal al finalizar la obra.	Prevención y mitigación	Programa de Conservación de Suelo y Agua
7	Disminución de la calidad escénica del paisaje	Integración visual de la infraestructura al entorno antropizado existente; empleo de acabados y pintura mate antirreflejante en tonos neutros/claros para aerogeneradores y edificaciones auxiliares; revegetación pasiva y regeneración natural en las áreas de temporales al concluir la fase de construcción.	Mitigación a través de buenas prácticas	PVA (Buenas Prácticas Ambientales)
8	Contaminación visual del paisaje	Ordenamiento operativo de los frentes de trabajo y campamentos; retiro oportuno de maquinaria pesada, sobrantes de obra y estructuras provisionales inmediatamente al finalizar las fases de montaje y pruebas.	Mitigación a través de buenas prácticas	PVA (Buenas Prácticas Ambientales)
9	Posible afectación a especies de fauna silvestre	Recorridos de prospección, ahuyentamiento previo, rescate y reubicación de fauna de baja movilidad; límites de velocidad vehicular.	Prevención y mitigación	Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre
10	Pérdida de suelo por erosión hídrica y eólica	Obras provisionales de control de sedimentos, bermas de retención, manejo de escorrentías temporales.	Prevención y mitigación	Programa de Conservación de Suelo y Agua
11	Riesgo de contaminación de agua	Delimitación estricta de cauces y drenajes naturales; mantenimiento mecánico fuera de zonas de flujo; cero descargas al terreno.	Prevención y mitigación	Programa de Conservación de Suelo y Agua

Consulta Pública

Código / #	Impacto al que va dirigida la acción	Medida Propuesta	Tipo de Medida	Programa
12	Generación de residuos sólidos urbanos (RSU)	Clasificación en fuente con contenedores diferenciados y tapados; recolección y entrega a servicios municipales o autorizados.	Mitigación a través de buenas prácticas	Programa de Manejo Integral de Residuos
13	Generación de aguas residuales sanitarias	Instalación de sanitarios portátiles certificados; contratación de empresa autorizada para recolección, mantenimiento periódico y disposición final.	Mitigación a través de buenas prácticas	Programa de Manejo Integral de Residuos
14	Incremento en las emisiones a la atmósfera por tránsito vehicular y maquinaria	Mantenimiento preventivo periódico de maquinaria y vehículos; verificación de emisiones vigente; prohibición de operación en ralentí innecesario.	Mitigación a través de buenas prácticas	Programa de Mantenimiento de Maquinaria y Vehículos
15	Aumento en las emisiones de ruido por tráfico vehicular y maquinaria	Restricción de faenas con maquinaria pesada a horario diurno; uso obligatorio de silenciadores industriales en escape; mantenimiento mecánico.	Mitigación a través de buenas prácticas	Programa de Mantenimiento de Maquinaria y Vehículos
16	Generación de residuos de manejo especial (RME)	Acopio temporal clasificado de sobrantes de obra y empaques; fomento de reusó y entrega a empresas autorizadas para reciclaje.	Mitigación a través de buenas prácticas	Programa de Manejo Integral de Residuos
17	Generación de residuos peligrosos (RP)	Almacén Temporal de RP conforme a la NOM-052-SEMARNAT-2005; bitácoras oficiales; recolección y transporte con empresas autorizadas por SEMARNAT.	Mitigación a través de buenas prácticas	Programa de Manejo Integral de Residuos
18	Riesgo de incidentes por contacto de especies silvestres con el personal	Pláticas de inducción ambiental; dotación de equipo de protección personal (EPP); prohibición estricta de caza, captura o agresión a la fauna.	Prevención y mitigación	Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre
19	Posible contaminación del suelo por derrame de aceites y combustibles	Uso obligatorio de charolas antiderrames; abastecimiento en áreas impermeabilizadas; kits de contingencia ambiental (material absorbente).	Mitigación a través de buenas prácticas	Programa de Mantenimiento de Maquinaria y Vehículos
20	Dispersión de polvos fugitivos por movimiento de	Riego periódico con agua tratada en rutas de acarreo y frentes de	Mitigación a través de	Programa de Mantenimiento de

Consulta Pública

Código / #	Impacto al que va dirigida la acción	Medida Propuesta	Tipo de Medida	Programa
	vehículos y maquinaria	trabajo; enlonado obligatorio de cajas de camiones de volteo.	buenas prácticas	Maquinaria y Vehículos
21	Atracción de fauna nociva u oportunista	Disposición de residuos orgánicos en contenedores herméticos; retiro diario de restos de comida en comedores; veda de tiraderos a cielo abierto.	Mitigación a través de buenas prácticas	Programa de Manejo Integral de Residuos

Se prevé que, con la implementación adecuada bajo un esquema de mejora continua y gestión adaptativa en resultados de monitoreo, estas medidas podrían solucionar eficazmente más de una preocupación sobre potenciales cambios o impactos identificados en la etapa de evaluación.

La primera etapa de la identificación consistió en un cribado preliminar de las limitaciones identificadas por el grupo de trabajo respecto a la viabilidad, adaptabilidad y eficacia de cada una de las medidas.

Se encontró que las medidas de mitigación, compensación y la aplicación de buenas prácticas internacionales propuestas para el proyecto, tienen el potencial para cumplir satisfactoriamente con los requerimientos para los impactos directos, indirectos y/o acumulativos identificados en los generadores de cambio al proyecto (Canter & Ross, 2010). Lo anterior quiere decir, que el proyecto tiene la capacidad de alcanzar el cumplimiento de los objetivos de prevención, mitigación y compensación.

La segunda etapa consistió en la propuesta de medidas de prevención, mitigación y/o compensación que permitan el cumplimiento de los objetivos de mitigación acumulativa. Finalmente, éstas fueron incorporadas de manera transversal a cada sección de la propuesta.

Se consideró que cada una de las medidas deben poder ser monitoreadas y alimentar indicadores integrales para asegurar el buen desempeño socioambiental del proyecto con el objetivo de contribuir a la mejora del desempeño ambiental y al desarrollo regional sustentable (IFC, 2011).

4.10.1 Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) y Programas Específicos

El Programa de Vigilancia Ambiental **(PVA)** constituye el instrumento técnico y operativo estructurado para supervisar, verificar y dar seguimiento al cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental establecidas para el **EOL La Herradura**. Su propósito central es asegurar que los 21 impactos ambientales negativos identificados se mantengan dentro de los umbrales de significancia previstos, preservando la estabilidad funcional del ecosistema de la Región Ecológica **(RE).**

Su implementación tiene como función el ser la guía a seguir para prevenir, eliminar, reducir y/o compensar los impactos ambientales derivados de la implementación del **Proyecto**, en cada una de las etapas de su desarrollo.

Consulta Pública

El **PVA** se plantea desde el inicio de la etapa de preparación del sitio y hasta concluir su operación, incluyendo la etapa de mantenimiento, aun cuando el objetivo del promovente del proyecto es ampliar indefinidamente su vida útil. Dicho programa permitirá tener un control en los impactos y prevenir impactos no identificados generados a lo largo de las etapas del proyecto.

Objetivos:

- Prevenir posibles alteraciones que puedan inducir daños al ambiente.
- Vigilar que las medias de mitigación y compensación propuestas en la MIA-R, sean aplicadas correctamente durante todas las etapas del Proyecto.
- Vigilar el surgimiento de impactos ambientales no previstos, en su caso generar las medidas de mitigación adecuadas.
- Informar de manera periódica a la autoridad ambiental de los resultados de aplicación del PVA en las distintas etapas del proyecto.
- Comprobar que las medidas de prevención, mitigación y/o compensación, propuestas en la manifestación de impacto ambiental, han sido efectivamente aplicables en las fases correspondientes.

Meta:

Disminuir el efecto de los impactos significativos del proyecto, propiciando el cuidado del medioambiente, así como potencializar los efectos positivos que el desarrollo de este tipo de proyectos genera al producir emisiones bajas de carbono y utilizar los recursos naturales de manera eficiente.

Responsable:

El responsable de la aplicación de este programa será la empresa **Desarrollos y Soluciones Energéticas Eirene S. de R.L. de C.V.**, misma que es responsable de vigilar que se aplique correctamente este programa.

Alcances:

El PVA, contempla todas las medidas de mitigación, compensación y prevención determinadas para cada uno de los impactos ambientales identificados en el proceso de evaluación de impacto ambiental dentro de la **MIA-R**, así como los subprogramas específicos en los que se contienen dichas medidas.

Para lograr una ejecución ordenada, las acciones de manejo se articulan a través de una serie de **Programas Específicos**, los cuales delimitan los procedimientos técnicos, las metodologías de aplicación, las responsabilidades operativas y los indicadores de cumplimiento que regirán durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación:

1. **Programa de Rescate y Reubicación de Flora:** Con el objetivo de mitigar los daños causados por la preparación del Proyecto (CUSTF) y favorecer a la conservación de la riqueza biológica del área, particularmente de las especies vegetales nativas, se plantea realizar de

Consulta Pública

manera previa a su preparación, el rescate y reubicación de aquellos ejemplares vivos que pudieran verse afectados.

2. **Programa de Reforestación:** Con el objetivo de mitigar los daños causados por la preparación del Proyecto (CUSTF) y favorecer a la conservación de la riqueza biológica del área, particularmente de las especies vegetales nativas, se plantea realizar la reforestación de **20 ha**.
3. **Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre:** Diseñado para minimizar el riesgo de atropellamiento, atrapamiento o perturbación de la fauna local mediante recorridos previos, ahuyentamiento controlado y liberación en sitios de refugio seguros bajo los siguientes objetivos:

    - Normas Oficiales Mexicanas aplicables para el Programa de Rescate y Reubicación de Fauna: NOM-059-SEMARNAT-2010.
    - **Objetivos específicos:**
        - Implementar las acciones necesarias para el ahuyentamiento, rescate y reubicación de la fauna durante las etapas de preparación y construcción en el área del Proyecto.
        - Reubicar a los individuos que se localicen en el área; dichos individuos serán liberados en sitios que aseguren su supervivencia y desarrollo, con el fin de garantizar su viabilidad y permanencia en la RE.
        - Implementar las medidas de captura, manejo y traslado necesarias para asegurar la supervivencia de los individuos reubicados durante la aplicación de este programa.

4. **Programa de Conservación de Suelo y Agua:** con el fin de:

    - Diseñar prácticas de conservación y protección necesarias, realizadas en sitios específicos.
    - Reducir los impactos al suelo y el agua por la presencia de las obras.
    - Favorecer la infiltración del agua al suelo.
    - Evitar la pérdida de suelo innecesaria.

Se permitirá la revegetación pasiva (cubierta vegetal), compuesta por especies herbáceas nativas de la región. La funcionalidad de estas medidas es:

- Brindar protección al suelo ante los procesos erosivos y favorecer la retención del mismo.
- Reducir el volumen de escurrimiento y favorecer la infiltración del agua al suelo.

5. **Programa de Manejo Integral de Residuos:** Centrado en la clasificación, almacenamiento temporal y disposición final autorizada de Residuos sólidos urbanos (RSU), Residuos de Manejo Especial (RME), Residuos Peligrosos (RP) y el mantenimiento de sanitarios portátiles, bajo los siguientes objetivos:

Consulta Pública

- Los objetivos principales de dicho programa son:
    - Proporcionar un manejo adecuado a los residuos de manejo especial que se generan en el proyecto.
    - Establecer el procedimiento para instrumentar la separación de los residuos sólidos y peligrosos dentro de las áreas de trabajo.
    - Informar y capacitar a los trabajadores sobre el manejo que se debe de proporcionar a estos residuos.

6. **Programa de Mantenimiento de Vehículos, Maquinaria y Control de Emisiones:** Diseñado para controlar la generación de polvos fugitivo, minimizar las emisiones por combustión y restringir los niveles de ruido mediante mantenimiento preventivo, cumpliendo con:

    - **Normas Oficiales Mexicanas ambientales aplicables en el Programa de Mantenimiento Preventivo:** NOM-041-SEMARNAT-2015, NOM-042-SEMARNAT-2003, NOM-044-SEMARNAT-2006, NOM-045-SEMARNAT-2017, NOM-050-SEMARNAT-1993, NOM-076-SEMARNAT-2012 y NOM-080-ECOL-1994.

4.10.2 DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS POR COMPONENTE AMBIENTAL

A continuación, se describen de manera detallada las medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental diseñadas para el **Proyecto**, agrupadas con respecto al factor del medio que atienden (aire, agua, Flora, fauna, etc.). Esta organización permite correlacionar de forma directa cada impacto identificado con la estrategia de manejo ambiental correspondiente.

Para garantizar su viabilidad técnica y operativa en campo durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación, cada medida se instrumenta a través de **fichas técnicas estandarizadas**. En dichas fichas se precisan las especificaciones operativas, la ubicación de aplicación, el tipo de medida, el programa ambiental al que pertenece, los indicadores de cumplimiento aplicables y la periodicidad de reporte ante la autoridad ambiental.

4.10.2.1 *FICHAS TÉCNICAS*

FACTOR AMBIENTAL:

Aire y Suelo

Etapa de Preparación, Construcción, Operación, Mantenimiento, Cierre y Abandono	
Ficha 1: Mantenimiento preventivo de vehículos y maquinaria	
Impacto que atenuará:	
• Incremento en las emisiones a la atmósfera • Aumento en las emisiones de ruido • Posible contaminación del suelo por derrame de aceites y combustibles	
Descripción de la medida	Se realizará el mantenimiento constante de las unidades, mediante la aplicación de los programas de mantenimiento con los que cuente cada empresa contratista.

Consulta Pública

Etapa de Preparación, Construcción, Operación, Mantenimiento, Cierre y Abandono	
Ficha 1: Mantenimiento preventivo de vehículos y maquinaria	
	Cada maquinaria será enviada a revisión obligatoria al cumplir seis meses de uso o al llegar a los 5,000 km, o bien si se presenta un desperfecto, también se dará mantenimiento preventivo de estos equipos consistente en cambio de aceite, filtros de aceite y diésel o gasolina, así como la afinación de los equipos cada 150 horas de trabajo. Asimismo, se verificará que la maquinaria y equipo que se utilice cuente con los silenciadores necesarios para evitar ruido excesivo.
	Con esta medida se busca evitar las emisiones a la atmósfera por el uso de maquinaria por encima de lo que marca la NOM-041-SEMARNAT-2015, NOM-042-SEMARNAT-2003, NOM-044-SEMARNAT-2017, NOM-045-SEMARNAT-2017, NOM-050-SEMARNAT-2018, NOM-076-SEMARNAT-2012 y NOM-080-SEMARNAT-1994.
	La maquinaria ingresará al AP previamente abastecida de combustible. No obstante, para aquellos casos excepcionales donde se requiera un reabastecimiento menor mediante bidones, se implementará el uso de sistemas de impermeabilización portátiles, material absorbente (kits antiderrames) y el manejo de residuos de emergencia.
	Se evitarán los recorridos redundantes o vacíos de los vehículos y maquinaria que ingresen al AP y su circulación se limitará a las rutas de circulación autorizados.
Indicador de la realización	Este indicador se obtendrá mediante el balance entre la cantidad de mantenimientos realizados contra los planeados.
Indicador de efecto	Este indicador medirá la efectividad de la medida, mediante la comparación entre los tipos de mantenimiento realizados, esto es el total de mantenimientos preventivos y correctivos, contra los mantenimientos esperados.
Umbral de alerta	Esta medida deberá realizarse coincidente con el inicio de la etapa de preparación
Umbral inadmisible	Será inadmisible haber iniciado esta etapa sin antes haber verificado la condición de todos los vehículos y maquinaria implicados.
Calendario de comprobación	Esta medida se comprobará con cada fecha de ingreso de maquinaria y vehículos al taller.
Punto de comprobación.	Esta medida se comprobará con las bitácoras de mantenimiento que se realicen.
Medidas de urgente aplicación.	De presentarse algún mal funcionamiento o desperfecto en la maquinaria, la cual genere un incremento en la cantidad de emisiones a la atmósfera, un incremento en el ruido que genere o incluso el derrame de algún hidrocarburo o líquido de motor, deberá ser remitido inmediatamente a los talleres para realizar un mantenimiento correctivo.
Clasificación	Medida de prevención y mitigación a través de las buenas prácticas ambientales
Etapa de aplicación	Preparación, Construcción, Operación, Mantenimiento, Cierre y Abandono
Ubicación	Esta medida se llevará a cabo **fuera del área del proyecto**, ya que la maquinaria que requiera mantenimiento preventivo se retirará para ser llevada a talleres externos autorizados.

Consulta Pública

Etapa de preparación y construcción	
Ficha 2: Riego de rutas de circulación y frentes de trabajo	
Programa al que pertenece: Programa de Mantenimiento Preventivo de Vehículos y Maquinaria	
Impacto que atenuará:	
• Dispersión de polvos fugitivos por movimiento de vehículos y maquinaria	
Descripción de la medida	Se realizará el riego de las rutas de circulación y frentes de trabajo todos los días de manera constante, mediante la utilización de pipas de agua preferentemente tratada, para evitar la dispersión de polvos que se levanten con el circular de los vehículos y la maquinaria sobre el área del proyecto.
Indicador de la realización	Este indicador se obtendrá mediante el balance entre la cantidad de riegos realizados contra los planeados, en un acumulado mensual.
Indicador de efecto	Este indicador medirá la efectividad de la medida, mediante la comparación entre la cantidad de riegos realizados por temporada, esto es; será necesaria una mayor cantidad de riegos durante la época seca que en contraste la época de lluvias, se deberá de realizar un acumulado de los riegos realizados semanalmente.
Umbral de alerta	Esta medida deberá realizarse coincidente con el inicio de la etapa de preparación
Umbral inadmisible	El momento inadmisible para la aplicación de esta medida será una vez iniciado el arribo de vehículos y maquinaria.
Calendario de comprobación	Esta medida se comprobará semanalmente.
Punto de comprobación	Esta medida se comprobará con las bitácoras de circulación de las pipas, pudiendo también comprobarse con las órdenes de compra de los servicios.
Medidas de urgente aplicación	De presentarse una dispersión importante de polvos debido a la sequedad en las rutas de circulación o los frentes de trabajo, se deberán realizar riegos de urgencia, aunque no hayan sido planteados durante la planificación mensual, estos riegos deberán mencionarse dentro de las bitácoras de las pipas.
Clasificación	Medida de prevención
Etapa de aplicación	Preparación y construcción
Ubicación	Esta medida se llevará a cabo en las rutas de circulación y frentes de trabajo

Factor ambiental: Suelo y Agua

Etapa de Operación
Ficha 3: Revegetación pasiva (cubierta vegetal)
Programa al que pertenece: Programa de Conservación de Suelo y Agua
Impacto que atenuará:
• Pérdida de cubierta vegetal por CUSTF en el área con infraestructura • Compactación del suelo • Pérdida de zonas de refugio de las especies de fauna por CUSTF. • Disminución de la calidad escénica del paisaje

Consulta Pública

Etapa de Operación	
Ficha 3: Revegetación pasiva (cubierta vegetal)	
• Pérdida de suelo por erosión hídrica • Modificación en la capacidad de infiltración y escurrimiento	
Descripción de la medida	Se permitirá la revegetación pasiva (cubierta vegetal) en la etapa de operación, mediante las especies que crecen naturalmente en el área del proyecto.
	La época de lluvias beneficiará el crecimiento de las especies del estrato herbáceo, por lo que no se realizará ninguna actividad para eliminar dichas especies; así mismo, se llevarán a cabo (en caso que se requiera) podas de mantenimiento, para evitar el desarrollo de especies leñosas y mantener la cubierta vegetal en una altura que no interfiera con el buen funcionamiento de las instalaciones. Se deberán realizar podas de mantenimiento por lo menos dos veces al año o cada vez que sea necesario (extraordinarias). Así mismo, y en caso de requerirse, se realizará la reutilización del suelo fértil y el material vegetal, producto de la limpieza, despalme y nivelación del terreno, para favorecer el crecimiento de la cubierta vegetal.
Indicador de la realización	Este indicador se obtendrá mediante el balance entre el avance en la superficie con cobertura vegetal, y la superficie esperada según el calendario de actividades.
Indicador de efecto	Este indicador medirá la efectividad de la medida mediante el balance entre el suelo que se espera retener, y el suelo retenido después del crecimiento del estrato herbáceo.
Umbral de alerta	Esta medida deberá realizarse coincidente con la etapa de operación.
Umbral inadmisible	Será inadmisible no permitir el desarrollo de cualquier especie del estrato herbáceo durante la etapa de operación.
Calendario de comprobación	Esta medida se comprobará mediante memoria fotográfica del desarrollo de la cubierta vegetal y las actividades realizadas durante las labores de mantenimiento de la cobertura vegetal.
Punto de comprobación	Esta medida se comprobará con las bitácoras de avance de obra.
Medidas de urgente aplicación	De observarse el crecimiento de especies leñosas o una altura de la cubierta vegetal que pudiera afectar el buen funcionamiento de las instalaciones, deberán llevarse a cabo podas extraordinarias. Todas estas actividades (retiro de especies leñosas, podas de mantenimiento y extraordinarias), deberán integrarse en las bitácoras de obra y en los reportes de seguimiento del PVA.
Clasificación	Medida de mitigación y compensación
Etapa de aplicación	Operación
Ubicación	El desarrollo de la cubierta vegetal se permitirá en la superficie correspondiente al área de maniobras de las cimentaciones y la brecha de mantenimiento.

Consulta Pública

Factor ambiental: Flora, Suelo, Agua y Paisaje

Etapa de Preparación y construcción	
Ficha 4: Programa de Reforestación	
Impacto que atenuará	
• Pérdida de cubierta vegetal por motivo del CUSTF en el área con infraestructura • Pérdida de suelo por erosión hídrica • Modificación en la capacidad de infiltración y escurrimiento • Disminución de la calidad escénica del paisaje • Pérdida de zonas de refugio para las especies de fauna por CUSTF • Afectación a especies de flora que se encuentren o no listadas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010	
Descripción de la medida	Se inducirá una reforestación en superficies donde los factores de perturbación de la cubierta vegetal se efectuaron con anterioridad, con el fin de compensar el impacto a la pérdida de vegetación por motivo del CUS.
Indicador de la realización	Este indicador se obtendrá mediante el balance entre el avance en la superficie reforestada *in situ*, y la superficie planteada según el calendario de actividades.
Indicador de efecto	Este indicador medirá la efectividad de la medida mediante el análisis de la supervivencia de los individuos plantados.
Umbral de alerta	Esta medida deberá realizarse coincidente tras finalizar la etapa de construcción, una vez iniciada la etapa de operación y mantenimiento.
Umbral inadmisible	Será inadmisible iniciar con la etapa de operación sin haber iniciado con los preparativos de la reforestación. Sin perjuicio de lo anterior, esta fecha es variable ya que la reforestación deberá iniciar a la par de la temporada de lluvias, para lograr su eficiencia.
Calendario de comprobación	Esta medida se comprobará con las bitácoras de avance de obra y de seguimiento de implementación del PVA.
Punto de comprobación	Esta medida se comprobará con las bitácoras realizadas.
Medidas de urgente aplicación	De presentarse alguna mortandad en los individuos debido a temporadas de secas muy prolongadas se deberán realizar riegos extraordinarios. De observarse la mortandad de más del 20% anual de los individuos reforestados, estos deberán ser reemplazados con individuos nuevos. Todas estas actividades (riegos comunes, riegos extraordinarios, mortandad, reemplazo de individuos deberán integrarse en las bitácoras de obra y en los reportes de seguimiento del PVA). El monitoreo de estas especies deberá realizarse por cinco años desde de la reforestación inicial, hasta garantizar su exitosa implantación.
Clasificación	Medida de mitigación y compensación
Etapa de aplicación	Etapa de operación y mantenimiento
Ubicación	Se reforestarán con especies nativas de Matorral Espinoso Tamaulipeco en 20 ha en terrenos adyacentes al AP.

Consulta Pública

Factor ambiental: Flora

Etapa de Preparación y construcción	
Ficha 5: Programa de Rescate y Reubicación de flora	
Impacto que atenuará	
• Pérdida de cubierta vegetal por motivo del CUS en el área con infraestructura • Afectación a especies de flora que se encuentren o no listadas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010	
Descripción de la medida	Se realizará el rescate de las especies de flora que se encuentren listadas o no en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Reubicar los organismos rescatados dentro del área de reubicación, asegurando la supervivencia mínima del 80% de individuos rescatados
Indicador de la realización	Este indicador se obtendrá mediante la contabilización de individuos rescatados y reubicados.
Indicador de efecto	Este indicador se obtendrá mediante el análisis de la supervivencia de los individuos reubicados.
Umbral de alerta	Esta medida deberá realizarse coincidente con el inicio de la etapa de preparación.
Umbral inadmisible	Será inadmisible observar algún individuo susceptible a rescate y no aplicar el Programa de rescate y reubicación correspondiente.
Calendario de comprobación	Esta medida se comprobará semestralmente durante el tiempo que dure la etapa de preparación y construcción tiempo suficiente para verificar la permanecía de los especímenes rescatados.
Punto de comprobación	Esta medida se comprobará con las bitácoras de avance de obra y de seguimiento de implementación del PVA.
Medidas de urgente aplicación	De presentarse alguna mortandad en los individuos debido a temporadas de secas muy prolongadas se deberán realizar riegos extraordinarios. De observarse la mortandad de más del 20% anual de los individuos rescatados, estos deberán ser reemplazados con individuos nuevos, todas estas actividades (riegos comunes, riegos extraordinarios, reemplazo de individuos deberán integrarse en las bitácoras de obra).
Clasificación	Medida de mitigación
Etapa de aplicación	Preparación y construcción.
Ubicación	El rescate de flora se realizará en las áreas de CUSTF y los individuos rescatados se llevarán a los sitios de reubicación.

Factor ambiental: Fauna

Etapa de preparación y construcción
Ficha 6: Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna
Impacto que atenuará:

Consulta Pública

Etapa de preparación y construcción	
Ficha 6: Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna	
• Afectación a especies de fauna silvestre que se encuentren o no listadas en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010	
• Riesgo de incidentes por el contacto de especies silvestres con el personal encargado de la preparación y construcción del proyecto	
Descripción de la medida	Se realizará el ahuyentamiento, manejo, rescate y reubicación de las especies de fauna que se localicen en el área del proyecto, brindando especial atención a aquellas que se encuentren listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (modificación, 2020). Esta medida se aplicará solamente con la fauna que sea propensa a rescate; esto es, fauna que, por sus características, etapa de crecimiento o su biología particular, no pueda dirigirse a otra locación por medios propios, descartando a individuos, por ejemplo, ejemplares de aves adultos, que sólo será necesario el ahuyentarlos.
Indicador de la realización	Este indicador se obtendrá mediante la relación de los individuos rescatados.
Indicador de efecto	Este indicador se obtendrá mediante el número acumulado de rescates realizados durante la preparación y construcción.
Umbral de alerta	Esta medida deberá realizarse coincidente con el inicio de la preparación.
Umbral inadmisible	Será inadmisible observar algún individuo de fauna sobre el área del proyecto y no aplicar el Programa de rescate y reubicación.
Calendario de comprobación	Esta medida se comprobará a diario durante la preparación y construcción en caso de encontrar algún espécimen cerca de las áreas de trabajo.
Punto de comprobación	Esta medida se comprobará con las bitácoras de rescate.
Medidas de urgente aplicación	De observarse ejemplares de fauna fuera de las etapas mencionadas se deberá aplicar de igual forma el Programa de rescate, la bitácora que se genere, deberá anexarse a un reporte extraordinario que pormenorice las acciones realizadas, este reporte a su vez deberá ser incluido en el reporte de seguimiento del Programa que en su caso se entregue a la autoridad correspondiente en el periodo en el que se encuentre.
Clasificación	Medida de mitigación
Etapa de aplicación	Preparación y construcción
Ubicación	El rescate y ahuyentamiento se realizará en toda el área del proyecto y se reubicarán en tres sitios dentro de la RE

Previo a la preparación del proyecto
Ficha 7: Monitoreo de aves y murciélagos
Programa al que pertenece: Programa de Monitoreos de Aves y Quirópteros
Impacto que atenuará:

Consulta Pública

Previo a la preparación del proyecto	
Ficha 7: Monitoreo de aves y murciélagos	
• Riesgo de afectación a la avifauna y quirópteros por la presencia de la infraestructura del proyecto	
Descripción de la medida	Se llevó a cabo un monitoreo anual de aves y murciélagos previo al proyecto, con la finalidad de detectar los sitios con mayor riesgo de colisión, por lo que el diseño y la selección actual de las áreas de colocación de la infraestructura del parque se realizó evitando las zonas con mayor riesgo de colisión. Con ello se prevé disminuir posibles afectaciones a las poblaciones de vertebrados voladores en la zona.
Indicador de la realización	Se obtuvo un reporte, en el que se incluyen los registros de las actividades realizadas y los resultados obtenidos durante el monitoreo (ver anexo 4).
Indicador de efecto	Se anexa el reporte del monitoreo realizado en el que se incluyen las especies de aves y murciélagos registrados, así como las especies y las zonas con mayor riesgo de colisión.
Umbral de alerta	Una vez iniciada la etapa de operación del proyecto, cuando se presente mortandad de las especies de aves.
Umbral inadmisible	Será inadmisible haber concluido la etapa de construcción y no contar con las medidas de diseño establecidas.
Calendario de comprobación	Esta medida se comprobará mediante el informe del monitoreo.
Punto de comprobación	Esta medida se comprobará con el informe del monitoreo.
Medidas de urgente aplicación	De observarse una real afectación a las poblaciones de alguna especie de ave por colisiones en las torres se procederá a idear una medida mitigatoria.
Clasificación	Medida de prevención
Etapa de aplicación	Previo a la preparación del proyecto
Ubicación	El monitoreo se realizó en toda el área del proyecto.

Etapa de construcción	
Ficha 8: Balizaje de algunas aspas de los aerogeneradores, colocación de luces estroboscópicas y evitar el uso de luces de luminaria de sodio.	
Programa al que pertenece: Programa de Monitoreos de Aves y Quirópteros	
Impacto que atenuará:	
• Posible afectación a la avifauna y quirópteros por la presencia de aerogeneradores	
Descripción de la medida	Se balizarán algunas aspas de los aerogeneradores, para aumentar su visibilidad, además de colocar de manera estratégica luces estroboscópicas y se evitará el uso de luminaria de sodio.
Indicador de la realización	Este indicador se obtendrá mediante el balance entre la cantidad de aspas balizadas y luces colocadas, y la cantidad planteada.

Consulta Pública

Etapa de construcción	
Ficha 8: Balizaje de algunas aspas de los aerogeneradores, colocación de luces estroboscópicas y evitar el uso de luces de luminaria de sodio.	
Indicador de efecto	Este indicador se obtendrá registrando cualquier impacto que se presente a las especies de aves y murciélagos durante la operación del proyecto.
Umbral de alerta	Cuando se presente mortandad de las especies de aves durante la operación.
Umbral inadmisible	Será inadmisible haber concluido la etapa de construcción y no contar con las medidas anteriormente señaladas.
Calendario de comprobación	Esta medida se comprobará anualmente mediante el reporte de las obras realizadas.
Punto de comprobación	Esta medida se comprobará con las bitácoras de avance de obras.
Clasificación	Medida de mitigación
Etapa de aplicación	Construcción.

**Esta medida se ha incluido en el PVA dentro de las actividades del mismo con la finalidad de brindar el seguimiento adecuado.*

Factor ambiental: Suelo, salud y fauna

Etapas de preparación, construcción y mantenimiento	
Ficha 9: Colocación de contenedores con tapa (manejo integral de residuos)	
Programa al que pertenece: Programa de Manejo Integral de Residuos	
Impacto que atenuará:	
• Generación de Residuos sólidos urbanos (RSU)	
• Atracción de fauna nociva u oportunista	
Descripción de la medida	Se colocarán depósitos (tambos) con tapa etiquetados destinados a contener Residuos sólidos urbanos (RSU).
Indicador de la realización	Este indicador se obtendrá mediante la relación de los depósitos instalados, y las fechas de recolección o acopio al sitio destinado por el municipio para este tipo de residuos
Indicador de efecto	Este indicador se obtendrá mediante el número de eventualidades que ocurran por atracción de fauna nociva u oportunista.
Umbral de alerta	Esta medida deberá realizarse coincidente con el inicio de la etapa de preparación.
Umbral inadmisible	Será inadmisible observar algún manejo deficiente de este tipo de residuos.
Calendario de comprobación	Esta medida se comprobará a diario, durante todo el tiempo que exista presencia de trabajadores sobre el área de proyecto
Punto de comprobación	Esta medida se comprobará con las bitácoras de ingreso y salida de los residuos, así como de rescate de fauna de presentarse el caso.
Medidas de urgente aplicación	De observarse ejemplares de fauna en las áreas de comida u oficinas móviles, se deberá aplicar el programa de rescate de fauna, las bitácoras para este

Consulta Pública

Etapas de preparación, construcción y mantenimiento	
Ficha 9: Colocación de contenedores con tapa (manejo integral de residuos)	
	caso deberán ser muy explicitas en la situación que propicio el evento, para con esto poder idear formas innovadoras para evitar que esta situación siga ocurriendo.
Clasificación	Medida de prevención
Etapa de aplicación	Preparación, construcción y mantenimiento
Ubicación	Se colocarán los depósitos en las áreas cercanas a los centros de trabajo y se moverán conforme avancen las obras.

tapas de preparación, construcción y mantenimiento	
Ficha 10: Baños portátiles	
Programa al que pertenece: Programa de Manejo Integral de Residuos	
Impacto que atenuará:	
• Generación de aguas residuales sanitarias	
Descripción de la medida	Durante la etapa de preparación, construcción y mantenimiento (en caso de requerirse) las aguas residuales serán colectadas y manejadas por la empresa que preste el servicio de baños portátiles.
Indicador de la realización	Este indicador se obtendrá mediante la relación de los baños instalados.
Indicador de efecto	Este indicador se obtendrá mediante el volumen de agua sanitaria retirado por la empresa contratada.
Umbral de alerta	Esta medida deberá realizarse coincidente con el inicio de la etapa de preparación.
Umbral inadmisible	Será inadmisible observar algún manejo deficiente de este tipo de residuo.
Calendario de comprobación	Esta medida se comprobará cada que la empresa realice el retiro o limpieza de los sanitarios y durante todo el tiempo que exista presencia de trabajadores sobre el área de proyecto.
Punto de comprobación	Esta medida se comprobará con los manifiestos de retiro y limpieza de los sanitarios por parte de la empresa contratista.
Medidas de urgente aplicación	De observarse un mal manejo o inclusive un derrame de aguas sanitarias, se deberá realizar el rescate de la mayor cantidad de ésta y el saneamiento del área afectada.
Clasificación	Medida de prevención
Etapa de aplicación	Etapa de preparación, construcción y mantenimiento
Ubicación	Se colocarán los baños portátiles en las áreas cercanas a los centros de trabajo.

Consulta Pública

Etapas de preparación y construcción	
Programa al que pertenece: Programa de Manejo Integral de Residuos	
Impacto que atenuará:	
• Generación de residuos de manejo especial	
• Generación de residuos peligrosos	
Descripción de la medida	Los residuos de manejo especial y peligroso que se generen durante la preparación y construcción del Proyecto, serán separados en tambos de 200 litros etiquetados con el tipo de residuo que contienen, para ser llevados al almacén temporal del proyecto y posteriormente ser entregados a una empresa autorizada para darles el manejo adecuado hasta su deposición final.
Indicador de la realización	Este indicador se obtendrá mediante la relación entre los residuos que se envíen e ingresen al almacén y los residuos que salgan del mismo por parte de la empresa contratada para brindar el manejo de éstos.
Indicador de efecto	Este indicador se obtendrá mediante la comparación entre la cantidad de residuos generados contra la cantidad de residuos que se estimaron.
Umbral de alerta	Esta medida deberá realizarse durante la etapa de preparación y construcción.
Umbral inadmisible	Será inadmisible haber concluido con estas etapas sin haber realizado dicha medida.
Calendario de comprobación	Esta medida se comprobará cada que la empresa que se contrate para esto realice la recolección de estos residuos.
Punto de comprobación	Esta medida se comprobará con los manifiestos de recolección o retiro por parte de la empresa.
Medidas de urgente aplicación	De observarse una generación de estos residuos que exceda la capacidad del almacén, deberá hacerse el llamado a la empresa encargada para que haga el retiro extraordinario de los residuos que se generen.
Clasificación	Medida de prevención
Etapa de aplicación	Etapa de preparación y construcción
Ubicación	Este tipo de residuos serán enviados al almacén temporal del proyecto.

4.10.3 Cronograma de Aplicación e Implementación de Medidas de Manejo Ambiental

Para garantizar la correcta ejecución temporal de las medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental descritas incluidas en el **PVA** del **Proyecto**, se establece una programación con las etapas de preparación del sitio, construcción y operación de la LT. Este cronograma establece el inicio de cada programa específico con los frentes de trabajo, asegurando la aplicación oportuna de la supervisión ambiental y el cumplimiento normativo aplicable.

A continuación, se presenta la programación de actividades y medidas de manejo ambiental en función de las fases de desarrollo del Proyecto:

Consulta Pública

Cronograma general de aplicación de los Programas																																									
Descripción	**Preparación y construcción**								**Operación y mantenimiento**																																	
	Años																																								
	0	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
Programa de Vigilancia Ambiental (PVA)																																								
Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna*		x	x	x	x	x	x	x	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Programa de rescate y reubicación de flora**		x	x	x	x	x																																		
Programa de conservación de suelo y agua		x	x	x	x	x	x	x	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
Programa de mantenimiento preventivo de vehículos y maquinaria		x	x	x	x	x	x	x																																
Programa de manejo integral de residuos		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

*El ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna se llevará a cabo durante la etapa de preparación y construcción del Proyecto, y durante la operación y mantenimiento se aplicará el programa únicamente en caso de encontrar especies de fauna (E) en el AP.

** El programa de rescate y reubicación de flora se aplicará durante un lapso de 5 años, del año 1 al 2 de la etapa de preparación se realizará el rescate, tiempo que coincide con el desmonte y despalme del terreno en el cronograma general, posteriormente las plantas permanecerán en el área de acopio hasta el final del año 3 para posteriormente ser plantadas de manera gradual en el área de reubicación durante los años 2 al 4. Finalmente, los siguientes años se continuará con el mantenimiento, evaluación e informe de avances y resultados de la reubicación de flora hasta el final del año 5.

***Las obras de drenaje se construirán durante la etapa de preparación y construcción, su mantenimiento se realizará durante la etapa de operación y mantenimiento. La revegetación pasiva se permitirá una vez iniciada la etapa de operación

Consulta Pública

4.10.4 DURACIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES CORRECTIVAS O DE MITIGACIÓN

Las medidas de mitigación se deberán realizar durante el tiempo que dure cada fase del Proyecto y de acuerdo con lo estipulado en cada programa específico (ver anexo 4).

Una vez identificados los impactos ambientales generados por el desarrollo de cada una de las fases, se enlistan las acciones que generan impactos en los diferentes medios, así como la descripción de las actividades y obras a realizar con el fin de mitigar, controlar, prevenir y/o compensar dichos impactos.

4.10.4.1 *MEDIDAS DE COMPENSACIÓN*

Las medidas de compensación se definen como las acciones tomadas posterior a la afectación resultante del impacto ambiental identificado y que no puede ser prevenido ni puede ser directamente corregido por la implementación de dichas acciones. En este caso, es necesario realizar una medida de compensación en el área para retribuir el factor ambiental que fue afectado.

En este sentido, y de acuerdo con la identificación de los impactos por las actividades del desarrollo del Proyecto, se ha determinado que los impactos más significativos inherentes al Proyecto se presentarán durante la etapa de preparación y construcción. Por lo que estos serán compensados mediante la reforestación y la revegetación pasiva, que se permitirá en el área de maniobras de las cimentaciones y la brecha de mantenimiento.

4.11 ANÁLISIS COMPARATIVO DE ESCENARIOS

Con base en los resultados presentados en la matriz integral del apartado anterior, se realiza un análisis comparativo de los escenarios evaluados para el **Proyecto**. Este ejercicio permite determinar el balance neto de la intervención humana en la **RE**.

4.11.1 ESCENARIO SIN PROYECTO (SITUACIÓN ACTUAL)

El diagnóstico ambiental establece que la RE presenta condiciones derivadas de actividades antropogénicas preexistentes. La ubicación del Proyecto en el municipio de Reynosa, Tamaulipas, dentro del contexto geográfico y productivo de la Cuenca de Burgos, sitúa al AP en una dinámica de aprovechamiento agropecuario (ganadería extensiva y aprovechamiento cinegético) combinada con infraestructura energética consolidada, caracterizada por la presencia de instalaciones de exploración y extracción de gas, ductos, vías de comunicación y parques eólicos colindantes como Ventika y Fenicias.

Factores como la fragmentación previa del Matorral Espinoso Tamaulipeco, la modificación puntual de la cobertura vegetal por derechos de vía y brechas de acceso, la presencia de tendidos eléctricos y la alteración histórica de las tasas de infiltración del suelo son producto directo de estas actividades preexistentes. En este escenario, los componentes ambientales en la **RE** continúan sujetos a presiones acumulativas.

Consulta Pública

4.11.2 Escenario Con Proyecto (Etapas de Preparación y Construcción)

Este escenario representa el periodo de mayor intensidad operativa en el sitio. La introducción de maquinaria pesada, el desmonte y despalme direccional en las áreas de cimentación y caminos internos, el tránsito de transporte pesado y las excavaciones generan incrementos puntuales en la significancia de impactos como la dispersión de polvos fugitivos, emisiones de ruido y remoción localizada de vegetación.

Sin embargo, a diferencia de las presiones no controladas del entorno previo, estas alteraciones son de carácter temporal, circunscritas estrictamente al polígono de intervención y gobernadas por los controles operacionales, buenas prácticas de ingeniería y medidas preventivas del **Programa de Vigilancia Ambiental (PVA)**, incluyendo el rescate previo de flora y fauna, riego de caminos y obras de conservación de suelo.

4.11.3 Escenario Residual (Etapa de Operación y Mitigación)

Corresponde a la condición resultante tras la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación descritas en el presente capítulo. El análisis comparativo demuestra que la coexistencia de la infraestructura del **Proyecto** con las actividades productivas regionales, combinada con la instrumentación del **PVA** (monitoreo de aves y quirópteros, balizaje de aspas, iluminación estroboscópica y revegetación pasiva en áreas temporales, entre otras), permite estabilizar los factores ambientales evaluados en la **RE**. Asimismo, el **Proyecto** aporta un beneficio ambiental y socioeconómico de escala regional y nacional mediante la inyección de energía limpia al **Sistema Eléctrico Nacional (SEN)**, desplazando la generación de energía con base a combustibles fósiles y evitando la emisión neta de gases de efecto invernadero **(GEI/CO_2e**), a la par de fomentar la derrama económica y la generación de empleo a nivel regional.

El balance residual global adverso **(∑ IR = -56)** y la asimilación del Índice de Calidad Ambiental confirman cuantitativamente que el Escenario con Proyecto, en su condición residual, resulta ambientalmente viable.

4.11.4 Fase de Abandono

El Proyecto está concebido para operar a largo plazo como infraestructura de generación de energía renovable, con una vida útil que puede extenderse mediante mantenimientos mayores y actualizaciones tecnológicas.

En caso de requerirse un cese definitivo de actividades al término de su vida operativa, los trabajos de desmantelamiento se ejecutarán bajo un Plan de Abandono y Sitio Seguro. Este contemplará el desmontaje y retiro de aerogeneradores, conductores y estructuras auxiliares, la demolición a nivel de desplante de las cimentaciones, la descompactación mecánica del suelo en plataformas y caminos no requeridos por los propietarios, la regeneración del terreno y el manejo y disposición final autorizada de los residuos **(RSU, RME y RP)** conforme al marco normativo vigente.

Consulta Pública

4.12 SEGUIMIENTO Y CONTROL (MONITOREO)

Para el desarrollo, seguimiento y control de los programas propuestos, se instrumentarán las siguientes herramientas operativas específicas:

- **Hojas de reporte:** Permiten identificar, registrar y notificar oportunamente aquellos incidentes o desviaciones que alteren la aplicación de las medidas de mitigación. En estas hojas se describen las anomalías detectadas, el personal involucrado y las acciones correctivas aplicadas en campo.
- **Generación e interpretación de indicadores:** Establecen valores numéricos, volúmenes y métricas cuantificables que respaldan el nivel de cumplimiento de cada medida. Estos indicadores son específicos para cada rubro y podrán actualizarse o complementarse según la evolución de las actividades en el PVA.
- **Reportes de cumplimiento ambiental:** Consolidan la información recopilada mediante las hojas de reporte y el cálculo de indicadores. Estos documentos permiten evaluar la efectividad de las medidas en campo y retroalimentar el PVA para la mejora continua del desempeño ambiental.

Los reportes de cumplimiento se estructurarán de manera **anual** e integrarán la siguiente información:

- Extracto de la bitácora ambiental de obra.
- Memoria técnica sobre la ejecución de las medidas y programas aplicados.
- Croquis con la ubicación georreferenciada de las acciones realizadas.
- Cuantificación de superficies intervenidas y obras de mitigación ejecutadas.
- Resultados del monitoreo de los factores ambientales.
- Evaluación técnica sobre la efectividad de las medidas aplicadas.

Con la información recabada en el PVA se verifica el grado de cumplimiento de cada una de las acciones programadas y se evalúa la eficacia de las medidas en sitio. Las acciones de conservación de los diferentes factores ambientales se apegarán en todo momento a las leyes, reglamentos y Normas Oficiales Mexicanas vigentes.

4.13 RESUMEN Y CONCLUSIONES

Para establecer el escenario con medidas de mitigación, se evaluó la forma en que el entorno será intervenido a partir de la construcción y operación del Proyecto. De manera puntual, la infraestructura del parque eólico no representa una alteración crítica para la estabilidad del entorno, dado que la superficie efectiva de desplante y obras asociadas es reducida y puntual en comparación con la extensión total de la **Región Ecológica (RE).** Desde la etapa de preparación del sitio hasta la conclusión operativa, se ejecutarán las medidas de prevención, mitigación y buenas prácticas requeridas para contener y absorber los impactos identificados. Los resultados de la metodología

Consulta Pública

cuantitativa aplicada indican que las principales afectaciones de carácter adverso se concentran localmente en el polígono de intervención, asociadas a la remoción puntual de la Vegetación Secundarias de Matorral Espinoso Tamaulipeco por **CUSTF** y al riesgo de interacción para la avifauna y quirópteros. No obstante, la disposición espacial de los aerogeneradores y caminos asegura la continuidad funcional de los procesos ecológicos y la coexistencia con las actividades productivas de la zona. Con base en la evaluación de la **RE** y el análisis cuantitativo de los balances acumulativos y residuales **(∑IR = -56)**, se concluye lo siguiente:

Mitigabilidad y control operativo: Los 21 impactos adversos evaluados son técnica y operativamente mitigables mediante los programas integrados en el **PVA**, manteniendo la estabilidad y funcionalidad ecológica en la **RE**.

Confinamiento espacial de los impactos: Las alteraciones adversas son de carácter local y puntual, sin generar efectos sinérgicos o acumulativos fuera del área de influencia directa del **Proyecto**.

Sustentabilidad por diseño: El emplazamiento de los aerogeneradores, la red de media tensión y los caminos internos se estructuraron bajo el principio de la jerarquía de mitigación (evitar áreas de mayor valor ecológico, minimizar la huella de desmonte y restaurar frentes temporales).

Balance ambiental favorable: La relación entre la contención de impactos adversos y la generación de beneficios socioeconómicos y energéticos arroja un balance positivo, sustentando la viabilidad ambiental del **Proyecto**.

Aporte a la infraestructura energética regional: La generación e inyección de energía eólica al Sistema Eléctrico Nacional (SEN) fortalece la oferta de energía limpia y la confiabilidad del sistema en el norte del país, conviviendo armónicamente con la infraestructura energética preexistente en la Cuenca de Burgos.

Contribución a las metas de descarbonización: Al constituir una fuente de generación limpia y renovable, el Proyecto contribuye a la reducción de la huella de carbono a nivel nacional y respalda las metas de mitigación de gases de efecto invernadero (GEI/CO_2e).

4.13.1 Alineación con la Agenda Climática Global (COP29 y COP30)

De conformidad con los objetivos del Acuerdo de París, el **Proyecto** contribuye activamente a la mitigación del calentamiento global y a la transición energética justa. En el marco del Balance Global **(Global Stocktake)** y los acuerdos internacionales emanados de la **COP29** y la ruta hacia la **COP30**, se ha establecido como prioridad internacional acelerar el despliegue de energías renovables para triplicar la capacidad instalada global al año 2030 **(meta de 11,000 GW).**En este contexto, el **EOL La Herradura** se alinea directamente con estos compromisos internacionales y nacionales, aportando generación eléctrica libre de emisiones que desplaza la quema de combustibles fósiles. Bajo este

Consulta Pública

esquema, el desarrollo del **Proyecto** representa un motor de dinamización socioeconómica mediante la demanda de proveeduría, servicios y empleo en el municipio de Reynosa, Tamaulipas. Asimismo, se alinea con los ejes rectores del **Plan Nacional de Energía de la Presidencia de la República y la Estrategia Nacional del Sector Eléctrico**, orientados a fortalecer la **soberanía energética**, robustecer el **Sistema Eléctrico Nacional (SEN)** y acelerar la transición hacia fuentes renovables de baja emisión, consolidándose como una obra ambientalmente viable.

Consulta Pública

INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LA MIA 1

Listado de archivos editables 1

Imágenes y otros anexos 1

Literatura citada 4

Consulta Pública

INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LA MIA

La presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional ha sido elaborada conforme a la Guía para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental Regional publicada en el año 2026 y autorizada por SEMARNAT.

Las metodologías usadas para la elaboración del presente documento, se describen y citan dentro de cada capítulo, asimismo se incluyen las referencias de cada cita mencionada.

LISTADO DE ARCHIVOS EDITABLES

Se presentan archivos editables referentes al capitulado y cuando aplica, se presentan también archivos editables correspondientes a bases de datos, PVA y programas.

IMÁGENES Y OTROS ANEXOS

Capítulo	Anexo	Vinculo (Ctrl+Click)
1	Datos Protegidos por la LFTAIPG	
	Datos Protegidos por la LFTAIPG	
	Datos Protegidos por la LFTAIPG	
	Datos Protegidos por la LFTAIPG	
	Datos Protegidos por la LFTAIPG	
	1.2 Coordenadas	
	1.3 Cartografía	
	1.4 Cronograma La Herradura	
	1.5 Superficies EOL La Herradura	
2	**2.1 POEGT (mapa)**	
	2.2 POER Cuenca de Burgos	
	2.3 Áreas Naturales Protegidas (ANP) (mapa)	
	2.4 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) (mapa)	
	2.5 Sitios RAMSAR (mapa)	
	2.6 Regiones Terrestres Prioritarias (mapa)	
	2.7 Regiones Hidrológicas Prioritarias (mapa)	
3	**3.1 Delimitación RE Cuencas y Red Hidrológica**	

Consulta Pública

Capítulo	Anexo	Vinculo (Ctrl+Click)
	3.2 Delimitación RE Uso de Suelo y Vegetación	
	3.3 Delimitación RE Sistema de Topoformas	
	3.4 Delimitación RE POE	
	3.5 Delimitación RE Ecorregiones	
	3.6 Delimitación de la RE y AI	
	3.7 Región Ecológica	
	3.8 Área de Influencia del Proyecto	
	3.9 Medio físico	
	3.9.1 Unidades climáticas (mapa)	
	3.9.2 Temperatura (mapa)	
	3.9.3 Precipitación (mapa)	
	3.9.4 Provincias Fisiográficas (mapa)	
	3.9.5 Subprovincias Fisiográficas (mapa)	
	3.9.6 Sistema de Topoformas (mapa)	
	3.9.7 Edafología (mapa)	
	3.9.8 Degradación de Suelo (mapa)	
	3.9.9 Cuencas Hidrográfica (mapa)	
	3.9.10 Humedales (mapa)	
	3.9.11 Red Hidrográfica por condición RE (mapa)	
	3.9.12 Red Hidrográfica por condición AP (mapa)	
	3.9.13 Acuíferos	
	3.10 Riesgos	
	3.10.1 Bajas Temperaturas (mapa)	
	3.10.2 Ciclones Tropicales (mapa)	
	3.10.3 Granizadas (mapa)	
	3.10.4 Sequía (mapa)	
	3.10.5 Inundaciones (mapa)	
	3.10.6 Regionalización Sísmica (mapa)	
	3.10.7 Fallas y Fracturas (mapa)	

Consulta Pública

Capítulo	Anexo	Vinculo (Ctrl+Click)
	3.10.8 Hundimientos y Deslizamientos (mapa)	
	3.10.9 Volcanes Activos (mapa)	
	3.11 Vegetación y Flora	
	3.11.1 Estimación tamaño de la muestra (archivo digital)	
	3.11.2 Flora potencial (archivo digital)	
	3.11.3 Muestra Vegetación RE (mapa)	
	3.11.4 Muestra vegetación AI (mapa)	
	3.11.5 Muestra vegetación AP (mapa)	
	3.11.6 Uso de Suelo y Vegetación del RE (mapa)	
	3.11.7 Uso de Suelo y Vegetación del AI (mapa)	
	3.11.8 Uso de Suelo y Vegetación del AP (mapa)	
	3.11.9 Vegetación Actual AP (mapa)	
	3.11.10 Curva de acumulación de especies (CAE) (Archivos digitales)	
	3.11.11 Especies registradas en campo	
	3.11.12 Especies NOM 059 (mapas)	
	3.11.13 Mapas de distribución IUCN	
	3.11.14 Parámetros cuantitativos RE (archivo digital)	
	3.11.15 Parámetros cuantitativos AI (archivo digital)	
	3.11.16 Parámetros cuantitativos AP (archivo digital)	
	3.11.17 índices de diversidad biológica	
	3.11.18 Índices de similitud (archivos digitales)	
	3.12 Fauna	
	3.12.1 Corredor biológico (mapa)	
	3.12.2 Rutas migratorias de Aves(mapa)	
	3.12.3 Fauna potencial (archivo digital)	
	3.12.4 Muestras piloto GB (archivo digital)	
	3.12.5 Estimación de tamaño de muestra (archivo digital)	
	3.12.6 Coordenadas (archivo digital)	
	3.12.7 Muestreo Fauna RE (mapa)	

Consulta Pública

Capítulo	Anexo	Vinculo (Ctrl+Click)
	3.12.8 Muestreo Fauna AI (mapa)	
	3.12.9 Muestreo Fauna AP (mapa)	
	3.12.10 Muestra secas 1er (archivo digital)	
	3.12.11 Muestra lluvia 2da (archivo digital)	
	3.12.12 Mapas CONABIO IUCN (archivos digitales)	
	3.12.13 KMZ´s especies NOM AP AI RE (archivos digitales)	
	3.12.14 Curva de Acumulación de Especies (CAE) (archivos digitales)	
	3.12.15 Parámetros cuantitativos fauna RE lluvias (archivos digitales)	
	3.12.16 Parámetros cuantitativos fauna AI lluvias (archivos digitales)	
	3.12.17 Parámetros cuantitativos fauna AP lluvias (archivos digitales)	
	3.12.18 Parámetros cuantitativos fauna RE secas (archivos digitales)	
	3.12.19 Parámetros cuantitativos fauna AI secas (archivos digitales)	
	3.12.20 Parámetros cuantitativos fauna AP secas (archivos digitales)	
	3.12.21 Índices de similitud (archivos digitales)	
	3.13 Diagnostico ambiental (mapa)	
4	**4.1 Programa de Vigilancia Ambiental (PVA)**	
	4.2 Programa de Mantenimiento Preventivo de Vehículos y Maquinaria	
	4.3 Programa de Conservación de Suelo y Agua	
	4.4 Programa de Rescate y Reubicación de Flora	
	4.5 Programa de Reforestación	
	4.6 Programa de Rescate, reubicación y Ahuyentamiento, de Fauna Silvestre	
	4.7 Programa de Monitoreo de Aves y Murciélagos	
	4.8 Programa de Manejo Integral de Residuos	

Consulta Pública

LITERATURA CITADA

Abad-Soria, J. & García-Quiroga, F. (2006) Análisis y valoración del paisaje en las sierrras de la Paramera y la Serrota (Ávila). 97–119.

Aguiló-Alonso, M. (1981) Metodologia para la evaluación de la fragilidad visual del paisaje. Universidad Politécnica de Madrid

Albert, S., Wolfe, J.D., Kellerman, J., Sherry, T., Stutchbury, B.J.M., Bayly, N.J. & Ruiz-Sánchez, A. (2020) Habitat ecology of Nearctic–Neotropical migratory landbirds on the nonbreeding grounds. *Ornithological Applications* 122: 1–18. https://doi.org/https://doi.org/10.1093/condor/duaa055

Anon (1992) *Guía para la elaboración de estudios del medio físico.* Contenido y metodología. Monografías de la Secretaría del Estado para las Políticas del Agua y del Medio Ambiente, España

Anon (2020) México, país predilecto para aves migratorias.

BANXICO, B. de M. (2020) Estructura de información (SIE, Banco de México). *Sistema de Información Económica*. Available from: https://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?sector=1&accion=consultarCuadro&idCuadro=CE166&locale=es

Benayas-Álamo, J. (1992*) Paisaje y educación ambiental: evaluación de cambios de actitudes hacia el entorno*. MOPT, Madrid, España. 241 pp.

Berlanga, H. & Rodríguez, V. Las aves migratorias: a prueba de muros. *Especies*: 16–23.

Blanco-Andray, A. (1979) La definición de unidades de paisaje y su clasificación en la provincia de Santander. Universidad Politécnica de Madrid

Boddicker, M., Rodríguez, J.J. & Amanzo, J. (2002) Indices for assessment and monitoring of large mammals within an adaptive management framework. *Environmental Monitoring and Assessment* 76: 105–123. https://doi.org/https://doi.org/10.1023/A:1015225022101

Bouza, C.N. & Covarrubias, D. (2005) Estimación del índice de diversidad de Simpson en m sitios de muestreo. *Revista Investigación Operacional* 26: 187–197.

Canter *Manual de evaluación de impacto ambiental, técnicas para la elaboración de los estudios de impacto*. McGraw Hill, España. 841 pp.

Celis-de la Rosa, A. de J. & Labrada-Martagón, V. (2014) *Bioestadística*. Tercera edición. Manual Moderno, Ciudad de México, México. 337 pp.

Chao, A. & Chiu, C.-H. (2016) Species Richness: Estimation and Comparison. *Wiley StatsRef: Statistics Reference Online*. American Cancer Society, pp. 1–26.

Consulta Pública

Chao, A. (1987) Estimating the population size for capture-recapture data with unequal catchability. *Biometrics* 43: 783–791. https://doi.org/10.2307/2531532

Cifuentes-Vega, P. (1979) La calidad visual de unidades territoriales. Universidad Politécnica de Madrid

Claudia E. Moreno, Felipe Barragán, Eduardo Pineda, & Numa P. Pavón (2011) Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82: 1249–1261.

Colwell, R.K. & Coddington, J.A. (1994) Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions: Biological Sciences* 345: 101–118. https://doi.org/10.1098/rstb.1994.0091

Colwell, R.K., Xuan-Mao, C. & Chang, J. (2004) Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. *Ecology* 85: 2717–2727. https://doi.org/https://doi.org/10.1890/03-0557

Comisión Nacional del Agua, CONAGUA (2024) *Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Bajo Río Bravo (2801), estado de Tamaulipas*.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, CONABIO (2021a) Registros de ejemplares de anfibios.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, CONABIO (2021b) Registros de ejemplares de aves.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, CONABIO (2021c) Registros de ejemplares de mamíferos.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, CONABIO (2021d) Registros de ejemplares de reptiles.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, CONABIO (2021a) Registros de ejemplares de anfibios.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, CONABIO (2021b) Registros de ejemplares de aves.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, CONABIO (2021c) Registros de ejemplares de mamíferos.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, CONABIO (2021d) Registros de ejemplares de reptiles.

Consulta Pública

CONABIO ¿Qué es un corredor biológico? *Biodiversidad Mexicana*. Available from: https://www.biodiversidad.gob.mx/region/que-es-corredor (March 6, 2025b)

CONABIO Búsqueda por región. *EncicloVida*. Available from: https://enciclovida.mx/explora-por-region (March 19, 2026a)

CONABIO Búsqueda por región. EncicloVida. Available from: https://enciclovida.mx/explora-por-region (March 19, 2026)

CONEVAL (2020) Índice Rezago Social 2020. Available from: https://www.coneval.org.mx/Medicion/IRS/Paginas/Indice_Rezago_Social_2020.aspx (August 12, 2026)

Cottam, G. & Curtis, J. (1956) The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecology* 37: 451–460. https://doi.org/https://doi.org/10.2307/1930167

Curtis, J. & McIntosh, R. (1950) The interrelations of certain analytic and synthetic phytosociological characters. *Ecology* 313: 434–455. https://doi.org/https://doi.org/10.2307/1931497

Diario Oficial de la Federación (2015) 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.

Dice, L.R. (1945) *Measures of the amount of ecologic association between species. Ecology* 26: 297–302. https://doi.org/10.2307/1932409

Efron, B. (1987) Better Bootstrap confidence intervals. *Journal of the American Statistical Association* 82: 171–185. https://doi.org/10.2307/2289144

Escribano, M. (1991) *El paisaje*. Ministerio de fomento. 216 pp.

Fernández-Cañadas (1977) *El paisaje en la planificación física*. Aproximación sistemática a su valoración. Universidad Politécnica de Madrid

Fernández-Cañadas (1977) El paisaje en la planificación física. Aproximación sistemática a su valoración. Universidad Politécnica de Madrid

Figueroa, S.B, A. Amante, O., H.G. Cortés, T., J. Pimentel, L., E.S. Osuna, C., Rodríguez, O.J.M & Morales, F.F.J. (1991) Manual de predicción de pérdidas de suelo por erosión. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos/Colegio de Postgraduados-Centro regional para estudios de zonas áridas y semiáridas. México. 150 pp.

Consulta Pública

Flores-Villela, O. & García-Vázquez, U.O. (2014) Biodiversidad de reptiles en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85: 467–475. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.7550/rmb.43236

Fox, J. & Bouchet-Valat, M. (2020) Rcmdr: R *Commander*.

Fox, J. (2005) The R commander: a basic-statistics graphical user interface to R. *Journal of Statistical* Software 14: 1–42.

Fox, J. (2017) Using the R commander: a point-and-click interface for R. Chapman and Hall/CRC Press, Boca Ratón, Florida, E.U.A.

Gallina-Tessaro, S. & López-González, C.A. (2011) *Manual de técnicas para el estudio de la fauna*. Instituto de Ecología, A.C. /Universidad de Querétaro, Querétaro, Querétaro, México. 377 pp.

Gallina-Tessaro, S. (2015) *Manual de Técnicas del Estudio de la Fauna*. Instituto de Ecología, A.C., Xalapa, Veracruz, México. 210 pp.

García Romero, A. & Muñoz Jiménez, J. (2002*) El paisaje en el ámbito de la geografía*. Universidad Nacional Autónoma de México, Mexico D.F.

García, E. (2004*) Modificaciones al Sistema de clasificación climática de Köppen*. Instituto de Geografía de la Universidad Autónoma de México, México D.F.

Gill, F.B. (2007) *Ornithology*. Tercera edición. W. H. Freeman & Company, New York, E.U.A.

Gobierno de México (2025) Secretaría de *Bienestar Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030*. 1–13pp.

Gómez-Mendoza, J., Mata-Olmos, R., Sanz-Herraiz, C., Galiana-Martín, L., Manuel-Valdés, C. & Molina-Holgado, P. (2003) Los paisajes de Madrid: naturaleza y medio rural. 1: 302.

González-Medrano, F. (2003) *Las comunidades vegetales de México*. INE-SEMARNAT, Ciudad de México, México. 77 pp.

Gotelli, N.J. & Colwell, R.K. (2001) *Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. Ecology Letters* 4: 379–391.

H. Congreso de la Unión (1917) *Diario Oficial de la Federación Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*. 1–349pp.

H. Congreso de la Unión (1988a) *Diario Oficial de la Federación Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*. 1–159pp.

Consulta Pública

H. Congreso de la Unión (1988b) Diario Oficial de la Federación Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera. 1–23pp.

H. Congreso de la Unión (1992) *Diario Oficial de la Federación Ley de Aguas Nacionales*.

H. Congreso de la Unión (2000a) *Diario Oficial de la Federación Ley General de Vida Silvestre*. 1–71pp.

H. Congreso de la Unión (2000b) Diario Oficial de la Federación Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. 1–29pp.

H. Congreso de la Unión (2003) Diario Oficial de la *Federación Ley General Para la Prevención y Gestion Integral de los Residuos*. 1–56pp.

H. Congreso de la Unión (2006) Diario Oficial de la Federación Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. 1–63pp.

H. Congreso de la Unión (2012) *Diario Oficial de la Federación Ley General de Cambio Climático*. 1–49pp.

H. Congreso de la Unión (2018) Diario Oficial de la Federación Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. 1–103pp.

H. Congreso de la Unión (2020) Diario Oficial de la Federación Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. 1–87pp.

Hammer, Ø., Harper, D.A.T. & Ryan, P.D. (2001) PAST: Paleotological statistics software package education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4: 1–9.

Hijmans, R.J., Phillips, S., Leathwick, J. & Elith, J. (2020) dismo: Species Distribution Modeling.

Hill, M.O. (1973) Diversity and Evenness: A Unifying Notation and Its Consequences. *Ecology* 54: 427–432. https://doi.org/https://doi.org/10.2307/1934352

INEGI (2020) Censo de Población y Vivienda 2020. INEGI. Available from: https://www.inegi.org.mx/app/scitel/Default?ev=11 (August 29, 2018)

Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI (2016) *Uso de Suelo y Vegetación*.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI (2021) *Guía para la interpretación de cartografía Uso de Suelo y Vegetación. Escala 1:250, 000*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI, México. 268 pp.

Consulta Pública

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, INEGI (1999) *Diccionario de Datos Edafológicos* (Vectorial) Escala 1:1 000 000. Sistema Nacional de Información Geográfica, México D.F.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, INEGI (2001a) Diccionario de datos climáticos: Vectorial: escalas 1:250,000 y 1:1'000,000.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, INEGI (2001b) Diccionario de Datos Fisiográficos (Vectorial) Escala 1:1 000 000. Sistema Nacional de Información Geográfica, México D.F.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, INEGI (2008) Diccionario de datos topográficos. Escala 1:20,000. Versión 2.

ITIS (2022) Integrated Taxonomic Information System. Available from: https://www.itis.gov/

IUCN (2012) *Categorías y criterios de la Lista Roja de la UICN*. Segunda edición. IUCN, Gland, Switzerland

IUCN (2012) Categorías y criterios de la Lista Roja de la UICN. Segunda edición. IUCN, Gland, Switzerland

IUSS Working Group WRB (2015) Base referencial mundial del recurso suelo 2014, Actualización 2015. Sistema internacional de clasificación de suelos para la nomenclatura de suelos y la creación de leyendas de mapas de suelos. *FAO*, Roma. Informes sobre recursos mundiales de suelos

Jaccard, P. (1908) Nouvelles recherches sur la distribution florale. Bulletin de la Societe Vaudoise des Sciences Naturelles 44: 223–270. https://doi.org/http://doi.org/10.5169/seals-268384

JSTOR Global Plants on JSTOR. Available from: https://plants.jstor.org/

Julius, F. (1978) Planning and landscape evaluation.

Kindt, R. & Coe, R. (2005) *Tree diversity analysis*. A manual and software for common statistical methods for ecological and biodiversity studies. World Agroforestry Centre, Nairobi, Kenya

Kindt, R. & Coe, R. (2005) Tree diversity analysis. *A manual and software for common statistical methods for ecological and biodiversity studies*.

Leutert, S. & Yates, C. (2026) Migration Dynamics and Conditions at the U.S. - México Border.

Consulta Pública

Long, J.A. & Gordon, M.S. (2004) The greatest step in vertebrate history: A paleobiological review of the fish-tetrapod transition. *Physiological and Biochemical Zoology* 77: 700–719. https://doi.org/https://doi.org/10.1086/425183

Lou Jost (2006) Entropy and diversity. *Oikos* 113: 363–375. https://doi.org/10.1111/J.2006.0030-1299.14714.X

Magurran, A.E. & McGill, B.J. (2011) Biological Diversity. Frontiers in measurement and assessment. Oxford University Press

Magurran, A.E. (1988) *Ecological Diversity and Its Measurement*. Princeton University Press, New Jersey, E.U.A. 179 pp.

Martí-Vargas, J. & Pérez-González, J. (2001) Estudio de la fragilidad del paisaje como una herramienta para el análisis de la ordenación ambiental del territorio.

Matteucci, S.D. & Colma, A. (1982) Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos, Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico, Coro, Estado Falcón, Venezuela. 77 pp.

McRoberts, R.E., Tomppo, E.O. & Czaplewski, R.L. (2015) *Diseños de muestreo de las Evaluaciones Forestales Nacionales*. SLU-FAO. 1–21.

Milton, J.S. (2007) Estadística para Biología y Ciencias de la Salud. Tercera edición. McGraw Hill, Madrid, España. 722 pp.

Miranda, F. & Hernández-X., E. (2014) Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Primera edición, conmemorativa del cincuentenario de la primera. Sociedad Botánica de México / Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad / Fondo de Cultura Económica, Ciudad de México, México. 220 pp.

Missouri Botanical Garden Tropicos - Home. Available from: https://tropicos.org/home

Montes-León et al. (2011) Mapa Nacional de Erosión Potencial. II: 5–17.

Morisita, M. (1962) I σ-Index, a measure of dispersion of individuals. Researches on Population *Ecology* 4: 1–7. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/BF02533903

Mueller-Dombois, D. & Ellenberg, H. (1974) Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley, New York, E.U.A. 547 pp.

Navarro-Sigüenza, A.G., Rebón-Gallardo, Ma.F., Gordillo-Martínez, A., Peterson, A.T., Berlanga-García, H. & Sánchez-González, L.A. (2014) Biodiversidad de aves en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85: 476–495. https://doi.org/https://doi.org/10.7550/rmb.41882

Consulta Pública

Ochoa-Ochoa, L.M., Munguía, M., Lira-Noriega, A., Sánchez-Cordero, V., Flores-Villela, O., Navarro-Sigüenza, A. & Rodríguez, P. (2014) Spatial scale and β-diversity of terrestrial vertebrates in Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad 85*: 918–930. https://doi.org/https://doi.org/10.7550/rmb.38737

Olvera-Vargas, M., Moreno-Gómez, S. & Figueroa-Rangel, B. (1996) *Sitios permanentes para la investigación silvícola, manual para su establecimiento*. Instituto Manantlán de Ecología y Conservación de la Biodiversidad, Zapopan, Jalisco, México. 55 pp.

Parra-Olea, G., Flores-Villela, O. & Mendoza-Almeralla, C. (2014) Biodiversidad de anfibios en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad 85*: 460–466. https://doi.org/https://doi.org/10.7550/rmb.32027

Pielou, E.C. (1975) *Ecological Diversity*. John Wiley & Sons, Inc., New York, E.U.A. 165 pp.

Poder Legislativo (2025) Diario Oficial de la Federación *Ley de la Empresa Pública del Estado, Comisión Federal de Electricidad; la Ley de la Empresa Pública del Estado, Petróleos Mexicanos; la Ley del Sector Eléctrico; la Ley del Sector Hidrocarburos; la Ley de Planeación y Transición Energética; la Ley de Biocombustibles; la Ley de Geotermia y, la Ley de la Comisión Nacional de Energía; se reforman diversas disposiciones de la Ley del Fondo Mexicano del Petróleo para la Estabilización y el Desarrollo y, se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal*. 1–258pp.

R Core Team (2020) R: *A lenguage and enviroment for statical computing*. The R Foundation for Statical Computing, Viena, Austria. S

R Core Team (2020) R: *A lenguage and enviroment for statical computing*.

Raunkiaer, C.C. (1934) The life forms of plants and statistical plant geography. Clarendon Press, Oxford, United Kingdom. 632 pp.

Rzedowski, J. (2006) Vegetación de México. 1ra. Edición digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Ciudad de México, México. 504 pp.

SAGARPA-INIFAP (2007) Predicción de riesgo a la erosión hídrica.

Sánchez-Cordero, V., Botello, F., Flores-Martínez, J.J., Gómez-Rodríguez, R.A., Guevara, L., Gutiérrez-Granados, G. & Rodríguez-Moreno, Á. (2014) Biodiversidad de Chordata (Mammalia) en México. Revista Mexicana de Biodiversidad 85: 496–504. https://doi.org/https://doi.org/10.7550/rmb.31688

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (1993a) Diario Oficial de la Federación Norma Oficial Mexicana NOM-053-SEMARNATA-1993 que Establece el Procedimiento para Llevar a Cabo la Prueba de Extracción Para Determinar Los

Consulta Pública

Constituyentes Que hacen a un Residuo Peligroso por su Toxicidad al Ambiente. 1–24pp.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (1993b) Diario Oficial de la Federación *Norma Oficial Mexicana NOM-054-SEMARNAT-1993 Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-ECOL-1993*. 1–37pp.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (1995) Diario Oficial de la Federación *Norma Oficial Mexicana 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*. 1–10pp.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2005) Diario Oficial de la Federación *Norma Oficial Mexicana NOM-042-SEMARNAT-2003, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,857 kilogramos, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diesel, así como de las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos.*

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2006*) Diario Oficial de la Federación Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.*

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2012*) Diario Oficial de la Federación Acuerdo por el que se da a conocer el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Cuenca de Burgos. 1–30pp.*

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2013a*) Diario Oficial de la Federación Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación*.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2013b) Diario Oficial de la Federación *Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011, Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho*

Consulta Pública

listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2015) Diario Oficial de la Federación Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-2015, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2018a) Diario Oficial de la Federación Norma Oficial Mexicana NOM-044-SEMARNAT-2017,NOM-044-SEMARNAT-2017, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos no metano, hidrocarburos no metano más óxidos de nitrógeno, partículas y amoniaco, provenientes del escape de motores nuevos que utilizan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos, así como del escape de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipados con este tipo de motores.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2018b) Diario Oficial de la Federación Norma Oficial Mexicana 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.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT (2010) Diario Oficial de la Federación 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. 1–77pp.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT (2012) Diario Oficial de la Federación Acuerdo por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. 1–296pp.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT (2017) *Guía para la elaboración de Estudios Técnicos Justificativos. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT*, Ciudad de México, México. 61 pp.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT (2020) *Diario Oficial de la Federación 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*

Consulta Pública

especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, publicada el 30 de diciembre de 2010. 32–134pp.

Shannon, C.E. & Weaver, W. (1949*) The Mathematical Theory of Communication*. The University of Illinois Press, Urbana, Illinois, E.U.A.

Sherwin, W.B. & Fornells, N.P. i (2019) The introduction of entropy and information methods to ecology by Ramon Margalef. *Entropy* 21: 1–9. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.3390/e21080794

Simpson, E.H. (1949) Measurement of diversity. Nature 163: 688. https://doi.org/https://doi.org/10.1038/163688a0

Smith, E.P. & van Belle, G. (1984) Nonparametric Estimation of Species Richness. *Biometrics* 40: 119–129. https://doi.org/10.2307/2530750

Soberón, J. & Nakamura, M. (2009) Niches and distributional areas: Concepts, methods, and assumptions. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106: 19644–19650. https://doi.org/https://doi.org/10.1073/pnas.0901637106

Soberón-M, J. & Llorente-Bousquets, J. (1993) The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology* 7: 4480–488. https://doi.org/https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1993.07030480.x

Society, N.A. (2022) Odiseas Aéreas. *ArcGIS StoryMaps*. Available from: https://storymaps.arcgis.com/stories/3da69c92086740c58bc2bdb3538f57b4 (May 31, 2024)

Sørensen, T. (1948) A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. *Kongelige Danske Videnskabernes Selskab* 5: 1–34.

Sosa, V. & Gómez-Pompa, A. (1994) *Lista florística*. Instituto de Ecología, A.C. y la Universidad de California, Xalapa, Veracruz, México. 245 pp.

Turc, L. (1961) *Water requirements assessment of irrigation, potential evapotranspiration: Simplified and updated climatic formula*. Annales Agronomiques 12: 13–49.

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, IUCN (2020) The IUCN Red List of Threatened Species. *IUCN Red List of Threatened Species. Available* from: https://www.iucnredlist.org/en

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, IUCN (2023) The IUCN Red List of Threatened Species. IUCN Red List of Threatened Species. Available from: https://www.iucnredlist.org/en

Consulta Pública

Valdivieso-Taborga, C.E., Valdivieso-Castellón, R. & Valdivieso-Taborga, O.Á. (2011) Determinación del tamaño muestreal mediante el uso de árboles de decisión. *UPB-Investigación y Desarrollo* 11: 148–176.

Vanclay Frank, Esteves, A.M, & Franks, D (2015) Evaluación de Impacto Social: Lineamientos para la evaluación y gestión de impactos sociales en proyectos. Fargo, Dakota del Norte

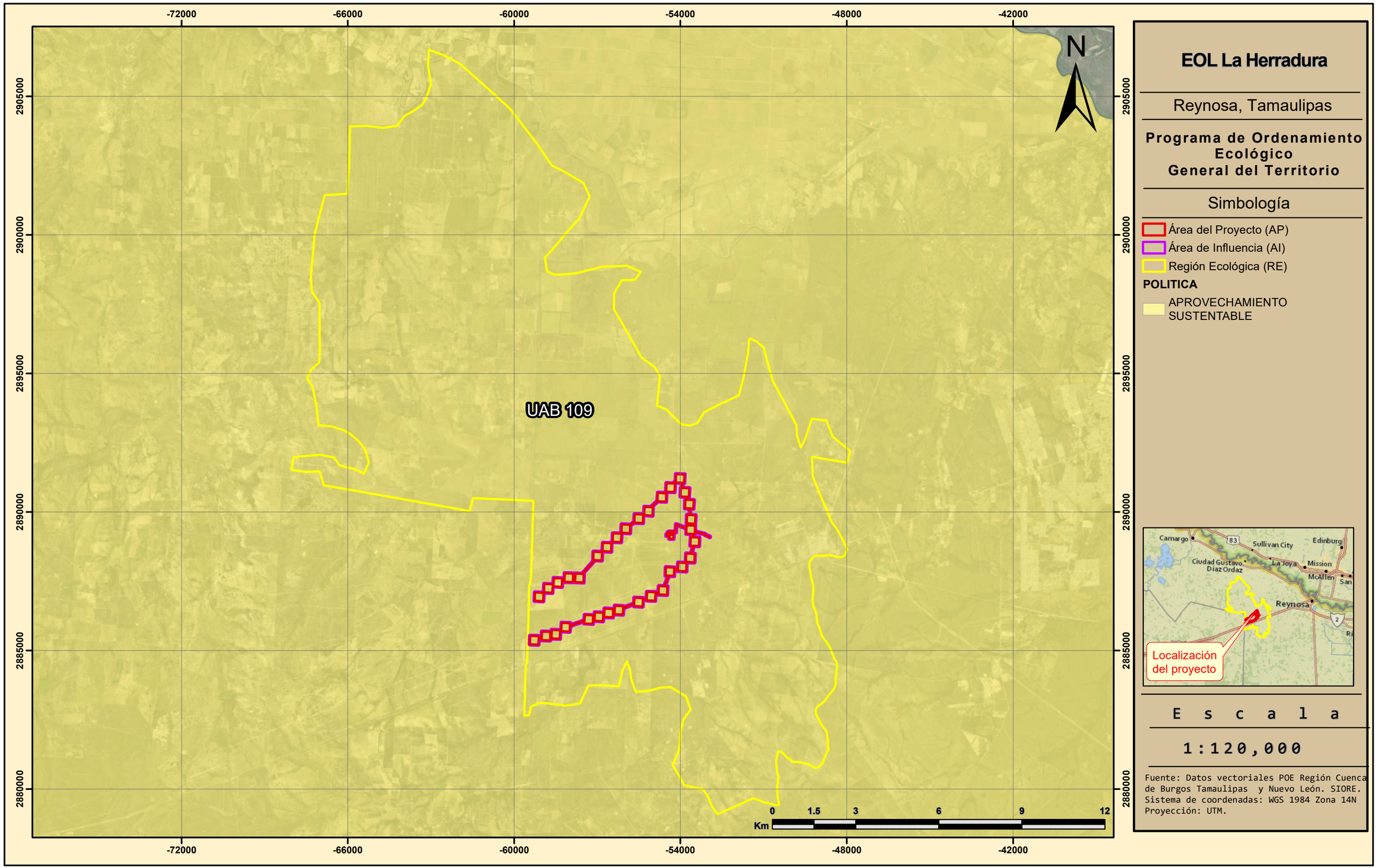
Villaseñor, J.L., Maeda, P., Rosell, J.A. & Ortiz, E. (2007) Plant families as predictors of plant biodiversity in Mexico. Diversity and Distributions 13: 871–876. https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2007.00385.x

Wackerly, D.D., Mendenhall-III, W. & Scheaffer, R.L. (2010) *Estadística matemática con aplicaciones*. séptima edición. CENGAGE Learning, Ciudad de México, México. 911 pp.

Wilson, S.J. and R.U. Cooke (1980) Wind erosion. Soil Erosion. Chichester, pp. 217–251.

Woodruff, N.P & Siddoway, F.H. (1965) A wind erosion equation. Soil Science Society Proceedings 29: 602–608.

Consulta Pública



EOL La Herradura

Reynosa, Tamaulipas

Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)

POLITICA

- APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE

E s c a l a

1:120,000

Fuente: Datos vectoriales POE Región Cuenca de Burgos Tamaulipas y Nuevo León. SIORE.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

EOL La Herradura

Reynosa, Tamaulipas

POE Región Cuenca de Burgos Tamaulipas y Nuevo León

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)

Política

- Aprovechamiento Sustentable
- Protección
- Restauración



E s c a l a

1:120,000

Fuente: Datos vectoriales POE Región Cuenca de Burgos Tamaulipas y Nuevo León. SIORE.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

N

0 1.5 3 6 12
Km

-72000 -66000 -60000 -54000 -48000 -42000

2905000 2900000 2895000 2890000 2885000 2880000

PRO-392 PRO-306 PRO-408 PRO-356 PRO-304 PRO-452 PRO-375 PRO-365 PRO-315 PRO-368 PRO-331 PRO-451 PRO-367 PRO-408 PRO-392 APS-159 APS-110 APS-172 APS-123 APS-124 APS-137 APS-106 RES-540 RES-575 RES-610 RES-568 RES-535 RES-512



EOL La Herradura

Reynosa, Tamaulipas

Áreas Naturales Protegidas

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)

ANP

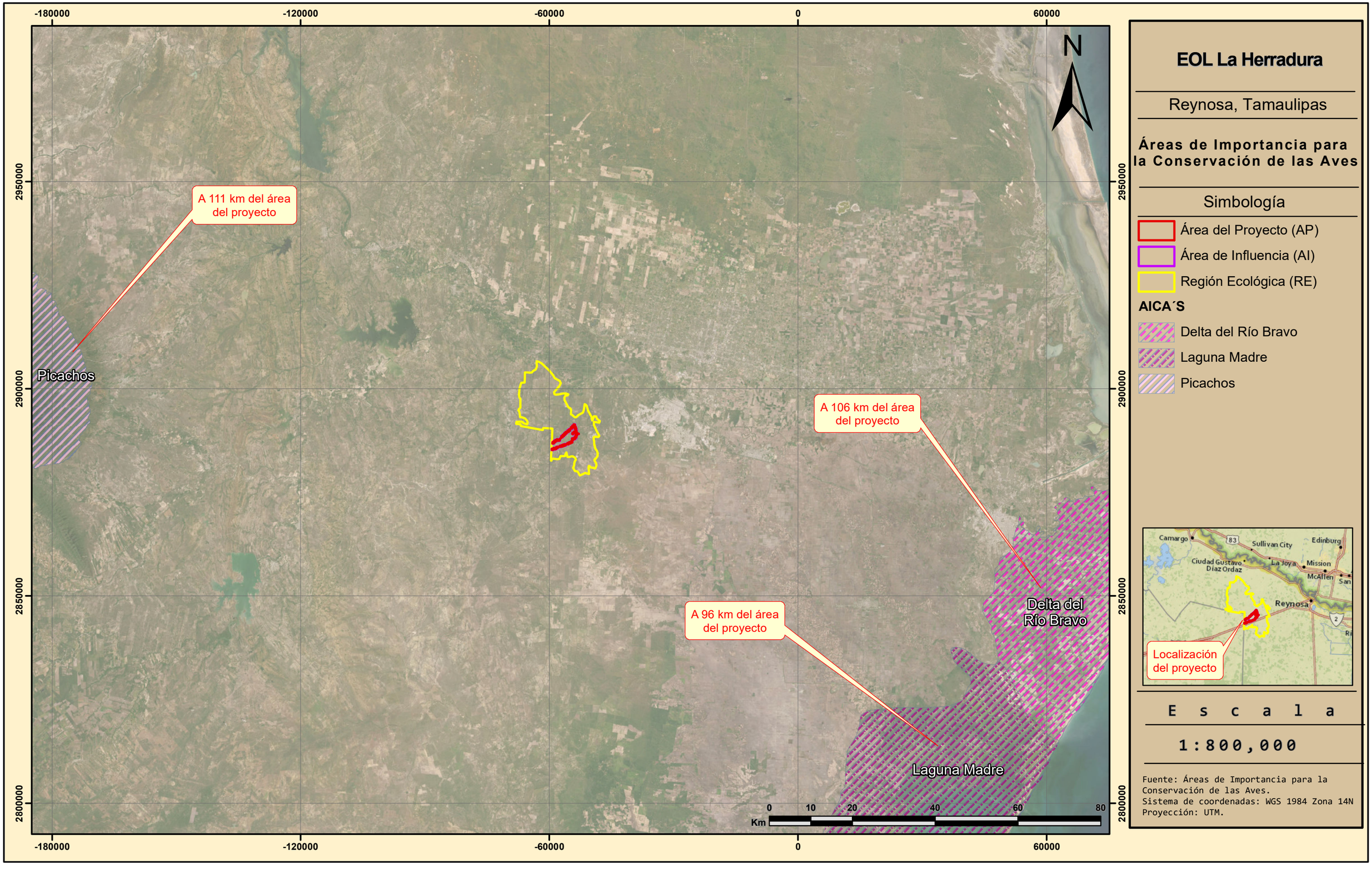
Tipo

- Estatal

E s c a l a

1:1,000,000

Fuente: Áreas Naturales Protegidas Estatales, Municipales, Ejidales y Privadas de México 2020. Áreas Naturales Protegidas Federales de la República Mexicana. Julio, 2025. CONANP.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.



EOL La Herradura

Reynosa, Tamaulipas

Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)

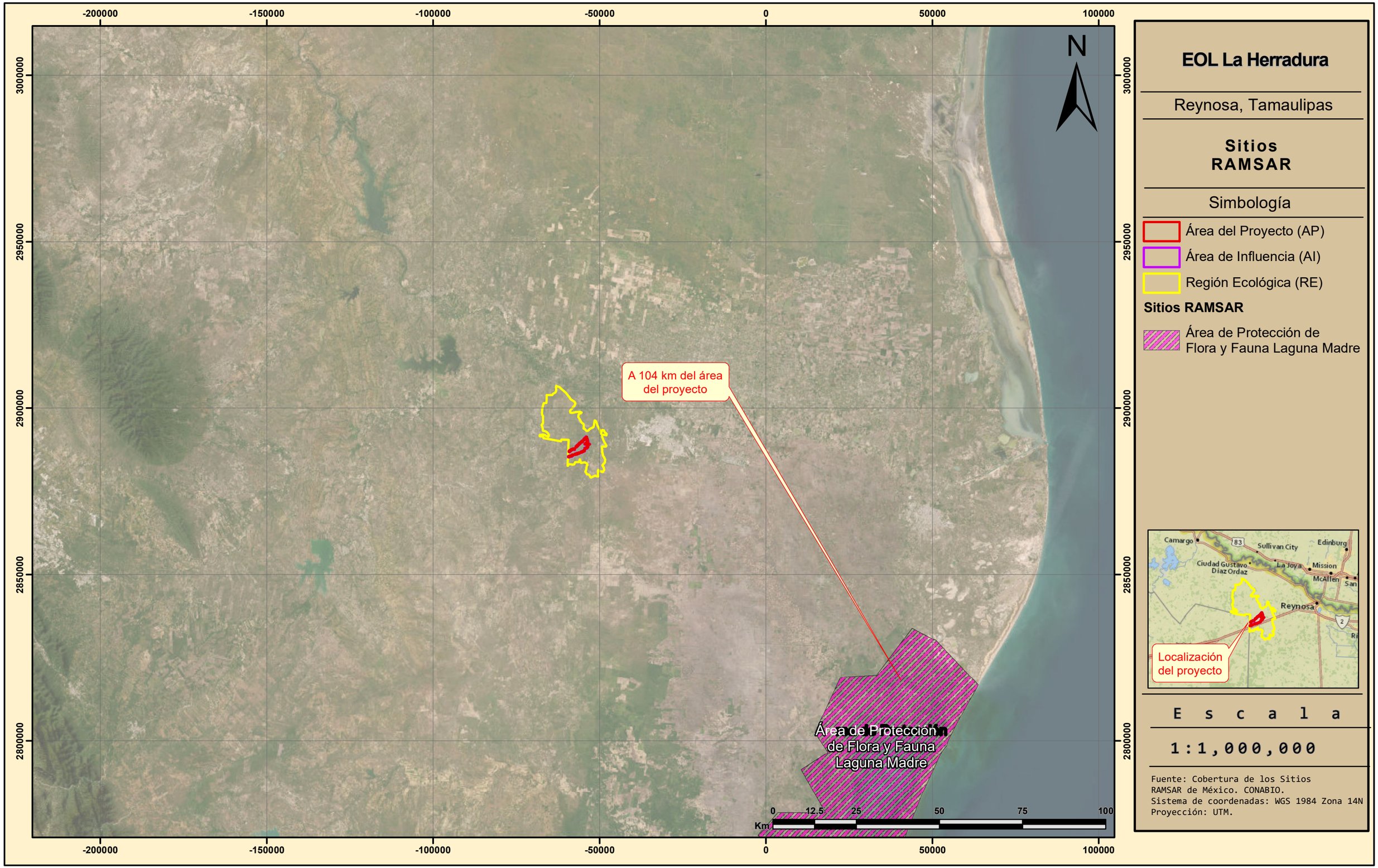
AICA´S

- Delta del Río Bravo
- Laguna Madre
- Picachos

E s c a l a

1:800,000

Fuente: Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.



EOL La Herradura

Reynosa, Tamaulipas

Sitios RAMSAR

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)

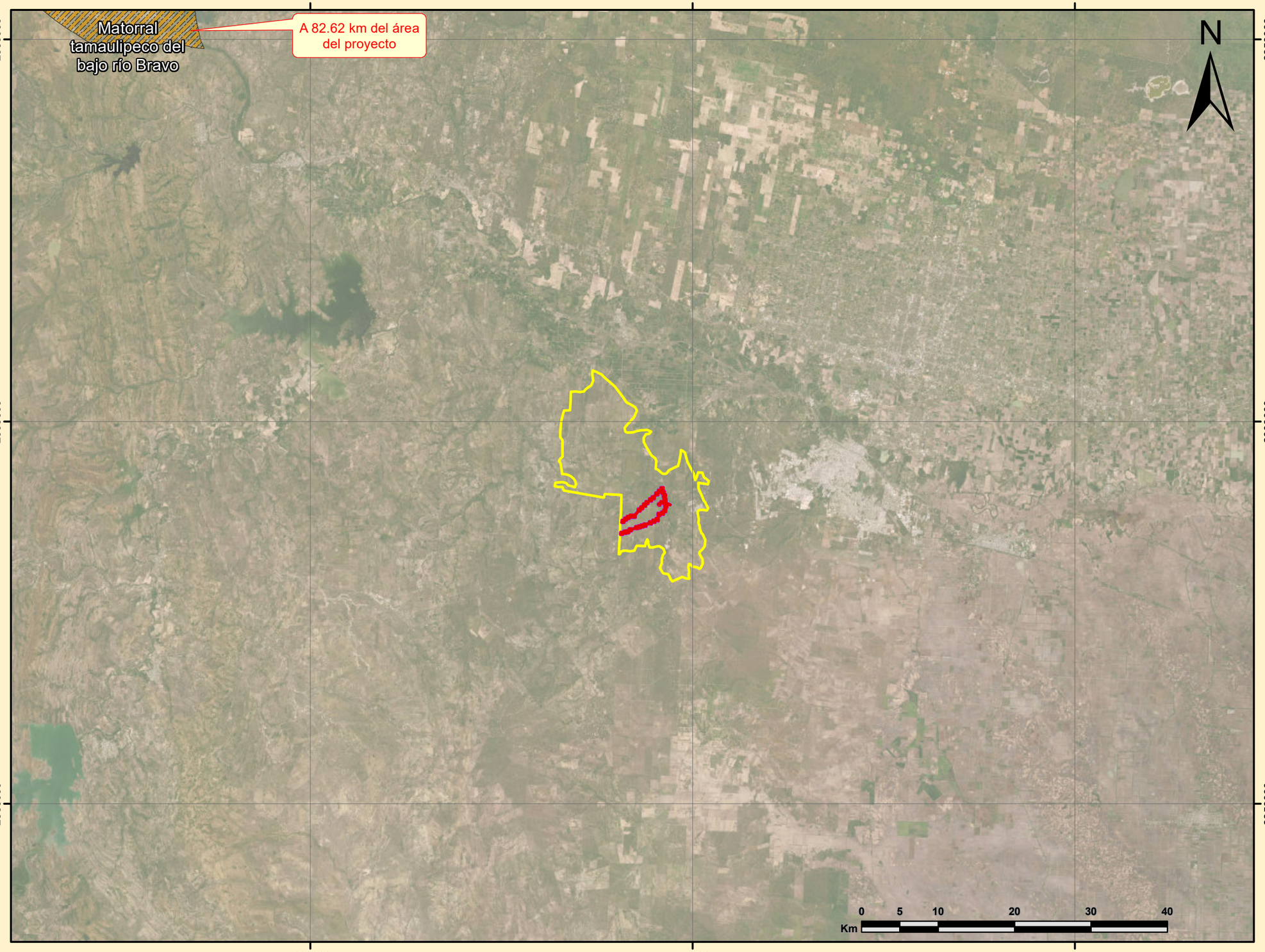
Sitios RAMSAR

- Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre

E s c a l a

1:1,000,000

Fuente: Cobertura de los Sitios RAMSAR de México. CONABIO.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.



EOL La Herradura

Reynosa, Tamaulipas

Regiones Terrestres Prioritarias

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)

Región Terrestre Prioritaria

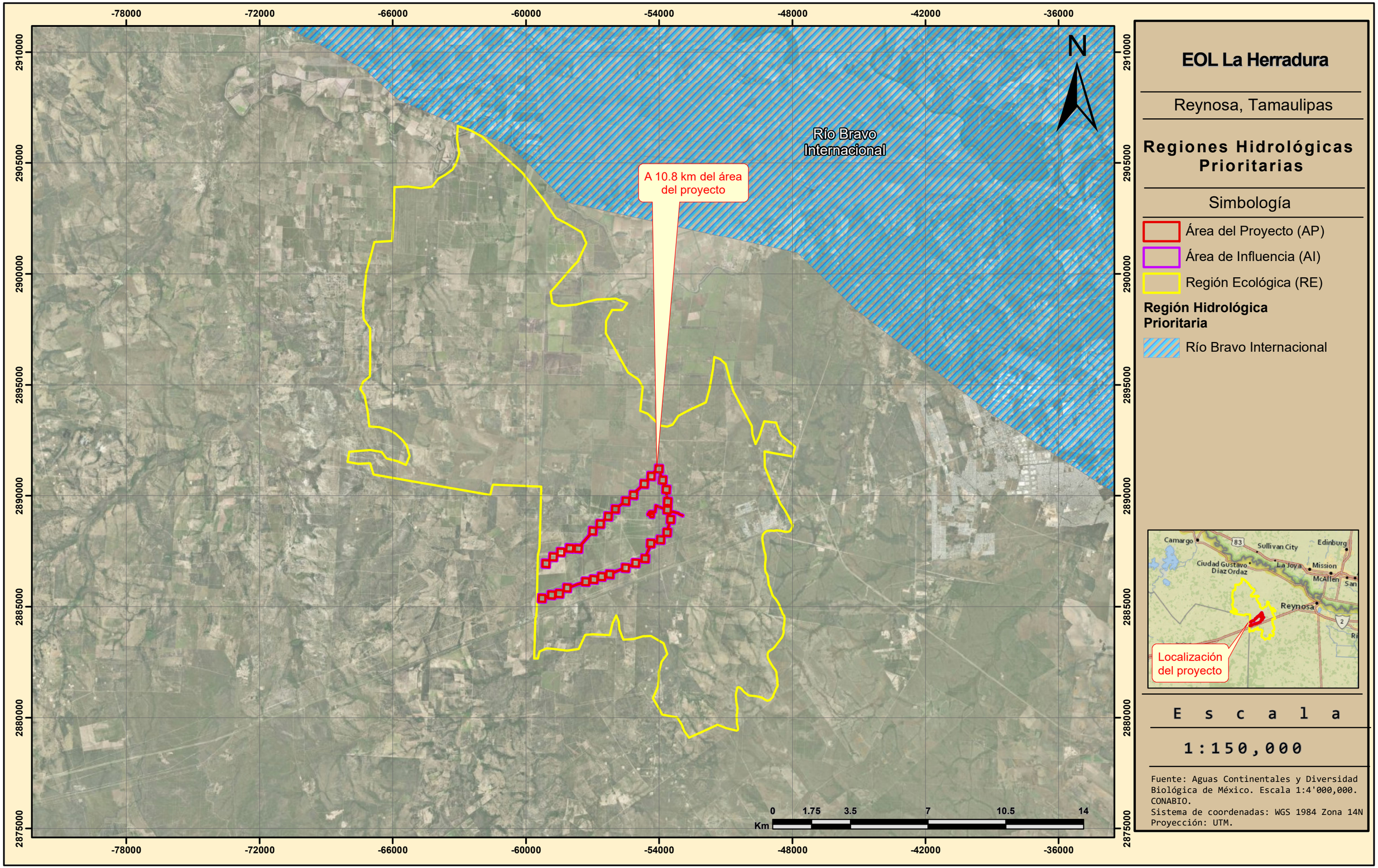
- Matorral tamaulipeco del bajo río Bravo



E s c a l a

1:500,000

Fuente:Regiones Terrestres Prioritarias.
Escala 1:1'000,000. CONABIO.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.



EOL La Herradura

Reynosa, Tamaulipas

Regiones Hidrológicas Prioritarias

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)

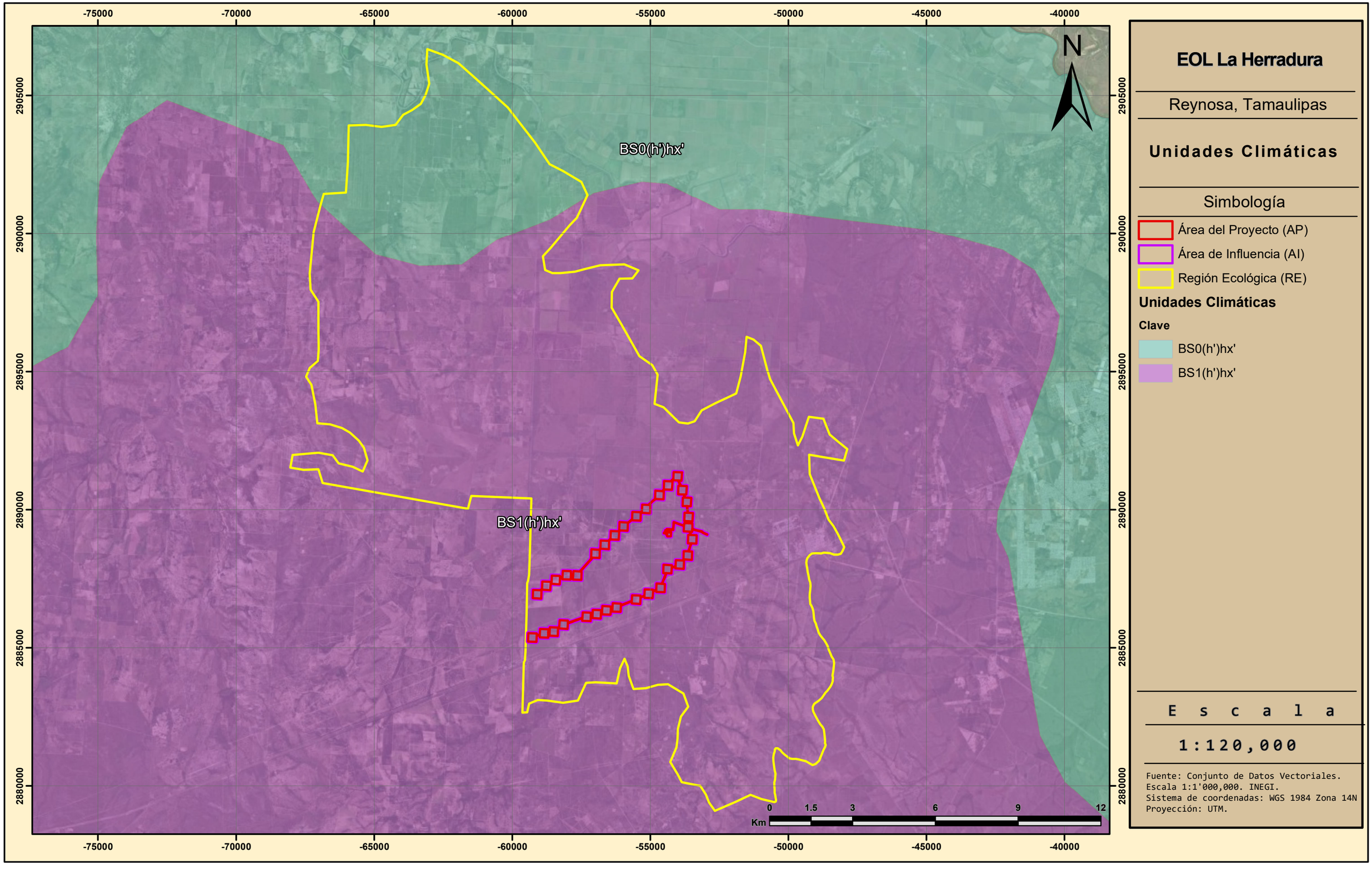
Región Hidrológica Prioritaria

- Río Bravo Internacional

E s c a l a

1:150,000

Fuente: Aguas Continentales y Diversidad Biológica de México. Escala 1:4'000,000. CONABIO.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.



EOL La Herradura

Reynosa, Tamaulipas

Unidades Climáticas

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)

Unidades Climáticas

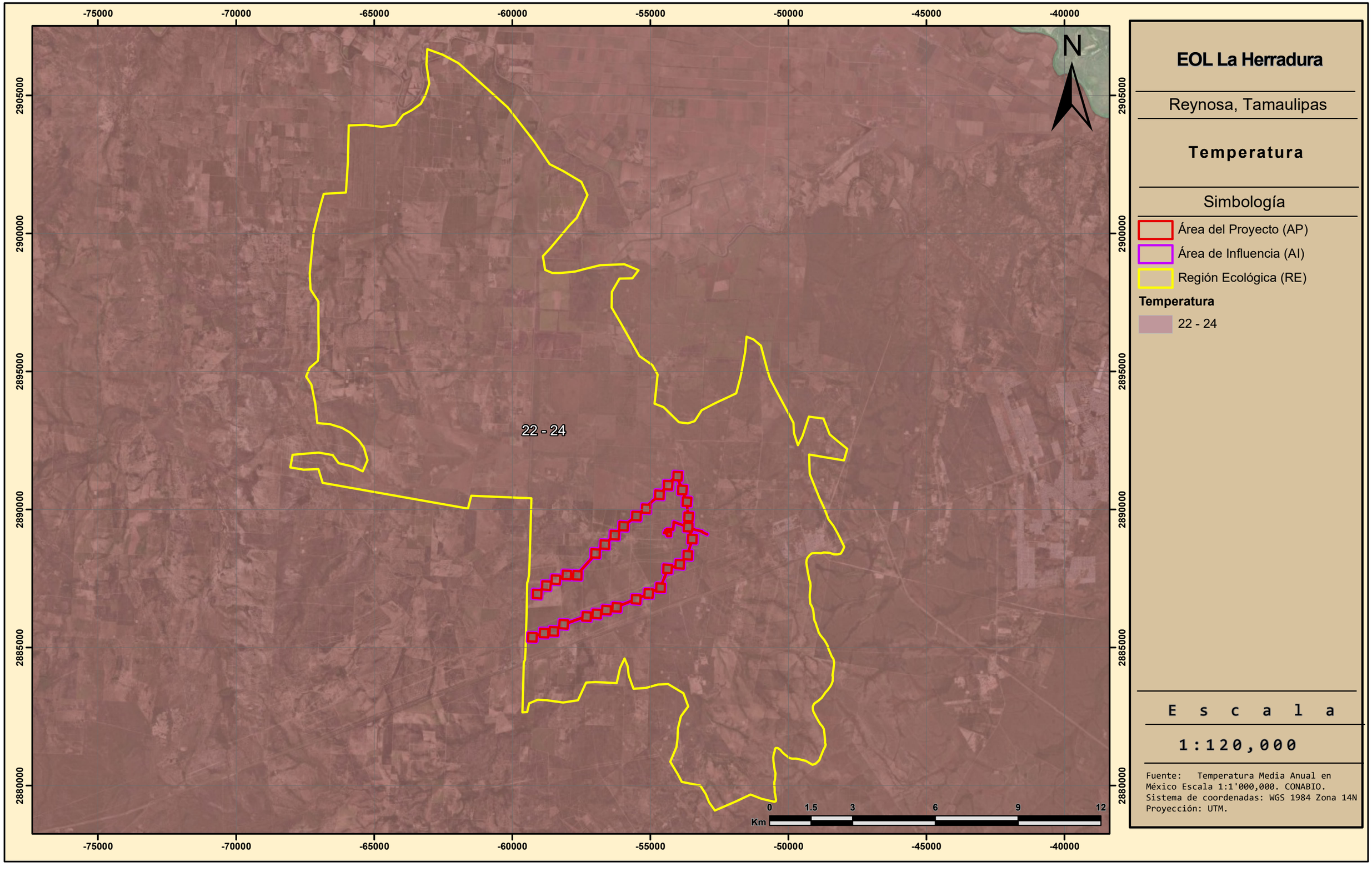
Clave

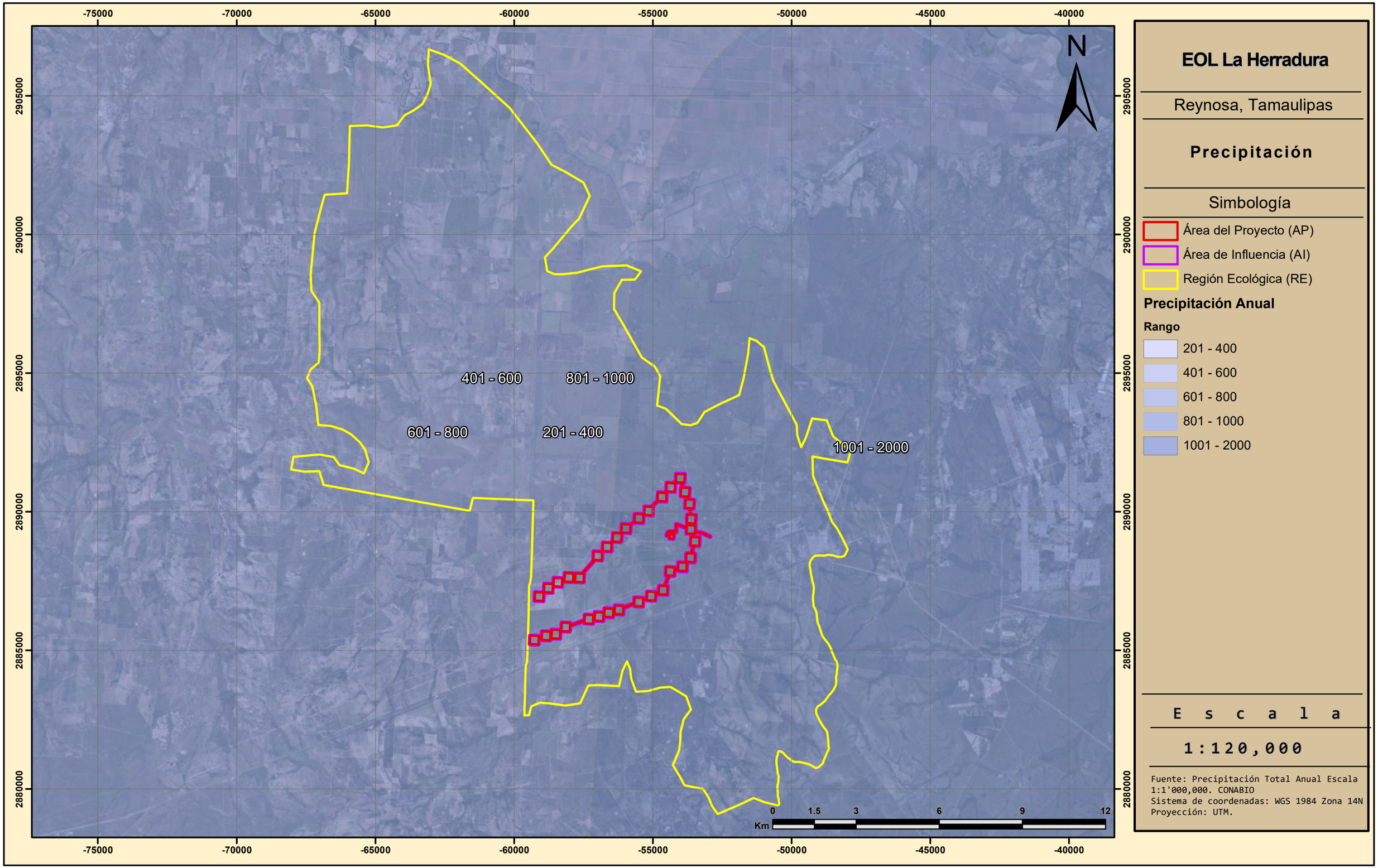
- BS0(h')hx'
- BS1(h')hx'

E s c a l a

1:120,000

Fuente: Conjunto de Datos Vectoriales.
Escala 1:1'000,000. INEGI.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.


-75000
-70000
-65000
-60000
-55000
-50000
-45000
-40000
2905000
2900000
2895000
2890000
2885000
2880000
N
22 - 24
0
1.5
3
6
9
12
Km
EOL La Herradura
Reynosa, Tamaulipas
Temperatura
Simbología
Área del Proyecto (AP)
Área de Influencia (AI)
Región Ecológica (RE)
Temperatura
22 - 24
E s c a l a
1:120,000
Fuente: Temperatura Media Anual en México Escala 1:1'000,000. CONABIO.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.



EOL La Herradura

Reynosa, Tamaulipas

Precipitación

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)

Precipitación Anual

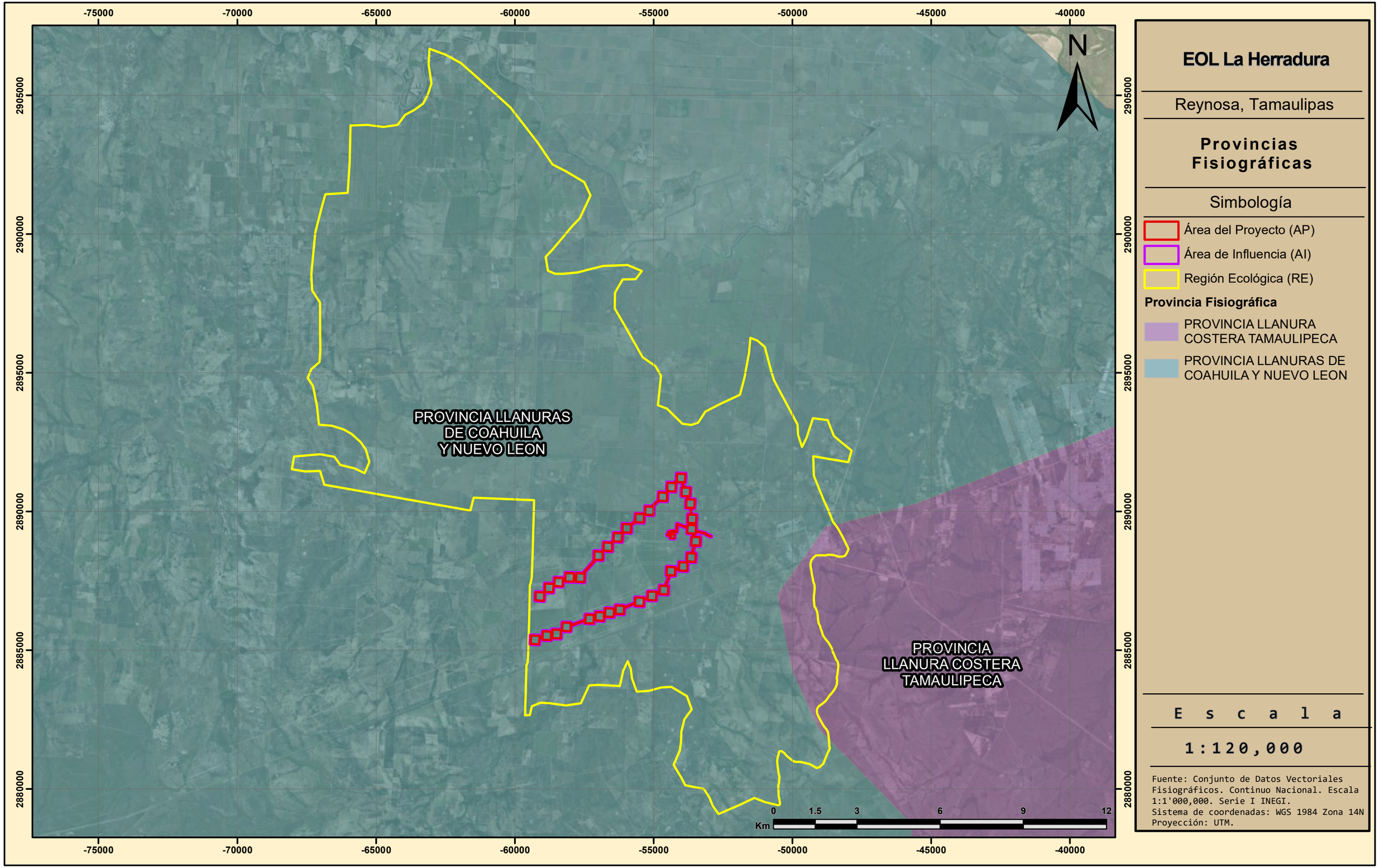
Rango

- 201 - 400
- 401 - 600
- 601 - 800
- 801 - 1000
- 1001 - 2000

E s c a l a

1:120,000

Fuente: Precipitación Total Anual Escala 1:1'000,000. CONABIO
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.



EOL La Herradura

Reynosa, Tamaulipas

Provincias Fisiográficas

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)

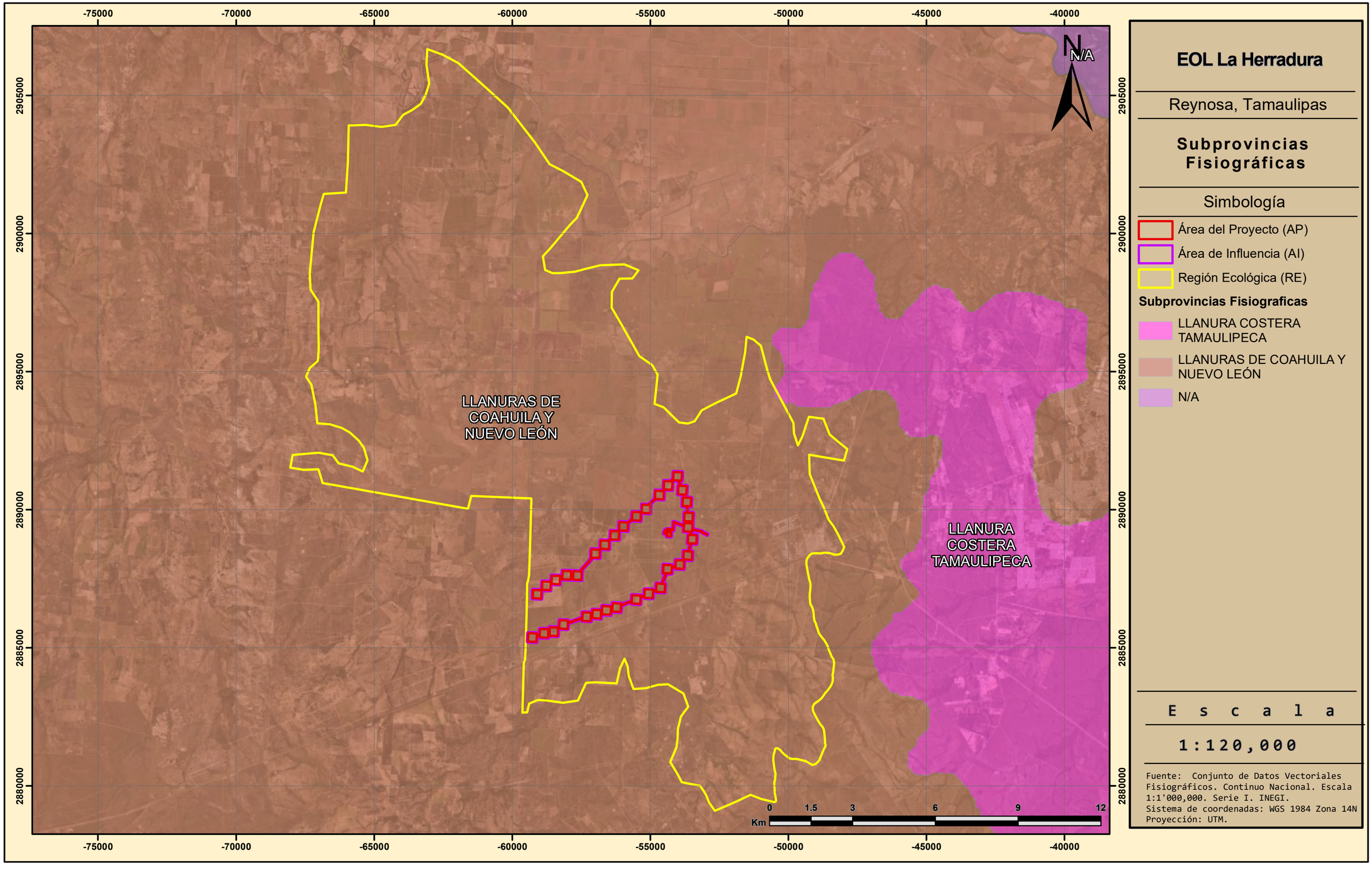
Provincia Fisiográfica

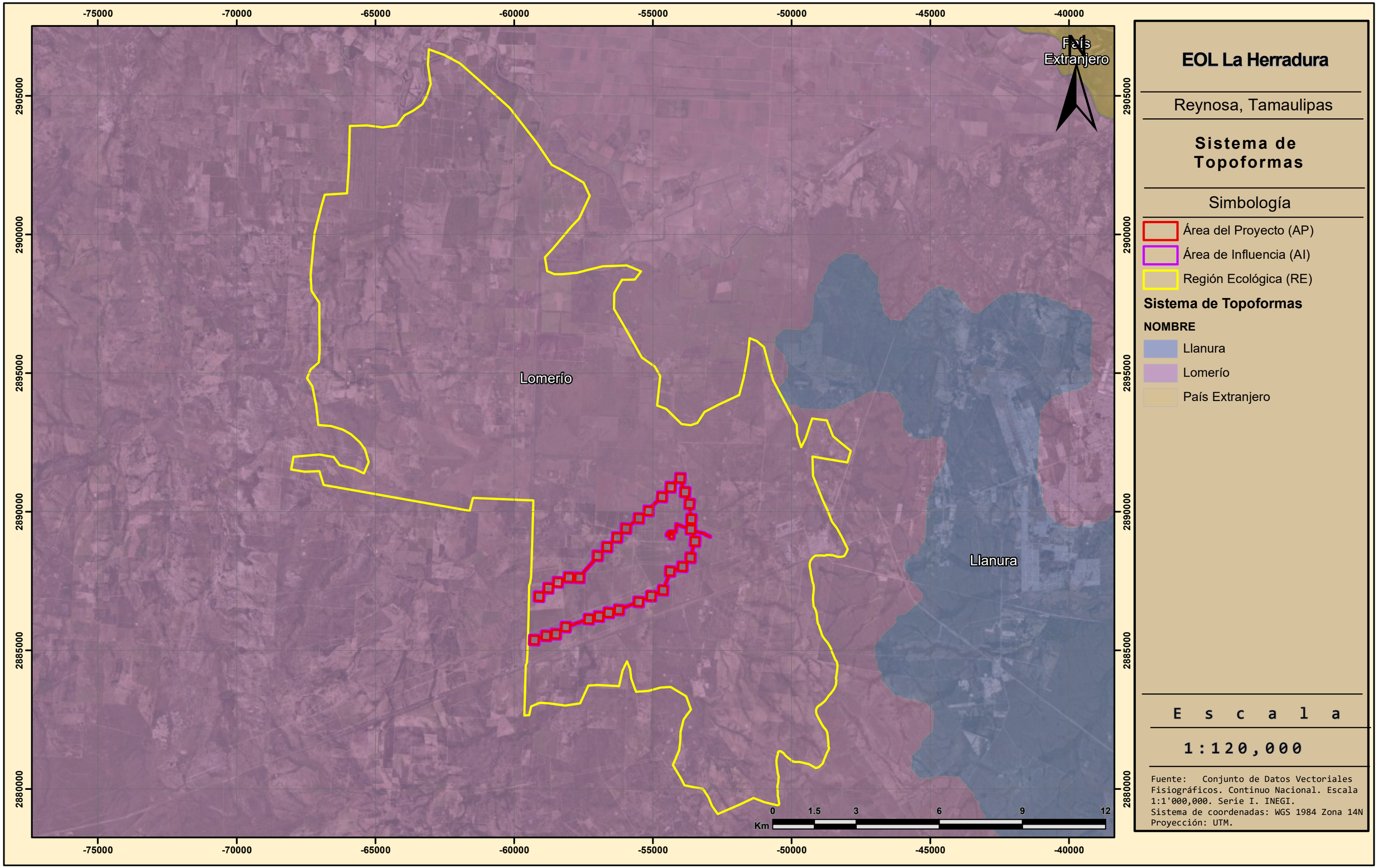
- PROVINCIA LLANURA COSTERA TAMAULIPECA
- PROVINCIA LLANURAS DE COAHUILA Y NUEVO LEON

E s c a l a

1:120,000

Fuente: Conjunto de Datos Vectoriales Fisiográficos. Continuo Nacional. Escala 1:1'000,000. Serie I INEGI.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.


-75000
-70000
-65000
-60000
-55000
-50000
-45000
-40000
2905000
2900000
2895000
2890000
2885000
2880000
N
N/A
LLANURAS DE COAHUILA Y NUEVO LEÓN
LLANURA COSTERA TAMAULIPECA
0
1.5
3
6
9
12
Km
EOL La Herradura
Reynosa, Tamaulipas
Subprovincias Fisiográficas
Simbología
Área del Proyecto (AP)
Área de Influencia (AI)
Región Ecológica (RE)
Subprovincias Fisiograficas
LLANURA COSTERA TAMAULIPECA
LLANURAS DE COAHUILA Y NUEVO LEÓN
N/A
E s c a l a
1:120,000
Fuente: Conjunto de Datos Vectoriales Fisiográficos. Continuo Nacional. Escala 1:1'000,000. Serie I. INEGI.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.



EOL La Herradura

Reynosa, Tamaulipas

Sistema de Topoformas

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)

Sistema de Topoformas

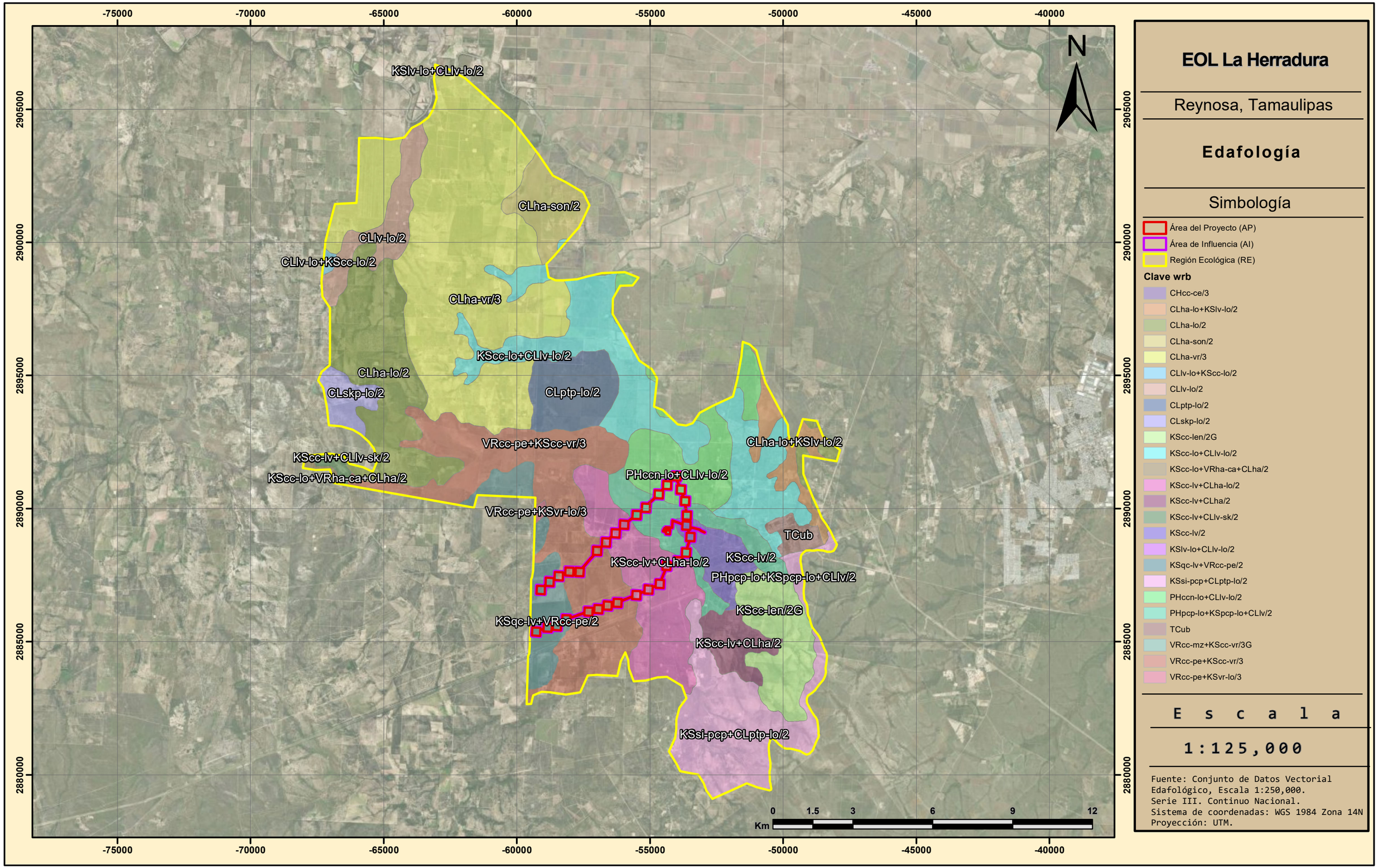
NOMBRE

- Llanura
- Lomerío
- País Extranjero

E s c a l a

1:120,000

Fuente: Conjunto de Datos Vectoriales Fisiográficos. Continuo Nacional. Escala 1:1'000,000. Serie I. INEGI.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.



EOL La Herradura

Reynosa, Tamaulipas

Edafología

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)

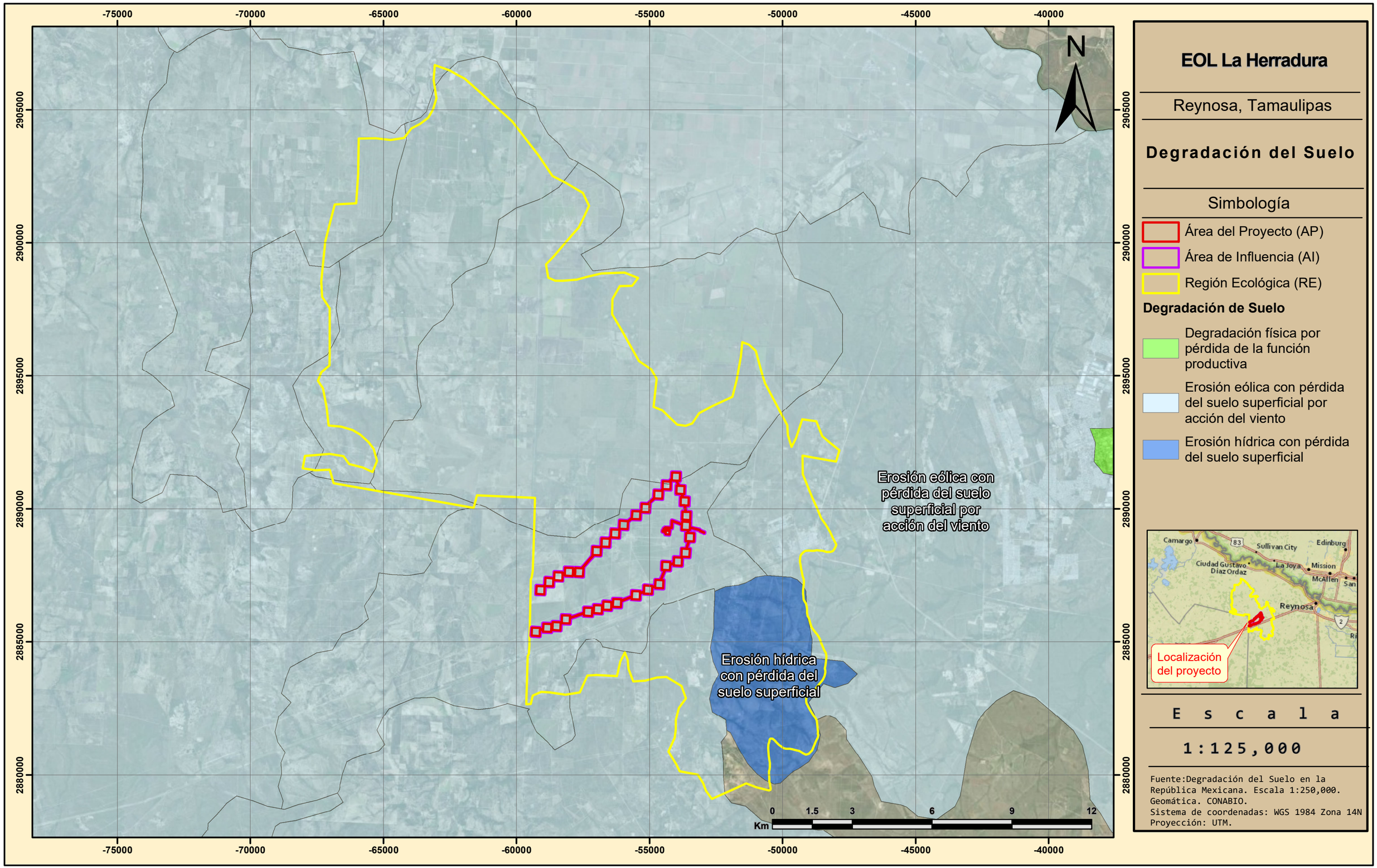
Clave wrb

- CHcc-ce/3
- CLha-lo+KSlv-lo/2
- CLha-lo/2
- CLha-son/2
- CLha-vr/3
- CLlv-lo+KScc-lo/2
- CLlv-lo/2
- CLptp-lo/2
- CLskp-lo/2
- KScc-len/2G
- KScc-lo+CLlv-lo/2
- KScc-lo+VRha-ca+CLha/2
- KScc-lv+CLha-lo/2
- KScc-lv+CLha/2
- KScc-lv+CLlv-sk/2
- KScc-lv/2
- KSlv-lo+CLlv-lo/2
- KSqc-lv+VRcc-pe/2
- KSsi-pcp+CLptp-lo/2
- PHccn-lo+CLlv-lo/2
- PHpcp-lo+KSpcp-lo+CLlv/2
- TCub
- VRcc-mz+KScc-vr/3G
- VRcc-pe+KScc-vr/3
- VRcc-pe+KSvr-lo/3

E s c a l a

1:125,000

Fuente: Conjunto de Datos Vectorial Edafológico, Escala 1:250,000.
Serie III. Continuo Nacional.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.



EOL La Herradura

Reynosa, Tamaulipas

Degradación del Suelo

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)

Degradación de Suelo

- Degradación física por pérdida de la función productiva
- Erosión eólica con pérdida del suelo superficial por acción del viento
- Erosión hídrica con pérdida del suelo superficial

E s c a l a

1:125,000

Fuente:Degradación del Suelo en la República Mexicana. Escala 1:250,000. Geomática. CONABIO.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

-75000 -70000 -65000 -60000 -55000 -50000 -45000 -40000

2905000 2900000 2895000 2890000 2885000 2880000

N

Río Bravo

0 1.5 3 6 9 12
Km

EOL La Herradura

Reynosa, Tamaulipas

Cuencas Hidrográficas

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)

Cuenca

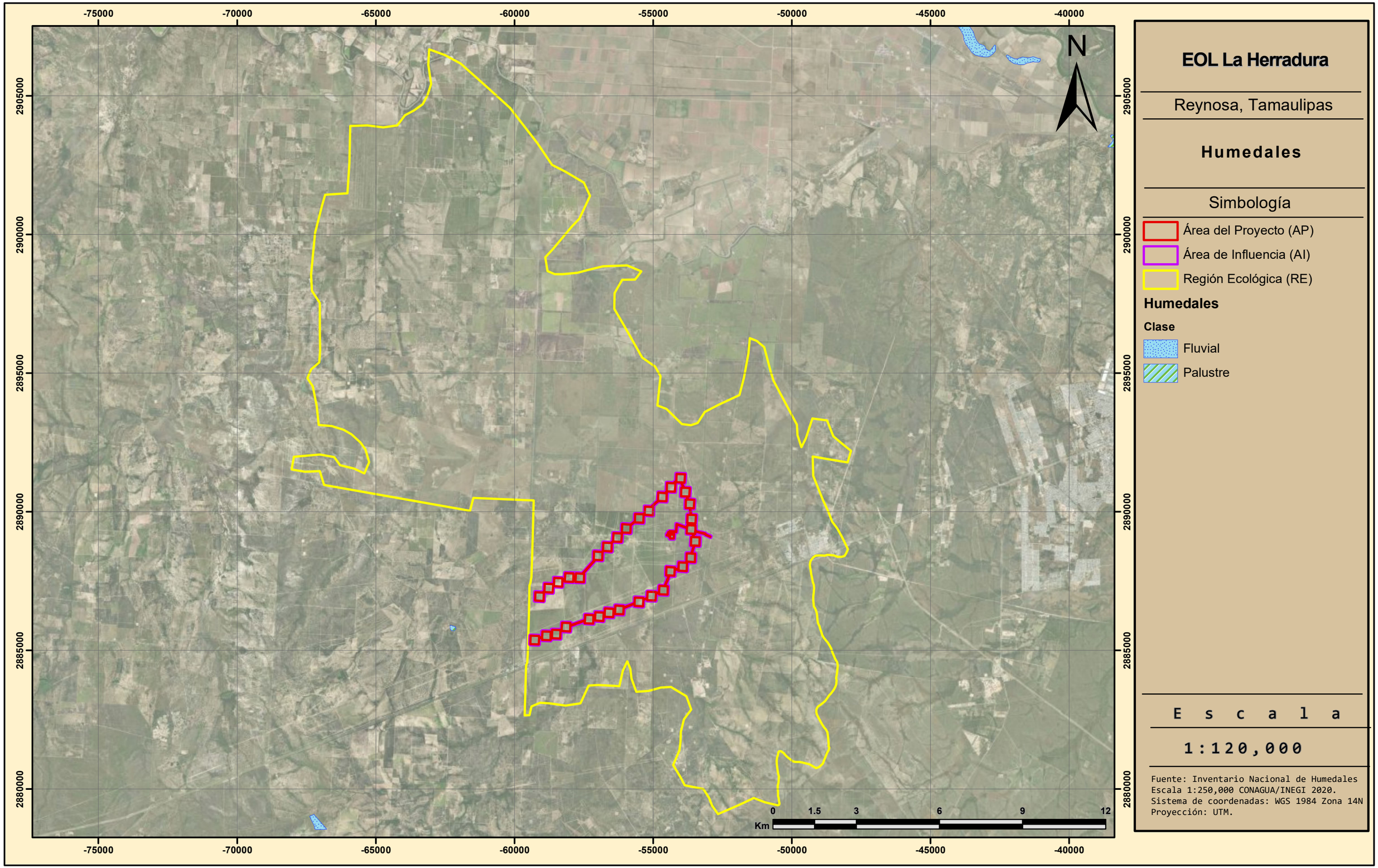
- Río Bravo



E s c a l a

1:125,000

Fuente: Cuencas Hidrográficas de México 2007, CONABIO, INEGI 2017.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.



EOL La Herradura

Reynosa, Tamaulipas

Humedales

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)

Humedales

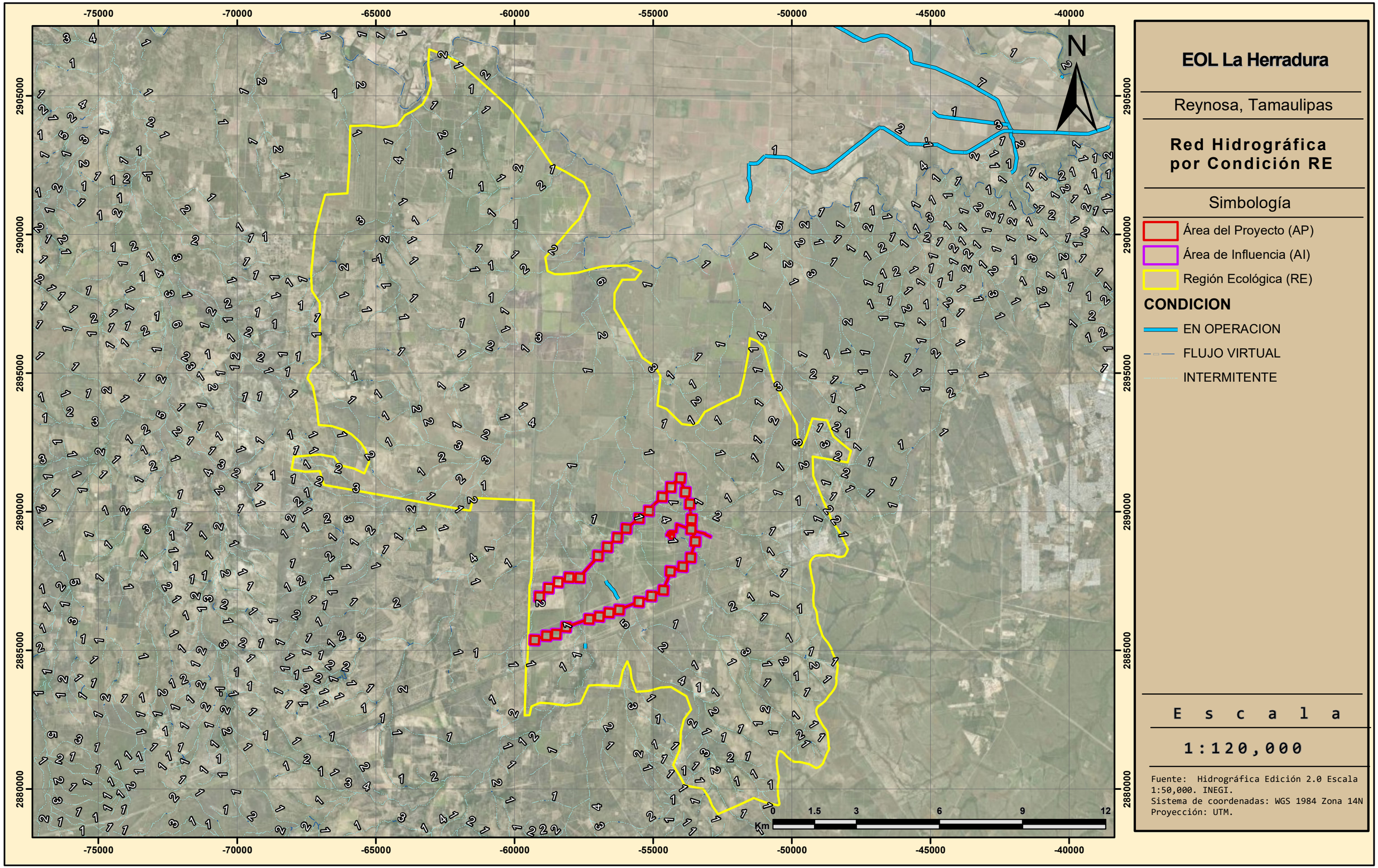
Clase

- Fluvial
- Palustre

E s c a l a

1:120,000

Fuente: Inventario Nacional de Humedales
Escala 1:250,000 CONAGUA/INEGI 2020.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.



EOL La Herradura

Reynosa, Tamaulipas

Red Hidrográfica por Condición RE

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)

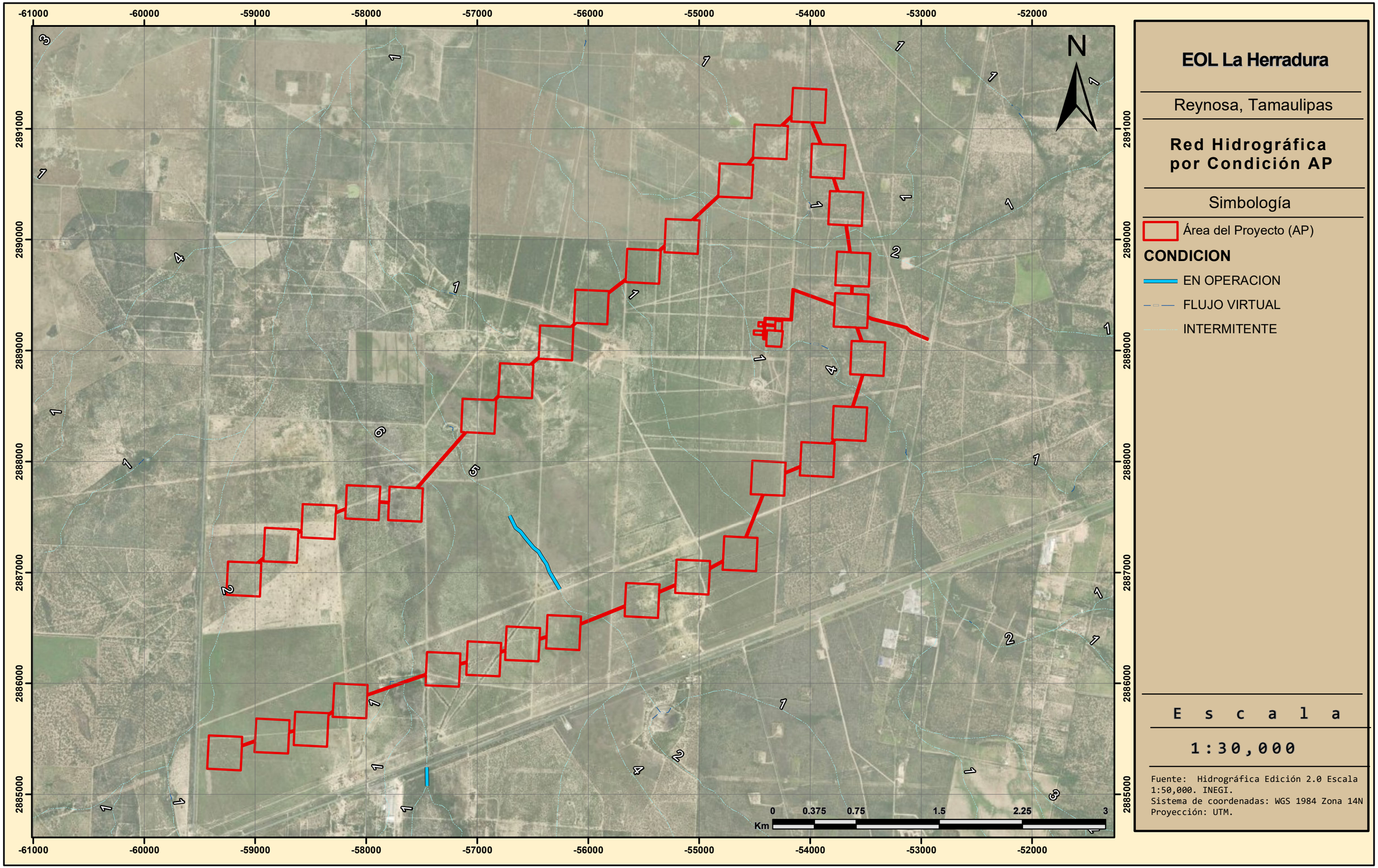
CONDICION

- EN OPERACION
- FLUJO VIRTUAL
- INTERMITENTE

E s c a l a

1:120,000

Fuente: Hidrográfica Edición 2.0 Escala 1:50,000. INEGI.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.



EOL La Herradura

Reynosa, Tamaulipas

Red Hidrográfica por Condición AP

Simbología

Área del Proyecto (AP)

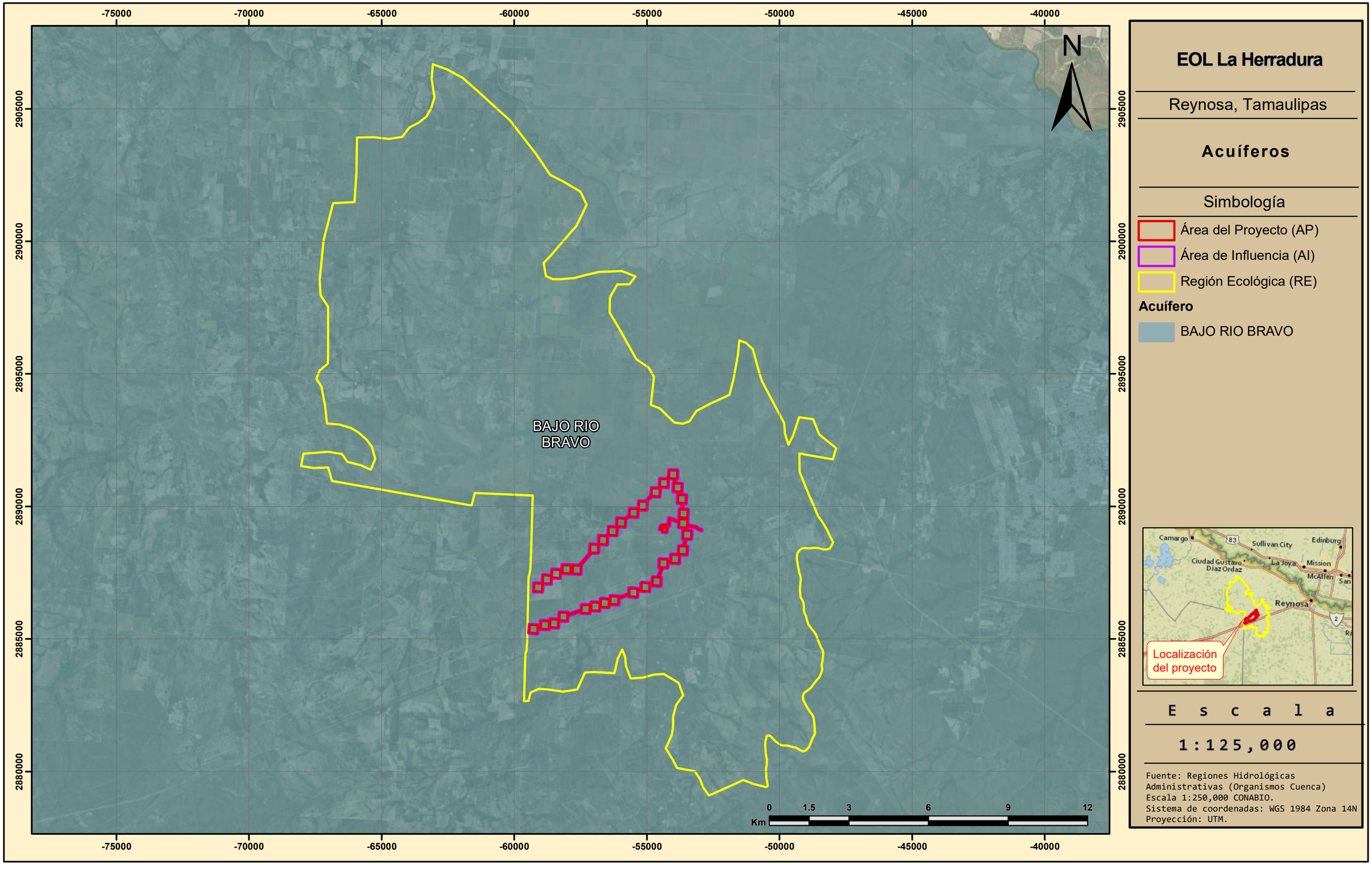
CONDICION

- EN OPERACION
- FLUJO VIRTUAL
- INTERMITENTE

E s c a l a

1:30,000

Fuente: Hidrográfica Edición 2.0 Escala 1:50,000. INEGI.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.



EOL La Herradura

Reynosa, Tamaulipas

Acuíferos

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)

Acuífero

- BAJO RIO BRAVO

E s c a l a

1:125,000

Fuente: Regiones Hidrológicas
Administrativas (Organismos Cuenca)
Escala 1:250,000 CONABIO.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

-72000 -66000 -60000 -54000 -48000 -42000

2905000 2900000 2895000 2890000 2885000 2880000

N

Bajo

0 1.5 3 6 9 12
Km

EOL La Herradura

Reynosa, Tamaulipas

Bajas Temperaturas

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)

Nivel de Riesgo

- Bajo



E s c a l a

1:120,000

Fuente: CENAPRED.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

EOL La Herradura

Reynosa, Tamaulipas

Ciclones Tropicales

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)

Grado de Riesgo

- Muy bajo
- Medio



E s c a l a

1:120,000

Fuente: CENAPRED.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

EOL La Herradura

Reynosa, Tamaulipas

Granizadas

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)

Grado de Riesgo

- Muy bajo



Escala

1:120,000

Fuente:CENAPRED
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

-72000 -66000 -60000 -54000 -48000 -42000

2905000 2900000 2895000 2890000 2885000 2880000

N

Alto

Medio

Alto

Medio

0 1.5 3 6 9 12

Km

EOL La Herradura

Reynosa, Tamaulipas

Sequía

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)

Grado de Riesgo

- Medio
- Alto



E s c a l a

1:120,000

Fuente:CENAPRED
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

EOL La Herradura

Reynosa, Tamaulipas

Inundaciones

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)

Grado de Riesgo

- Bajo
- Muy bajo



E s c a l a

1:120,000

Fuente:CENAPRED
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

-72000 -66000 -60000 -54000 -48000 -42000

2905000 2900000 2895000 2890000 2885000 2880000

N

Baja

0 1.5 3 6 9 12
Km

EOL La Herradura

Reynosa, Tamaulipas

Regionalización Sísmica

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)

Grado de Riesgo

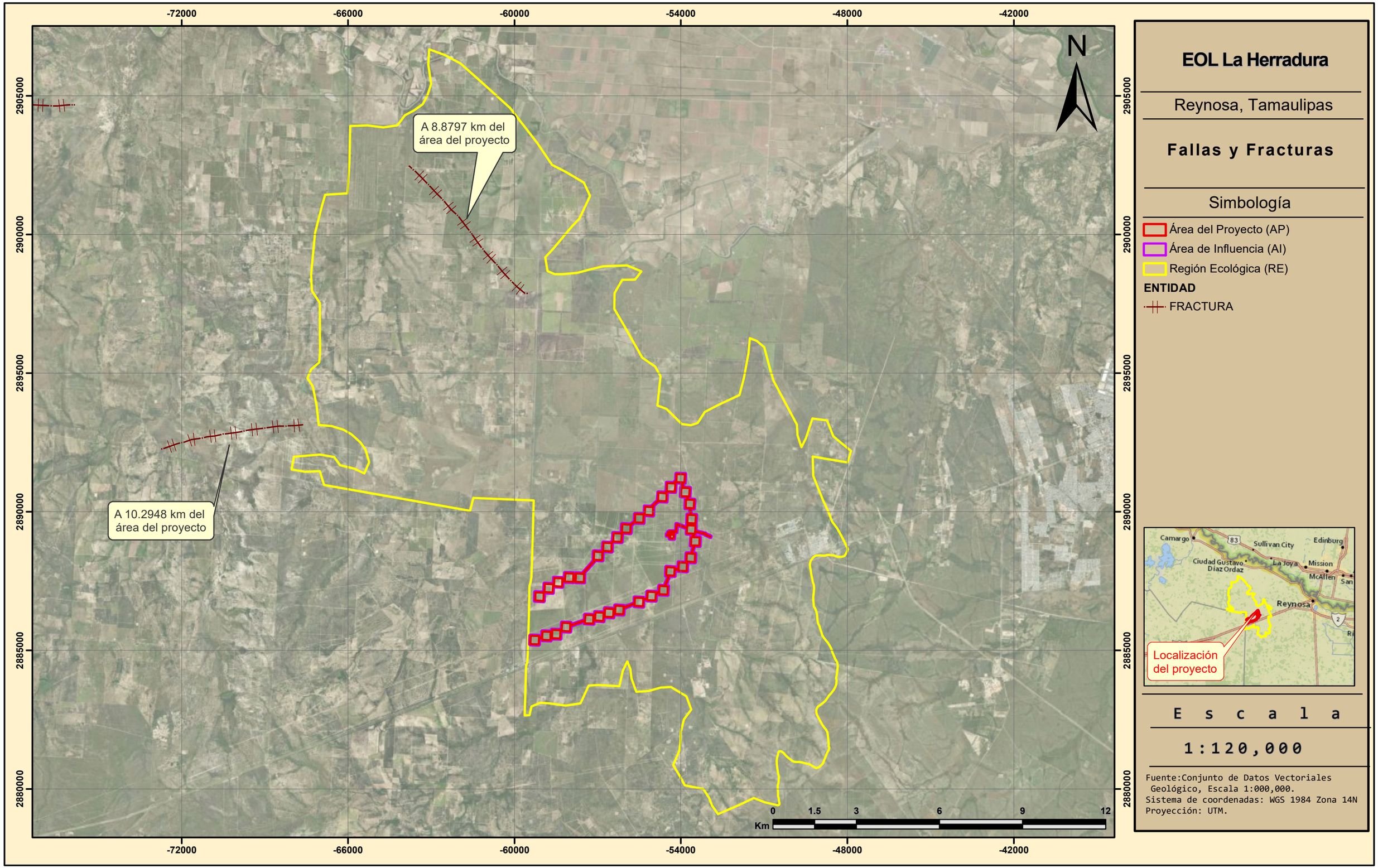
- Baja



E s c a l a

1:120,000

Fuente:CENAPRED
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.



EOL La Herradura

Reynosa, Tamaulipas

Fallas y Fracturas

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)

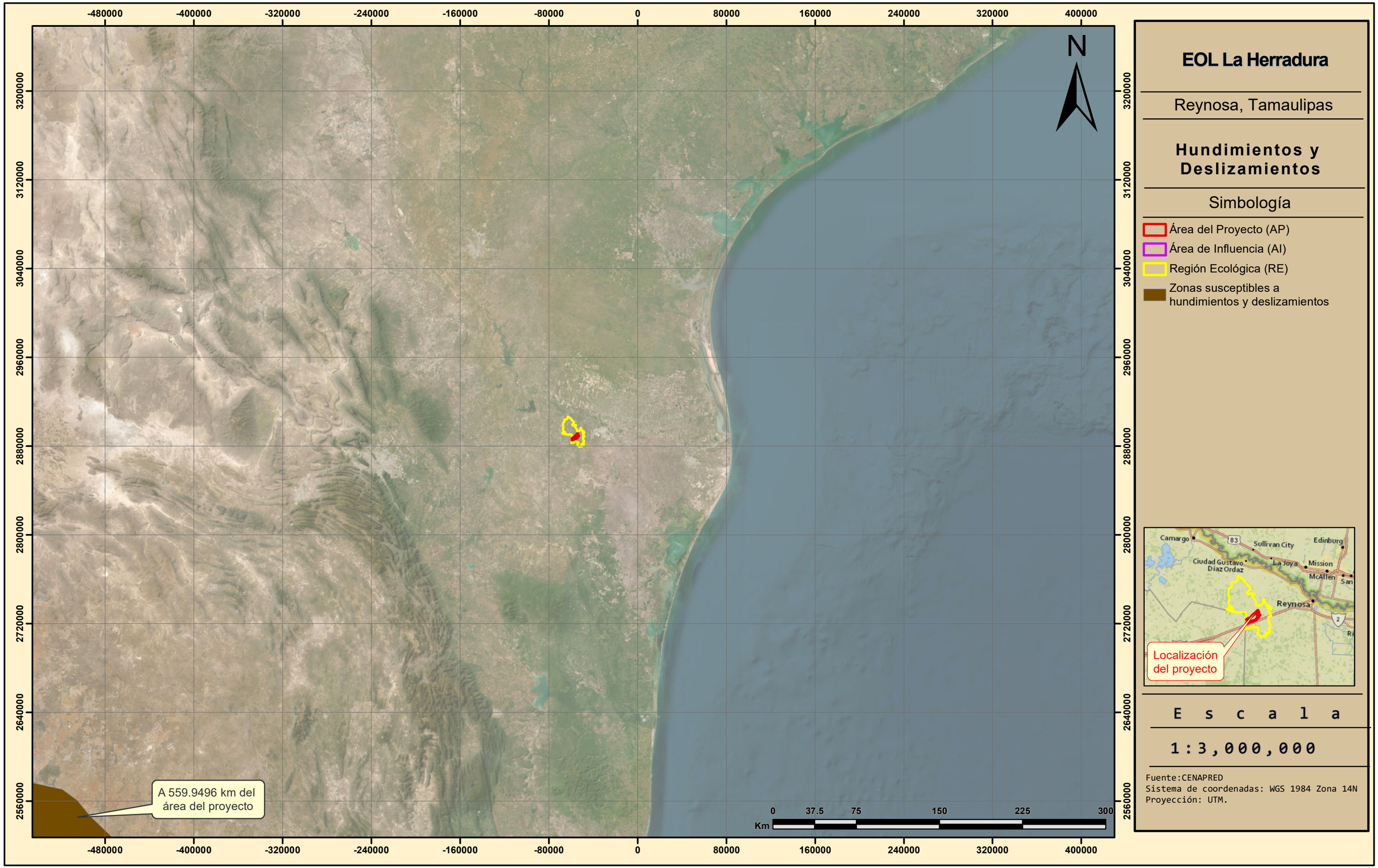
ENTIDAD

- FRACTURA

E s c a l a

1:120,000

Fuente:Conjunto de Datos Vectoriales Geológico, Escala 1:000,000.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.



EOL La Herradura

Reynosa, Tamaulipas

Hundimientos y Deslizamientos

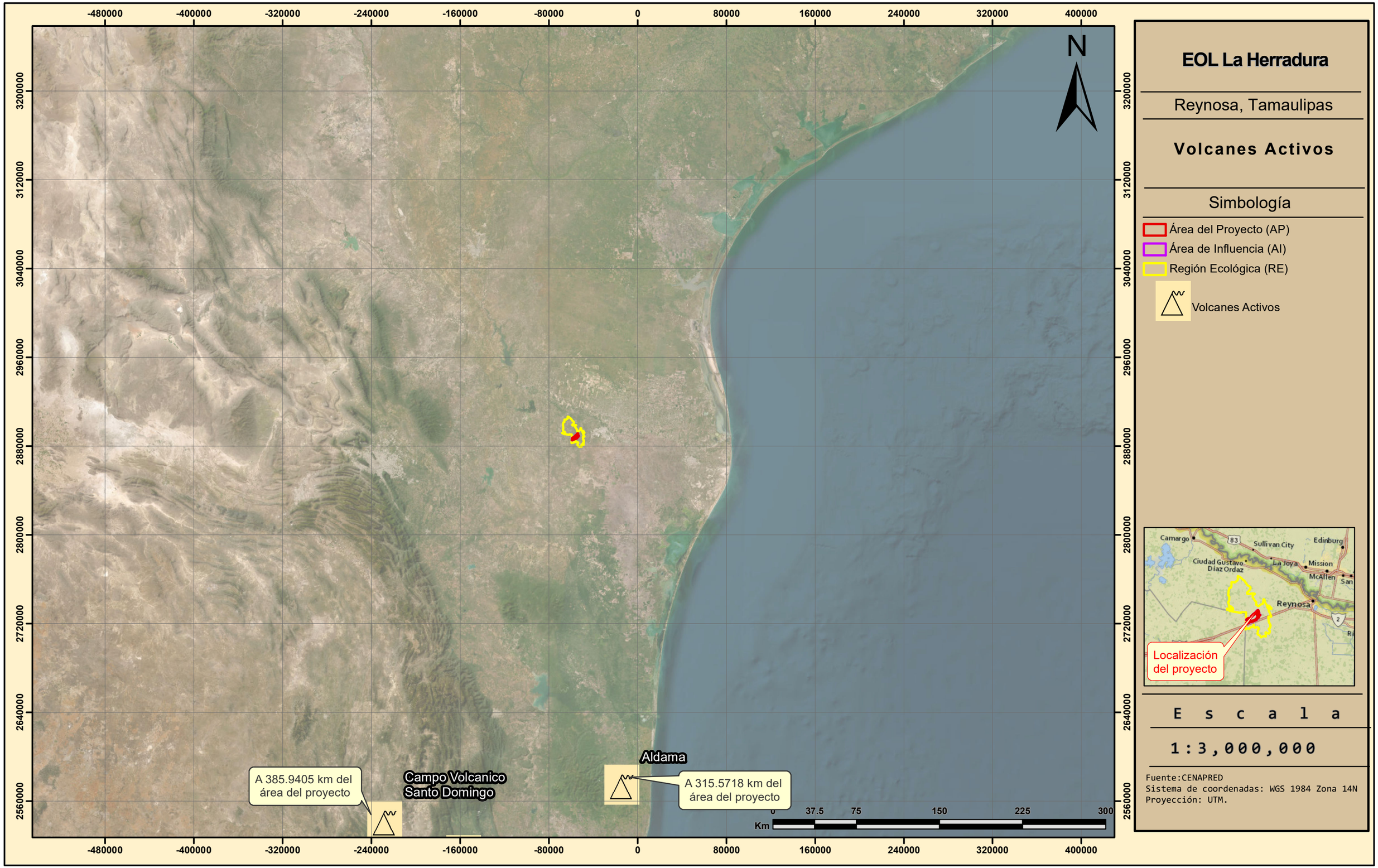
Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)
- Zonas susceptibles a hundimientos y deslizamientos

Escala

1:3,000,000

Fuente:CENAPRED
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.



EOL La Herradura

Reynosa, Tamaulipas

Volcanes Activos

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)
- Volcanes Activos

E s c a l a

1:3,000,000

Fuente:CENAPRED
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

-72000 -66000 -60000 -54000 -48000 -42000

2905000 2900000 2895000 2890000 2885000 2880000

N

Bajo

0 1.5 3 6 9 12
Km

EOL La Herradura

Reynosa, Tamaulipas

Bajas Temperaturas

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)

Nivel de Riesgo

- Bajo



E s c a l a

1:120,000

Fuente: CENAPRED.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

EOL La Herradura

Reynosa, Tamaulipas

Ciclones Tropicales

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)

Grado de Riesgo

- Muy bajo
- Medio



E s c a l a

1:120,000

Fuente: CENAPRED.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

EOL La Herradura

Reynosa, Tamaulipas

Granizadas

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)

Grado de Riesgo

- Muy bajo



Escala

1:120,000

Fuente:CENAPRED
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

-72000 -66000 -60000 -54000 -48000 -42000

2905000 2900000 2895000 2890000 2885000 2880000

N

Alto

Medio

Alto

Medio

0 1.5 3 6 9 12

Km

EOL La Herradura

Reynosa, Tamaulipas

Sequía

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)

Grado de Riesgo

- Medio
- Alto



E s c a l a

1:120,000

Fuente:CENAPRED
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

EOL La Herradura

Reynosa, Tamaulipas

Inundaciones

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)

Grado de Riesgo

- Bajo
- Muy bajo



E s c a l a

1:120,000

Fuente:CENAPRED
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

-72000 -66000 -60000 -54000 -48000 -42000

2905000 2900000 2895000 2890000 2885000 2880000

N

Baja

0 1.5 3 6 9 12
Km

EOL La Herradura

Reynosa, Tamaulipas

Regionalización Sísmica

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)

Grado de Riesgo

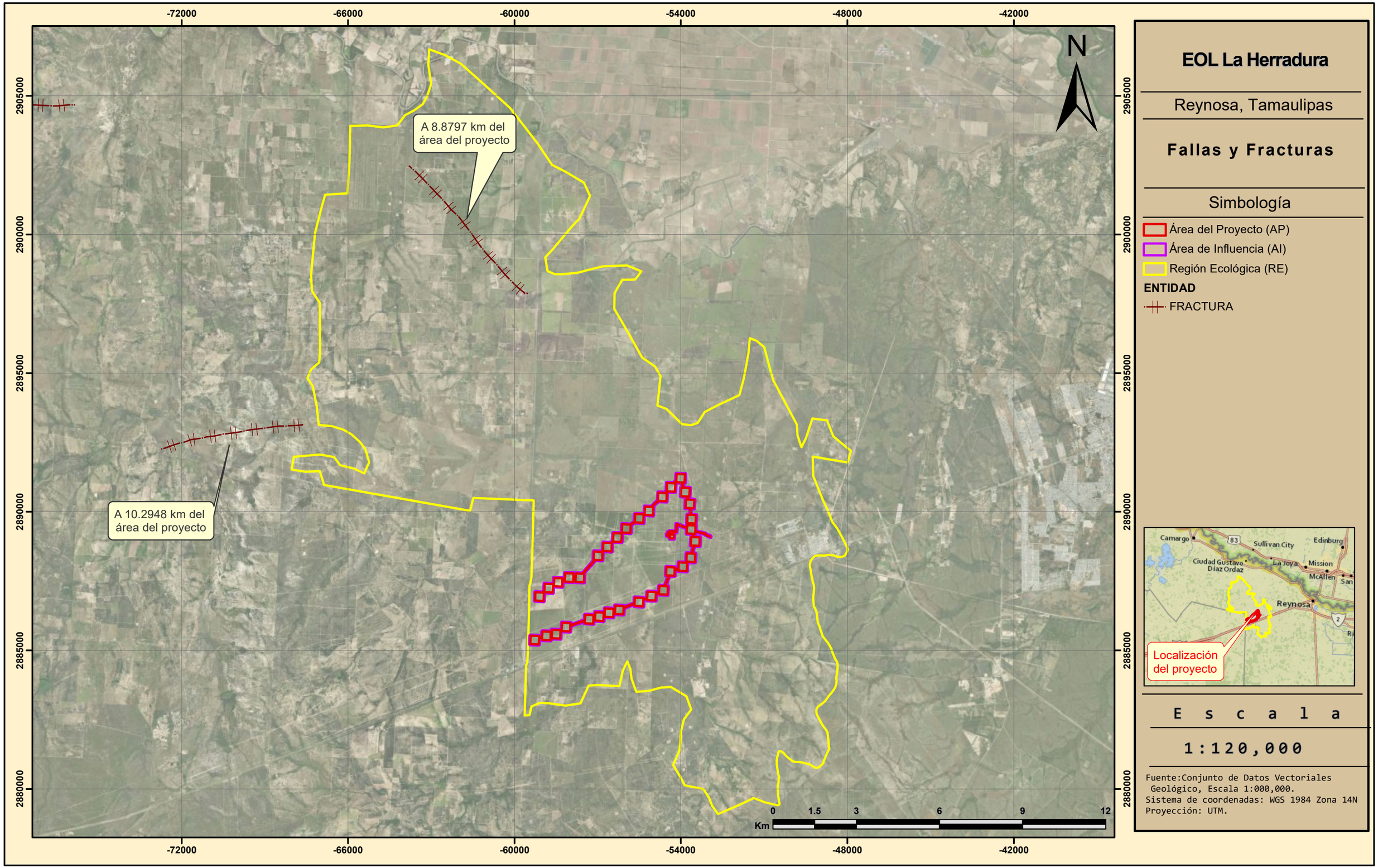
- Baja



E s c a l a

1:120,000

Fuente:CENAPRED
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.



EOL La Herradura

Reynosa, Tamaulipas

Fallas y Fracturas

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)

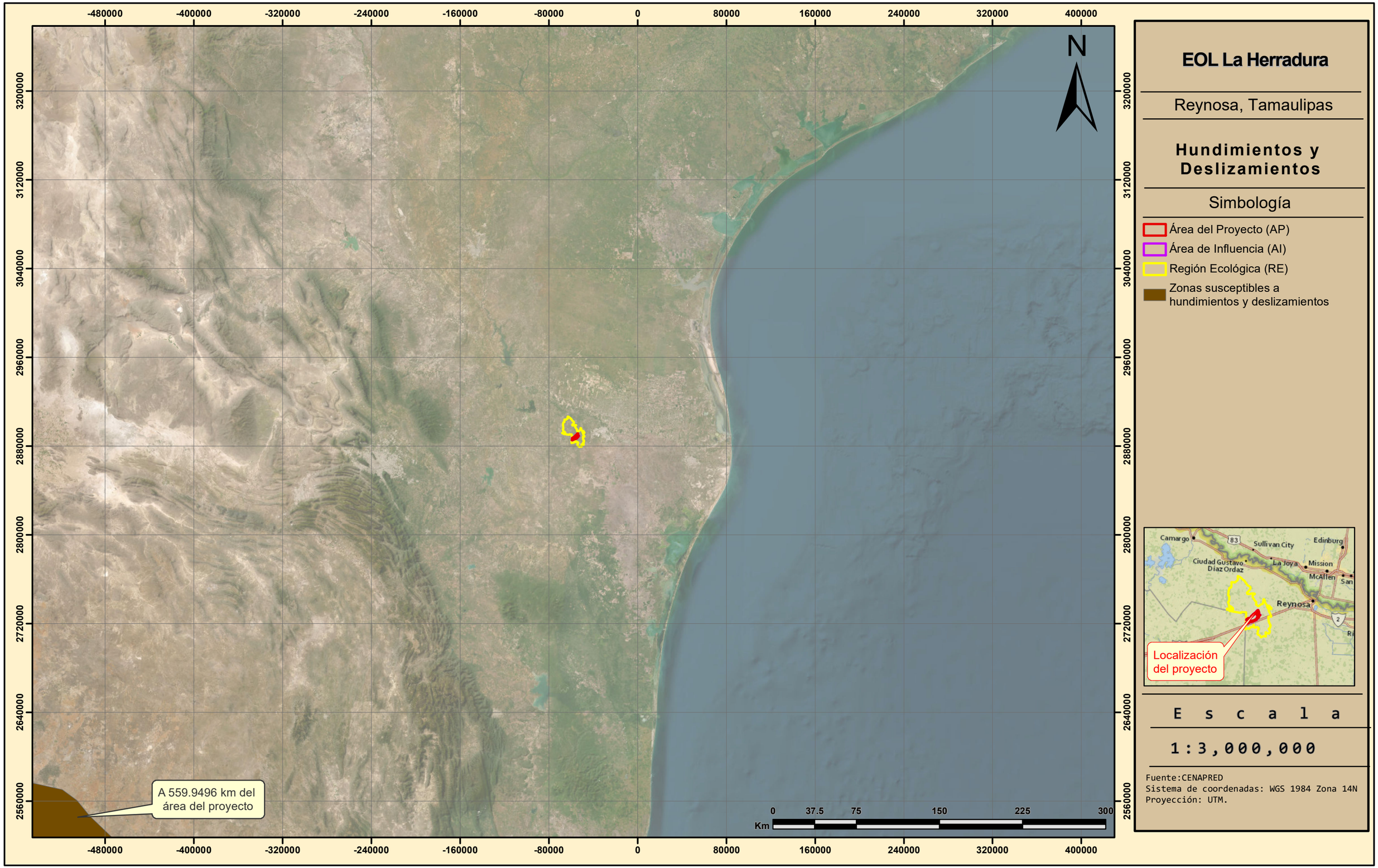
ENTIDAD

- FRACTURA

E s c a l a

1:120,000

Fuente:Conjunto de Datos Vectoriales Geológico, Escala 1:000,000.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.



EOL La Herradura

Reynosa, Tamaulipas

Hundimientos y Deslizamientos

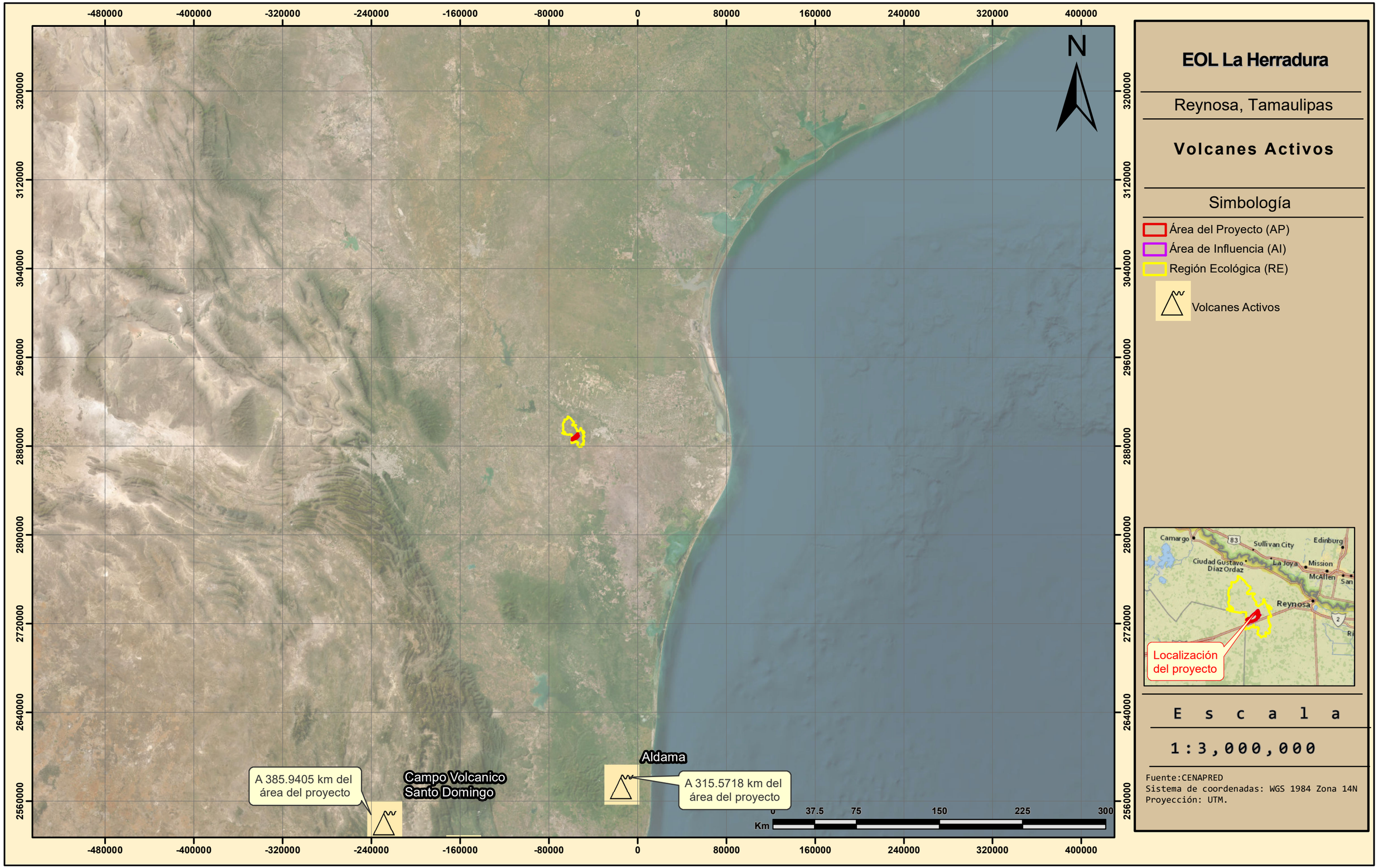
Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)
- Zonas susceptibles a hundimientos y deslizamientos

Escala

1:3,000,000

Fuente:CENAPRED
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.



EOL La Herradura

Reynosa, Tamaulipas

Volcanes Activos

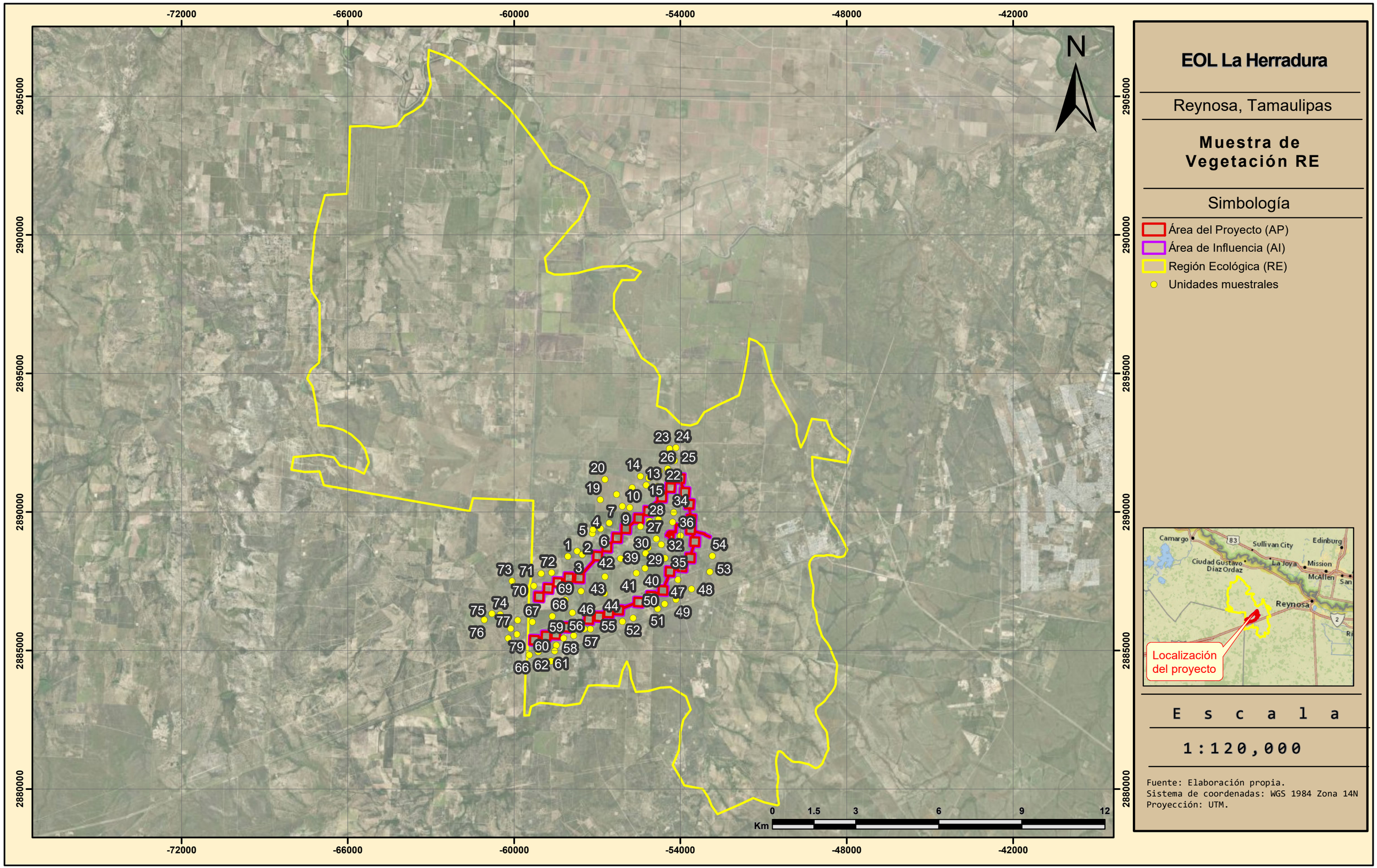
Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)
- Volcanes Activos

E s c a l a

1:3,000,000

Fuente:CENAPRED
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.



EOL La Herradura

Reynosa, Tamaulipas

Muestra de Vegetación RE

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)
- Unidades muestrales

E s c a l a

1:120,000

Fuente: Elaboración propia.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

-60000

-54000

2890000

2885000

N

EOL La Herradura

Reynosa, Tamaulipas

Muestra de Vegetación AI

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Unidades muestrales



E s c a l a

1:30,000

Fuente: Elaboración propia.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

0 0.375 0.75 1.5 2.25 3

Km

-60000

-54000

2890000

2885000

N

EOL La Herradura

Reynosa, Tamaulipas

Muestra de Vegetación AP

Simbología

Área del Proyecto (AP)

Unidades muestrales



E s c a l a

1:30,000

Fuente: Elaboración propia.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

0 0.375 0.75 1.5 2.25 3

Km

-78000 -72000 -66000 -60000 -54000 -48000 -42000

2905000 2900000 2895000 2890000 2885000 2880000

AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL

VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE MATORRAL ESPINOSO TAMAULIPECO

PASTIZAL CULTIVADO

ASENTAMIENTOS HUMANOS

AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL

MEZQUITAL XERÓFILO

DESPROVISTO DE VEGETACIÓN

MATORRAL ESPINOSO TAMAULIPECO

N

0 1.5 3 6 9 12
Km

EOL La Herradura

Reynosa, Tamaulipas

Uso de Suelo y Vegetación del RE

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)

DESCRIPCIÓN

- AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL
- AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL
- ASENTAMIENTOS HUMANOS
- DESPROVISTO DE VEGETACIÓN
- MATORRAL ESPINOSO TAMAULIPECO
- MEZQUITAL XERÓFILO
- PASTIZAL CULTIVADO
- VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE MATORRAL ESPINOSO TAMAULIPECO



E s c a l a

1:126,843

Fuente: Datos vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII. INEGI.
Escala 1:250,000.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

-60000

-54000

2890000

2885000

N

PASTIZAL CULTIVADO

0 0.375 0.75 1.5 2.25 3

Km

EOL La Herradura

Reynosa, Tamaulipas

Uso de Suelo y Vegetación del AI

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)

DESCRIPCIÓN

- PASTIZAL CULTIVADO



E s c a l a

1:30,000

Fuente: Datos vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII. INEGI.
Escala 1:250,000.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

-60000

-54000

2890000

2885000

N

PASTIZAL CULTIVADO

0 0.375 0.75 1.5 2.25 3

Km

EOL La Herradura

Reynosa, Tamaulipas

Uso de Suelo y Vegetación del AP

Simbología

Área del Proyecto (AP)

DESCRIPCIÓN

PASTIZAL CULTIVADO



E s c a l a

1:30,000

Fuente: Datos vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII. INEGI.
Escala 1:250,000.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

-60000

-54000

2890000

2885000

N

Suelo desnudo

Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco

0 0.375 0.75 1.5 2.25 3

Km

EOL La Herradura

Reynosa, Tamaulipas

Vegetación actual AP

Simbología

Área del Proyecto (AP)

Descripción

Vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco

Suelo desnudo



E s c a l a

1:30,000

Fuente: Elaboración propia.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

-72000 -66000 -60000 -54000 -48000 -42000

2905000 2900000 2895000 2890000 2885000 2880000

N

0 1.5 3 6 9 12
Km

EOL La Herradura

Reynosa, Tamaulipas

Especies NOM-059

Simbología

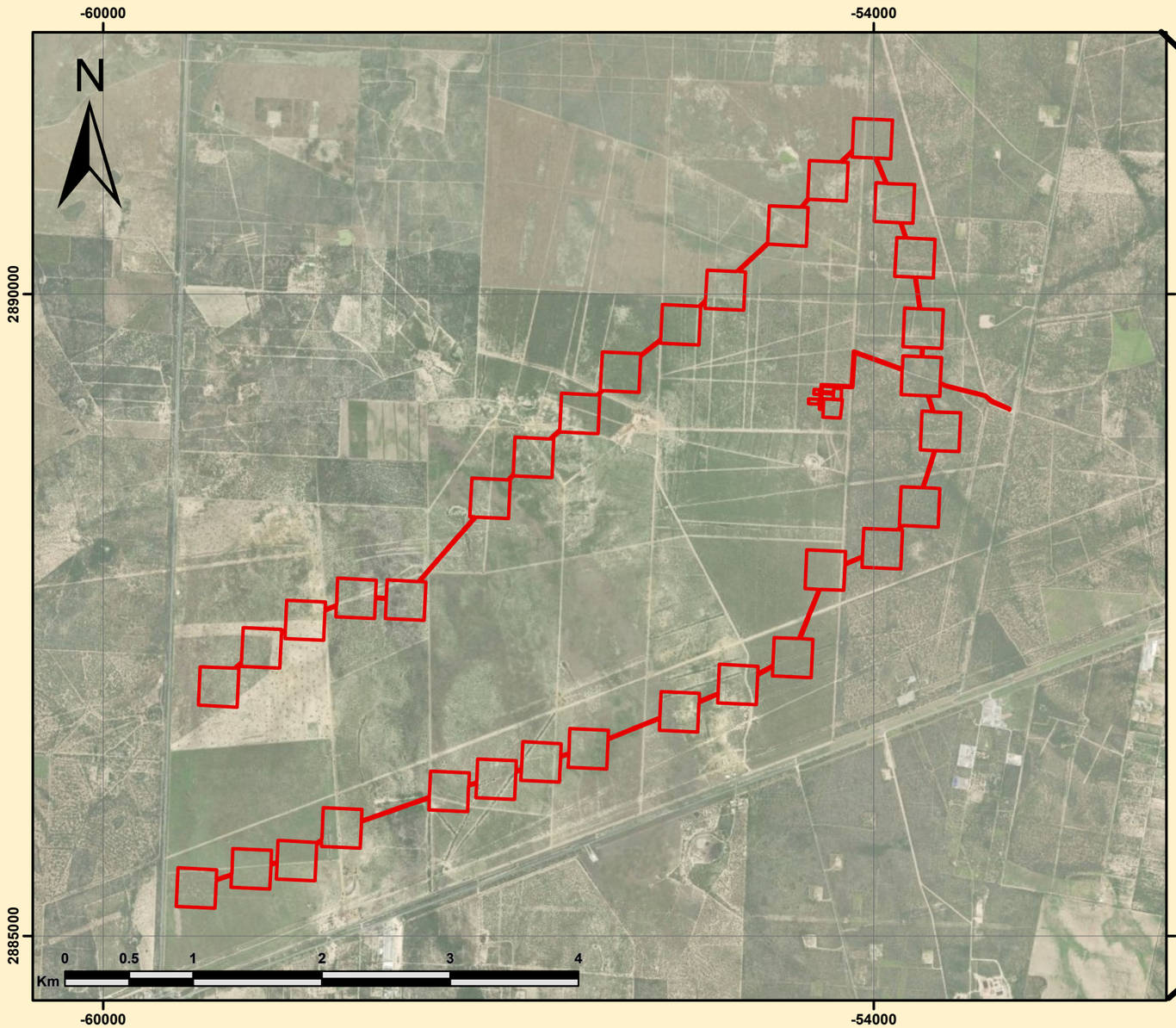
- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)
- *Cochlospermum palmatifidum*

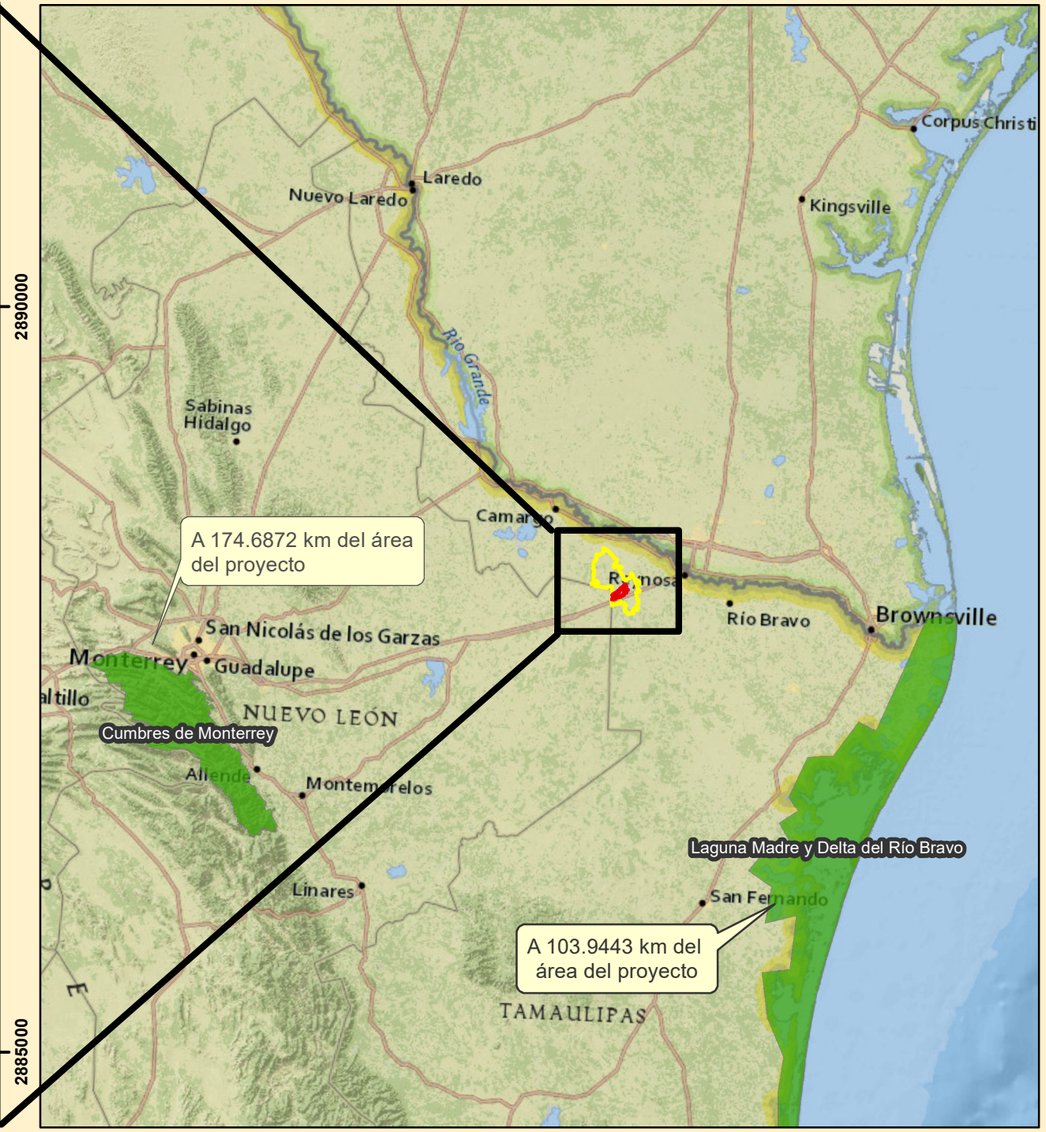


E s c a l a

1:120,000

Fuente: Elaboración propia.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.





EOL La Herradura

Reynosa, Tamaulipas

Corredores biológicos

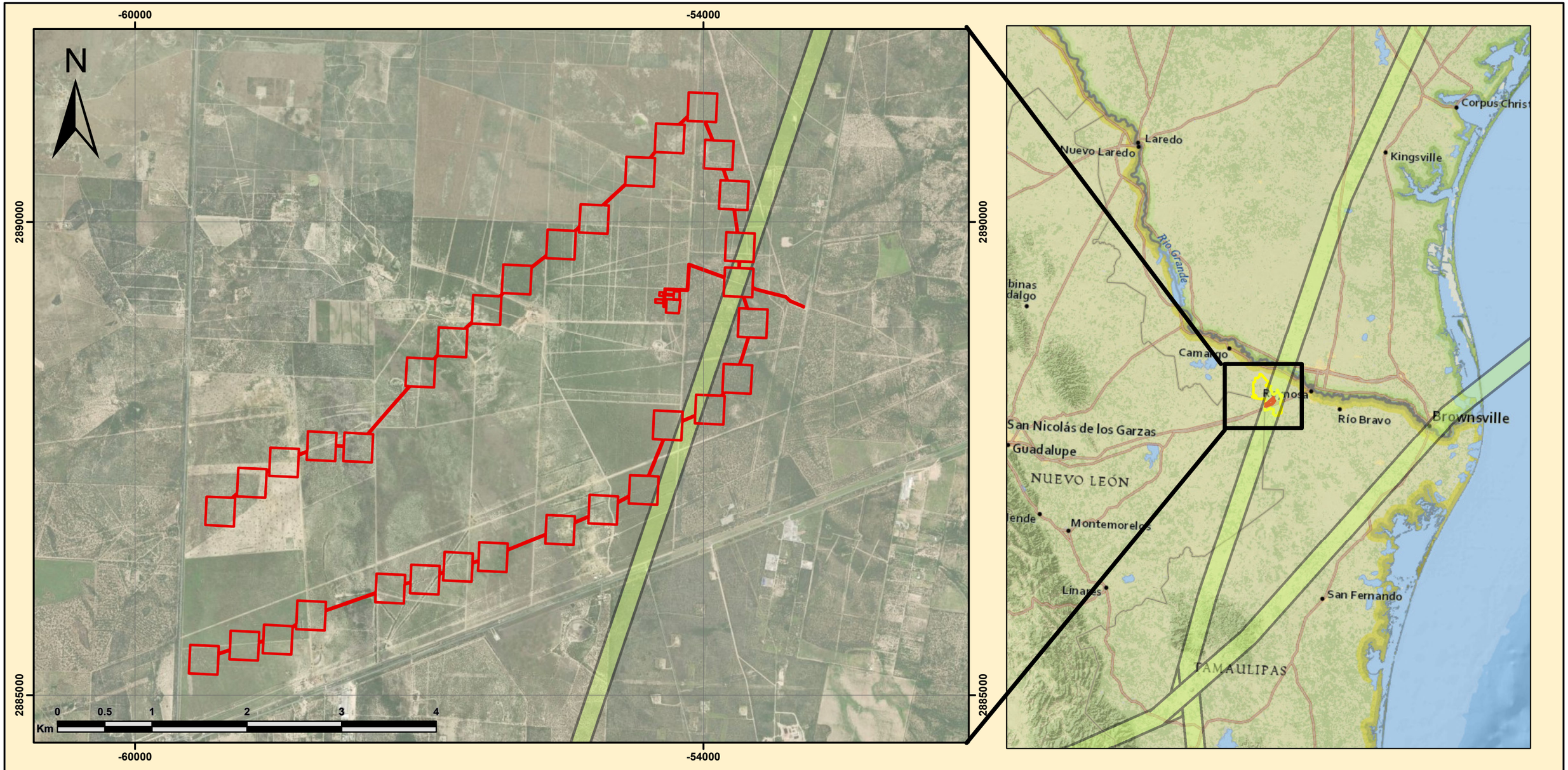
Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Corredor biólogico

E s c a l a

1:40,000

Fuente: Elaboracón propia
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.



EOL La Herradura

Reynosa, Tamaulipas

Rutas de Aves Migratorias

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Rutas migratorias — Mississipi

E s c a l a

1:40,000

Fuente: Elaboracón propia
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

EOL La Herradura

Reynosa, Tamaulipas

Muestra de Fauna RE

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)
- Unidades Muestrales



E s c a l a

1:120,000

Fuente: Elaboración propia.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

-72000 -66000 -60000 -54000 -48000 -42000

2905000 2900000 2895000 2890000 2885000 2880000

0 1.5 3 6 9 12 Km

-60000
-54000
2890000
2885000
N
6
4
56
31
29
52
16
50
70
26
3
25
13
63
54
21
53
41
34
20
11
49
67
51
24
59
17
27
22
9
43
38
28
2
62
5
1
65
66
10
14
58
55
23
44
61
64
8
40
15
47
60
7
39
32
18
68
46
36
37
12
69
45
35
30
42
33
57
48
19
0
0.375
0.75
1.5
2.25
3
Km

EOL La Herradura

Reynosa, Tamaulipas

Muestra de Fauna AI

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Unidades Muestrales



Escala

1:30,000

Fuente: Elaboración propia.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

-60000

-54000

2890000

2885000

N

EOL La Herradura

Reynosa, Tamaulipas

Muestra de Fauna AP

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Unidades Muestrales



Escala

1:30,000

Fuente: Elaboración propia.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

0 0.375 0.75 1.5 2.25 3

Km

Monitoreo de aves

Temporada de Verano,

Para el proyecto

EOL La Herradura

Green Park Energy S.A. de C.V.

Reynosa, Tamaulipas, México.

Septiembre 2026

Contenido

1 INTRODUCCIÓN 3
2 ANTECEDENTES 3
3 ÁREA DE ESTUDIO 4
4 METODOLOGÍA 5

4.1 Conteo por puntos 6
4.2 Trabajo de gabinete 10

5 ESTADÍSTICAS 11

5.1 Parámetros cuantitativos 11
5.1.1 CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES 11
5.1.2 ÍNDICE DE VALOR ECOLÓGICO 12
5.1.3 ÍNDICE DE RIQUEZA ESPECÍFICA 14
5.1.4 ÍNDICES DE DIVERSIDAD 15
5.1.5 ÍNDICE DE EQUIDAD 16

6 RESULTADOS 17

6.1 Curva de acumulación de especies 19
6.2 Índice de valor ecológico 20
6.3 Índices de riqueza específica, diversidad y equidad 25
6.4 Altura de vuelo general y su riesgo 26

7 SÍNTESIS 33
8 BIBLIOGRAFÍA 35

1 INTRODUCCIÓN

El incremento exponencial de los desarrollos urbanos ha acarreado una creciente demanda de energía. En la actualidad, está es generada principalmente a través de combustibles fósiles, lo que conlleva la emisión de gases de efecto invernadero, causantes primordiales del calentamiento global (García-Luis & Briones-Salas 2017). Por lo tanto, el buscar nuevas formas de generar fuentes de energía más sostenibles se ha convertido en una prioridad mundial. La energía eólica ha sido una de estas alternativas siendo la de más rápido crecimiento a nivel mundial debido al costo beneficio comparado con las energías convencionales, a los avances tecnológicos y a los incentivos fiscales. Sin embargo, no es una energía ambientalmente neutral, (Anon 2016); siendo las poblaciones de aves uno de los grupos biológicos con mayor impacto por estas tecnologías.

Estos impactos hacia las aves pueden ser directos e indirectos (Anon 2015). Los impactos indirectos son aquellos que afectan los comportamientos de migración, forrajeo y reproducción que suelen ser provocados por el efecto barrera y pérdida de hábitat que genera la instalación de estos complejos (Uribe, S. V. *et al.* 2018). Los parques eólicos necesitan instalarse en áreas donde haya un flujo constante de viento siendo estas zonas abiertas y expuestas. Dichas zonas suelen ser mesetas, llanuras, planicies costeras e incluso zonas dentro del mar en la plataforma continental, las cuales, representan hábitats importantes para la reproducción y migración de las aves (Uribe, S. V. *et al.* 2018).

Por su parte, los impactos directos refieren a la mortalidad de las aves por la colisión en los aerogeneradores. Dicho impacto puede deberse al comportamiento propio de las aves, tal como es el caso, del vuelo poco maniobrable que exhiben varias especies de aves o el comportamiento nocturno y crepuscular de algunas otras especies; entre las que se encuentran las aves Strigiformes y Caprimulgiformes (Anon 2015). También la ubicación de los parques eólicos, así como la distribución de los aerogeneradores dentro de los mismos tiene relación con la incidencia de choque de diversas especies de la avifauna (Anon 2015). Y aunque la ubicación de un parque eólico pudiera estar lejos de un área de importancia para estos organismos, puede haber atrayentes cercanos, como sitios para forrajear y perchar o cuerpos de agua, de esta manera habrá incidencia de choques en las estructuras eólicas.

2 ANTECEDENTES

México es uno de los países con mayor diversidad biológica, reconocido como el quinto lugar a nivel mundial en riqueza de especies (CONABIO n.d.). Esta megadiversidad lo posiciona también como uno de los territorios más importantes para la avifauna, albergando aproximadamente 1,150 especies de aves, lo que equivale al 11% de las especies a nivel global y lo ubica en el décimo segundo lugar mundial en diversidad aviar (Berlanga *et al.* 2021).

Dada a su alta diversidad, abundancia y capacidad de movilidad este grupo de vertebrados tiene una alta importancia para los ecosistemas en los que habitan debido a la gran variedad de recursos que explotan traduciéndose en gran número de gremios tróficos (insectívoro, frugívoro, nectarívoro, piscívoro, granívoro y carnívoro). Estos atributos les dan una gran importancia ecológica y funcional a las aves puesto que fungen como dispersoras de semillas, controlan plagas, mantienen estables las poblaciones de otros animales, polinizan, favorecen la restauraciónde los hábitats, etc., (Sigüenza *et al.* 2014).

Tamaulipas alberga una gran diversidad de aves y aunque se ha reconocido como una de las entidades con mayor biodiversidad en México el trabajo biológico ha sido escaso, en particular las investigaciones ornitológicas que se han llevado a cabo de manera esporádica. En el estado se han documentado 518 especies, de las cuales 490 son registros confiables, lo que representa el 48% de las especies de aves reportadas para México. Al estado arriban una gran cantidad de especies durante los meses invernales, y tiene algunas poblaciones migratorias de especies ampliamente distribuidas, favorecidas por la variedad de ecosistemas del estado y su ubicación en la transición entre las regiones biogeográficas Neártica y Neotropical (Garza-Torres 2007).

El presente documento describe la metodología empleada y recoge los resultados obtenidos durante el periodo comprendido en la temporada de verano del año 2026.

3 ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se encuentra dentro del municipio de Reynosa, en el estado de Tamaulipas. La mayoría de los terrenos están destinados a actividades pecuarias.

El sitio donde se ubica el área de estudio está inmerso dentro de la provincia fisiográfica Grandes Llanuras de Norteamérica, esta provincia fisiográfica se extiende, de norte a sur, desde las provincias políticas canadienses de Alberta (al norte y este de la misma) y Saskatchewan (oeste y sur) hasta el norte de México, en Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas.

Sus l imites en el poniente (con las montañas Rocallosas y, en México, con la Sierra Madre Oriental), van, de nortea sur, de los 115o a los 105° de longitud oeste y los orientales (con la provincia estadounidense de los Bajos Centrales y con la Llanura Costera del Golfo Norte en Estados Unidos y México) de los 110° a los 105°. En sus bordes occidentales alcanza altitudes superiores a los 1 000 m s.n.m. y en los orientales cercanos a los 500, de manera que su territorio está claramente inclinado de oeste a este. El rasgo más destacado de esta provincia es la presencia de amplias llanuras, muy planas y cubiertas de vegetación de pradera, antiguo hábitat del bisonte. De las subprovincias que integran la Gran Llanura de Norteamérica, sólo una queda dentro del territorio mexicano.

Y se encuentra dentro de la subprovincia Llanuras de Coahuila y Nuevo León, Limita al norte y al este con el rio Bravo, a oeste con la Sierra Madre Oriental y al sureste con la Llanura

Costera del Golfo Norte. Abarca parte de los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas, y se caracteriza por la presencia de llanos interrumpidos por lomeríos dispersos, bajos, de pendientes suaves y constituidos por conglomerados.

Esta subprovincia forma parte de la región conocida como Llanura Costera o Plano Inclinado y abarca 23 138.39 km^2 de la superficie de Nuevo León; en ella se localizan totalmente los municipios de Los Al damas, Anáhuac, China, Doctor Coss, General Bravo, General Treviño, Los Herreras, Melchor Ocampo, Paras, y Vallecillo, y partes de los de Agualeguas, Cerralvo, General Terán, Lampazos de Naranjo y Los Ramones.

El clima **BS1(h')(x')** es un tipo seco —donde la evaporación excede a la precipitación—, semiseco (S1, con un cociente P/T mayor a 22.9) y muy cálido de los secos, con temperatura media anual mayor a 22 °C y temperatura del mes más frío por debajo de 18 °C, cuyo régimen de lluvias es de tipo subhúmedo, pudiendo presentarse como lluvias de verano, escasas a lo largo de todo el año, o de invierno, sin que exista un patrón estacional único y dominante; frente a él, el BS1(h')w compartiría esa misma condición de sequía y de temperatura muy cálida, pero con un régimen de lluvias de verano claramente definido y concentrado en los meses cálidos del año, siendo ambos climas propios de zonas secas y muy cálidas del territorio. El clima **(A)Cx** es un tipo semicálido de los templados —con temperatura media anual mayor a 18 °C, transicional entre los climas cálidos (A) y templados (C)— cuyo régimen de lluvias es igualmente subhúmedo, presentándose como lluvias de verano, escasas todo el año, o de invierno, dependiendo de las condiciones locales del sitio; en contraste, el (A)Cw conservaría esa misma condición semicálida, pero con un régimen de lluvias de verano bien marcado, concentrando la precipitación en la temporada cálida del año, siendo ambos climas representativos de las zonas de transición climática templado-cálida.

El área de estudio en la actualidad presenta cierto grado de fragmentación que en general ha sido ocasionada por el uso del cual ha sido objeto, principalmente con fines agropecuarios. Dentro del mosaico de vegetación fueron identificadas las siguientes áreas según la clasificación de INEGI serie VII: Matorral EspinosoTamaulipeco, Matorral Submontano, Vegetación secundaria arbustiva de Matorral Submontano, Mezquital Xerófilo, Pastizal Cultivado y Agricultura de Temporal Anual. Siendo el primer tipo de vegetación el más importante desde el punto de vista biológico, ya que contiene la vegetación original del área y por ende alberga una mayor diversidad de flora y fauna silvestre.

4 METODOLOGÍA

El monitoreo correspondiente a la temporada de primavera se desarrolló del 13 al 22 de Julio de 2026.

Durante esta temporada, se realizaron trabajos en campo con una duración de 10 días, en los cuales se aplicaron las metodologías adecuadas para la obtención de los datos

indispensables para evaluar cada estación. Esta consistió en conteo por puntos. Esta metodología obedece los criterios propuestos por Ralph et al. (1996).

4.1 CONTEO POR PUNTOS

Consistió en el principal método de monitoreo de aves debido a la eficacia en todo tipo de terrenos y hábitats en gran número de países. Este método se estableció siguiendo la implantación del proyecto, estableciendo un punto de muestreo cada 400 mts aproximadamente que es en la implantación de cada aerogenerador. Cada día se efectuaron entre 8 y 3 puntos de muestreo por lo complicado del camino y la distancia, contabilizando individuos de evidencia no ambigua detectados al interior y fuera de los 1,000 m^2, y evidencia de alta y baja calidad en 1,000 m^2. Registrando en cada punto del o de los individuos los datos de: Nombre científico, número de individuos, evidencia (volando, vocalización, forrajeo, perchado o anidando), tiempo de permanencia del individuo o individuos, altura de vuelo y dirección de vuelo. La duración de la evaluación de cada punto se realizó durante 10 minutos; terminado este tiempo, se procedió al siguiente punto.

El equipo utilizado para estas actividades consistió en binoculares 10X42 marca Celestron Outland X, GPS, libretas de campo, guías físicas y electrónicas para determinar los cantos y llamados que estas especies emiten. Así como un distanciómetro marca Simmons. Los horarios de actividad de los conteos por puntos comenzaban por las mañanas alrededor de las 6:00 am hasta las 9:00 am.

En total, se realizaron 100 puntos de conteo distribuidos en el AP. El trabajo de campo se ejecutó a 10 puntos por día.

Mapa 1: Conteo por puntos

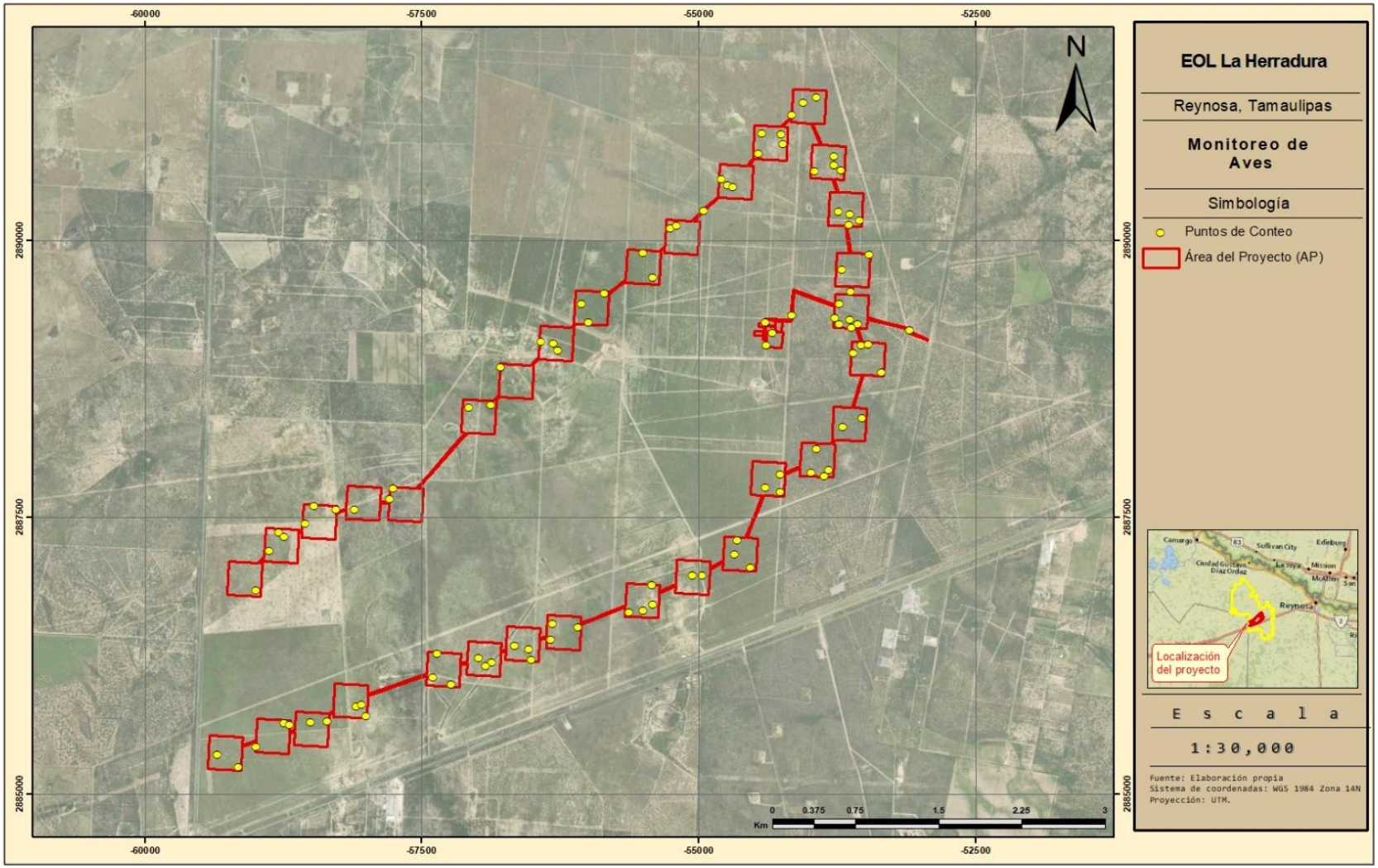


Tabla 1: Coordenadas de los conteos por puntos

Unidad	Norte (X)	Este (Y)
1	546515	2877572
2	547578	2877168
3	545534	2874929
4	545919	2878552
5	546115	2878787
6	542050	2874953
7	547138	2877644
8	546763	2879562
9	544086	2876719
10	542738	2875713
11	544077	2874440
12	547170	2877766
13	543707	2874460
14	545058	2877767
15	542363	2873774
16	547415	2878223
17	546406	2879270
18	546718	2876058
19	546353	2875601
20	546601	2879186
21	545965	2875265
22	544157	2877060
23	546877	2879614
24	544660	2877234
25	547384	2877403
26	546060	2878846
27	542466	2875573
28	544197	2874406
29	543888	2876681
30	547109	2876214
31	544149	2874373
32	547122	2878595
33	542540	2875737
34	543844	2874188
35	546747	2877645
36	544398	2874561
37	544550	2874443
38	543246	2875923
39	546052	2875275

Unidad	Norte (X)	Este (Y)
40	546666	2879449
41	544853	2877666
42	547134	2878969
43	546384	2879084
44	547179	2877584
45	545620	2878375
46	547062	2879091
47	547143	2876276
48	544618	2877294
49	542999	2873952
50	544718	2874636
51	547319	2878526
52	545390	2878150
53	544526	2874539
54	546165	2878777
55	546582	2877482
56	541772	2873463
57	541971	2873358
58	542159	2875311
59	546337	2875475
60	542235	2875480
61	547272	2877630
62	543674	2874243
63	544728	2874777
64	547425	2876752
65	545618	2874991
66	545409	2874907
67	547250	2876662
68	546579	2879272
69	547183	2878077
70	543049	2873967
71	545681	2878403
72	547223	2878485
73	545607	2875164
74	547811	2877560
75	547316	2877331
76	546711	2876211
77	542745	2873804
78	547231	2878579

Unidad	Norte (X)	Este (Y)
79	544509	2877303
80	543092	2873870
81	542908	2875717
82	547343	2877591
83	543216	2875833
84	546533	2877366
85	544929	2877503
86	547271	2877881
87	546988	2876243
88	546894	2878951
89	546581	2876090

Unidad	Norte (X)	Este (Y)
90	542599	2873793
91	546478	2875362
92	542408	2873756
93	542286	2875449
94	545488	2877926
95	547445	2877417
96	547293	2877562
97	542122	2873548
98	547067	2879013
99	544962	2874755
100	547028	2876458

4.2 TRABAJO DE GABINETE

Con el objetivo de identificar la fauna observada y registrada durante el trabajo de campo, se determinó el material fotográfico con uso información obtenida de trabajos literarios enfocados en la región, así como trabajos monográficos de grupos taxonómicos a nivel familiar o genérico teniendo preferencia por aquellas obras en las que se incluyeran claves taxonómicas. La nomenclatura e identidad de los taxones determinados fue confirmada a través de la herramienta digital Integrated Taxonomic Information System (ITIS 2022).

Se realizó una revisión y comparación exhaustiva de las especies de fauna registradas en el AP, SAR y AIP con las listadas presentadas en la NOM-059-SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT 2010a, 2020) y la Lista Roja de Especies Amenazadas (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, IUCN 2020) a fin de identificar las especies susceptibles y su categoría de riesgo en ambas superficies.

La NOM-059-SEMARNAT tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, sus categorías se delimitan de la manera siguiente:

- Probablemente extinta en el medio silvestre (E),
- En peligro de extinción (P),
- Amenazadas (A),
- Sujetas a protección especial (Pr).

Por otro lado, la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) ha evolucionado para convertirse en la fuente de información más exhaustiva del mundo al respecto del estado de conservación global de especies de animales, hongos y plantas. Las categorías y criterios de la Lista Roja de la UICN constituyen un sistema de fácil comprensión para clasificar especies de alto riesgo de extinción global. Sus categorías se exponen a continuación (IUCN 2012):

- Extinta (EX),
- Extinta en estado silvestre (EW),
- En peligro crítico (CR),
- En peligro (EN),
- Vulnerable (VU),
- Casi amenazada (NT),
- Preocupación menor (LC),
- Datos insuficientes (DD),
- No evaluado (NE) (especie no evaluada para ninguna de las otras categorías).
- No reconocido como especie (NR)

La CITES agrupa las especies en tres anexos según el grado de amenaza debido al comercio internacional, estos se distinguen por lo siguiente:

- Apéndice I: Incluye todas las especies en peligro de extinción. El comercio en especímenes de esas especies se autoriza solamente bajo circunstancias excepcionales.
- Apéndice II: Incluye especies que no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse a fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia.
- Apéndice III: Incluye especies que están protegidas al menos en un país, el cual ha solicitado la asistencia de otras Partes en la CITES para controlar su comercio.

Endemismos que se agrupan en 5 anexos según su distribución en México:

- Endémica (EN): Solo se distribuye en México.
- Cuasiendémica (CE): Distribución principalmente en México y se localiza en otros países.
- Semiendémico (SE): Endémica en México durante una época del año.
- No endémica (ne): Se distribuye en más países.
- Exótica (Exo): Especie introducida y su distribución originalmente no es en México.

Y por último la estacionalidad que denota la permanencia de una especie en una zona o su desplazamiento entre zonas.

- Residente (R): Presente todo el año.
- Migratorio de verano (MV): Presente solo en época de reproducción.
- Migratorio de invierno (MI): Presente en época de no reproducción.
- Transitorio (T): Solo de paso en la migración.

5 ESTADÍSTICAS

5.1 PARÁMETROS CUANTITATIVOS

5.1.1 CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES

Una herramienta que permite visualizar el éxito del tamaño de muestra y permite generar una visión grafica del avance en el registro de datos conforme al esfuerzo de muestreo es la curva de acumulación de especies.

En una curva de acumulación de especies, la incorporación de registros de especies al inventario se relaciona estrechamente con el esfuerzo de muestreo. Cuanto mayor sea este esfuerzo, mayor será el número de especies acumuladas. Al inicio, se registran sobre todo especies frecuentes, y la adición de especies al inventario se produce rápidamente; por tanto, la pendiente de la curva comienza siendo elevada. A medida que prosigue el muestreo

son las especies menos frecuentes, así como los individuos de especies provenientes de otros lugares, los que hacen crecer el inventario, por lo que la pendiente de la curva desciende. El momento en el que está pendiente desciende a cero acumulaciones (asíntota) corresponde, teóricamente, con el número total de especies que podemos encontrar en la zona analizada (Colwell *et al.* 2004; Colwell & Coddington 1994; Gotelli & Colwell 2001; Soberón-M & Llorente-Bousquets 1993).

Las curvas de acumulación permiten:

1) dar fiabilidad a los inventarios biológicos y posibilitar su comparación,
2) una mejor planificación del trabajo de muestreo, tras estimar el esfuerzo requerido para conseguir inventarios fiables, y
3) extrapolar el número de especies observado en un inventario para estimar el total de especies que estarían presentes en la zona.

Debido a la enorme potencia de cálculo de los ordenadores actuales y la aplicabilidad de este método tan costoso computacionalmente, el análisis de la curva se realizó por medio del programa estadístico R (R Core Team 2020) por medio de los paquetes BiodiversityR (Kindt & Coe 2005), dismo (Hijmans *et al.* 2020) y R commander (Fox 2005, 2017; Fox & Bouchet-Valat 2020) los cuales fueron programados para estimar el incremento de especies por unidad muestral con 100 permutaciones; es decir, 100 combinaciones diferentes que permiten estimar el promedio y desviación estándar de la incorporación de especies por sitio de muestreo.

5.1.2 ÍNDICE DE VALOR ECOLÓGICO

Los parámetros cuantitativos más importantes y usualmente aplicados en la ecología animal son:

1) Número de individuos o densidad,
2) Frecuencia, el número de veces que una especie registrada aparece en las unidades muestrales (presencia o ausencia por unidad), y
3) Actividad.

El índice de valor ecológico (IVE) define cuales de las especies presentes contribuyen en el carácter y estructura de un ecosistema. Este valor se obtiene mediante la suma de la frecuencia relativa, la densidad y la actividad relativas.

$$Índice\ de\ valor\ ecologico = IVE$$
$$= Densidad\ relativa + Frecuencia\ relativa + Actividad\ relativa$$

Densidad (= abundancia)

Este parámetro se relaciona con el recuento de individuos por unidad de área. El conteo generalmente se realiza en cada unidad de muestreo y sus repeticiones para la superficie

total analizada. Posteriormente, se calcula la suma de los individuos por especie para el área total muestreada, y el resultado se expresa en términos de densidad de especies por unidad de área conveniente, como metro cuadrado, acre o hectárea.

$$Densidad = D = \frac{Total\ del\ no.\ de\ individuos\ de\ i\ especie\ registrada = ni}{Total\ del\ área\ examinada}\ x\ 100$$

La densidad también se puede expresar como un valor porcentual. Esto se hace dividiendo el número de individuos de una especie dada por el número total de individuos de todas las especies. Por tanto, el porcentaje de densidad es totalmente independiente del área, al menos en su método de cálculo, y en realidad es un término relativo, mejor conocido como densidad relativa.

$$Densidad\ relativa = \frac{No.\ de\ individuos\ de\ la\ especie\ i = ni}{Total\ del\ no.\ de\ individuos\ de\ todas\ las\ especies}\ x\ 100$$

Este último método se realiza también para el conjunto de las especies de todos los grupos y se denomina Abundancia relativa únicamente para diferenciar el valor de los encontrados para cada clase analizada.

Frecuencia (= balance)

La frecuencia se relaciona con el número de veces que ocurre una especie en un número determinado de unidades de muestreo colocadas repetidamente. Se expresa como una fracción del total, generalmente en porcentaje. No se trata de un conteo, solo un registro de la presencia de especies. La frecuencia es un parámetro cuantitativo mucho más estable que el conteo de individuos o la medición de la cobertura.

$$Frecuencia = F = \frac{No.\ de\ unidades\ de\ muestreo\ en\ los\ que\ la\ especie\ i\ aparece}{Total\ de\ no.\ de\ unidades\ de\ muestreo\ examinadas}\ x\ 100$$

Los valores de frecuencia han sido sometidos a una considerable manipulación. Entre los conceptos que se han introducido se encuentra la suma porcentual de frecuencia, o frecuencia relativa. Este es el valor de frecuencia de una especie dada dividido por el total de los valores de frecuencia para todas las especies.

$$Frecuencia\ relativa = \frac{Frecuencia\ de\ la\ especie\ i}{Suma\ de\ los\ valores\ de\ frecuencia\ de\ todas\ las\ especies}\ x\ 100$$

Actividad

Es difícil determinar la actividad de individuos por especie, principalmente porque se necesitaría gran número de días en el lugar. Una manera para determinar si existe mayor o menor actividad de fauna en un área, se puede obtener a través de la consideración de la suma de evidencias directas e indirectas que pueden registrarse durante el tiempo que dure el levantamiento de datos, como es el registro de actividad.

Tabla 2: Valores de puntuación asignados a diferentes tipos de evidencia para calcular la ocurrencia

Tipo de evidencia	Puntaje asignado
Evidencia no ambigua	
Individuos colectados	10
Individuos observados	10
Evidencia de alta calidad	
Huesos	5
Plumas	5
Huellas	5
Vocalizaciones	5
Evidencia de baja calidad	
Nidos	4

La actividad de registro de cada especie se basa en los datos obtenidos con el valor de ocurrencia. El valor de este índice se obtiene dividiendo la ocurrencia entre el número de observaciones independientes de cada tipo de registro (Boddicker e*t al.* 2002).

$$Actividad = A = \frac{Total\ de\ la\ suma\ de\ ocurrencias\ de\ la\ especie\ i}{Total\ del\ no.\ de\ individuos\ de\ i\ especie\ registrada = ni}\ x\ 100$$

La actividad también se puede expresar de manera relativa. Esto se hace dividiendo el valor de actividad de una especie dada entre la suma de los valores de actividad de todas las especies.

$$Actividad\ relativa = \frac{Actividad\ de\ la\ especie\ i}{Suma\ de\ los\ valores\ de\ actividad\ de\ todas\ las\ especies}\ x\ 100$$

5.1.3 ÍNDICE DE RIQUEZA ESPECÍFICA

Índice de Margalef

El índice de Margalef (D_{Mg}) es una forma sencilla de medir la biodiversidad ya que proporciona datos de riqueza de especies de la vegetación. Mide el número de especies por número de individuos especificados o la cantidad de especies por área en una muestra (Sherwin & Fornells 2019). Su fórmula es:

$$D_{Mg} = \frac{S - 1}{\ln(N + 1)}$$

donde:

S = número de especies.

N =número total de individuos.

Los valores inferiores a 2 son zonas de baja diversidad y los valores superiores a 5 son indicativos de alta biodiversidad (Magurran 1988).

5.1.4 ÍNDICES DE DIVERSIDAD

Los índices de diversidad incorporan en un solo valor a la riqueza específica y a la equitabilidad. En algunos casos el valor del índice de diversidad estimado puede provenir de distintas combinaciones de riqueza específica y equitabilidad. Es decir, que el mismo índice de diversidad puede obtenerse de una comunidad con baja riqueza y alta equitabilidad como de una comunidad con alta riqueza y baja equitabilidad. Esto significa que el valor del índice aislado no permite conocer la importancia relativa de sus componentes (riqueza y equitabilidad)

Índice de dominancia de Simpson

El índice de dominancia de Simpson (D_{Si}) considera la probabilidad que dos individuos de la población seleccionados al azar sean de la misma especie. Indica la relación existente entre riqueza o número de especies y la abundancia o número de individuos por especie (Bouza & Covarrubias 2005; Simpson 1949). Su expresión es:

$$D_{Si} = \sum_{i=1}^{S} {p_i}^2$$

donde:

p_i = proporción entre ni y N.

ni = número de individuos de la especie i.

El índice de dominancia de Simpson muestra resultados entre 0 a 1 en el cual los valores cercanos a 1 explican la dominancia de una especie por sobre las demás; proyectando ecosistemas más homogéneos. Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como 1 - D_{Si} (Magurran 1988).

Índice de Shannon-Weaver

El índice de Shannon-Weaver (H') tiene en cuenta la riqueza de especies y su abundancia. Este índice relaciona el número de especies con la proporción de individuos pertenecientes a cada una de ellas presente en la muestra. Además, mide la uniformidad de la distribución de los individuos entre las especies (Shannon & Weaver 1949). Su fórmula es:

$$H' = -\sum p_i . \ln p_i$$

El índice de Shannon-Weaver adquiere valores entre 0 (cuando hay una sola especie) y el logaritmo neperiano de S (cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos) (Magurran 1988).

Números de Hill

Los números de Hill (Hill 1973) son una familia de índices de diversidad que unifican medidas de riqueza de especies, equitatividad y dominancia en términos de "números efectivos de especies" (Lou Jost 2006). Estos índices resuelven problemas de comparabilidad en estudios ecológicos, ya que sus valores representan una escala común de diversidad efectiva (Claudia E. Moreno *et al.* 2011). Además, Jost (2006) destaca su relación con la entropía (índices de Shannon y Simpson) y su utilidad para interpretar la diversidad verdadera (*true diversity*). Se calculan como:

$$q_0 = S$$

Donde:

S = riqueza de especies.

$$q_1 = e^{H'}$$

Donde:

e^x = función exponencial natural.

H' = Índice de Shannon.

$$q_2 = {}^{1}/_{\lambda}$$

Donde:

λ = Índice de Simpson.

Los números de Hill tienen diferente interpretación, de tal manera que cada número nos habla de una propiedad diferente de aves que se está estudiado. Dichas propiedades son las siguientes:

q_0: nos indica la riqueza total de especies.

q_1: nos indica las especies que son abundantes.

q_2: nos habla de las especies que son dominantes.

De tal forma que con este índice se pueden determinar cuántas especies son dominantes, muy abundantes, así como estimar las especies raras, infrecuentes o difíciles de registrar.

5.1.5 ÍNDICE DE EQUIDAD

Si todas las especies en una muestra muestran la misma abundancia el índice usado para medir la de equitabilidad debería ser máximo y, por lo tanto, debería decrecer tendiendo a cero a medida que las abundancias relativas se hagan menos equitativas.

Índice de Pielou

El índice de Pielou (J') se expresa como el grado de uniformidad en la distribución de individuos entre especies. Se puede medir comparando la diversidad observada en una

comunidad contra la diversidad máxima posible de una comunidad hipotética con el mismo número de especies (Pielou 1975).

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

donde:

H'_{max} = logaritmo natural de S

Su valor puede variar de 0 a 1 siendo cercanos a 1 los que corresponden a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran 1988).

6 RESULTADOS

Se presenta el listado de las aves registradas en el monitoreo de aves:

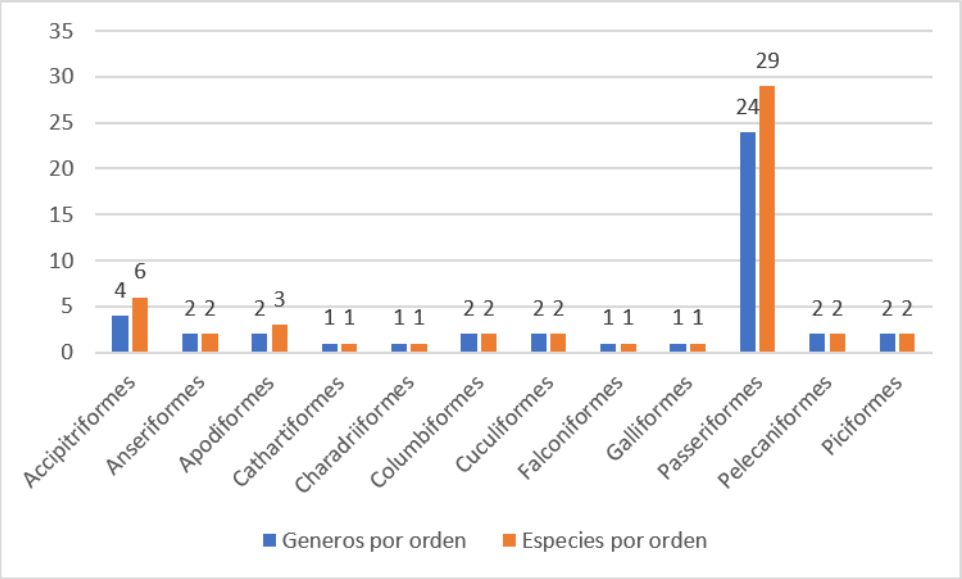
Tabla 3: Listado de especies de aves registradas

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común
Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja
Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo plagiatus*	Aguililla gris
Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo swainsoni*	Aguililla de Swainson
Accipitriformes	Accipitridae	*Elanus leucurus*	Milano cola blanca
Accipitriformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común
Accipitriformes	Pandionidae	*Pandion haliaetus*	Águila pescadora
Anseriformes	Anatidae	*Dendrocygna autumnalis*	Pijije alas blancas
Anseriformes	Anatidae	*Spatula discors*	Cerceta alas azules
Apodiformes	Apodidae	*Chaetura pelagica*	Vencejo de Chimenea
Apodiformes	Trochilidae	*Archilochus alexandri*	Colibrí barba negra
Apodiformes	Trochilidae	*Archilochus colubris*	Colibrí garganta rubí
Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote aura
Charadriiformes	Charadriidae	*Charadrius vociferus*	Chorlo tildío
Columbiformes	Columbidae	*Columba livia*	Paloma común
Columbiformes	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas
Cuculiformes	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero pijuy
Cuculiformes	Cuculidae	*Geococcyx californianus*	Correcaminos norteño
Falconiformes	Falconidae	*Caracara plancus*	Caracara quebrantahuesos
Galliformes	Odontophoridae	*Colinus virginianus*	Codorniz cotuí
Passeriformes	Cardinalidae	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal rojo
Passeriformes	Cardinalidae	*Cardinalis sinuatus*	Cardenal desértico
Passeriformes	Cardinalidae	*Passerina ciris*	Colorín sietecolores
Passeriformes	Cardinalidae	*Passerina versicolor*	Colorín morado
Passeriformes	Corvidae	*Corvus cryptoleucus*	Cuervo llanero
Passeriformes	Corvidae	*Cyanocorax yncas*	Chara verde

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común
Passeriformes	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta
Passeriformes	Icteridae	*Agelaius phoeniceus*	Tordo sargento
Passeriformes	Icteridae	*Icterus gularis*	Calandria Dorso Negro Mayor
Passeriformes	Icteridae	*Molothrus aeneus*	Tordo ojos rojos
Passeriformes	Icteridae	*Molothrus ater*	Tordo cabeza café
Passeriformes	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mayor
Passeriformes	Icteridae	*Sturnella magna*	Pradero tortillaconchile
Passeriformes	Laniidae	*Lanius ludovicianus*	Verdugo americano
Passeriformes	Mimidae	*Mimus polyglottos*	Centzontle norteño
Passeriformes	Parulidae	*Geothlypis trichas*	Mascarita común
Passeriformes	Parulidae	*Setophaga petechia*	Chipe amarillo
Passeriformes	Passerellidae	*Amphispiza bilineata*	Zacatonero garganta negra
Passeriformes	Passerellidae	*Arremonops rufivirgatus*	Rascador oliváceo
Passeriformes	Passerellidae	*Passer domesticus*	Gorrión doméstico
Passeriformes	Passerellidae	*Peucaea cassinii*	Zacatonero de Cassin
Passeriformes	Remizidae	*Auriparus flaviceps*	Baloncillo
Passeriformes	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis bienteveo
Passeriformes	Tyrannidae	*Sayornis nigricans*	Papamoscas negro
Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus couchii*	Tirano cuír
Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus forficatus*	Tirano tijereta rosado
Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano pirirí
Passeriformes	Vireonidae	*Vireo griseus*	Vireo Ojos Blancos
Passeriformes	Troglodytidae	*Thryomanes bewickii*	Saltapared cola larga
Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea alba*	Garza blanca
Pelecaniformes	Ardeidae	*Egretta thula*	Garza dedos dorados
Piciformes	Picidae	*Dryobates scalaris*	Carpintero mexicano
Piciformes	Picidae	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero cheje

De acuerdo con los resultados obtenidos de los 100 puntos de conteo realizados, se registraron un total de 4574 individuos pertenecientes a 12 órdenes, 25 familias, 44 géneros y 52 especies. De los órdenes inscritos, en términos de riqueza destaca el grupo de las aves cantoras (Passeriformes) con la presencia de 29 especies en 24 géneros.

Figura 1: Gráfica comparativa de la diversidad generica y específica muestrada



6.1 CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES

La curva de acumulación de especies para las aves proyecta un panorama donde el registro de organismos desciende a valor menor a 1 organismo después del noveno sitio, por lo que las probabilidades de registro de nuevas especies, es muy baja. La gráfica presenta una curva bien definida con relación al descenso de registros llegando a la asíntota. Aunado a lo anterior, las estimaciones de riqueza de Boostrap y Chao sugieren que la región alberga de 1 a 2 especie adicionales a las observadas durante el trabajo de campo.

Figura 2: Curva de acumulación de especies de aves

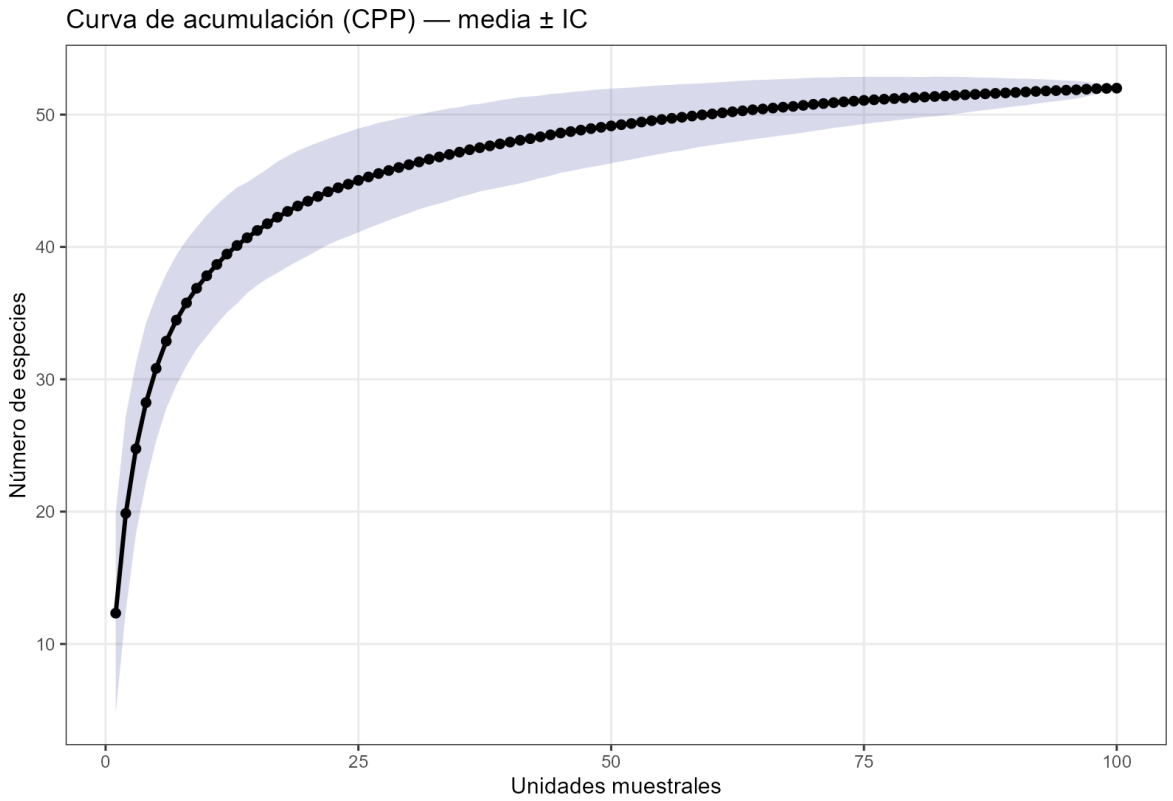


Tabla 4: Estimación de especies de aves

Clase	Riqueza (S)	Bootstrap	Chao 1	Chao 2
Aves	52	54	52	53

6.2 ÍNDICE DE VALOR ECOLÓGICO

Las cinco especies más frecuentes de los puntos de conteo son:

- Gorrión domestico (*Passer domestic*) con 106 apariciones
- Paloma alas blancas (*Zenaida asiática*) con 87 apariciones
- Luis bienteveo (*Pitangus sulphuratus*) con 83 apariciones
- Zacatonero garganta negra (*Amphispiza bilineata*) con 80 apariciones
- Zanate mayor (*Quiscalus mexicanus*) con 76 apariciones

Con respecto a la densidad, las especies con mayores individuos fueron:

- Paloma alas blancas (*Zenaida asiatica*) con 521 individuos
- Tordos ojos rojos (*Molothrus aeneus*) con 495 individuos
- Gorrión domestico (*Passer domesticus*) con 375 individuos
- Zanate mayor (*Quiscalus mexicanus*) con 336 individuos
- Golondrina tijereta (*Hirundo rustica*) con 262 individuos

Tabla 5: Índice de Valor Ecológico

Especie	Nombre científico	Nombre común	ni	Densidad	Apariciones	Frecuencia	Actividad	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Actividad relativa	IVE
1	*Agelaius phoeniceus*	Tordo sargento	239	0.24	69	69.00	1000.00	5.23	4.54	2.15	11.92
2	*Amphispiza bilineata*	Zacatonero garganta negra	162	0.16	80	80.00	935.19	3.54	5.27	2.01	10.82
3	*Archilochus alexandri*	Colibrí barba negra	13	0.01	11	11.00	1000.00	0.28	0.72	2.15	3.16
4	*Archilochus colubris*	Colibrí garganta rubí	2	0.00	2	2.00	1000.00	0.04	0.13	2.15	2.33
5	*Ardea alba*	Garza blanca	59	0.06	24	24.00	1000.00	1.29	1.58	2.15	5.02
6	*Arremonops rufivirgatus*	Rascador oliváceo	37	0.04	25	25.00	770.27	0.81	1.65	1.66	4.11
7	*Auriparus flaviceps*	Baloncillo	17	0.02	13	13.00	647.06	0.37	0.86	1.39	2.62
8	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja	39	0.04	32	32.00	1000.00	0.85	2.11	2.15	5.11
9	*Buteo plagiatus*	Aguililla gris	10	0.01	10	10.00	1000.00	0.22	0.66	2.15	3.03
10	*Buteo swainsoni*	Aguililla de Swainson	1	0.00	1	1.00	1000.00	0.02	0.07	2.15	2.24
11	*Caracara plancus*	Caracara quebrantahuesos	55	0.06	37	37.00	1000.00	1.20	2.44	2.15	5.79
12	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal rojo	23	0.02	14	14.00	673.91	0.50	0.92	1.45	2.87
13	*Cardinalis sinuatus*	Cardenal desértico	41	0.04	33	33.00	658.54	0.90	2.17	1.42	4.49
14	*Cathartes aura*	Zopilote aura	133	0.13	35	35.00	1000.00	2.91	2.30	2.15	7.36
15	*Chaetura pelagica*	Vencejo de Chimenea	39	0.04	7	7.00	1000.00	0.85	0.46	2.15	3.47
16	*Charadrius vociferus*	Chorlo tildío	28	0.03	17	17.00	839.29	0.61	1.12	1.81	3.54
17	*Colinus virginianus*	Codorniz cotuí	15	0.02	4	4.00	1000.00	0.33	0.26	2.15	2.74
18	*Columba livia*	Paloma común	17	0.02	6	6.00	1000.00	0.37	0.39	2.15	2.92
19	*Coragyps atratus*	Zopilote común	169	0.17	40	40.00	1000.00	3.69	2.63	2.15	8.48
20	*Corvus cryptoleucus*	Cuervo llanero	6	0.01	4	4.00	750.00	0.13	0.26	1.61	2.01
21	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero pijuy	101	0.10	22	22.00	1000.00	2.21	1.45	2.15	5.81
22	*Cyanocorax yncas*	Chara verde	140	0.14	64	64.00	1000.00	3.06	4.21	2.15	9.43

Especie	Nombre científico	Nombre común	ni	Densidad	Apariciones	Frecuencia	Actividad	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Actividad relativa	IVE
23	*Dendrocygna autumnalis*	Pijije alas blancas	138	0.14	21	21.00	1000.00	3.02	1.38	2.15	6.55
24	*Dryobates scalaris*	Carpintero mexicano	87	0.09	56	56.00	1000.00	1.90	3.69	2.15	7.74
25	*Egretta thula*	Garza dedos dorados	11	0.01	7	7.00	1000.00	0.24	0.46	2.15	2.85
26	*Elanus leucurus*	Milano cola blanca	1	0.00	1	1.00	1000.00	0.02	0.07	2.15	2.24
27	*Geococcyx californianus*	Correcaminos norteño	28	0.03	25	25.00	1000.00	0.61	1.65	2.15	4.41
28	*Geothlypis trichas*	Mascarita común	2	0.00	2	2.00	500.00	0.04	0.13	1.08	1.25
29	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	262	0.26	26	26.00	1000.00	5.73	1.71	2.15	9.59
30	*Icterus gularis*	Calandria Dorso Negro Mayor	83	0.08	36	36.00	704.82	1.81	2.37	1.52	5.70
31	*Lanius ludovicianus*	Verdugo americano	3	0.00	3	3.00	1000.00	0.07	0.20	2.15	2.41
32	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero cheje	102	0.10	64	64.00	1000.00	2.23	4.21	2.15	8.60
33	*Mimus polyglottos*	Centzontle norteño	91	0.09	64	64.00	741.76	1.99	4.21	1.60	7.80
34	*Molothrus aeneus*	Tordo ojos rojos	495	0.50	56	56.00	1000.00	10.82	3.69	2.15	16.66
35	*Molothrus ater*	Tordo cabeza café	151	0.15	23	23.00	894.04	3.30	1.51	1.92	6.74
36	*Pandion haliaetus*	Águila pescadora	7	0.01	6	6.00	1000.00	0.15	0.39	2.15	2.70
37	*Passer domesticus*	Gorrión doméstico	375	0.38	106	106.00	953.33	8.20	6.98	2.05	17.23
38	*Passerina ciris*	Colorín sietecolores	12	0.01	10	10.00	666.67	0.26	0.66	1.43	2.36
39	*Passerina versicolor*	Colorín morado	3	0.00	3	3.00	1000.00	0.07	0.20	2.15	2.41
40	*Peucaea cassinii*	Zacatonero de Cassin	10	0.01	5	5.00	1000.00	0.22	0.33	2.15	2.70
41	*Pitangus sulphuratus*	Luis bienteveo	161	0.16	83	83.00	680.12	3.52	5.46	1.46	10.45
42	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mayor	336	0.34	76	76.00	706.85	7.35	5.00	1.52	13.87
43	*Sayornis nigricans*	Papamoscas negro	10	0.01	6	6.00	550.00	0.22	0.39	1.18	1.80
44	*Setophaga petechia*	Chipe amarillo	1	0.00	1	1.00	1000.00	0.02	0.07	2.15	2.24
45	*Spatula discors*	Cerceta alas azules	17	0.02	3	3.00	1000.00	0.37	0.20	2.15	2.72
46	*Sturnella magna*	Pradero tortillaconchile	51	0.05	26	26.00	705.88	1.11	1.71	1.52	4.35

Especie	Nombre científico	Nombre común	ni	Densidad	Apariciones	Frecuencia	Actividad	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Actividad relativa	IVE
47	*Thryomanes bewickii*	Saltapared cola larga	2	0.00	2	2.00	1000.00	0.04	0.13	2.15	2.33
48	*Tyrannus couchii*	Tirano cuír	118	0.12	75	75.00	822.03	2.58	4.94	1.77	9.29
49	*Tyrannus forficatus*	Tirano tijereta rosado	56	0.06	26	26.00	1000.00	1.22	1.71	2.15	5.09
50	*Tyrannus melancholicus*	Tirano pirirí	61	0.06	45	45.00	778.69	1.33	2.96	1.68	5.97
51	*Vireo griseus*	Vireo Ojos Blancos	33	0.03	25	25.00	621.21	0.72	1.65	1.34	3.70
52	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	521	0.52	87	87.00	873.32	11.39	5.73	1.88	19.00

De las 52 especies registradas, se reportan dos especies incluidas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 modificación 2020, la cual 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. (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT 2010b).

La especie en la categoría de protección especial (Pr) fue la siguiente:

Tabla 6: Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Orden	Nombre científico	Nombre común	NOM-059
Accipitriformes	*Buteo swainsoni*	Aguililla de Swainson	Pr
Passeriformes	*Passerina ciris*	Colorín sietecolores	Pr

En lo que respecta a las especies incluidas dentro de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN 2021), se reportan 4 especeies, 3 en la categoría NT (Casi Amenazado) y una en la categoría VU (Vulnerable).

Tabla 7. Especies en la IUCN

Orden	Nombre científico	Nombre común	IUCN
Apodiformes	*Chaetura pelagica*	Vencejo de Chimenea	VU
Galliformes	*Colinus virginianus*	Codorniz cotuí	NT
Passeriformes	*Lanius ludovicianus*	Verdugo americano	NT
Passeriformes	*Sturnella magna*	Pradero tortillaconchile	NT

En cuanto a los Apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (Anon n.d.), se reportan 8 especies:

Tabla 8: Especies en el listado de la CITES

Orden	Nombre científico	Nombre común	Cites
Accipitriformes	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja	II
Accipitriformes	*Buteo plagiatus*	Aguililla gris	II
Accipitriformes	*Buteo swainsoni*	Aguililla de Swainson	II
Accipitriformes	*Elanus leucurus*	Milano cola blanca	II
Accipitriformes	*Pandion haliaetus*	Águila pescadora	II
Anseriformes	*Dendrocygna autumnalis*	Pijije alas blancas	III
Apodiformes	*Archilochus alexandri*	Colibrí barba negra	II
Apodiformes	*Archilochus colubris*	Colibrí garganta rubí	II

Por su parte en lo que respecta a endemismos, se encontraron una especie cuasiendemica y una semiendemica.

Tabla 9: Especies endémicas

Orden	Nombre científico	Nombre común	Endemismo
Apodiformes	*Archilochus alexandri*	Colibrí barba negra	SE
Passeriformes	*Arremonops rufivirgatus*	Rascador oliváceo	CE

Y con respecto a la estacionalidad (Anon n.d.) de las especies, se contabilizaron 2 especies migratorias de invierno (MI), 3 migratoria de verano (MV) y 5 Transitorias.

Tabla 10: Estacionalidad de las especies (Anon n.d.)

Orden	Nombre científico	Nombre común	Estacionalidad
Accipitriformes	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja	MI
Accipitriformes	*Buteo swainsoni*	Aguililla de Swainson	T
Apodiformes	*Archilochus alexandri*	Colibrí barba negra	MV
Apodiformes	*Archilochus colubris*	Colibrí garganta rubí	T
Apodiformes	*Chaetura pelagica*	Vencejo de Chimenea	T
Passeriformes	*Molothrus ater*	Tordo cabeza café	MI
Passeriformes	*Passerina ciris*	Colorín sietecolores	T
Passeriformes	*Passerina versicolor*	Colorín morado	MV
Passeriformes	*Sayornis nigricans*	Papamoscas negro	MI
Passeriformes	*Setophaga petechia*	Chipe amarillo	T
Passeriformes	*Tyrannus forficatus*	Tirano tijereta rosado	MV

6.3 ÍNDICES DE RIQUEZA ESPECÍFICA, DIVERSIDAD Y EQUIDAD

Los resultados del monitoreo de aves durante la temporada de verano reflejan una comunidad con alta diversidad y una estructura ecológica equilibrada. El índice de Margalef (6.05) evidencia una elevada riqueza de especies en relación con el número de individuos registrados, lo que sugiere condiciones favorables del hábitat para sostener una avifauna variada en esta época del año. Por su parte, el índice de Simpson (0.95) y el índice de Shannon-Weaver (3.25) indican una alta diversidad y una baja dominancia de especies, es decir, ninguna especie de ave concentra de manera desproporcionada los individuos muestreados. El índice de Pielou (0.82), al acercarse a 1, confirma una distribución relativamente uniforme de los individuos entre las especies registradas, reforzando la idea de una comunidad avifaunística equilibrada más que dominada por unas pocas especies.

En cuanto a los Números de Hill, se contabilizaron 52 especies de aves (q0), lo que representa la riqueza total observada sin ponderar por abundancia. Al considerar la abundancia de cada especie, el valor de q1 (25.74) señala que existen aproximadamente 26

especies "típicas" o efectivamente abundantes dentro de la comunidad, mientras que el valor de q2 (18.35), al dar mayor peso a las especies más comunes, indica que alrededor de 18 especies pueden considerarse dominantes en términos de abundancia relativa durante esta temporada.

En conjunto, estos resultados permiten concluir que la avifauna registrada durante la temporada de verano presenta una riqueza de especies considerable y una distribución de abundancias relativamente equitativa, sin evidencia de una dominancia marcada por parte de un grupo reducido de especies, lo que sugiere condiciones ambientales estables y favorables para la comunidad de aves en este periodo.

Tabla 11: Parámetros cuantitativos Índices de riqueza específica, diversidad y equidad

Parámetros cuantitativos	
Índice de Margalef	
Dmg	6.05
Índice de Simpson	
1-Dsi	0.95
Índice de Shannon-Weaver	
H'	3.25
Índice de Pielou	
J'	0.82
Números de Hill	
q0	52
q1	25.74
q2	18.35

6.4 ALTURA DE VUELO GENERAL Y SU RIESGO

Los datos obtenidos para las alturas de vuelo de las especies fueron las que se visualizaron en campo; se tomaron en cuenta las variables de altura mínima y máxima de cada uno de los individuos registrados y el riesgo que tiene en el lugar de estudio.

Se observaron alturas que varían de 1 hasta 50 metros (solo se realizó el registro de aves en vuelo); de las especies observadas las que obtuvieron los mayores registros en cuanto alturas fue la aguililla cola roja (*Buteo jamaicensis*), aguililla de Swainson (*Buteo swainsoni*) y zopilote común (*Coragyps atratus*) del orden Accipitriformes, el zopilote aura (*Cathartes aura*) del orden Cathartiformes. El aguililla cola roja, el aguililla Swainson y el zopilote común fueron los de mayor altura con 200-300 metros de altura; no obstante.

A continuación, se presenta un listado de las aves registradas, su altura y su riesgo:

Tabla 12: Altura de vuelo (metros) y riesgo por especie

Orden	Nombre científico	Nombre común	Altura	Riesgo
Accipitriformes	Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	50 m	Bajo
Accipitriformes	Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	60 m	Bajo
Accipitriformes	Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	70 m	Bajo
Accipitriformes	Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	80 m	Bajo
Accipitriformes	Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	90 m	Bajo
Accipitriformes	Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	100 m	Bajo
Accipitriformes	Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	150 m	Medio
Accipitriformes	Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	200 m	Bajo
Accipitriformes	Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	250 m	Bajo
Accipitriformes	Buteo plagiatus	Aguililla gris	20 m	Bajo
Accipitriformes	Buteo plagiatus	Aguililla gris	25 m	Bajo
Accipitriformes	Buteo plagiatus	Aguililla gris	30 m	Bajo
Accipitriformes	Buteo swainsoni	Aguililla de Swainson	300 m	Bajo
Accipitriformes	Coragyps atratus	Zopilote común	30 m	Bajo
Accipitriformes	Coragyps atratus	Zopilote común	50 m	Bajo
Accipitriformes	Coragyps atratus	Zopilote común	60 m	Bajo
Accipitriformes	Coragyps atratus	Zopilote común	70 m	Bajo
Accipitriformes	Coragyps atratus	Zopilote común	80 m	Bajo
Accipitriformes	Coragyps atratus	Zopilote común	90 m	Bajo
Accipitriformes	Coragyps atratus	Zopilote común	100 m	Bajo
Accipitriformes	Coragyps atratus	Zopilote común	120 m	Bajo
Accipitriformes	Coragyps atratus	Zopilote común	200 m	Bajo
Accipitriformes	Elanus leucurus	Milano cola blanca	20 m	Bajo
Accipitriformes	Pandion haliaetus	Águila pescadora	10 m	Bajo
Accipitriformes	Pandion haliaetus	Águila pescadora	16 m	Bajo
Accipitriformes	Pandion haliaetus	Águila pescadora	20 m	Bajo
Accipitriformes	Pandion haliaetus	Águila pescadora	25 m	Bajo
Anseriformes	Spatula discors	Cerceta alas azules	8 m	Bajo
Anseriformes	Spatula discors	Cerceta alas azules	10 m	Bajo
Anseriformes	Spatula discors	Cerceta alas azules	12 m	Bajo
Apodiformes	Archilochus alexandri	Colibrí barba negra	1 m	Bajo
Apodiformes	Archilochus alexandri	Colibrí barba negra	2 m	Bajo
Apodiformes	Archilochus alexandri	Colibrí barba negra	3 m	Bajo
Apodiformes	Chaetura pelagica	Vencejo de Chimenea	20 m	Bajo
Apodiformes	Chaetura pelagica	Vencejo de Chimenea	30 m	Bajo
Apodiformes	Chaetura pelagica	Vencejo de Chimenea	40 m	Bajo
Apodiformes	Chaetura pelagica	Vencejo de Chimenea	50 m	Bajo

Orden	Nombre científico	Nombre común	Altura	Riesgo
Cathartiformes	Cathartes aura	Zopilote aura	10 m	Bajo
Cathartiformes	Cathartes aura	Zopilote aura	20 m	Bajo
Cathartiformes	Cathartes aura	Zopilote aura	30 m	Bajo
Cathartiformes	Cathartes aura	Zopilote aura	40 m	Bajo
Cathartiformes	Cathartes aura	Zopilote aura	50 m	Bajo
Cathartiformes	Cathartes aura	Zopilote aura	60 m	Bajo
Cathartiformes	Cathartes aura	Zopilote aura	80 m	Bajo
Cathartiformes	Cathartes aura	Zopilote aura	90 m	Bajo
Cathartiformes	Cathartes aura	Zopilote aura	100 m	Bajo
Cathartiformes	Cathartes aura	Zopilote aura	200 m	Bajo
Columbiformes	Columba livia	Paloma común	5 m	Bajo
Columbiformes	Columba livia	Paloma común	10 m	Bajo
Columbiformes	Columba livia	Paloma común	15 m	Bajo
Columbiformes	Columba livia	Paloma común	20 m	Bajo
Columbiformes	Zenaida asiatica	Paloma alas blancas	1 m	Bajo
Columbiformes	Zenaida asiatica	Paloma alas blancas	2 m	Bajo
Columbiformes	Zenaida asiatica	Paloma alas blancas	3 m	Bajo
Columbiformes	Zenaida asiatica	Paloma alas blancas	4 m	Bajo
Columbiformes	Zenaida asiatica	Paloma alas blancas	5 m	Bajo
Columbiformes	Zenaida asiatica	Paloma alas blancas	6 m	Bajo
Columbiformes	Zenaida asiatica	Paloma alas blancas	7 m	Bajo
Columbiformes	Zenaida asiatica	Paloma alas blancas	8 m	Bajo
Columbiformes	Zenaida asiatica	Paloma alas blancas	9 m	Bajo
Columbiformes	Zenaida asiatica	Paloma alas blancas	10 m	Bajo
Columbiformes	Zenaida asiatica	Paloma alas blancas	11 m	Bajo
Columbiformes	Zenaida asiatica	Paloma alas blancas	12 m	Bajo
Columbiformes	Zenaida asiatica	Paloma alas blancas	13 m	Bajo
Columbiformes	Zenaida asiatica	Paloma alas blancas	15 m	Bajo
Columbiformes	Zenaida asiatica	Paloma alas blancas	16 m	Bajo
Cuculiformes	Crotophaga sulcirostris	Garrapatero pijuy	6 m	Bajo
Cuculiformes	Crotophaga sulcirostris	Garrapatero pijuy	8 m	Bajo
Cuculiformes	Crotophaga sulcirostris	Garrapatero pijuy	10 m	Bajo
Cuculiformes	Crotophaga sulcirostris	Garrapatero pijuy	15 m	Bajo
Falconiformes	Caracara plancus	Caracara quebrantahuesos	10 m	Bajo
Falconiformes	Caracara plancus	Caracara quebrantahuesos	15 m	Bajo
Falconiformes	Caracara plancus	Caracara quebrantahuesos	25 m	Bajo
Falconiformes	Caracara plancus	Caracara quebrantahuesos	30 m	Bajo
Passeriformes	Agelaius phoeniceus	Tordo sargento	3 m	Bajo
Passeriformes	Agelaius phoeniceus	Tordo sargento	4 m	Bajo
Passeriformes	Agelaius phoeniceus	Tordo sargento	5 m	Bajo

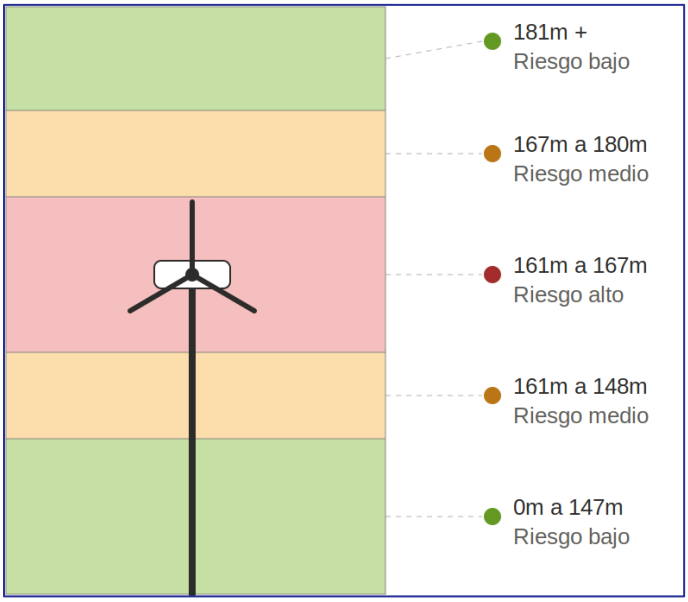
Orden	Nombre científico	Nombre común	Altura	Riesgo
Passeriformes	Agelaius phoeniceus	Tordo sargento	6 m	Bajo
Passeriformes	Agelaius phoeniceus	Tordo sargento	7 m	Bajo
Passeriformes	Agelaius phoeniceus	Tordo sargento	8 m	Bajo
Passeriformes	Amphispiza bilineata	Zacatonero garganta negra	1 m	Bajo
Passeriformes	Amphispiza bilineata	Zacatonero garganta negra	2 m	Bajo
Passeriformes	Amphispiza bilineata	Zacatonero garganta negra	3 m	Bajo
Passeriformes	Amphispiza bilineata	Zacatonero garganta negra	5 m	Bajo
Passeriformes	Amphispiza bilineata	Zacatonero garganta negra	6 m	Bajo
Passeriformes	Arremonops rufivirgatus	Rascador oliváceo	1 m	Bajo
Passeriformes	Arremonops rufivirgatus	Rascador oliváceo	2 m	Bajo
Passeriformes	Arremonops rufivirgatus	Rascador oliváceo	3 m	Bajo
Passeriformes	Arremonops rufivirgatus	Rascador oliváceo	5 m	Bajo
Passeriformes	Cyanocorax yncas	Chara verde	1 m	Bajo
Passeriformes	Cyanocorax yncas	Chara verde	3 m	Bajo
Passeriformes	Cyanocorax yncas	Chara verde	4 m	Bajo
Passeriformes	Cyanocorax yncas	Chara verde	5 m	Bajo
Passeriformes	Cyanocorax yncas	Chara verde	6 m	Bajo
Passeriformes	Cyanocorax yncas	Chara verde	8 m	Bajo
Passeriformes	Cyanocorax yncas	Chara verde	9 m	Bajo
Passeriformes	Cyanocorax yncas	Chara verde	10 m	Bajo
Passeriformes	Cyanocorax yncas	Chara verde	12 m	Bajo
Passeriformes	Cyanocorax yncas	Chara verde	13 m	Bajo
Passeriformes	Cyanocorax yncas	Chara verde	15 m	Bajo
Passeriformes	Hirundo rustica	Golondrina tijereta	2 m	Bajo
Passeriformes	Hirundo rustica	Golondrina tijereta	5 m	Bajo
Passeriformes	Hirundo rustica	Golondrina tijereta	7 m	Bajo
Passeriformes	Hirundo rustica	Golondrina tijereta	8 m	Bajo
Passeriformes	Hirundo rustica	Golondrina tijereta	9 m	Bajo
Passeriformes	Hirundo rustica	Golondrina tijereta	10 m	Bajo
Passeriformes	Hirundo rustica	Golondrina tijereta	12 m	Bajo
Passeriformes	Hirundo rustica	Golondrina tijereta	13 m	Bajo
Passeriformes	Hirundo rustica	Golondrina tijereta	15 m	Bajo
Passeriformes	Icterus gularis	Calandria Dorso Negro Mayor	3 m	Bajo
Passeriformes	Icterus gularis	Calandria Dorso Negro Mayor	4 m	Bajo
Passeriformes	Icterus gularis	Calandria Dorso Negro Mayor	5 m	Bajo
Passeriformes	Icterus gularis	Calandria Dorso Negro Mayor	7 m	Bajo
Passeriformes	Lanius ludovicianus	Verdugo americano	5 m	Bajo
Passeriformes	Lanius ludovicianus	Verdugo americano	7 m	Bajo
Passeriformes	Mimus polyglottos	Centzontle norteño	1 m	Bajo
Passeriformes	Mimus polyglottos	Centzontle norteño	2 m	Bajo

Orden	Nombre científico	Nombre común	Altura	Riesgo
Passeriformes	Mimus polyglottos	Centzontle norteño	3 m	Bajo
Passeriformes	Mimus polyglottos	Centzontle norteño	4 m	Bajo
Passeriformes	Mimus polyglottos	Centzontle norteño	5 m	Bajo
Passeriformes	Mimus polyglottos	Centzontle norteño	6 m	Bajo
Passeriformes	Mimus polyglottos	Centzontle norteño	7 m	Bajo
Passeriformes	Mimus polyglottos	Centzontle norteño	10 m	Bajo
Passeriformes	Molothrus aeneus	Tordo ojos rojos	1 m	Bajo
Passeriformes	Molothrus aeneus	Tordo ojos rojos	2 m	Bajo
Passeriformes	Molothrus aeneus	Tordo ojos rojos	3 m	Bajo
Passeriformes	Molothrus aeneus	Tordo ojos rojos	4 m	Bajo
Passeriformes	Molothrus aeneus	Tordo ojos rojos	5 m	Bajo
Passeriformes	Molothrus aeneus	Tordo ojos rojos	6 m	Bajo
Passeriformes	Molothrus aeneus	Tordo ojos rojos	7 m	Bajo
Passeriformes	Molothrus aeneus	Tordo ojos rojos	8 m	Bajo
Passeriformes	Molothrus aeneus	Tordo ojos rojos	9 m	Bajo
Passeriformes	Molothrus aeneus	Tordo ojos rojos	10 m	Bajo
Passeriformes	Molothrus aeneus	Tordo ojos rojos	15 m	Bajo
Passeriformes	Passer domesticus	Gorrión doméstico	1 m	Bajo
Passeriformes	Passer domesticus	Gorrión doméstico	2 m	Bajo
Passeriformes	Passer domesticus	Gorrión doméstico	3 m	Bajo
Passeriformes	Passer domesticus	Gorrión doméstico	4 m	Bajo
Passeriformes	Passer domesticus	Gorrión doméstico	5 m	Bajo
Passeriformes	Passer domesticus	Gorrión doméstico	6 m	Bajo
Passeriformes	Passer domesticus	Gorrión doméstico	8 m	Bajo
Passeriformes	Pitangus sulphuratus	Luis bienteveo	3 m	Bajo
Passeriformes	Pitangus sulphuratus	Luis bienteveo	5 m	Bajo
Passeriformes	Pitangus sulphuratus	Luis bienteveo	6 m	Bajo
Passeriformes	Pitangus sulphuratus	Luis bienteveo	7 m	Bajo
Passeriformes	Pitangus sulphuratus	Luis bienteveo	8 m	Bajo
Passeriformes	Quiscalus mexicanus	Zanate mayor	1 m	Bajo
Passeriformes	Quiscalus mexicanus	Zanate mayor	2 m	Bajo
Passeriformes	Quiscalus mexicanus	Zanate mayor	4 m	Bajo
Passeriformes	Quiscalus mexicanus	Zanate mayor	5 m	Bajo
Passeriformes	Quiscalus mexicanus	Zanate mayor	6 m	Bajo
Passeriformes	Quiscalus mexicanus	Zanate mayor	8 m	Bajo
Passeriformes	Quiscalus mexicanus	Zanate mayor	10 m	Bajo
Passeriformes	Tyrannus couchii	Tirano cuír	1 m	Bajo
Passeriformes	Tyrannus couchii	Tirano cuír	3 m	Bajo
Passeriformes	Tyrannus couchii	Tirano cuír	5 m	Bajo
Passeriformes	Tyrannus couchii	Tirano cuír	6 m	Bajo

Orden	Nombre científico	Nombre común	Altura	Riesgo
Passeriformes	Tyrannus couchii	Tirano cuír	7 m	Bajo
Passeriformes	Tyrannus couchii	Tirano cuír	8 m	Bajo
Passeriformes	Tyrannus couchii	Tirano cuír	9 m	Bajo
Passeriformes	Tyrannus forficatus	Tirano tijereta rosado	3 m	Bajo
Passeriformes	Tyrannus forficatus	Tirano tijereta rosado	4 m	Bajo
Passeriformes	Tyrannus forficatus	Tirano tijereta rosado	5 m	Bajo
Passeriformes	Tyrannus forficatus	Tirano tijereta rosado	8 m	Bajo
Passeriformes	Tyrannus forficatus	Tirano tijereta rosado	9 m	Bajo
Passeriformes	Tyrannus forficatus	Tirano tijereta rosado	10 m	Bajo
Passeriformes	Tyrannus forficatus	Tirano tijereta rosado	11 m	Bajo
Pelecaniformes	Ardea alba	Garza blanca	10 m	Bajo
Pelecaniformes	Ardea alba	Garza blanca	11 m	Bajo
Pelecaniformes	Ardea alba	Garza blanca	12 m	Bajo
Pelecaniformes	Ardea alba	Garza blanca	13 m	Bajo
Pelecaniformes	Ardea alba	Garza blanca	15 m	Bajo
Pelecaniformes	Egretta thula	Garza dedos dorados	3 m	Bajo
Pelecaniformes	Egretta thula	Garza dedos dorados	5 m	Bajo
Pelecaniformes	Egretta thula	Garza dedos dorados	10 m	Bajo
Pelecaniformes	Egretta thula	Garza dedos dorados	12 m	Bajo
Pelecaniformes	Egretta thula	Garza dedos dorados	15 m	Bajo
Piciformes	Dryobates scalaris	Carpintero mexicano	3 m	Bajo
Piciformes	Dryobates scalaris	Carpintero mexicano	5 m	Bajo
Piciformes	Dryobates scalaris	Carpintero mexicano	6 m	Bajo
Piciformes	Dryobates scalaris	Carpintero mexicano	7 m	Bajo
Piciformes	Dryobates scalaris	Carpintero mexicano	8 m	Bajo
Piciformes	Dryobates scalaris	Carpintero mexicano	9 m	Bajo
Piciformes	Dryobates scalaris	Carpintero mexicano	10 m	Bajo
Piciformes	Dryobates scalaris	Carpintero mexicano	11 m	Bajo
Piciformes	Dryobates scalaris	Carpintero mexicano	12 m	Bajo
Piciformes	Dryobates scalaris	Carpintero mexicano	13 m	Bajo
Piciformes	Dryobates scalaris	Carpintero mexicano	15 m	Bajo
Piciformes	Dryobates scalaris	Carpintero mexicano	18 m	Bajo
Piciformes	Dryobates scalaris	Carpintero mexicano	20 m	Bajo
Piciformes	Dryobates scalaris	Carpintero mexicano	22 m	Bajo
Piciformes	Melanerpes aurifrons	Carpintero cheje	1 m	Bajo
Piciformes	Melanerpes aurifrons	Carpintero cheje	2 m	Bajo
Piciformes	Melanerpes aurifrons	Carpintero cheje	3 m	Bajo
Piciformes	Melanerpes aurifrons	Carpintero cheje	4 m	Bajo
Piciformes	Melanerpes aurifrons	Carpintero cheje	5 m	Bajo
Piciformes	Melanerpes aurifrons	Carpintero cheje	6 m	Bajo

Orden	Nombre científico	Nombre común	Altura	Riesgo
Piciformes	Melanerpes aurifrons	Carpintero cheje	7 m	Bajo
Piciformes	Melanerpes aurifrons	Carpintero cheje	10 m	Bajo

Figura 3: Ilustración de riesgo de las aves con el aerogenerador



7 SÍNTESIS

El estudio de avifauna realizado en 100 puntos de conteo registró un total de 4,574 individuos, pertenecientes a 52 especies, 44 géneros, 25 familias y 12 órdenes. El grupo más diverso fue el de las aves Passeriformes (29 especies en 24 géneros), lo que refleja su predominancia típica en ecosistemas terrestres.

La curva de acumulación de especies mostró que el registro de nuevas especies disminuyó notablemente después del punto 9, alcanzando una asíntota bien definida, lo que sugiere que el esfuerzo de muestreo fue adecuado para captar la mayor parte de la diversidad local. Los estimadores Bootstrap y Chao indican que podrían existir de 1 a 2 especies adicionales no detectadas, lo que resalta una probabilidad baja de mayor riqueza en la zona.

Entre las especies más frecuentes destacaron el gorrión doméstico (Passer domesticus) con 106 apariciones, la paloma alas blancas (Zenaida asiatica) con 87, el Luis bienteveo (Pitangus sulphuratus) con 83, el zacatonero garganta negra (Amphispiza bilineata) con 80 y el zanate mayor (Quiscalus mexicanus) con 76 apariciones. En cuanto a densidad, sobresalieron la paloma alas blancas con 521 individuos, el tordo ojos rojos (Molothrus aeneus) con 495, el gorrión doméstico con 375, el zanate mayor con 336 y la golondrina tijereta (Hirundo rustica) con 262 individuos.

En cuanto al estatus de conservación, se detectaron:

- 2 especies bajo protección especial (NOM-059-SEMARNAT-2010, modificación 2020).
- 4 especies incluidas en la lista de la UICN (2021): 3 en categoría NT (Casi Amenazado) y 1 en categoría VU (Vulnerable).
- 8 especies listadas en los Apéndices de CITES.
- Además, se registraron 2 especies endémicas: 1 semiendémica y 1 cuasiendémica.
- Respecto a la estacionalidad, se identificaron 2 aves migratorias de invierno (MI), 3 migratorias de verano (MV) y 5 transitorias.

Los índices de diversidad respaldan una comunidad aviar equilibrada y con alta riqueza:

- Margalef (6.05): Alta diversidad de especies en relación con el número de individuos.
- Simpson (0.95): Diversidad alta y baja dominancia.
- Shannon-Weaver (3.25): Baja dominancia y alta heterogeneidad.
- Pielou (0.82): Distribución relativamente uniforme de individuos entre especies.
- Números de Hill (q0=52, q1=25.74, q2=18.35): Confirman que, aunque hay 52 especies registradas, alrededor de 26 son efectivamente abundantes y cerca de 18 pueden considerarse dominantes en términos de abundancia relativa.

En conjunto, estos resultados permiten concluir que la avifauna registrada durante la temporada de verano presenta una riqueza de especies considerable y una distribución de abundancias relativamente equitativa, sin evidencia de dominancia marcada por parte de un grupo reducido de especies, lo que sugiere condiciones ambientales estables y favorables para la comunidad de aves en este periodo.

Finalmente, el análisis de altura de vuelo indica que, si bien la mayoría de las aves se desplaza en rangos seguros, se observó una alta probabilidad a volar entre los 161 y 167 m, altura en la que se incrementa el riesgo de colisión con infraestructura.

8 BIBLIOGRAFÍA

Anon (2015) Guía para la evaluación del impacto ambiental de proyectos eólicos y de líneas de transmisión eléctrica en aves silvestres y murciélagos. Primera edición, julio, 2015. Servicio Agrícola y Ganadero, Santiago, Chile

Anon (2016) Impacts of Wind Energy Development on Bats: A Global Perspective. Bats in the Anthropocene: Conservation of Bats in a Changing World. Springer International Publishing, Cham, pp. 295–323.

Anon Apéndices | CITES. Available from: https://cites.org/esp/app/appendices.php (July 23, 2025a)

Anon avesmx.conabio.gob.mx/Inicio.html. Available from: https://avesmx.conabio.gob.mx/Inicio.html (July 23, 2025b)

Berlanga, H., H. Gómez de Silva, V. M. Vargas-Canales, V. Rodríguez-Contreras, L. A. Sánchez-Gonzales, R. Ortega-Álvarez, & R. Calderón-Parra (2021) Aves de México lista actualizada de especies y nombres comunes.

Boddicker, M., Rodríguez, J.J. & Amanzo, J. (2002) Indices for assessment and monitoring of large mammals within an adaptive management framework. Environmental Monitoring and Assessment 76: 105–123. https://doi.org/https://doi.org/10.1023/A:1015225022101

Bouza, C.N. & Covarrubias, D. (2005) Estimación del índice de diversidad de Simpson en m sitios de muestreo. Revista Investigación Operacional 26: 187–197.

Claudia E. Moreno, Felipe Barragán, Eduardo Pineda, & Numa P. Pavón (2011) Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. Revista Mexicana de Biodiversidad 82: 1249–1261.

Colwell, R.K. & Coddington, J.A. (1994) Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. Philosophical Transactions: Biological Sciences 345: 101–118. https://doi.org/10.1098/rstb.1994.0091

Colwell, R.K., Xuan-Mao, C. & Chang, J. (2004) Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. Ecology 85: 2717–2727. https://doi.org/https://doi.org/10.1890/03-0557

CONABIO México megadiverso. Biodiversidad Mexicana. Available from: https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/quees (July 18, 2025)

Fox, J. (2005) The R commander: a basic-statistics graphical user interface to R. Journal of Statistical Software 14: 1–42.

Fox, J. (2017) Using the R commander: a point-and-click interface for R. Chapman and Hall/CRC Press, Boca Ratón, Florida, E.U.A.

Fox, J. & Bouchet-Valat, M. (2020) Rcmdr: R Commander.

García-Luis, M. & Briones-Salas, M. (2017) Composición y actividad de la comunidad de murciélagos artropodívoros en parques eólicos del trópico mexicano. Revista Mexicana de Biodiversidad 88. https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.10.018

Garza-Torres, H.A. (2007) Aves de importancia para la conservación de Tamaulipas. TURevista Digital UAT.

Gotelli, N.J. & Colwell, R.K. (2001) Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. Ecology Letters 4: 379–391.

Hijmans, R.J., Phillips, S., Leathwick, J. & Elith, J. (2020) dismo: Species Distribution Modeling.

Hill, M.O. (1973) Diversity and Evenness: A Unifying Notation and Its Consequences. Ecology 54: 427–432. https://doi.org/https://doi.org/10.2307/1934352

ITIS (2022) Integrated Taxonomic Information System. Available from: https://www.itis.gov/

IUCN (2012) Categorías y criterios de la Lista Roja de la UICN. Segunda edición. IUCN, Gland, Switzerland

IUCN (2021) The IUCN Red List of Threatened Species. IUCN Red List of Threatened Species. Available from: https://www.iucnredlist.org/es (April 8, 2021)

Kindt, R. & Coe, R. (2005) Tree diversity analysis. A manual and software for common statistical methods for ecological and biodiversity studies. World Agroforestry Centre, Nairobi, Kenya

Lou Jost (2006) Entropy and diversity. Oikos 113: 363–375. https://doi.org/10.1111/J.2006.0030-1299.14714.X

Magurran, A.E. (1988) Ecological Diversity and Its Measurement. Princeton University Press, New Jersey, E.U.A. 179 pp.

Pielou, E.C. (1975) Ecological Diversity. John Wiley & Sons, Inc., New York, E.U.A. 165 pp.

R Core Team (2020) R: A lenguage and enviroment for statical computing. The R Foundation for Statical Computing, Viena, Austria. S

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT (2010a) Diario Oficial de la Federación 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. 1–77pp.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT (2010b) Diario Oficial de la Federación 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. 1–77pp.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT (2020) Diario Oficial de la Federación 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. 32–134pp.

Shannon, C.E. & Weaver, W. (1949) The Mathematical Theory of Communication. The University of Illinois Press, Urbana, Illinois, E.U.A.

Sherwin, W.B. & Fornells, N.P. i (2019) The introduction of entropy and information methods to ecology by Ramon Margalef. Entropy 21: 1–9. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.3390/e21080794

Sigüenza, A.G.N., Gallardo, M.F.R., Martínez, A.G., Peterson, T., García, H.B. & González, L.S. (2014) Biodiversidad de las aves en México. Revista Mexicana de Biodiversidad 85. https://doi.org/10.7550/rmb.41882

Simpson, E.H. (1949) Measurement of diversity. Nature 163: 688. https://doi.org/https://doi.org/10.1038/163688a0

Soberón-M, J. & Llorente-Bousquets, J. (1993) The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. Conservation Biology 7: 4480–488. https://doi.org/https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1993.07030480.x

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, IUCN (2020) The IUCN Red List of Threatened Species. IUCN Red List of Threatened Species. Available from: https://www.iucnredlist.org/en

Uribe, S. V., Chávez, A. O., & Lizana, C. R. (2018) Impactos de los parques eólicos en la biodiversidad: Una revisión con énfasis en el contexto chileno. Revista Chilena de Historia Natural 91: 1–10.

Monitoreo de murciélagos

Temporada de Verano,

Para el proyecto

EOL La Herradura

Green Park Energy S.A. de C.V.

Reynosa, Tamaulipas, México.

Julio 2026

Contenido

1 INTRODUCCIÓN 3
2 ANTECEDENTES 4
3 METODOLOGÍA 4
3.1 Área de estudio 4
3.2 Trabajo de campo 7
3.2.1 DATOS AMBIENTALES 7
3.2.2 CAPTURA DE MURCIÉLAGOS 8
3.3 Trabajo de gabinete 10
3.3.1 DIVERSIDAD 10
3.3.2 ESFUERZO DE MUESTREO 10
4 RESULTADOS 10
4.1 Esfuerzo de muestreo 10
4.2 Condiciones ambientales 10
4.3 Composición de especies 12
5 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES 14
6 LITERATURA CITADA 15
7 ANEXO FOTOGRAFICO 18

1 INTRODUCCIÓN

La creciente demanda de energía, la necesidad de combatir el cambio climático, y el reducir las emisiones de gases de efecto invernadero provenientes de los combustibles fósiles han convertido el desarrollo de alternativas de energía renovable en una prioridad a nivel mundial (Girón-galván et al., 2025). La energía eólica ha sido una de estas alternativas, siendo la de más rápido crecimiento a nivel mundial debido al costo-beneficio comparado con las energías convencionales, a los avances tecnológicos, y a los incentivos fiscales. El potencial global para la generación de energía eólica es enorme y está considerado por muchos como la fuente de energía renovable más prometedora (Lu et al., 2009). Entre los países de América Latina, México está impulsando fuertemente el uso de parques eólicos (González-Ávila et al., 2006).

Sin embargo, la energía eólica no es ambientalmente neutral. Se han documentado efectos significativos de los parques eólicos sobre la vida silvestre y sus hábitats, lo cual es motivo de preocupación (Arnett et al., 2016). Se reconoce que causan impactos ambientales directos e indirectos, tales como la disminución de la vegetación, la remoción del suelo, así como la muerte de aves y murciélagos. Diversos estudios sugieren que los efectos podrían ser aún más perjudiciales para los murciélagos (Girón-galván et al., 2025).

Históricamente, los estudios sobre los efectos negativos de los parques eólicos en la vida silvestre se han centrado principalmente en las aves, pero desde el comienzo de este siglo ha habido un reconocimiento creciente de la necesidad de evaluar sus impactos en los murciélagos (Bolívar-Cimé *et al.*, 2016). Las colisiones con turbinas de energía eólica son una de las principales causas de mortalidad de murciélagos en América del Norte y Europa, y representan una preocupación creciente para la conservación de los murciélagos en todo el mundo. Los murciélagos mueren a causa de golpes por las aspas de los aerogeneradores, además de otras razones que no se detectan fácilmente, como barotraumas, daños en el oído interno, entre otras lesiones. La evidencia sugiere que las colisiones con turbinas no son incidentes aleatorios, los murciélagos probablemente se sienten atraídos directamente a las turbinas debido a su posible potencial como sitios de percha o descanso, o indirectamente porque estas atraen insectos de los cuales se alimentan.

Independientemente de los mecanismos causales, las tasas de mortalidad observadas en instalaciones de energía eólica plantean serias preocupaciones sobre los impactos a nivel poblacional, pues al ser especies longevas y con tasas de reproducción bajas, su crecimiento demográfico es relativamente lento, limitando su habilidad para recuperarse y mantener poblaciones sostenibles (Arnett *et al.*, 2016), lo que conlleva a provocar disminuciones rápidas en dichas poblaciones y aumentar el riesgo de extinción (Bat Conservation International, 2025). Las investigaciones registran que las poblaciones de murciélagos de las familias Vespertilionidae y Molossidae que vuelan a grandes alturas, así como las especies

que realizan migraciones estacionales de larga distancia son las más vulnerables a las muertes por colisión en campos eólicos (García-Luis & Briones-Salas, 2017).

2 ANTECEDENTES

Los murciélagos constituyen uno de los grupos más importantes en distintos ecosistemas debido a su variedad de gremios tróficos (insectívoros, frugívoros, nectarívoros, piscívoros y hematófagos), diversidad, abundancia, y alta movilidad, siendo dispersores de especies vegetales y promoviendo la restauración de áreas perturbadas, sucesión secundaria y restablecimiento de especies de bosque primario; son controladores de plagas, así como excelentes polinizadores (Briones-Salas et al., 2015).

A pesar de ser un grupo bastante conocido, existen lugares donde se desconoce la riqueza específica de este grupo donde los murciélagos figuran como uno de los grupos menos estudiados, particularmente en ecosistemas ubicados en zonas áridas y semiáridas, así como en bosques templados. (García-Morales & Gordillo-Chávez, 2011). Actualmente, existe un registro de 54 especies de murciélagos para el estado de Tamaulipas, lo que representa casi el 40 % de la riqueza a nivel nacional (García-Morales & Gordillo-Chávez, 2011), pero potencialmente estos valores pudieran aumentar.

Dada la falta el aumento del desarrollo y operación de parques eólicos que vive el país, se vuelve imperativo estudiar y reconocer la diversidad de especies presentes en áreas con potencial para la generación de energía eólica, así como las posibles afectaciones que pudieran existir en el hábitat y para dichas especies.

El presente estudio tiene como objetivo describir la riqueza, diversidad, actividad, y endemismos de la quiropterofauna, así como las especies de murciélagos enlistadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 e impactos que pueda provocar el proyecto eólico "EOL La Herradura" a dicho grupo zoológico durante el periodo comprendido en la temporada de verano 2026

3 METODOLOGÍA

3.1 ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se encuentra dentro del municipios de Reynosa, en el estado de Tamaulipas. La mayoría de los terrenos están destinados a actividades agrícolas (Figura 1).

Sus lIimites en el poniente (con las montañas Rocallosas y, en México, con la Sierra Madre Oriental), van, de nortea sur, de los 115o a los 105° de longitud oeste y los orientales (con la provincia estadounidense de los Bajos Centrales y con la Llanura Costera del Golfo Norte en Estados Unidos y México) de los 110° a los 105°. En sus bordes occidentales alcanza altitudes superiores a los 1 000 m s.n.m. y en los orientales cercanos a los 500, de manera que su

territorio está claramente inclinado de oeste a este. El rasgo más destacado de esta provincia es la presencia de amplias llanuras, muy planas y cubiertas de vegetación de pradera, antiguo hábitat del bisonte. De las subprovincias que integran la Gran Llanura de Norteamérica, sólo una queda dentro del territorio mexicano.

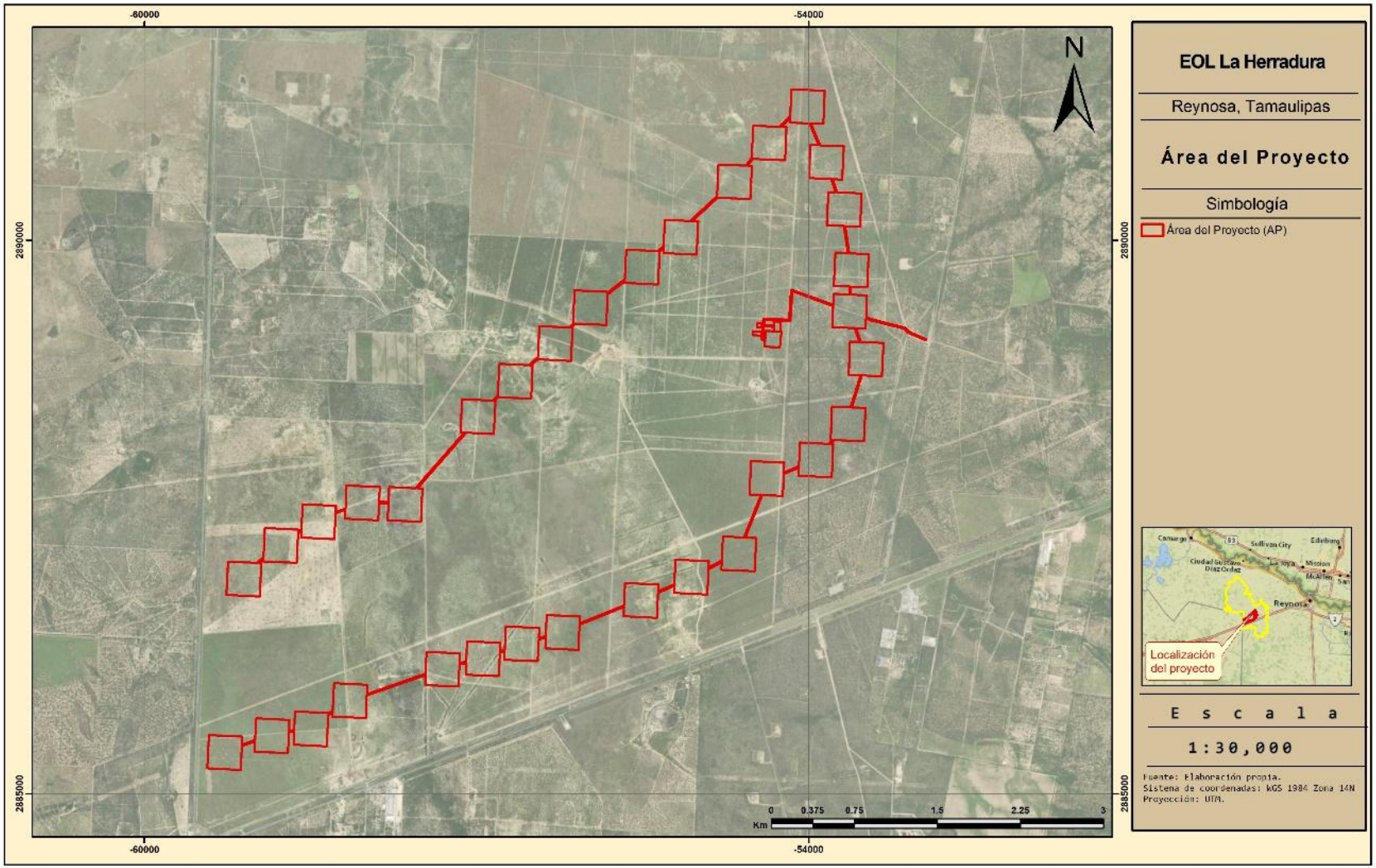
Y se encuentra dentro de la subprovincia Llanuras de Coahuila y Nuevo León, Limita al norte y al este con el rio Bravo, a oeste con la Sierra Madre Oriental y al sureste con la Llanura Costera del Golfo Norte. Abarca parte de los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas, y se caracteriza por la presencia de llanos interrumpidos por lomeríos dispersos, bajos, de pendientes suaves y constituidos por conglomerados.

Esta subprovincia forma parte de la región conocida como Llanura Costera o Plano Inclinado y abarca 23 138.39 km^2 de la superficie de Nuevo León; en ella se localizan totalmente los municipios de Los Al damas, Anáhuac, China, Doctor Coss, General Bravo, General Treviño, Los Herreras, Melchor Ocampo, Paras, y Vallecillo, y partes de los de Agualeguas, Cerralvo, General Terán, Lampazos de Naranjo y Los Ramones.

El clima **BS1(h')(x')** es un tipo semiárido semicálido —temperatura media anual mayor a 18 °C, con el mes más frío por debajo de 18 °C y el más cálido arriba de 22 °C— cuyo régimen de lluvias es intermedio o irregular, con tendencia hacia el verano pero con un porcentaje de lluvia invernal de entre 5% y 10.2% del total anual; el **BS1(h')w**, en cambio, comparte esas mismas características de temperatura semicálida, pero con un régimen de lluvias de verano bien definido, concentrando la precipitación en los meses cálidos y con menos del 5% de lluvia invernal, siendo ambos climas propios de zonas semiáridas del noreste de México.

El área de estudio en la actualidad presenta cierto grado de fragmentación que en general ha sido ocasionada por el uso del cual ha sido objeto, principalmente con fines agropecuarios. Dentro del mosaico de vegetación fueron identificadas las siguientes áreas según la clasificación de INEGI serie VII: Matorral EspinosoTamaulipeco, Vegetación secundaria arbustiva de Matorral Espinoso Tamaulipeco, Matorral Submontano, Vegetación secundaria arbustiva de Matorral Submontano, Mezquital Xerófilo, Pastizal Cultivado y Agricultura de Temporal Anual. Siendo el primer tipo de vegetación el más importante desde el punto de vista biológico, ya que contiene la vegetación original del área y por ende alberga una mayor diversidad de floray fauna silvestre.

Figura 1: Área de estudio



Índice de contenido

3.2 TRABAJO DE CAMPO

Se monitorearon los murciélagos en el proyecto "EOL La Herradura", entre los días del 13 al 22 de julio del año 2026 correspondientes a la temporada de verano. Por lo anterior, los trabajos en campo abarcaron un total de diez días, donde se implementaron metodologías para el muestreo de murciélagos.

Dada la complejidad de muestrear murciélagos en hábitats áridos y templados, la metodología para el registro de dicho grupo zoológico provino del muestreo con redes de niebla.

3.2.1 DATOS AMBIENTALES

La medición de las variables climatológicas se realizó mediante un anemómetro UNI-T modelo UT363BT Mini LCD Bluetooth, el cual permitió registrar la velocidad del viento (m/s) y la temperatura ambiental (°C). La configuración del equipo, incluyendo los intervalos y la duración del muestreo, así como las unidades de medida y el almacenamiento de los datos, se efectuó a través de la aplicación iENV (propia de la marca), instalada en un dispositivo móvil Moto G60.

De manera complementaria, se midió la luminosidad con base en la escala propuesta por Börk (2006), modificada conforme a los criterios de condición de cielo establecidos por la (Santos-Moreno et al., 2010). Dicha escala considera la nubosidad y la fase lunar, asignando valores en un rango de 0 a 5. No obstante, se incorporó una categoría adicional que contempla la luz crepuscular, debido a que la actividad de diversas especies de murciélagos se inicia en este periodo del día (Tabla 1).

Tabla 1: Escala de Börk (2006) con modificaciones de la CONAGUA y condiciones de luz crepuscular

Criterio	Escala
Crepúsculo	6
Luna llena, sin nubes.	5
Luna llena ligeramente nublado, luna gibosa	4
Cuarto menguante o creciente	3
Cuarto creciente o menguante con poca nubosidad	2
Muy poca luz en el ambiente	1
Sin luz, luna nueva	0

3.2.2 Captura de Murciélagos

Para esta metodología se utilizaron dos redes de niebla de 12 m de largo por 2.5 m de alto, las cuales se ubicaron en sitios propicios para la actividad de los murciélagos, tales como zonas de forrajeo, sitios de paso, cerca de refugios, etc. Por lo anterior, se establecieron diez estaciones de muestreo asociadas al área de estudio.

Cabe señalar que, debido a las condiciones de hábitat del área del proyecto y a los hábitos aéreos de la gran mayoría de las especies de murciélagos potenciales de la región, el monitoreo con redes de niebla resulta muy azaroso. Sin embargo, este diseño metodológico no afecta los resultados, debido a que los hábitats de la región son homogéneos, además de que la gran mayoría de las especies de murciélagos de la región pueden abarcar largas distancias en su búsqueda de alimento.

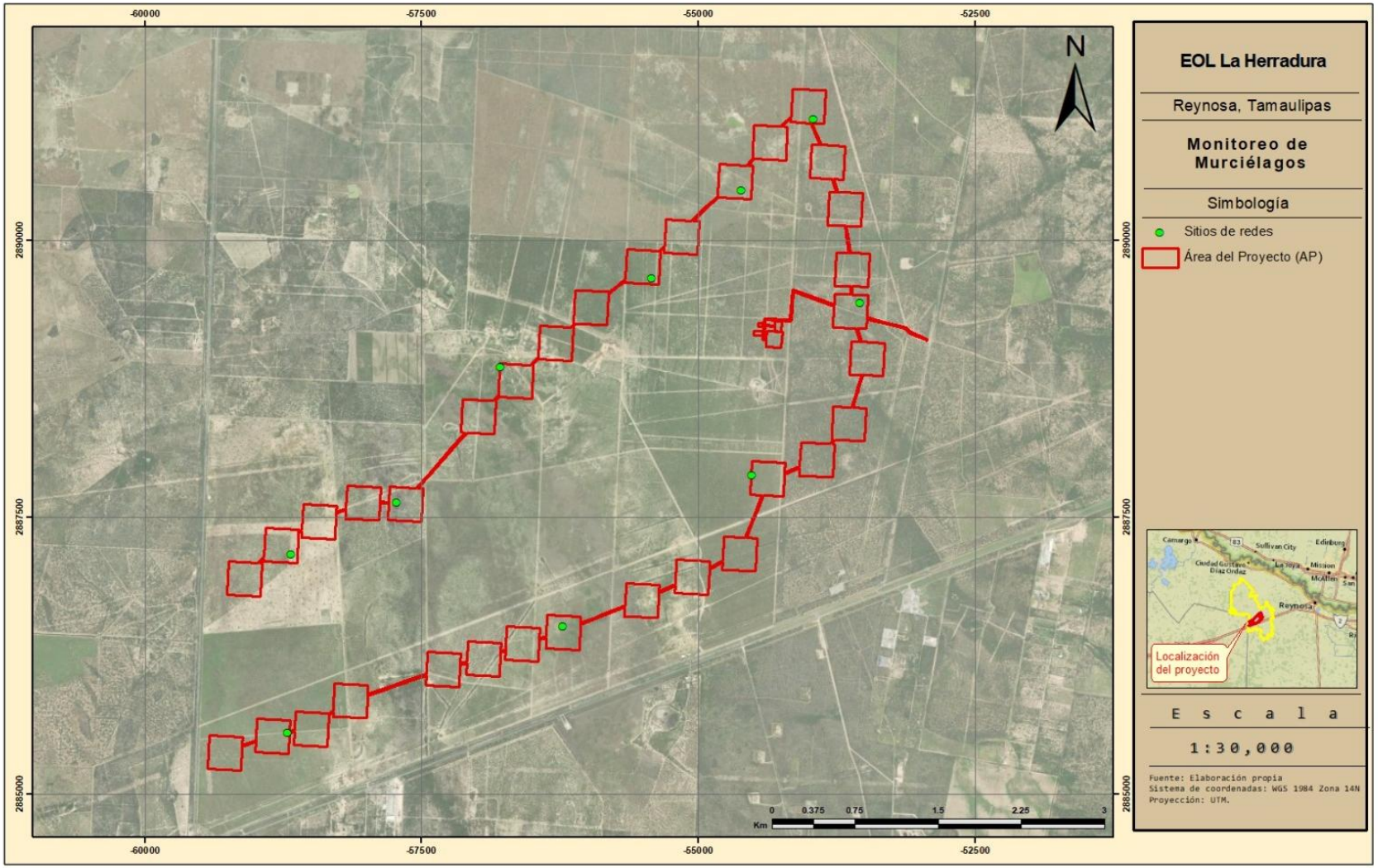
Para este trabajo las redes de niebla permanecieron abiertas durante 3.5 horas empezando poco antes del crepúsculo; esto para abarcar los principales picos de actividad de dichos animales, y revisándolas en intervalos de 30 minutos. A los individuos capturados se les tomaron datos morfométricos, así como la información general necesaria para determinar la categoría de especie de cada murciélago utilizando guías especializadas; tales como las de Ceballos & Oliva (2005), Medellín *et al.* (2008), Ortega *et al.* (2022) y Díaz *et al.*, (2021). De manera complementaria se tomaron datos sobre el sexo, condición reproductiva, edad, así como observaciones que pudieran resultar pertinentes para el individuo capturado. Al final de procesar cada individuo e identificarlo se procedió a su liberación.

Tabla 2: Coordenadas de los sitios donde se instalaron las redes

Unidad	Norte (X)	Este (Y)
1	547363	2877788
2	542356	2875295
3	544154	2877059
4	544822	2874755
5	546864	2879414

Unidad	Norte (X)	Este (Y)
6	545478	2877922
7	546463	2876192
8	542398	2873687
9	543281	2875801
10	546248	2878751

Mapa 1: Sitios de redes de niebla



3.3 Trabajo de gabinete

3.3.1 Diversidad

La riqueza específica, se estimó con base al número de especies capturadas en redes de niebla. No obstante, en el presente estudio, consideramos que los datos obtenidos son insuficientes para reflejar adecuadamente la estructura de la comunidad de murciélagos, por lo que no se realizaron análisis de riqueza esperada con los cuales comparar la riqueza observada.

De manera complementaria, se obtuvieron los datos de la fenología, endemismo, origen y su registro dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (Nom-059), modificación del 2019, de cada especie de murciélago, así como de la lista roja de especies de la Union Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en ingles). También se registraron los gremios tróficos, así como los gremios funcionales a los que pertenecen cada especie de murciélago según la terminología de Denzinger & Schnitzler (2013); los cuales propusieron siete grupos basados en el tipo de alimento, espacio de forrajeo y modo de búsqueda de este.

3.3.2 esfuerzo de muestreo

El esfuerzo de muestreo en horas red es una métrica estándar en ecología para estandarizar el tiempo y la superficie en la que las redes de niebla han permanecido activas para la captura de quirópteros. Para estimar el esfuerzo de muestreo obtenido por las redes de niebla se sumaron el número total de metros de cada red por hora (metros/red/hora; Moreno & Halffter, 2000).

4 Resultados

4.1 Esfuerzo de muestreo

Se realizó el monitoreo de murciélagos en el área de estudio correspondiente al proyecto "EOL La Herradura" y sus inmediaciones durante la temporada de verano 2026 comprendiendo un total de diez noches de muestreo. Por medio de las redes de niebla se efectuó un esfuerzo de muestreo de 840m/r/h.

4.2 Condiciones ambientales

Desde el inicio del monitoreo hasta el cierre de las redes se tomaron datos ambientales como la temperatura, humedad y velocidad del viento cada hora, además de identificar la fase lunar y el grado de iluminación de acuerdo a la escala propuesta por Börk (2006), en la siguiente tabla se muestran los datos obtenidos.

Tabla 3. Condiciones ambientales durante el monitoreo de verano 2026

Fecha	Hora	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Fase lunar	Iluminación
13/07/2026	18:00	33.6	51	8.57	Luna nueva	3
13/07/2026	19:00	32.5	56	8.38	Luna nueva	3
13/07/2026	20:00	30.9	66	8.28	Luna nueva	3
13/07/2026	21:00	30.1	69	7.87	Luna nueva	3
13/07/2026	22:00	29.6	69	6.97	Luna nueva	3
14/07/2026	18:00	33	49	7.98	Luna nueva	3
14/07/2026	19:00	31.5	54	7.57	Luna nueva	3
14/07/2026	20:00	30.2	61	7.8	Luna nueva	3
14/07/2026	21:00	29.4	66	7.82	Luna nueva	3
14/07/2026	22:00	28.8	70	7.64	Luna nueva	3
15/07/2026	18:00	33.5	44	8.27	Luna nueva	3
15/07/2026	19:00	32	51	8.63	Luna nueva	3
15/07/2026	20:00	30.2	65	8.18	Luna nueva	3
15/07/2026	21:00	29.2	71	8.1	Luna nueva	3
15/07/2026	22:00	28.6	75	7.86	Luna nueva	3
16/07/2026	18:00	33.6	45	9.3	Creciente	3
16/07/2026	19:00	31.9	52	9.03	Creciente	3
16/07/2026	20:00	30.4	60	8.94	Creciente	3
16/07/2026	21:00	29.5	65	8.78	Creciente	3
16/07/2026	22:00	28.9	68	8.08	Creciente	3
17/07/2026	18:00	33.5	42	8.67	Creciente	3
17/07/2026	19:00	32.2	50	8.85	Creciente	3
17/07/2026	20:00	30.3	63	8.34	Creciente	3
17/07/2026	21:00	29.2	71	8.31	Creciente	3
17/07/2026	22:00	28.5	75	7.5	Creciente	3
18/07/2026	18:00	33.6	49	8.57	Creciente	3
18/07/2026	19:00	31.9	56	8.87	Creciente	3
18/07/2026	20:00	30.4	63	8.49	Creciente	3
18/07/2026	21:00	29.5	67	8.07	Creciente	3
18/07/2026	22:00	28.9	71	7.36	Creciente	3
19/07/2026	18:00	35	44	8.43	Creciente	3
19/07/2026	19:00	32.9	51	8.52	Creciente	3
19/07/2026	20:00	30.7	61	8.38	Creciente	3
19/07/2026	21:00	29.2	68	8.42	Creciente	3
19/07/2026	22:00	28.3	73	8.14	Creciente	3
20/07/2026	18:00	35.2	43	9	Cuarto creciente	3
20/07/2026	19:00	32.4	55	9.41	Cuarto creciente	3
20/07/2026	20:00	30.3	65	9	Cuarto creciente	3
20/07/2026	21:00	29.1	71	8.87	Cuarto creciente	3

Fecha	Hora	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Fase lunar	Iluminación
20/07/2026	22:00	28.5	74	8.61	Cuarto creciente	3
21/07/2026	18:00	36.9	37	6.79	Cuarto creciente	3
21/07/2026	19:00	34.2	46	7.36	Cuarto creciente	3
21/07/2026	20:00	31.8	55	7.33	Cuarto creciente	3
21/07/2026	21:00	30.1	64	6.76	Cuarto creciente	3
21/07/2026	22:00	28.9	69	6.52	Cuarto creciente	3
22/07/2026	18:00	40.7	15	4.03	Cuarto creciente	3
22/07/2026	19:00	36.1	36	8.05	Cuarto creciente	3
22/07/2026	20:00	33.9	40	8.2	Cuarto creciente	3
22/07/2026	21:00	32	51	7.17	Cuarto creciente	3
22/07/2026	22:00	30.6	61	5.73	Cuarto creciente	3

4.3 Composición de especies

Se obtuvieron 18 registros de cuatro especies pertenecientes a dos familias, del gremio insectívoros La familia de quirópteros mejor representada fue Vespertilionidae (murciélagos insectívoros), con un total de tres especies. Por su parte, la familia Molossidae (murciélagos de cola libre) fue la de menor riqueza con tan solo una especie registrada, pero la más frecuente de capturar (Tabla 4).

Dentro del gremio de los insectívoros, se registraron tres grupos funcionales, siendo el de los "forrajeadores recogedores pasivos en espacios" el que tuvo el mayor número de especies, con un total de dos. Por su parte, los gremios de los "forrajeadores aéreos en espacios abiertos" y los "forrajeadores aéreos en espacio de borde" fueron los que registraron el menor número de especies, con tan solo dos por cada uno de estos (Tabla 4).

También se observó que la totalidad de las especies de murciélagos registradas en el área de estudio son nativas de México, sin embargo, ninguna de estas fue endémica del país (Tabla 4). Es importante señalar que no se registraron especies incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 ni en la Lista Roja de Especies Amenazadas de la IUCN (por sus siglas en ingles).

Tabla 4: Especies de murciélagos registradas en el área de estudio

Familia	Especie	Registros	GT	GP	NOM-059	IUCN	Permanencia
Molossidae	*Tadarida brasiliensis*	11	Insectivoro	FAA	-	LC	N
Vespertilionidae	*Eptesicus fuscus*	5	Insectivoro	FAB	-	LC	N
Vespertilionidae	*Myotis velifer*	1	Insectivoro	FEC	-	LC	N
Vespertilionidae	*Myotis yumanensis*	1	Insectivoro	FEC	-	LC	N

Gremio trófico (GT): Insectívoros, Frugívoros, Nectarívoros, Carnívoros/piscívoros, Hematófagos y Omnívoros.

Grupo funcional (GF): FAA = Forrajeadores aéreos en espacio abierto, FAB = Forrajeadores aéreos en espacio de borde, FEC = Forrajeadores recogedores pasivos en espacios
NOM-059: A = Amenazada; Pr = Sujeta a protección especial; P = Peligro de extinción. E= Probablemente extinta
IUCN: LC = Preocupación menor, NT = Casi amenazada, VU = Vulnerable, EN = En peligro, CR = En peligro critico
Permanencia: N= Nativa; EN=Endémica; M=Migratoria.

5 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El monitoreo de verano en Reynosa refleja un bajo éxito de captura (18 ejemplares) condicionado fundamentalmente por las restricciones aerodinámicas de las rachas de viento (8 m/s) y las altas temperaturas estivales (31.4 °C), sin embargo, registrar cuatro especies de dos familias distintas apunta a que el área mantiene una representación funcional básica del ensamble de microquirópteros adaptados a la planicie tamaulipeca.

La comunidad registrada —exclusivamente insectívora, con preeminencia de *Tadarida brasiliensis*— confirma que la zona es empleada por un ensamble tolerante a la aridez para el control biológico de insectos. Que esta especie haya sido la más frecuente se debe a su diseño morfológico de alas largas y estrechas, optimizadas para el vuelo rápido y de altura. Posee una mayor capacidad para tolerar corrientes de aire en comparación con especies de vuelo más frágil. Al ser una especie altamente gregaria con colonias numerosas en la región, la probabilidad de intercepción en las redes es estadísticamente mayor, sumado a que en julio los juveniles volantones y hembras incrementan sus desplazamientos de forrajeo estival.

La captura exclusiva de murciélagos insectívoros responde directamente a las características del matorral xerófilo/tamaulipeco de la planicie norte de Tamaulipas, donde la oferta de recursos alimentarios estables está dominada por insectos. Los gremios frugívoros o nectarívoros no encuentran corredores con oferta continua de frutos carnosos o flores especializadas en esta franja semiárida, limitando su presencia. Además, las redes de niebla a nivel de suelo capturan preferentemente a especies que bajan a beber o a forrajear en los estratos inferiores, nicho ocupado casi en su totalidad por microquirópteros insectívoros en esta ecorregión.

Se recomienda complementar estos datos a lo largo de un ciclo anual completo para representar la diversidad y abundancia de los quirópteros en el área de proyecto y así ponderar adecuadamente el riesgo de colisión y barotrauma previo a la fase operativa.

6 LITERATURA CITADA

Amorim, F., Rebelo, H., & Rodrigues, L. (2012). Factors influencing bat activity and mortality at a wind farm in the mediterranean region. *Acta Chiropterologica*, *14*(2), 439–457. https://doi.org/10.3161/150811012X661756

Arnett, E. B., Baerwald, E. F., Mathews, F., Rodrigues, L., Rodríguez-Durán, A., Rydell, J., Villegas-Patraca, R., & Voigt, C. C. (2016). Impacts of Wind Energy Development on Bats: A Global Perspective. In C. C. Voigt & T. Kingston (Eds.), *Bats in the Anthropocene:Conservation of Bats in a Changing World* (pp. 295–323). https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-319-25220-9_11

Bachen, D., McEwan, A., Burkholder, B., Hilty, S., Blum, S., & Maxell, B. (2018). Bats of Montana : Identification and natural history. Report to Montana Department of Environmental Quality. In *Mtnhp.Org* (Issue July). http://mtnhp.org/Reports/ZOO_Montana_Bat_ID_Bachen_2018.pdf

Barclay, R. M. R., Fullard, J. H., & Jacobs, D. S. (1999). Variation in the echolocation calls of the hoary bat (Lasiurus cinereus): influence of body size, habitat structure, and geographic location. *Can. J. Zool.*, *77*, 530–534. https://doi.org/https://doi.org/10.1139/z99-008

Bolívar-Cimé, B., Bolívar-Cimé, A., Cabrera-Cruz, S. A., Muñoz-Jiménez, Ó., & Villegas-Patraca, R. (2016). Bats in a tropical wind farm: Species composition and importance of the spatial attributes of vegetation cover on bat fatalities. *Journal of Mammalogy*, *97*(4), 1197–1208. https://doi.org/10.1093/jmammal/gyw069

Börk, K. S. (2006). Lunar phobia in the greater fishing bat Noctilio leporinus (Chiroptera: Noctilionidae). *Revista de Biologia Tropical*, *54*(4), 1117–1123. https://doi.org/10.15517/rbt.v54i4.14085

Braun, J. K., Yang, B., González-Pérez, S. B., & Mares, M. A. (2015). Myotis yumanensis (Chiroptera: Vespertilionidae). *Mammalian Species*, *47*(918), 1–14. https://doi.org/10.1093/mspecies/sev001

Briones-Salas, M., Cortés-Marcial, M., & Lavariega, M. C. (2015). Diversidad y distribución geográfica de los mamíferos terrestres del estado de Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, *86*(3), 685–710. https://doi.org/10.1016/j.rmb.2015.07.008

Ceballos, G., & Oliva, G. (2005). *Los mamíferos silvestres de México* (1st ed.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Fondo de Cultura Económica.

Denzinger, A., & Schnitzler, H. U. (2013). Bat guilds, a concept to classify the highly diverse foraging and echolocation behaviors of microchiropteran bats. *Frontiers in Physiology*, *4*. https://doi.org/10.3389/fphys.2013.00164

Díaz, M. M., Solari, S., Gregorin, R., Aguirre, L. F., & Barquez, R. M. (2021). *Clave de identificación de los murciélagos neotropicales* (Primera). Programa de Conservación de los Murciélagos de Argentina (PCMA).

Estrada-Villegas, S., Meyer, C. F. J., & Kalko, E. K. V. (2010). Effects of tropical forest fragmentation on aerial insectivorous bats in a land-bridge island system. *Biological Conservation*, *143*(3), 597–608. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.11.009

Gannon, W. L., Sherwin, R. E., Decarvalho, T. N., & O 'farrell, M. J. (2001). Pinnae and echolocation call differences between *Myotis californicus* and *M. ciliolabrum* (Chiroptera: Vespertilionidae). *Acta Chiropterologica*, *3*(1), 77–91. http://mammalogist.org/PDF/reprints/Pub071.pdf

García-Luis, M., & Briones-Salas, M. (2017). Composición y actividad de la comunidad de murciélagos

artropodívoros en parques eólicos del trópico mexicano. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, *88*(4), 888–898. https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.10.018

García-Morales, R., & Gordillo-Chávez, E. J. (2011). Murciélagos del estado de San Luis Potosí, México: revisión de su conocimiento actual. *Therya*, *2*(2), 183–192. https://doi.org/10.12933/therya-11-39

Gillam, E. H., & McCracken, G. F. (2007). Variability in the echolocation of Tadarida brasiliensis: effects of geography and local acoustic environment. *Animal Behaviour*, *74*(2), 277–286. https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2006.12.006

Girón-galván, L., Hernández, J., Rodríguez, M. E., Komar, O., van Dort, J., Juárez, R., & Rodríguez-Herrera, B. (2025). Facing headwinds : potential impacts of wind energy expansion on Central American bats. *Ceiba*, *58*(1), 53–74. https://doi.org/http://doi.10.5377/ceiba.v58i1.20669

Gómez Ruiz, E. P. (2006). *Actividad de murciélagos (Chiroptera) en cuerpos de agua y su relación con variables ambientales en la reserva de la biosfera La Michilía, Durango* [Tesis de Maestría, Instituto Politécnico Nacional]. http://repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/12553

González-Ávila, M. E., Beltrán-Morales, L. F., Troyo-Diéguez, E., & Ortega-Rubio, A. (2006). Potencial de aprovechamiento de la energía eólica para la generación de energía eléctrica en zonas rurales de México. *Interciencia*, *31*(4), 240–245.

Griscom, H., Andersen, M., & Keinath, D. (2012). *Bats of southern Wyoming: distribution and migration, year 1 report. distribution and migration, year 1 report. Prepared for the USDI Bureau of Land Management by the Wyoming Natural Diversity Database*.

Guevara-Carrizales, A. A., Zamora-Gutiérrez, V., Gonzáles-Gómez, R., & Martínez-Gallardo, R. (2013). Catálogo de los murciélagos de la región del delta del Río Colorado, México. *Therya*, *4*(1).

Jung, K., Molinari, J., & Kalko, E. K. V. (2014). Driving factors for the evolution of species-specific echolocation call design in new world free-tailed bats (Molossidae). *PLoS ONE*, *9*(1). https://doi.org/10.1371/journal.pone.0085279

Lopez-gonzalez, C., Lozano, A., Gomez-ruiz, E. P., & Lopez-wilchis, R. (2016). Activity of Insectivorous Bats is Related to Water Availability in a Highly Modified Mexican Temperate Forest Activity of insectivorous bats is related to water availability in a highly modified Mexican temperate forest. *Acta Chiropterologica*, *18*(2), 409–421. https://doi.org/10.3161/15081109ACC2016.18.2.008

Lu, X., Mcelroy, M. B., & Kiviluoma, J. (2009). Global potential for wind-generated electricity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, *106*(27), 10933–10938. https://doi.org/10.1073/pnas.0904101106

Medellín, R. A., Arita, H., & Sánchez H., O. (2008). *Identificación de los murciélagos de México. Clave de campo* (R. A. Medellín, H. Arita, & O. Sánchez H. (eds.); 2nd ed.). Istituto de Ecología, Universidad Autónoma de México.

Mora, E. C., & Torres, L. (2008). Echolocation in the Large Molossid Bats Eumops glaucinus and Nyctinomops macrotis. *Zoological Science*, *25*(1), 6–13. https://doi.org/10.2108/zsj.25.6

Moreno, C. E., & Halffter, G. (2000). Assessing the completeness of bat biodiversity inventories using species accumulation curves. *Journal of Applied Ecology*, *37*(1), 149–158. https://doi.org/10.1046/j.1365-2664.2000.00483.x

Orozco-Lugo, L., Guillén-Servent, A., Valenzuela-Galván, D., & Arita, H. T. (2013). Descripción de los

pulsos de ecolocalización de once especies de murciélagos insectívoros aéreos de una selva baja caducifolia en Morelos, México. *Therya*, *4*(1), 33–46. https://doi.org/10.12933/therya-13-103

Ortega, J., Mac Swiney G., M. C., & Zamora Gutiérrez, V. (2022). *Compendio de los llamados de ecolocalización de los murciélagos insectívoros mexicanos* (Primera). AMMAC, CONABIO.

Ortiz-Badillo, R. M. (2013). *Diversidad de murciélagos en un gradiente altitudinal en el estado de Nuevo León, Méxio* [Universidad Autónoma de Nuevo León]. https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004

Rascón Escajeda, J. A. (2010). *Uso del hábitat por los murciélagos (Chiroptera) en la cuenca baja del río Nazas, Durango.* [Tesis de Maestría, Instituto Politecnico Nacional]. http://tesis.ipn.mx/handle/123456789/8637

Rivera, J. (2020). *Description and Identification of the Echolocation Calls of Leptonycteris Nivalis and Other Nectar Feeding Bats in Mexico* [Maestría]. Texas A&M University.

Rizo Aguilar, A. R. (2008). *Descripción y análisis de los pulsos de ecolocación de 14 especies de murciélagos insectívoros aéreos del estado de Morelos* [Tesis de Mestría]. Instituto de Ecologia, A.C.

Rojo-Cruz, M. A., & Iñiguez-Dávalos, L. (2023). Hace frío y estoy lejos. *Therya*, *2*(3), 78–80. https://doi.org/10.12933/therya

Santos-Moreno, A., Velásquez, E. R., & Martínez, A. S. (2010). Efecto de la intensidad de la luz lunar y de la velocidad del viento en la actividad de murciélagos filostómidos de Mena Nizanda, Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, *81*(3), 839–845.

Walters, C. L., Freeman, R., Collen, A., Dietz, C., Brock Fenton, M., Jones, G., Obrist, M. K., Puechmaille, S. J., Sattler, T., Siemers, B. M., Parsons, S., & Jones, K. E. (2012). A continental-scale tool for acoustic identification of European bats. *Journal of Applied Ecology*, *49*(5), 1064–1074. https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2012.02182.x

Weller, T. J., Scott, S. A., Rodhouse, T. J., Ormsbee, P. C., & Zinck, J. M. (2007). Field identification of the cryptic vespertilionid bats, Myotis lucifugus and M. yumanensis. *Acta Chiropterologica*, *9*(1), 133–147. https://doi.org/10.3161/1733-5329(2007)9[133:FIOTCV]2.0.CO;2

Zamora-Gutierrez, V. (2015). *Predicting the impacts of future environmental change on mexican bats.* [Tesis de Doctorado]. University of Cambridge.

Zamora-Gutierrez, V., Lopez-Gonzalez, C., MacSwiney Gonzalez, M. C., Fenton, B., Jones, G., Kalko, E. K. V., Puechmaille, S. J., Stathopoulos, V., & Jones, K. E. (2016). Acoustic identification of Mexican bats based on taxonomic and ecological constraints on call design. *Methods in Ecology and Evolution*, *7*(9), 1082–1091. https://doi.org/10.1111/2041-210X.12556

7 ANEXO FOTOGRAFICO

Figura 2. Instalación y uso de redes de niebla para la captura de murciélagos





Figura 3. Toma de datos ambientales





-72000 -66000 -60000 -54000 -48000 -42000

2905000 2900000 2895000 2890000 2885000 2880000

N

R. BRAVO - MATAMOROS - REYNOSA

0 1.5 3 6 9 12
Km

EOL La Herradura

Reynosa, Tamaulipas

Delimitación RE Cuencas Hidrográficas y Red Hidrológica

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Cuenca RH24Ac

CONDICIÓN

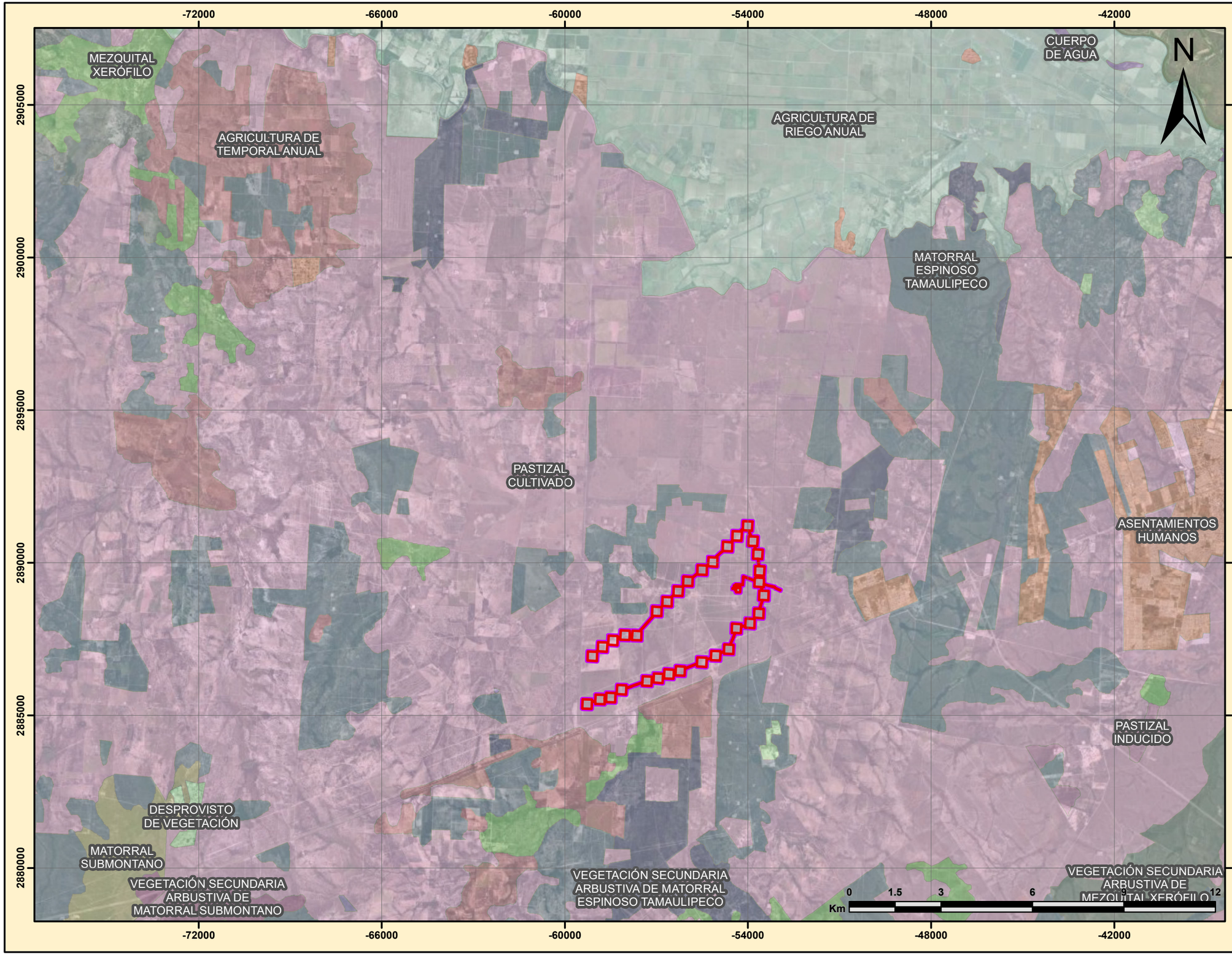
- INTERMITENTE
- PERENNE



E s c a l a

1:120,000

Fuente: Elaboración propia.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.



EOL La Herradura

Reynosa, Tamaulipas

Delimitación RE Uso de Suelo y Vegetación

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)

DESCRIPCIÓN

- AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL
- AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL
- ASENTAMIENTOS HUMANOS
- CUERPO DE AGUA
- DESPROVISTO DE VEGETACIÓN
- MATORRAL ESPINOSO TAMAULIPECO
- MATORRAL SUBMONTANO
- MEZQUITAL XERÓFILO
- PASTIZAL CULTIVADO
- PASTIZAL INDUCIDO
- VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE MATORRAL ESPINOSO TAMAULIPECO
- VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE MATORRAL SUBMONTANO
- VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE MEZQUITAL XERÓFILO

E s c a l a

1:120,000

Fuente:Datos vectoriales de uso de sueño y vegetación. Escala 1:.250,000.
Serie VII. INEGI.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

-72000 -66000 -60000 -54000 -48000 -42000

2905000 2900000 2895000 2890000 2885000 2880000

N/A

LOMERÍO DE LADERAS TENDIDAS CON LLANURAS

LLANURA ALUVIAL CON LOMERÍO

0 1.5 3 6 9 12
Km

EOL La Herradura

Reynosa, Tamaulipas

Delimitación RE Sistema de Topoformas

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)

DESCRIPCIÓN

- LLANURA ALUVIAL CON LOMERÍO
- LOMERÍO DE LADERAS TENDIDAS CON LLANURAS
- N/A



E s c a l a

1:120,000

Fuente: Conjunto de Datos Vectoriales Fiográficas. Conjunto Nacional.
Escala: 1:1´000,000. Serie I. INEGI.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

EOL La Herradura

Reynosa, Tamaulipas

Delimitación RE POE Región Cuenca Burgos Tamaulipas

Simbología

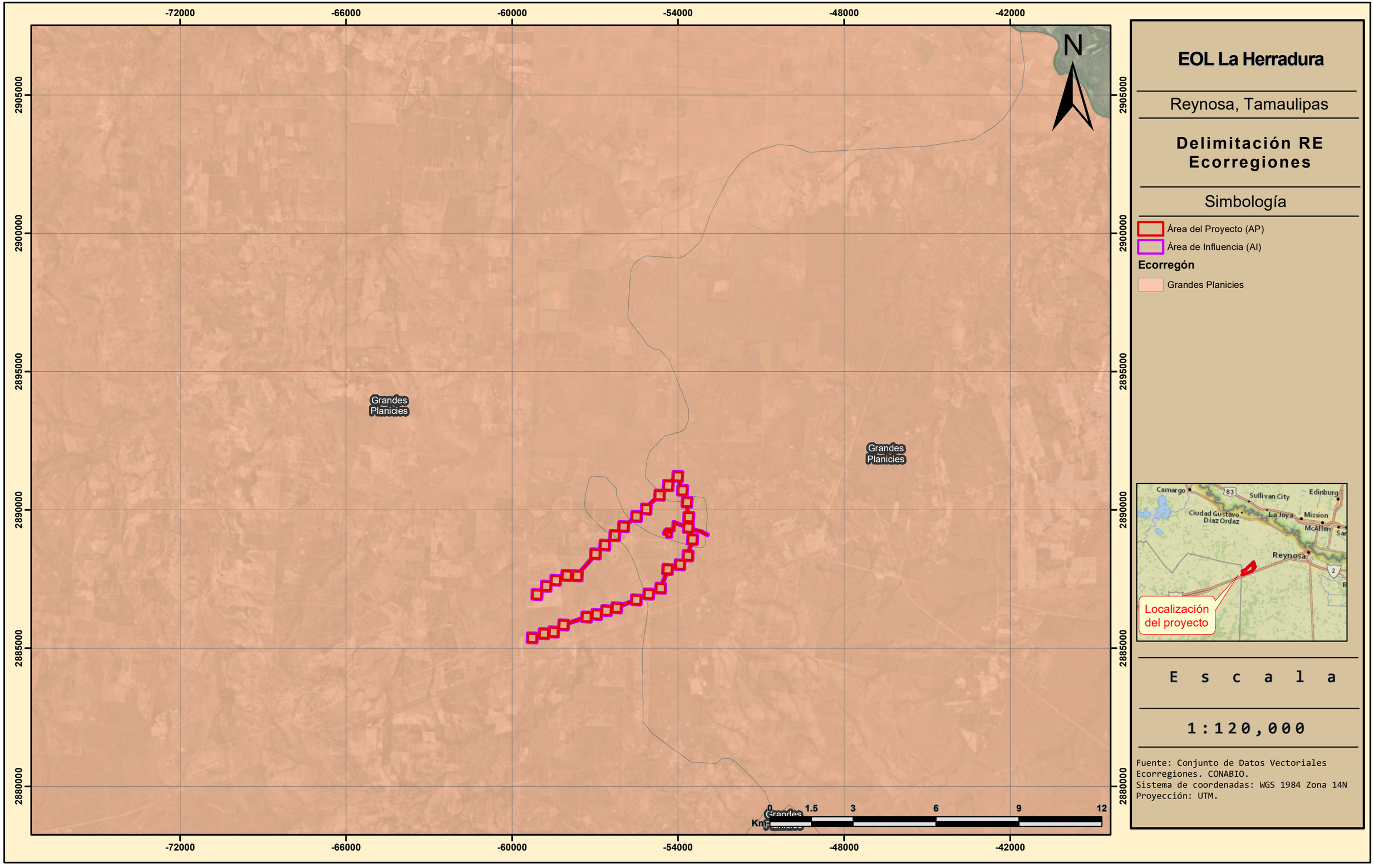
- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Límite de las UGA del POE Región Cuenca de Burgos Tamaulipas

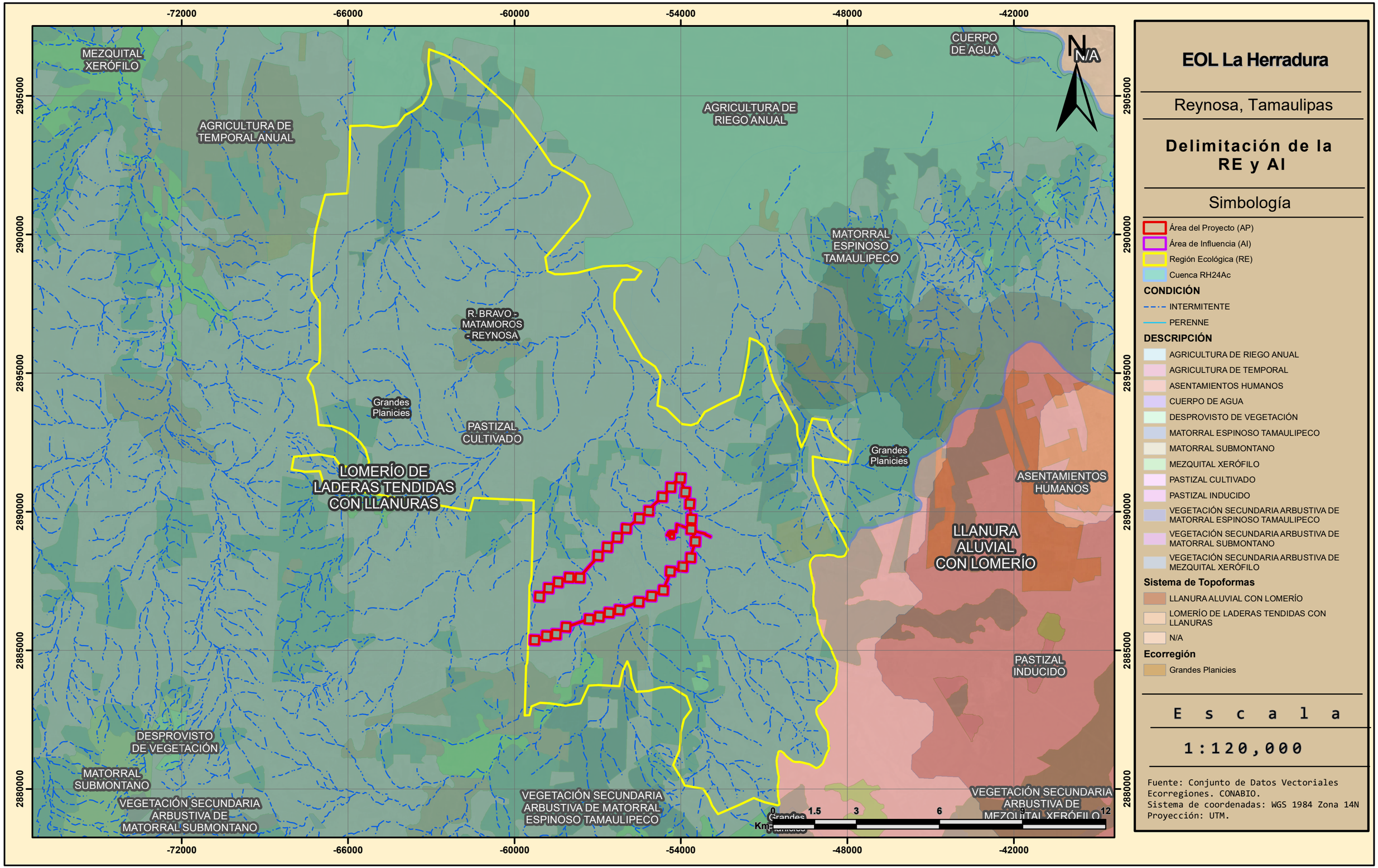


E s c a l a

1:120,000

Fuente: Conjunto de Datos Vectoriales POE Región Cuenca de Burgos Tamaulipas. SIORE.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.


-72000
-66000
-60000
-54000
-48000
-42000
2905000
2900000
2895000
2890000
2885000
2880000
N
Grandes Planicies
Grandes Planicies
Grandes Planicies
0
1.5
3
6
9
12
Km
EOL La Herradura
Reynosa, Tamaulipas
Delimitación RE Ecorregiones
Simbología
Área del Proyecto (AP)
Área de Influencia (AI)
Ecorregón
Grandes Planicies
Camargo
83
Sullivan City
Edinburg
Ciudad Gustavo Díaz Ordaz
La Joya
Mission
McAllen
Reynosa
2
Localización del proyecto
E s c a l a
1:120,000
Fuente: Conjunto de Datos Vectoriales Ecorregiones. CONABIO.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.



EOL La Herradura

Reynosa, Tamaulipas

Delimitación de la RE y AI

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)
- Cuenca RH24Ac

CONDICIÓN

- INTERMITENTE
- PERENNE

DESCRIPCIÓN

- AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL
- AGRICULTURA DE TEMPORAL
- ASENTAMIENTOS HUMANOS
- CUERPO DE AGUA
- DESPROVISTO DE VEGETACIÓN
- MATORRAL ESPINOSO TAMAULIPECO
- MATORRAL SUBMONTANO
- MEZQUITAL XERÓFILO
- PASTIZAL CULTIVADO
- PASTIZAL INDUCIDO
- VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE MATORRAL ESPINOSO TAMAULIPECO
- VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE MATORRAL SUBMONTANO
- VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE MEZQUITAL XERÓFILO

Sistema de Topoformas

- LLANURA ALUVIAL CON LOMERÍO
- LOMERÍO DE LADERAS TENDIDAS CON LLANURAS
- N/A

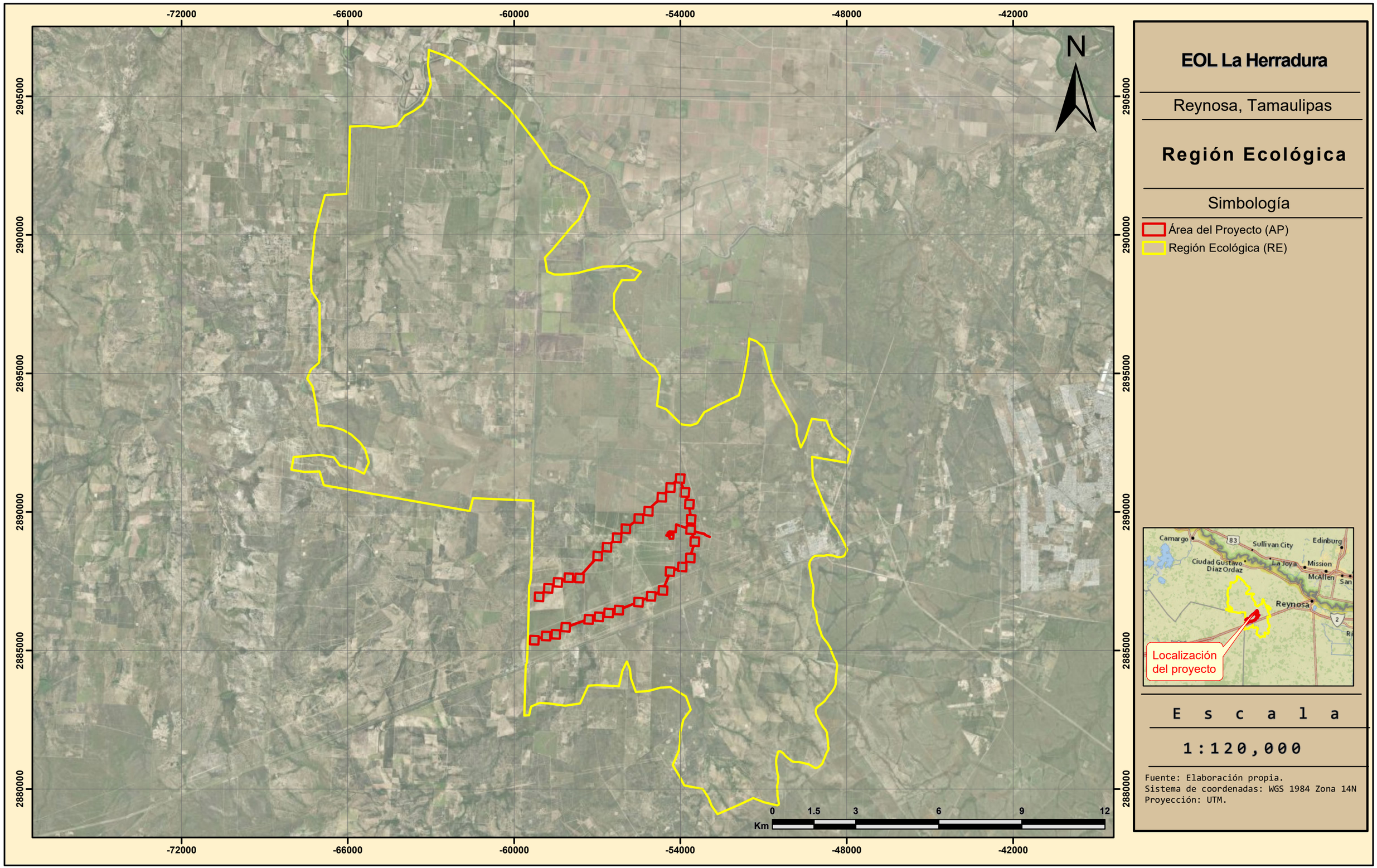
Ecorregión

- Grandes Planicies

E s c a l a

1:120,000

Fuente: Conjunto de Datos Vectoriales Ecorregiones. CONABIO.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.



EOL La Herradura

Reynosa, Tamaulipas

Región Ecológica

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Región Ecológica (RE)

E s c a l a

1:120,000

Fuente: Elaboración propia.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

-60000

-54000

2890000

2885000

N

0 0.375 0.75 1.5 2.25 3

Km

EOL La Herradura

Reynosa, Tamaulipas

Área de Influencia del Proyecto

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)



Escala

1:30,000

Fuente: Elaboración propia.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

-60000
-54000
2890000
2885000
N
0 0.375 0.75 1.5 2.25 3
Km

EOL La Herradura

Reynosa, Tamaulipas

Diagnóstico Ambienta

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)

Valoración de Degradación

- 4 - 5 Degradación Baja
- 6 - 7 Degradación Media
- 8 - 9 Degradación



E s c a l a

1:30,000

Fuente: Elaboración propia
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.